

**Stéphan JACQUET, Anne-Claire BAUDOUX,
Yves DESDEVISES, Soizick F. Le GUYADER
(Auteurs)¹**

Les virus marins

Simple parasites ou acteurs majeurs des écosystèmes aquatiques ?²



LES VIRUS MARINS SIMPLES PARASITES OU ACTEURS MAJEURS DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES ?

STÉPHAN JACQUET,
ANNE-CLAIRE BAUDOUX, YVES DESDEVISES, SOIZICK F. LE GUYADER

éditions
Quæ

**Présentation par :
Serge-André Poulet³**

L'origine de cet ouvrage prend racine dans les récents voyages exploratoires circumterrestres de la goélette TARA. L'ampleur, l'ambition et les résultats scientifiques des missions successives de ce navire s'inscrivent en droite ligne dans la tradition de célèbres expéditions océanographiques du XIX^e siècle, où s'illustrèrent Charles Darwin, Alexander von Humboldt, Charles Thomson ou le prince Albert 1^{er} de Monaco, entre autres. Malgré le changement d'époque, le point commun entre les objectifs scientifiques demeure le même : découvrir de nouvelles espèces océaniques.

Cependant, les organismes visés par les océanographes contemporains sont différents. Les espèces marines dont il est question ici sont demeurées inconnues jusqu'au milieu du XX^e siècle. Ce sont des

¹ Respectivement : Directeur de recherche à l'INRAE / Chargée de recherche au CNRS / Professeur à Sorbonne Université / Directrice de recherche à l'Ifremer.

² Editions Quæ, Collection Enjeux sciences, janvier 2023, 112 pages, ISBN 978-2- 7592 -3526 -1, 18,00 € (livre broché), version numérique en accès libre sur quae-open.com.

³ Directeur de recherche honoraire du CNRS (DR1), Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France.

espèces cryptiques, dont les tailles femto-nanométriques et les caractères morphologiques, difficilement détectables au microscope optique, ne permettraient pas de différencier les espèces nouvelles, ni de les quantifier. L'intérêt de cet ouvrage est d'apporter une brève synthèse de l'état des connaissances modernes, à la fois technique et théorique, sur la virosphère par rapport à l'ensemble du microbiote marin. Les auteurs s'adressent à un large public intéressé par les sciences de la vie, qui sera probablement surpris de découvrir l'omniprésence, la diversité, le rôle et l'importance extraordinaires des virus dans les océans. Un bref *curriculum vitae* disponible en fin d'ouvrage, permet d'apprécier les liens entre les spécialités scientifiques complémentaires et la compétence des quatre auteurs sur des sujets ignorés d'un public non-spécialiste.

Cet ouvrage est divisé en six chapitres, d'importance et d'intérêt inégaux, qui se succèdent logiquement à la façon de poupées russes. Des encadrés ou des figures, placées à propos au long du texte, apportent des informations complémentaires appréciables. Cet ensemble répond à la curiosité du lecteur, stimulée par des titres accrocheurs, habilement présentés à la forme interrogative.

Dans le premier chapitre, les auteurs abordent la complexité méthodologique liée aux diverses études relatives à la nature des virus, à leur cycle de vie et à leur diversité, auxquelles un ensemble d'approches complémentaires permet de répondre. Ces approches associent, suivant la nature des échantillons, la métagénomique non ciblée, la métatranscriptomique et le métabarcoding dans le cas d'un ensemble de particules virales préalablement séparées par filtration fractionnée ou par ultracentrifugation ; et dans le cas d'échantillons de petits fragments d'ADN, que l'on doit identifier pour reconstituer les génomes d'origine, deux outils adaptés sont alors utilisés, tels que le séquençage de génomes d'individus uniques ou dominants et la ddPCR.

Dans le second chapitre, spécifiquement consacré à l'abondance et à la dynamique des virus marins, les auteurs avancent le chiffre de 10^8 à 10^{11} particules virales par litre d'eau de mer, soit une estimation globale de 4×10^{30} virus, majoritairement des bactériophages, disséminés dans les mers et les océans. Un centième de cette quantité serait renouvelé chaque jour. Il faut noter, au passage, la rigueur des auteurs qui citent avec minutie six méthodes fréquemment utilisées pour le dénombrement des virus. Appliquées au milieu marin, ces méthodes ont mis en évidence d'énormes différences spatio-temporelles, caractérisées par des variations saisonnières, ou verticales selon la profondeur de la colonne d'eau, ou géographiques selon les bassins océaniques, fluctuant de 1 à 160 en fonction du rapport entre les virus et les bactéries, leurs hôtes potentiels. Les sédiments benthiques superficiels, de par leurs concentrations 10 à 1 000 fois supérieures à celles de la colonne d'eau, semblent constituer un important réservoir viral à l'échelle mondiale. Cependant, les auteurs soulignent la forte probabilité que d'autres espèces de virus non bactériophages deviennent majoritaires dans des habitats où les hôtes prépondérants seraient des archées ou des eucaryotes. Prudents, ils émettent des réserves sur les estimations d'abondance réelle des virus marins, probablement surestimée par suite d'une confusion possible entre l'ADN libre dans le milieu et l'ADN viral incorporé dans des génomes d'organismes cellulaires hôtes, parfois confondus avec de vrais virus.

Dans les deux chapitres suivants, les auteurs font émerger, à mon avis, les sujets les moins bien connus et les plus intéressants du livre, consacrés à la découverte inachevée de la complexité des associations, à la diversité des hôtes et à la variabilité des interactions hôtes-virus selon les conditions trophiques du milieu ambiant qui influencent le rapport espèce virale/espèce hôte, appartenant à un très large spectre d'organismes, des bactéries aux mammifères marins. Les auteurs apportent divers exemples sur l'importance et sur le rôle écologiques des virus en tant que moteur de la diversité génétique marine, en tant que prédateurs et de régulateurs de la production phytoplanctonique, ainsi que régulateurs du microbiote des macroalgues, des mollusques, du corail, des méduses et des poissons. À la notion d'omniprésence fonctionnelle des virus, à la fois acteurs, parasites, profiteurs, modeleurs et influenceurs de la biodiversité marine, une section complémentaire, particulièrement utile, est consacrée au rôle primordial des virus dans le fonctionnement de la pompe à carbone biologique dans le cadre des grands cycles biogéochimiques spécifiquement marins. Les virus seraient ainsi capables de ralentir ou

d'accélérer l'efficacité de la pompe biologique, au sein de la chaîne alimentaire microbienne (microbial food web), en interaction permanente avec la chaîne trophique classique impliquant les maillons trophiques supérieurs (cf. Herndl et Weinbauer, 2003 ; Bachy et Baudoux, 2022). Enfin, les auteurs s'interrogent sur la réponse des virus aux conséquences du changement climatique.

Dans les deux derniers chapitres les auteurs apportent une série d'informations originales et fort intéressantes sur le potentiel, et sur l'intérêt des virus marins dans le cadre de la phagothérapie et de la biotechnologie. Pour finir, ils s'interrogent sur la place des virus marins dans l'arbre du vivant, et naturellement sur leur dangerosité ou sur leur utilité, directe ou indirecte, à l'égard de l'espèce humaine.

En conclusion, ce livre répond à autant de questions qu'il n'en pose de nouvelles. Cela constitue un de ses mérites, tout en confirmant que ce domaine scientifique nous réserve de futures découvertes prometteuses. A la fin de l'ouvrage, une liste de références bibliographiques pertinentes, relative à des travaux classiques et récents, permettra d'en savoir plus.
