

> plus réduites que les chercheurs ne l'attendaient; elles constituaient de véritables oasis d'eau riche en oxygène. Comment ces facteurs ont-ils pu modeler l'extraordinaire diversification apparue à cette époque?

LES FLUCTUATIONS DE L'OXYGÈNE, UN MOTEUR DE L'INNOVATION?

Les périodes d'anoxie accrue du fond marin coïncident avec certaines extinctions de masse bien connues, comme celle qui a marqué la fin du Permien, il y a 252 millions d'années, au cours de laquelle 90% des espèces marines ont disparu. Mais plusieurs diversifications majeures ont débuté durant de longues périodes d'anoxie fluctuante des eaux peu profondes, notamment les diversifications de l'Édiacarien-Cambrien, de l'Ordovicien (100 millions d'années plus tard) et de la seconde moitié du Trias, il y a environ 247 millions d'années. Considérant ces événements, mon collègue Doug Erwin, de la Smithsonian Institution, et moi avons émis l'hypothèse que les conditions mouvantes en oxygène avaient pu créer des occasions propices à la fixation d'innovations évolutives chez les animaux à corps mou.

Il est bien plus simple pour les animaux de fabriquer un squelette de calcaire – le matériau qui constitue les squelettes et coquilles de nombreux organismes marins modernes – lorsque la concentration en oxygène dans l'eau de mer est supérieure à dix micromoles par litre. Les animaux à corps mou n'ont peut-être été capables de fabriquer ces squelettes de carbonate de calcium que lorsque la concentration en oxygène a atteint un tel seuil, permettant à des oasis auparavant isolées de s'étendre, de se connecter et de parvenir à une stabilité à l'échelle de la planète.

Il reste beaucoup à découvrir sur la façon dont la vie a réagi aux variations de la disponibilité en oxygène à l'échelle de l'évolution. Cette réaction était probablement compliquée, car les animaux étaient aussi soumis à d'autres facteurs, comme l'augmentation de la prédation. De plus, des rétrocontrôles entre les organismes, les écosystèmes et, plus largement, le système planétaire, dont on sait peu de choses, figuraient probablement aussi dans l'équation.

Nous avons du pain sur la planche. Des variations spectaculaires dans les processus régionaux qui ont modelé la croûte terrestre au cours de l'Édiacarien et du Cambrien ont produit de nombreuses lacunes importantes dans les registres fossile et géologique. Par conséquent, pour reconstituer l'histoire de l'essor des animaux complexes, nous devons assembler les données collectées dans une multitude de sites tout autour du monde. Le fait que beaucoup des sites clés de l'Édiacarien soient mal datés complique encore davantage la tâche. Habituellement, nous datons les roches de cette

époque en mesurant le rapport plomb/uranium dans les cristaux de zircon des couches de cendres d'anciennes éruptions volcaniques retrouvées à proximité. Il s'agit de l'une des quelques méthodes qui fournissent un âge absolu, radiométrique, pour une roche donnée. Malheureusement, nombre des successions sédimentaires que nous connaissons le mieux

Les squelettes n'ont peut-être pu apparaître qu'à partir d'un certain seuil en oxygène

sont dépourvues de telles couches. En conséquence, nous sommes incapables de corréliser avec précision les changements évolutifs survenus dans différentes parties du monde, ce qui est essentiel pour créer une chronologie fiable des événements. Un exemple de cette difficulté est la Formation de Lantian, en Chine, qui a livré des animaux fossiles candidats pour être les plus anciens connus, mais dont l'âge remonte à n'importe quelle période entre 635 et 590 millions d'années et est toujours très débattu.

Néanmoins, il existe des raisons d'être optimiste. De nouvelles couches de cendres sont mises au jour et les méthodes de datation sont affinées. Par exemple, les couches de cendres que de nombreuses équipes utilisent pour déterminer les âges des fossiles édiacariens découverts en Namibie ont récemment été redatées et les plus récentes – celles les plus proches de la frontière Précambrien-Cambrien – se sont révélées plus jeunes de plus de deux millions d'années qu'on ne le pensait. Ce qui a des répercussions sur la correspondance réelle entre ces fossiles et leurs homologues de Terre-Neuve et de Sibérie, entre autres. De plus, des géochimistes développent de nouvelles techniques isotopiques et d'autres méthodes susceptibles d'améliorer notre compréhension de l'oxygénation des océans de ce monde ancien. Enfin, mon équipe et d'autres découvrent de nouveaux fossiles dans des lieux reculés et jusqu'ici largement inexplorés, comme la Sibérie. Gageons que dans un futur pas si lointain, quand nous nous tiendrons sur ces falaises, contemplant la grande forêt en contrebas, notre compréhension de cette tranche de temps si extraordinaire sera bien plus profonde. ■

BIBLIOGRAPHIE

R. Wood et al., **Integrated records of environmental change and evolution challenge the Cambrian explosion**, *Nat. Ecol. Evol.*, vol. 3, pp. 528-538, 2019.

M. Zhu et al., **A deep root for the Cambrian explosion : Implications of new bio- and chemostratigraphy from the Siberian Platform**, *Geology*, vol. 45(5), pp. 459-462, 2017.

R. Tostevin et al., **Low-oxygen waters limited habitable space for early animals**, *Nature Communications*, vol. 7, article n° 12818, 2016.



POUR EN SAVOIR PLUS :

L. Lebart, *Inventions (1915-1938)*, RVB Books/CNRS, 2019.

« La Saga des inventions. Du masque à gaz à la machine à laver. Les archives du CNRS », exposition coproduite par le CNRS et les Rencontres d'Arles, en partenariat avec les Archives nationales. Tous les jours de 10 h à 19 h 30 jusqu'au 22 septembre 2019 à l'espace Croisière, à Arles.

L'AUTEURE

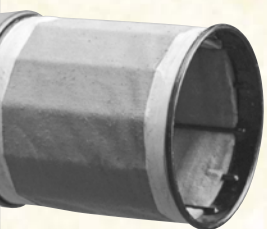


LUCE LEBART
historienne de la photographie
et commissaire de l'exposition
« La Saga des inventions »,
à Arles



Les folles inventions de l'ancêtre du CNRS

Électrification des plantes, hangar gonflable, projecteur sur nuage... En France, entre 1915 et 1938, la Direction des inventions intéressant la défense nationale, ancêtre lointain du CNRS, a recensé des milliers de fabuleuses trouvailles. Et les a photographiées. Les images les plus étonnantes sont exposées cet été à Arles.



◀ CORNETS ACOUSTIQUES, 1935

Utilisés pour l'émission et la réception d'ondes sonores, ces cornets géants visaient à écouter des sources lointaines. Le 20 mars 1934, l'inventeur Georges Mabboux demanda un brevet pour cette version perfectionnée, aux parois optimisées pour atténuer les distorsions et réduire le bruit de fond. Celui-ci fut délivré le 1^{er} mai 1939, mais entre-temps, les recherches sur le radar ont permis aux techniques de détection de franchir un cap, rendant ces « grandes oreilles » obsolètes et aux limites du fantasme.

Paris, janvier 1917. Au cœur du premier conflit mondial, le républicain Jules-Louis Breton est nommé à la tête du tout nouveau sous-secrétariat d'État aux Inventions intéressant la défense nationale. Breton, qui déteste la bureaucratie et ses lenteurs, systématise l'emploi de la photographie précisément pour accélérer les processus et transformer une idée, d'où qu'elle vienne, en un objet défensif ou offensif utilisable le plus rapidement possible. Associées aux plans et aux rapports d'inventions, les images facilitent l'évaluation des projets tout en permettant d'en conserver la trace. Substituts des prototypes, elles sont faciles à ranger dans des dossiers et aisément communicables en commission. Au fil des jours et des expériences, les clichés s'accumulent comme autant d'observations peuplant un grand cahier de laboratoire virtuel. Ces milliers d'images nous confrontent aux méandres du progrès technique, aux vacillations parfois touchantes du processus même de création, qu'il s'agisse de survivre en temps de guerre ou de mieux vivre une fois la paix revenue.

Au service des inventions, elles ont joué un rôle administratif et pédagogique d'information, de démonstration, voire de publicité, jusqu'à sa disparition en 1938, quand l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions (ONRSII), dont il faisait partie, a disparu au profit du Centre national de la recherche scientifique, le CNRS. Bien que produites sans intention artistique, ces images ont d'indéniables qualités esthétiques et possèdent même ce que l'on pourrait appeler un style photographique, comparable à celui d'un auteur, alors même que les images ne sont jamais signées.

Il se trouve que, derrière ces clichés, se cachent deux réalisateurs phares des débuts du cinéma, Alfred Machin et Jean Comandon, opérant respectivement de 1917 à 1919 puis à partir de 1920. Leurs imaginaires cinématographiques modèlent l'archive des inventions, alternant gros plans, vues en plongée et mises en scène burlesques. L'archive visuelle frappe par sa fantaisie, ses touches d'humour et sa liberté à déjouer les codes de l'objectivité photographique. Le comique est d'autant plus inattendu que le contexte est militaire et scientifique. Comme au cinéma, les mises en scènes photographiques nous racontent des histoires... ■

EN TEMPS DE GUERRE



► TROMPETTE DE TRANCHÉE, 1917

Pendant la Première Guerre mondiale, Jean Perrin, futur fondateur du CNRS, alors professeur de chimie-physique à la faculté des sciences de Paris, fut mobilisé comme officier du Génie. Il mit au point un clairon à air comprimé portatif qui amplifiait le son naturel de l'instrument en remplaçant le souffle humain par un mécanisme envoyant de l'air stocké sous pression dans des bouteilles portatives. Surnommé « liaison acoustique », l'instrument, dit d'ordonnance, servait originellement à transmettre des ordres militaires. Ses sons et sa tonalité en si bémol, facilement reconnaissables, servaient à signifier « commencez le feu », « garde à vous », « le rassemblement », « à la soupe », etc. D'une portée de plusieurs kilomètres, ce clairon fut utilisé avec succès lors de la reprise du fort de Douaumont. Perrin, quant à lui, obtint le prix Nobel de physique en 1926 pour avoir prouvé l'existence des atomes.



► MASQUES, 1917

« Des hommes se roulaient à terre, convulsés, toussant, vomissant, crachant le sang. » Ces mots du médecin du 66^e régiment d'infanterie disent l'horreur provoquée par l'offensive chimique du 22 avril 1915 à Ypres, en Belgique. Cent cinquante tonnes de chlore furent portées par le vent en un lourd nuage jaunâtre flottant à un mètre des tranchées. Près de la moitié des hommes intoxiqués moururent. En conséquence, dès avril 1915, priorité fut donnée aux moyens de protection contre les gaz. Aux mouchoirs et chaussettes imbibés d'urine des premiers jours succédèrent des compresses d'hyposulfite de soude puis des cagoules et enfin, en 1916, des masques avec des cartouches interchangeable, ainsi que des modèles à filtres, comme ceux ci-contre.



► RAMPEUR, 1917 ▲

Souvent, sur les clichés de la Direction des inventions, l'insolite côtoie le tragique. C'est le cas du *Rampeur de Monsieur Caufer*. Le nom est explicite : cette sorte d'exosquelette permet la reptation. L'appareil consiste en un jeu de roulettes ajustables au niveau du bassin, complété par des plaques métalliques s'installant sur les avant-bras. L'étrange mise en scène en deux temps, figurant le personnage muni de son appareil de reptation d'abord debout, puis couché, souligne le caractère saugrenu de l'invention et contraste avec la réalité tragique de ce rampeur destiné à aider ceux qui, estropiés, devaient se déplacer au sol.

