

• Quels apports de la génétique au concept de durabilité écologique ?

Romain Guyot,
IRD, UMR Diade, Montpellier, France
Rommel Montufar,
Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Puce), Équateur
Cédric Mariac,
IRD, UMR Diade, Montpellier, France

Mise en contexte

L'étude de la biodiversité, depuis l'identification des organismes vivants jusqu'au décryptage de leur génome, est un atout important de l'Agenda 2030. En effet, les Objectifs 2 (« Faim zéro ») et 15 (« Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres ») de développement durable incluent des cibles qui mentionnent l'importance de la diversité génétique en matière de durabilité : « Préserver la diversité génétique des semences, des cultures et des animaux d'élevage ou domestiqués et des espèces sauvages apparentées » (cible 2.5) ; « Favoriser le partage juste et équitable des bénéfices découlant de l'utilisation des ressources génétiques et promouvoir un accès approprié à celles-ci, ainsi que cela a été décidé à l'échelle internationale » (cible 15.6). Dans ce contexte, le développement et le transfert des méthodes d'analyse des génomes est un enjeu majeur pour assurer une gestion durable des ressources naturelles et l'atteinte des cibles de l'Agenda 2030.

Contact

romain.guyot@ird.fr

Pour aller plus loin

<https://www.ird.fr/psf-bioandes-2021-2023>

La génomique au service de la durabilité

Les activités humaines ont déjà considérablement érodé le génome du vivant (par exemple l'érosion de la diversité génétique des plantes cultivées, l'extinction de populations isolées) au détriment de la biosphère, des conditions de vie humaine et de toute autre forme de vie. En interconnectant les systèmes sociaux, économiques et environnementaux, la science de la durabilité promeut des pratiques qui préservent les ressources naturelles, protègent la biodiversité et maintiennent l'équilibre des écosystèmes pour les générations présentes et futures. La caractérisation de la biodiversité des écosystèmes par l'identification des espèces, des gènes ou des biomolécules qui les composent est un prérequis pour comprendre son fonctionnement et son organisation. L'ambition est grande quand il s'agit de caractériser des régions identifiées comme des réserves de la biodiversité mondiale, comme l'Amazonie. Les avancées technologiques récentes en termes de séquençage nucléotidique permettent désormais d'envisager de telles études, tout particulièrement grâce à une nouvelle génération de techniques de séquençage d'un intérêt considérable pour l'étude de la biodiversité, que ce soit au niveau génétique, microbiologique ou écologique. Cette technologie consiste en la lecture et la détermination directe, précise et rapide de l'ordre des nucléotides de très longs fragments d'ADN (plusieurs dizaines de milliers de nucléotides) via des pores protéiques du diamètre d'un nanomètre (appelés aussi nanopores). En plus d'un coût réduit, qui rend cette technologie plus largement accessible, la miniaturisation

des séquenceurs permet d'envisager des analyses sur le terrain, facilitant ainsi l'étude de la diversité dans des environnements éloignés ou difficiles d'accès, et offrant la possibilité de réaliser des suivis en temps réel. Cette technologie permet de renforcer les principes de justice, d'équité et d'inclusivité dans le développement de techniques scientifiques et des connaissances les plus récentes sur le génome par les pays du Sud.

Assurer la durabilité des écosystèmes

L'acquisition des données génétiques est devenue une approche clé pour la compréhension, la surveillance et la gestion des environnements naturels. L'un de ses développements les plus récents et spectaculaires est l'acquisition des données génétiques obtenue à partir d'ADN environnemental (ADNE), c'est-à-dire collecté dans l'eau, l'air ou encore le sol, et non plus directement sur les organismes. Le séquençage nucléotidique d'ADNE, en se révélant plus rapide, souvent plus efficace et non invasif comparé aux échantillonnages traditionnels, est devenu au cours de ces dix dernières années une méthode très largement utilisée pour déterminer des fronts de colonisation d'espèces invasives, détecter des pathogènes, des espèces cryptiques ou élusives, ou encore identifier des communautés d'espèces et caractériser leurs variations spatio-temporelles. Enfin, le recensement de la biodiversité au niveau moléculaire permet d'établir une relation entre les activités anthropiques – urbanisation, pollution, introduction d'espèces exotiques... – et les changements climatiques et les perturbations écologiques observés ou à prévoir.

De manière générale, les données d'ADNE sont essentielles pour guider les efforts de conservation et de gestion durable des écosystèmes, et *in fine* pour assurer leur durabilité.

Développer l'enseignement et la formation en bio-informatique

Au cours de la dernière décennie, le développement de nouvelles techniques génomiques a considérablement diminué les coûts de séquençage et a donné lieu à la création de vastes bases de données de séquences génétiques qui sont en croissance exponentielle. Le recours de plus en plus fréquent aux applications « big data » signifie que l'exploitation de nouvelles techniques génomiques à des fins de gestion durable des ressources dépend de plus en plus des capacités informatiques et bio-informatiques des laboratoires. Utilisée par des scientifiques issus d'horizons académiques très divers et fortement interdisciplinaires, la bio-informatique a une influence considérable et croissante sur la santé, les sciences de l'environnement et la société. L'enseignement de la bio-informatique nécessite donc un développement efficace des compétences en matière de collaboration interdisciplinaire, de communication, d'éthique et d'analyse critique des pratiques de recherche, en plus des compétences techniques. Initié en 2021, le programme structurant de formation (PSF) Bio_Andes a pour vocation le renforcement en Équateur des capacités en analyse des données génétiques et bio-informatiques avec la collaboration des partenaires colombiens du LMI Bi-Inca. En 2023 s'est tenue la première école de formation à la pratique du séquençage



École de formation à la pratique du séquençage nanopore à Quito (Puce, novembre 2023).

nanopore à Quito avec des enseignants et des étudiants de plusieurs disciplines (biologistes animaux, végétaux et sciences médicales, informaticiens et bio-informaticiens). Les connaissances génétiques acquises pendant la formation permettront notamment de mieux connaître la diversité génétique du palmier à ivoire, une espèce endémique menacée d'extinction et autrefois exploitée intensivement pour ses graines. Cette compréhension de la diversité génétique, combinée aux pratiques sur le terrain, sera mise à profit pour identifier les plantules femelles capables de produire des fruits et des graines, contribuant ainsi aux efforts raisonnés de reforestation. Par ailleurs, ces travaux en bio-informatique occupent une place centrale dans les programmes de recherche interdisciplinaires sur la gestion des palmiers d'Équateur, qui englobent la connaissance de l'environnement, la compréhension

des pratiques culturelles par le biais de l'interaction avec les communautés locales et l'appréhension de la diversité génétique. Ces nouvelles compétences permettent aux partenaires une plus grande autonomie dans la collecte

et l'analyse des données bio-informatiques, renforçant ainsi leurs connaissances de la biodiversité locale pour servir le développement d'une agriculture durable et permettre une meilleure gestion des ressources génétiques.

À RETENIR

L'acquisition massive de données génétiques constitue actuellement un levier fort pour comprendre la diversité et les écosystèmes et permettre à terme une évaluation fine de la durabilité environnementale. L'enseignement et le transfert de compétences via des programmes structurants de formation sont des actions clés et appréciées par les partenaires pour se former sur des techniques de pointe comme le séquençage génomique nanopore et l'analyse des données. Enfin, l'accès à ces techniques et au matériel à faible coût revêt une importance cruciale, offrant aux partenaires la capacité de maîtriser l'obtention et l'analyse de l'information sur la biodiversité dans leurs propres laboratoires, dans un souci d'équité et d'inclusivité sur l'analyse des génomes par les pays du Sud.

SCIENCE DE LA DURABILITÉ

COMPRENDRE, CO-CONSTRUIRE, TRANSFORMER

Volume 3

Réflexion collective coordonnée
par Olivier Dangles, Marie-Lise Sabrié et Claire Fréour

IRD Éditions

Institut de recherche pour le développement
Marseille, 2024

Coordination éditoriale : Corinne Lavagne
Préparation éditoriale : Jasmine Portal-Cabanel
Couverture, maquette et mise en page : Charlotte Devanz

Photo de couverture : Peinture rupestre, Cueva de los Manos, Argentine.
© IRD/O. Dangles - F. Nowicki/*Une Autre Terre*

Photo p. 14 : Préparation de tubes pour des prélèvements salivaires, Gabon.
© IRD/P. Becquart

Photo p. 40 : Centre de santé sous la chaleur, Sénégal.
© IRD/I. Makosi, projet Mopga

Photo p. 70 : Lancement d'un drone sur le Changri-Nup, massif de l'Everest, Népal.
© IRD-CNRS/T. Vergoz, expédition Preshine

Photo p. 92 : Jeu participatif sur l'érosion, Indonésie.
© IRD/Droits réservés

Photo p. 106 : Fabrication d'une jarre en terracotta, villages de métiers, Vietnam.
© IRD/J.-M. Borée

Photo p. 128 : Dessin d'enfant, Madagascar.
© IRD/S. M. Carrière

Publication en libre accès selon les termes de la licence Creative Commons CC BY-NCND 4.0, consultable à l'adresse suivante : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>

Elle autorise toute diffusion de l'œuvre, sous réserve de mentionner les auteurs et les éditeurs et d'intégrer un lien vers la licence CC By-NC-ND 4.0. Aucune modification n'est autorisée et l'œuvre doit être diffusée dans son intégralité. Aucune exploitation commerciale n'est autorisée.



© IRD, 2024

ISBN papier : 978-2-7099-3039-0

ISBN PDF : 978-2-7099-3040-6