

Les Amis du Muséum National d'Histoire Naturelle

Les holothuries ressource marine : du mythe à la surexploitation mondiale

Chantal CONAND, *attachée honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle, professeur émérite Université de La Réunion*

Les holothuries, ou concombres de mer, ne sont pas des animaux très charismatiques en Europe et la situation n'a pas beaucoup changé depuis que Cuvier présentait ainsi, en 1806, les récoltes de Péron « ...il nous présente les animaux de ce genre si méprisé en Europe, ...on les transporte à grands frais jusqu'à la Chine où ils sont recherchés par la vieillesse, qui croit, par leur moyen, donner une vigueur nouvelle à des organes flétris ».

La classe Holothuroidea comprend environ 1 700 espèces décrites (Michonneau, Paulay com. pers.), qui peuplent tous les milieux marins. Parmi les cinq ordres existant, les Aspidochirotes et les Dendrochirotes comprennent la grande majorité des espèces exploitées, actuellement proches de la centaine (Conand 1986 ; Purcell *et al.* 2012).

La nutrition des holothuries se fait grâce à des tentacules qui entourent la bouche, soit par filtration de l'eau de mer chez les Dendrochirotes suspensivores, soit en ingérant le sédiment chez les Aspidochirotes dépositivores. Elles en assimilent alors la matière organique et rejettent des faeces, tortillons très caractéristiques (qui aident parfois à les repérer en plongée).

Leur rôle écologique dans le fonctionnement des écosystèmes est maintenant reconnu comme très important (Purcell *et al.* 2016) et porte principalement sur les phénomènes suivants : 1) la bioturbation, par les espèces qui s'enfouissent dans le sédiment, selon un rythme nyctéméral, 2) le recyclage des nutriments (phosphore, azote) qu'elles permettent de réaliser, 3) l'influence sur la chimie de l'eau qui les entourent, par la

sommaire

- 37 Chantal CONAND, **Les holothuries ressource marine : du mythe à la surexploitation mondiale**
- 42 Philippe de REFFYE, **Croissance et architecture des plantes. Un système complexe et dynamique**
- 47 Echos
- 50 Nous avons lu
- 52 Conférences et manifestations



Figure 1 : Deux espèces d'holothuries tropicales in situ, A : holothurie à mamelles *Holothuria fuscogilva*, B : holothurie de sable *H. scabra*.

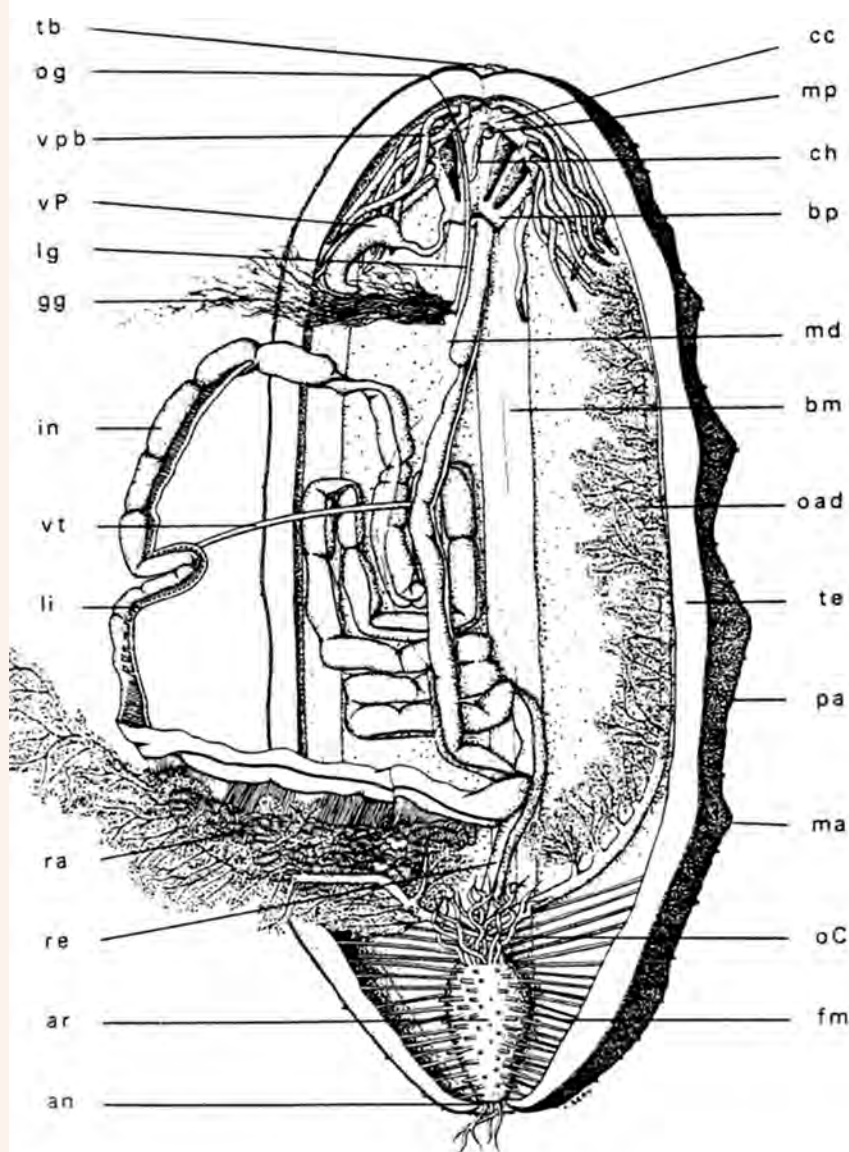
dissolution de calcaire (qui vient compenser localement l'acidification), 4) la diversité des associations qu'elles présentent avec de très nombreuses espèces de différents embranchements (crabes, crevettes, gastéropodes, polychètes, poissons carapides...), qui donne lieu à des travaux novateurs en communication chimique marine (Caulier 2016).

Les espèces commerciales sont consommées par les populations asiatiques ; les Chinois principalement (en Chine et ailleurs dans leurs communautés) consomment des plats traditionnels préparés à partir de produits secs (haisom, bêche-de-mer ou trévang) ensuite réhydratés, alors que les Japonais apprécient les produits crus ou fermentés (voir SPC Beche-de-mer Bulletin plusieurs articles, Conand 1986, 1989). L'espèce la plus prisée est *Apostichopus japonicus*, espèce tempérée du Pacifique nord-ouest.

Depuis le XVIII^e siècle, d'autres espèces, tropicales d'abord, ont été recherchées par des Malais en Australie du Nord et par d'autres navigateurs dans un périmètre géographique qui s'est largement étendu au cours du temps. Le commerce ancien était triangulaire, les navigateurs apportant des présents aux peuples des îles du Pacifique tropical (par exemple la langue du Vanuatu, le bichlamar, vient de ces anciens contacts quand ils recherchaient la bêche-de-mer), puis de l'océan Indien, pour obtenir les holothuries traitées, ainsi que du santal, des perles..., et les apporter en Chine, pour obtenir du thé, de la soie, des épices... (Conand 1989).

Certains marchés comme Hong Kong, Singapour, Taiwan sont maintenant des lieux prépondérants d'importation, avant une ré-exportation en Chine (Conand 1986, Conand *et al.* 2014).

Figure 2 : Anatomie d'une holothurie à mamelles (d'après Conand, 1986)



Anatomie de *Holotheuridae nobilis* : tb : tentacules buccaux - og : orifice génital - vpb : vésicules des podia buccaux - np : nadréporite - ch : canal hydrophore - vP : vésicule de Poli - cc : couronne calcaire péripharyngienne - bm : bande musculaire radiaire - lg : lacune génitale - gg : glande génitale - oC : organes de Cuvier - ar : ampoule rectale - an : anus - re : rectus - oad : organe arborescent droit - bp : bulbe pharyngien - ra : réseaux admirables - vt : vaisseau transverse - li : lacune intestinale - md : mésentère dorsal - fm : fibres musculaires - te : tégument - in : intestin - pa : papilles - ma : mamelles

La globalisation actuelle des pêcheries est évidente dans les statistiques de Hong Kong, le principal marché mondial, où les importations proviennent d'un nombre croissant de pays (Conand 2016, soumis) ; on parle maintenant « d'exploitation contagieuse » (Eriksson *et al.* 2015).

La qualité des produits est basée sur plusieurs critères, qui dépendent aussi des préférences des consommateurs pour les produits d'apparence « spicky » dans le nord de la Chine et « shiny » dans le sud (Purcell 2014). L'abondance des espèces doit être suffisante pour les pêcheurs, la taille des individus, qui diminue beaucoup lors du traitement (Conand 1979, 2004, 2008), la consistance et l'épaisseur du tégument sont des paramètres importants. Les propriétés biochimiques sont actuellement très étudiées. Les qualités commerciales varient donc entre des :

- espèces à valeurs fortes, comme *Apostichopus japonicus* et des espèces tropicales sandfish *Holotheuridae scabra*, teat fish *Holotheuridae (Microthele) spp*, avec des prix dépassant 1 000 US \$ le kg,
- valeurs moyennes vers 200 US \$ pour *Thelenota*, *Actinopyga*, *Stichopus*, *Holotheuridae spp.*,
- certaines espèces ont des valeurs plus faibles,
- beaucoup d'espèces n'ont pas de valeur commerciale actuellement (Conand *et al.* 2014).

La filière pêche-marchés est particulière pour les holothuries et comporte plusieurs intermédiaires, avant le consommateur. Dans les pays tropicaux, la pêche artisanale est



Figure 3 : Marchés d'holothuries sèches (Hai Som, trévang, bêche-de-mer).

A : entrepôt et séchage à Hong Kong (photo K. Ho / Bloom) ;

B : Singapour (photo Conand) ;

C : marché de détail à Brisbane, Australie (photo Favot).

pratiquée à pied (parfois même par des enfants), en plongée libre ou en plongée scaphandre ; celle-ci pose des problèmes de santé (accidents de décompression), si les plongeurs ne sont pas formés et suivis. Les holothuries sont récoltées à la main. Elles sont généralement mises au sel, pour avoir le temps d'accumuler une quantité suffisante avant le traitement ; cette pratique est relativement récente (XX^e siècle), probablement signe de raréfaction. Au retour de la pêche, elles sont vendues à un collecteur qui peut pratiquer la transformation traditionnelle par étapes successives : éviscération (parfois pratiquée sur les lieux de pêche), première cuisson à l'eau de mer, nettoyage, deuxième cuisson, séchage.

Parfois un fumage est pratiqué avant le séchage qui est une étape importante pour une bonne conservation, donc un bon prix. Le produit sec peut se conserver longtemps, sans nécessité d'une chaîne de froid, élément jadis très important. Le produit est ensuite trié par espèce et par catégorie commerciale et suivant la taille. Le produit traité ne correspond plus qu'à 5 à 10% du poids frais. Le stockage précède l'expédition vers un marché. Dans certains pays tempérés où la pêche est plus récente (comme par exemple sur la côte atlantique du Canada pour l'espèce *Cucumaria*), la pêche est industrielle. Les bateaux sont plus grands, les engins plus sophistiqués et le traitement industriel se fait en usine (Hamel & Mercier 2008).

Les exploitations et les pêches illégales sont présentées d'abord pour les zones tropicales, à la suite de plusieurs publications générales (Lovatelli *et al.* 2004 ; Toral-Granda *et al.* 2008 ; Purcell *et al.* 2013...). Dans le nord de l'Australie il existe un agrément (MoU), mais dans certaines zones des pêcheurs indonésiens ou vietnamiens illégaux viennent pêcher les espèces de forte valeur (*H. fuscogilva* et *T. ananas*) et sont parfois appréhendés ; ailleurs, dans la zone, la collaboration s'améliore, avec la communication à l'Australie des données de pêche (J. Prescott com. pers.).

Dans plusieurs îles et territoires du Pacifique tropical (Hawaii, Palau par exemple) des pêcheurs illégaux ont été récemment interpellés et leurs bateaux brûlés par les autorités, à titre d'exemple. Ailleurs, comme en Nouvelle-Calédonie et à Fidji, les activités ont été modernisées, l'attention attirée sur les recherches scientifiques et la qualité du traitement améliorée (Purcell 2014). Enfin, dans certaines îles cette pêche est interdite.

Un exemple souvent cité est celui des Galapagos (Toral-Granda 2008). La pêche y a commencé après la surexploitation en Equateur continental en 1991. Cela a entraîné de sérieux conflits, malgré un plan de gestion. Une seule espèce pêchée alors, *Isostichopus fuscus*, est inscrite à la CITES, Annexe III en 2003, des analyses de gouvernance et de gestion participative ne suffisent pas à stopper la pêche illégale, dont il existe des exemples récents.



Figure 4 : Séchage en Nouvelle-Calédonie. A : artisanal en 1990 (photo Conand) ; B : actuel (photo Purcell)

Dans l'Atlantique tropical, au Mexique, malgré des efforts de gestion de l'espèce *Isostichopus badionotus*, dont l'exploitation s'est développée ces dernières années, la corruption, les pêches illégales, les accidents de plongée (voir <https://www.youtube.com/watch?v=43P1Zxo-mTQ>) inquiétants ont nécessité des actions, comme le séminaire international récent, rassemblant le gouvernement et la FAO (voir SPC Beche-de-mer bulletin 36, 2016).

Dans l'océan Indien oriental, la pêche est interdite en Inde, mais des pêcheurs essaient de débarquer leurs prises au Sri-Lanka. Des saisies sont documentées.

Dans plusieurs pays de l'océan Indien occidental, des arrestations récentes de braconniers ont eu lieu dans les Parcs marins (ex : Parc de Mombassa, Kenya). En Tanzanie, des pêcheurs ont été appréhendés dans les Parcs de Chumbe et de Mafia ; ils essayaient d'apporter leurs captures à Zanzibar où la pêche n'est pas interdite (Eriksson *et al.* 2012).

A Madagascar, il existe des pêcheries anciennes, pour lesquelles des projets de recherche et des plans de gestion ont été mis en œuvre par des organismes régionaux (COI, WIOMSA, FAO). Les connaissances ont progressé (Conand 1999 ; Conand et Muthiga 2007, Conand 2008, Muthiga et Conand 2014 ; Eriksson *et al.* 2015...), mais les pêches illégales présentent diverses formes ; l'holothuriculture (mariculture de *H. scabra*) s'est développée (Caulier 2016) et l'interdiction de pêche prise récemment doit favoriser la mariculture.

Les Seychelles, les Chagos et les îles Eparses sont caractérisées par de nombreuses îles récifales isolées, où la surveillance difficile à appliquer favorise la pêche illégale par des pêcheurs nationaux ou étrangers. Aux Seychelles, la pêche légale en plongée cible différentes espèces, principalement une holothurie à mamelles de grande taille, *H. (Microthele) sp.*, localement appelée « pentard », dont la description sera bientôt publiée, ce qui démontre les lacunes actuelles en taxonomie, même pour des espèces de taille importante (Conand 2008). Aux îles Eparses (françaises) gérées par les TAAF, l'arrestation de braconniers se produit assez souvent et la collaboration entre organismes de surveillance et de recherche devrait permettre de mieux lutter contre ce fléau.

De nouvelles pêcheries se sont développées récemment en Méditerranée, en Turquie par exemple (Gonzalez-

Wanguemert *et al.* 2014), en Espagne et d'autres pays, donnant souvent lieu à des braconnages.

Globalement les caractéristiques des pêches illégales sont :

- le braconnage et les exportations par des nationaux dans des zones isolées, des AMP, l'usage d'engins illicites, l'existence de réglementations différentes entre des régions d'un pays,
- le braconnage et les exportations par des étrangers, dans la majorité des cas par des bandits temporaires « poach and go », des entrepreneurs chinois, dans des zones isolées, des pays à faibles réglementations, des pays pauvres. Elles nécessitent d'améliorer les statistiques de pêche, de suivre l'évolution des marchés, de mener des inspections en mer et sur les côtes, de favoriser les collaborations entre services des douanes, de police, de surveillance, d'instaurer des réglementations internationales et des pénalités.

L'analyse des statistiques les plus récentes de la FAO (Conand soumis), par zone de capture, sépare les

pays qui produisent le produit sec, de ceux qui exportent du produit congelé ou frais, en raison de la forte perte de poids lors du traitement. Les principaux pays producteurs de produit sec sont : le Mexique (Atlantique centre-ouest), Madagascar (océan Indien ouest), Sri-Lanka (océan Indien est), Indonésie (Pacifique centre-ouest). Les pays exportateurs de produit frais (congelé ou non) sont : le Japon (Pacifique nord-ouest), le Canada (Atlantique nord-ouest et Pacifique nord-est), le Mexique (Pacifique centre-est).

Des changements récents apparaissent par rapport aux études précédentes (Purcell *et al.* 2013) :

- augmentation des prises, augmentation de la part des pays tempérés, nouveaux pays en Atlantique et Méditerranée.

L'évolution du marché de Hong Kong (Conand soumis) est suivie pour la moyenne de 2013 et 2014 ; les

différents produits figurent sous les codes suivants : 1190, consommation locale, frais : pas de ré-export (100 t), 1910, congelé frais ou traité : en légère augmentation (3 000 t), 1990, sec ou en saumure : légères variations (4 500 t),

l'origine des produits (code 1990) provenant de 35 pays, classés par rang est : le Japon et l'Indonésie, rangs 1 et 2, le Mexique et la Chine en augmentation, rangs 3 et 4, les Philippines reculent de 3 à 8, Fidji et Madagascar sont importants.

La majorité des produits sont ré-exportés.

Les actions pour une meilleure gestion de ces ressources ont été entreprises par la FAO avec un niveau d'intervention international, il y a trente ans (Conand 1986) et au niveau régional du Pacifique tropical par la SPC (organisation du SPC Beche-de-mer Bulletin suite à une réunion régionale dès 1990) ; la FAO a continué régulièrement à organiser ou co-organiser des réunions internationales (en Chine 2003, aux Galapagos 2007), régionales (à Fidji 2011, à Zanzibar 2012), qui ont donné lieu à des publications importantes (Lovatelli *et al.* 2004, Toral-Granda *et al.* 2008, Purcell 2010, Purcell *et al.* 2012, Purcell *et al.* 2013, Eriksson *et al.* 2015...). Les autres initiatives importantes, au plan international, sont celles de la CITES en Malaisie 2004, avec un rapport important (Bruckner *ed.* 2006), les notifications (<http://www.cites.org/eng/notif/2013/E-Notif-2013-007.pdf>) et celles de l'IUCN, avec une réunion internationale (en Colombie 2010) qui a permis de classer plusieurs espèces dans les catégories « en danger d'extinction » et « vulnérable », après avoir analysé la situation de 377 espèces. Plusieurs publications ont suivi cette réunion (Purcell *et al.* 2014, Conand *et al.* 2014).

Au niveau régional, WIOMSA pour l'océan Indien a financé un projet pluridisciplinaire (Conand and Muthiga 2007 ; Muthiga and Conand 2014 et sites internet) ; ACIAR, pour le Pacifique tropical, a publié un ouvrage pour la gestion (Friedmann *et al.* 2010) et des ouvrages de mariculture en 2007 et 2010, ce thème très important pour la gestion future et la conservation ne sera pas présenté dans l'article présent.

Les perspectives de recherche pour une meilleure gestion aux différentes échelles géographiques (internationale, régionale, locale) et les actions à développer sont encore nombreuses et concernent :

- la biodiversité ; il reste, en effet, de nombreuses espèces (même de grande taille et exploitées...) à décrire, de manière traditionnelle et en utilisant les méthodes du barcoding (Uthicke *et al.* 2010) et les paramètres biologiques des populations (croissance, reproduction, développement, mortalité), qui restent peu connus pour la majorité des espèces et l'évaluation des stocks,
- la biochimie et la pharmacologie sont en pleine expansion (Gomes *et al.* 2016), l'amélioration du traitement des produits est nécessaire,
- la socio-économie pour favoriser un commerce équitable, le suivi des prix,
- l'éducation et la communication entre les gestionnaires et les autres services concernés.

RÉFÉRENCES

- Caulier G., 2016. - Chemical communication in Marine symbioses : characterization of the kairomones in two crustacean-echinoderm association models. PhD Mons University.
- Conand C., 1979. - Bêche-de-mer en Nouvelle-Calédonie : évolution du poids et de la longueur de quelques espèces d'holothuries au cours de leur préparation. *Lettre d'Information de la CPS. sur les Pêches*, 19 : 14-17.
- Conand C., 1986. - Les ressources halieutiques des pays insulaires du Pacifique. Deuxième partie : Les Holothuries. F.A.O. Doc. Tech. Pêches, 272.2 : 108 p.
- Conand C., 1989. - Les Holothuries Aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie : biologie, écologie et exploitation. Etudes et Thèses, O.R.S.T.O.M., Paris : 393 p.
- Conand C., 1999. - Manuel de qualité des holothuries commerciales du Sud-Ouest de l'océan Indien. Commission océan Indien : 39 p.
- Conand C., 2004. - Present status of world sea cucumber resources and utilization : an international overview : 13-23. In : Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. & Mercier A. (eds.) 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management. *FAO Fisheries Technical Paper* n° 463, 425 pp.
- Conand C., 2008. - Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian ocean : 143-193. In : Toral-Granda, V.; Lovatelli, A.; Vasconcellos, M. (eds) ; Sea cucumbers. A global review on fishery and trade. *FAO Fisheries Technical Paper*. 516. Rome, FAO. 2008. 319 p.
- Conand C., 2016. - Recent trends in world sea cucumber fisheries : captures, markets, management and the problem of the illegal. 3° CLE - Latinoamerica Echinoderm Congress (résumé) et article soumis *Revista Biologia Tropical*.
- Conand C., Muthiga N., 2007. - Commercial Sea Cucumbers : A Review for the Western Indian ocean. WIOMSA Book Series n° 5, 66 pp.
- Conand C., Eriksson H., Lovatelli A., Muthiga N., Purcell S., 2013. - Sea Cucumber Fisheries : an Ecosystem Approach to Management in the Indian ocean (SCEAM Indian ocean). *SPC Bêche-de-mer Information Bulletin*, 33 : 55-57.
- Conand C., Polidoro B.A., Mercier A., Gamboa R.U., Hamel J.-F., Purcell S.W., 2014. -The IUCN Red List assessment of aspidochirotid sea cucumbers and its implications. *SPC Bêche-de-mer Information Bulletin*, 34 : 3-7.
- Conand C., Shea S., To A., 2014. - Beche-de-mer trade statistics in Hong Kong in 2012. *SPC Bêche-de-mer Information Bulletin*, 34 : 43-46.
- Eriksson H., de la Torre-Castro M., Olsson P. 2012. - Mobility, Expansion and Management of a Multi-Species Scuba Diving Fishery in East Africa. *PLoS ONE* 7(4).
- Eriksson H. *et al.* 2015. - Contagious exploitation of marine resources. *Front. Ecol. Environ.* 13(8) : 435-440.
- Eriksson H., Conand C., Lovatelli A., Muthiga N., Purcell S. 2015. - Governance structures and sustainability in Indian ocean sea cucumber fisheries. *Marine Policy* 56 : 16-22.
- Friedman K., Purcell S., Bell J., Hair C., 2010. - Seacucumber fisheries : a manager's toolbox, 135. Canberra : Australian Centre for International Agricultural Research. Monograph Series 32.
- Gomes A.R., Freitas, A.C., Duarte, TAP Rocha-Santos, - Echinoderms : A review of bioactive compounds with potential health effects, in : Atta-ur-Rahman (Ed.), *Studies in Natural Products Chemistry*. 2016, pp. 1-54.
- González-Wangüemert M., Aydin M., Conand C., 2014. - Assessment of sea cucumber populations in the Aegean Sea (Turkey) : First insights to sustainable management of new fisheries. *Ocean & Coastal Management* 92 : 87-94.
- Hamel J.-F., Mercier A. 2008. - Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in temperate areas of the Northern hemisphere : 257-291. In : Toral-Granda V.; Lovatelli A.; Vasconcellos M. (eds), Sea cucumbers. A global review on fishery and trade. *FAO Fisheries Technical Paper*, n° 516. Rome, FAO. 2008. 319 p.
- Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F., Mercier A. eds. 2004. - Advances in sea cucumber aquaculture and management. *FAO Fisheries Technical Paper* n° 463, 425 pp.
- Muthiga N.A., Conand C. (eds), 2014. - Sea cucumbers, a Poorly Understood but Important Coastal Resource : a Regional Analysis to Improve Management. WIOMSA Book Series n°. 14. viii + 74 pp.
- Purcell S.W. 2010. - Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. Rome : FAO.
- Purcell S.W. 2014. Value, Market Preferences and Trade of Beche-de-mer from Pacific Island Sea Cucumbers. *PLoS ONE* 9(4).
- Purcell, S.W., Samyn Y., Conand C. 2012. - Commercially important sea cucumbers of the world. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*, n°. 6. Rome, FAO. 150 pp. 30 colour plates.
- Purcell S.W., Polidoro B.A., Hamel J.-F., Gamboa R.U., Mercier A. 2014. - The cost of being valuable : predictors of extinction risk in marine invertebrates exploited as luxury seafood. *Proc. R. Soc. B* 281 : 20133296.
- Purcell S. W., Mercier A., Conand C., Hamel J.-F., Toral-Granda V., Lovatelli A., Uthicke S. 2013. Sea cucumber fisheries : global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries* 14 (1) : 34-59.
- Purcell, S.W., Conand, C., Uthicke, S., Byrne M. 2016. - Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology : An Annual Review* (in press).
- Toral-Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. 2008. - Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO 516, 317 pp.
- Uthicke S., Byrne M., Conand C. 2010. - Genetic Barcoding of commercial Beche-de-mer species (Echinodermata : Holothuroidea). *Mol. Ecol. Resources* 10 : 634-646.

Sites web

www.spc.int/coastfish/en/publications/
www.fao.org/docrep/007/y5501e/y5501e00.htm
www.fao.org/docrep/017/i1918e/i1918e.pdf
www.wiomsa.org/filearchive/2/2525/Book%20number%205.pdf
horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_2/etudes_theses/
<https://www.youtube.com/watch?v=g2u7FVODkSk>
<https://www.youtube.com/watch?v=43P1Zxo-mTQ>

*Résumé de la conférence présentée le 5 novembre 2016
à la Société des Amis du Muséum national d'Histoire
naturelle et du Jardin des Plantes*

Croissance et architecture des plantes. Un système complexe et dynamique

Philippe de REFFYE*, Cirad, Bios, AMAP

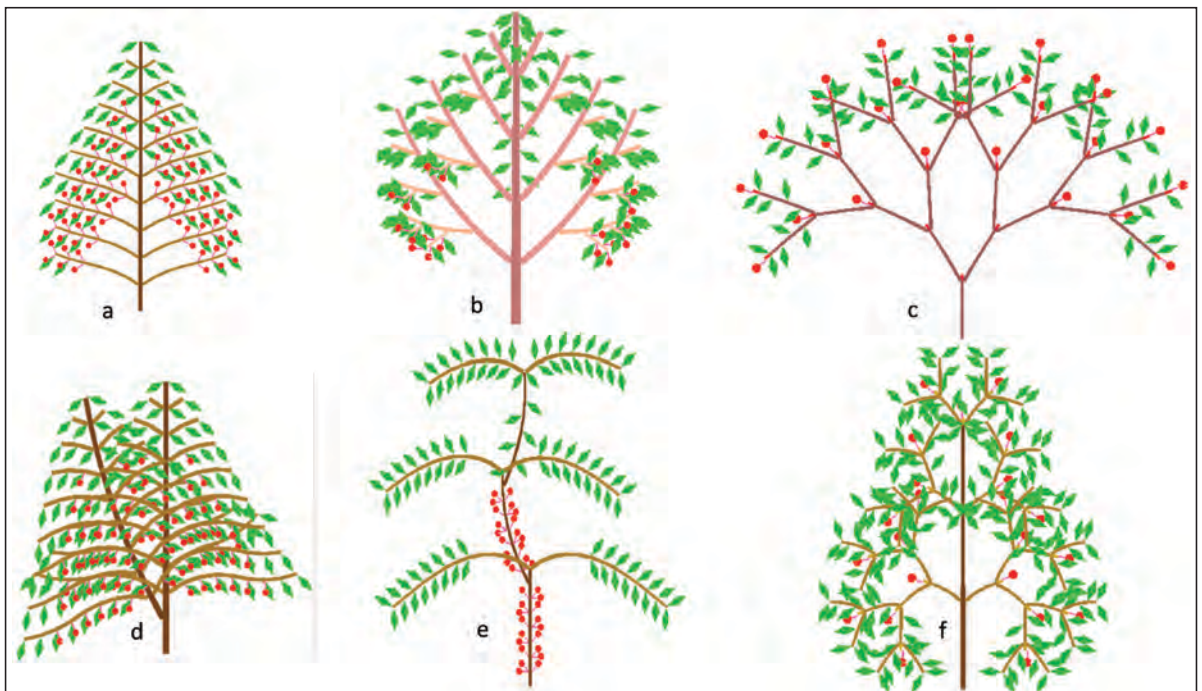
La modélisation des plantes fait l'objet de recherches à l'interface de disciplines biologiques (botanique, agronomie) des mathématiques appliquées et de l'informatique. Elle permet de créer des modèles de développement de l'architecture des plantes, mais aussi des modèles de production végétale, qui ont reçu la dénomination de modèles structure-fonction. Plusieurs approches ont été développées pour simuler l'architecture des plantes. Les grammaires informatiques, avec notamment le formalisme des L_systems, ont été souvent utilisées. Le plus souvent il s'agit de simulations académiques qui capitalisent des connaissances en écophysiologie. Au CIRAD, l'approche a été plus expérimentale et l'accent a été mis sur la modélisation du fonctionnement des méristèmes et des organes des plantes, de façon à obtenir par intégration au niveau de la plante sur pied des modèles validés et compatibles avec les modèles de culture de l'agronomie. Le modèle GreenLab développé au CIRAD au laboratoire AMAP sur plusieurs dizaines d'années avec des collaborations nationales (INRA, INRIA, ECP) et internationales (Chine et Hollande) est présenté ici.

La croissance et l'architecture des plantes, c'est-à-dire leur morphogénèse, sont le résultat d'un double mécanisme :

Le développement

Le développement est le résultat du fonctionnement des méristèmes apicaux qui allongent les axes végétatifs constitués de phytomères, les ramifient et construisent pas à pas un réseau d'organes interconnectés. Le phytomère est l'entité botanique de base des axes végétatifs qui comprend l'entrenœud terminé par un nœud qui porte les organes (feuilles, fruits et ramifications). Une structure végétale est créée que l'on peut représenter informatiquement sous forme de structure 2D ou graphe planaire. Cette structure est le résultat d'un programme génétique qui contrôle le fonctionnement des méristèmes. Les méristèmes ont un fonctionnement qui dépend de leur « âge physiologique » et ils engendrent des catégories d'axes différenciés, dont la combinatoire donne naissance aux modèles architecturaux du botaniste F. Hallé (figure 1). Cette combinatoire repose sur le fonctionnement continu ou rythmique des méristèmes, la floraison latérale ou terminale des axes, leur phyllotaxie spiralée avec redressement (orthotropie) ou leur affaissement planaire (plagiotropie). Les répétitions qui apparaissent correspondent à des instanciations des modèles.

FIGURE 1 :
Divers modèles architecturaux (parmi la vingtaine) selon le botaniste F. Hallé.
a : modèle de Roux (caféier),
b : modèle de Rauh (merisier),
c : modèle de Leeuwenberg (Frangipanier),
e : modèle de Nozeran (cacaoyer),
f : modèle de Scarrone (Manguier),
d : répétition du modèle de Roux.

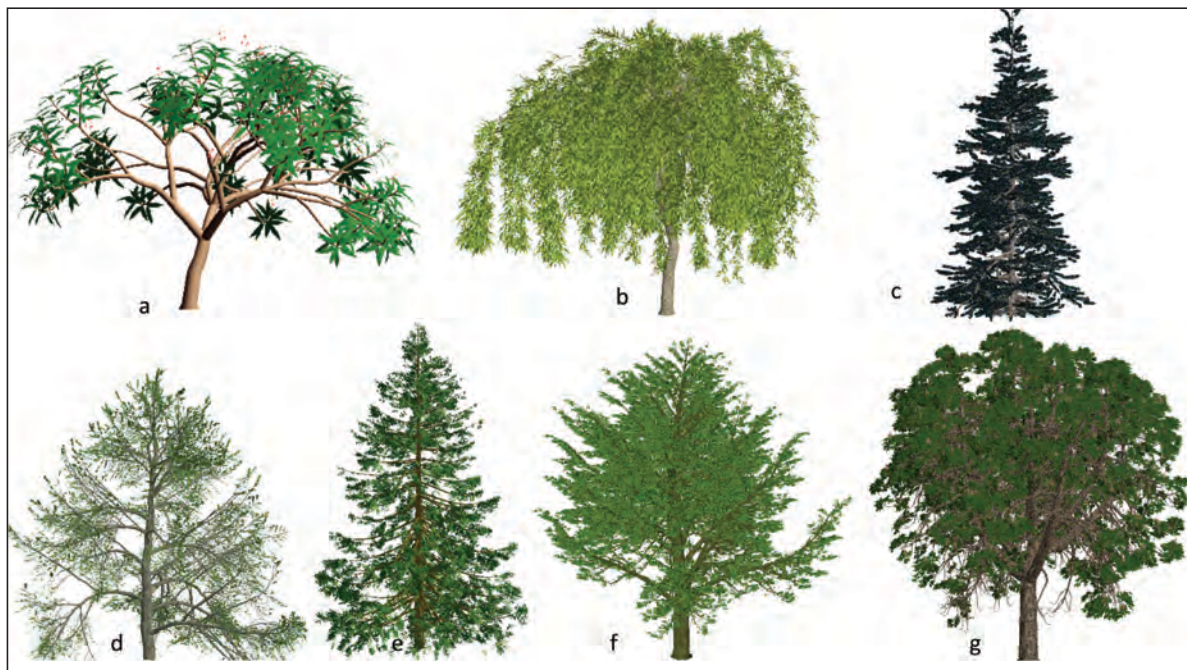


La vitesse de développement des axes végétatifs dépend de la température. Le nombre de phytomères d'un axe est proportionnel au cumul des températures journalières appelée « temps thermique ». En donnant aux organes leurs

* Mail : ph.dereffye@gmail.fr

formes et leurs dimensions, et en mettant en œuvre des opérateurs géométriques de translation et de rotation, cette structure 2D se métamorphose en une architecture 3D constituée de polygones et qui se visualise d'une façon réaliste sous forme de plante virtuelle grâce aux algorithmes de l'infographie. A ce stade de représentation, seules l'activité des méristèmes et les dimensions des organes sont prises en compte. Le fonctionnement des organes est ignoré. Ils n'ont qu'un rôle décoratif. Les maquettes 3D de plantes obtenues sont utilisées principalement pour l'image de synthèse et les projets d'aménagements urbains ou paysagés dans lesquels le végétal côtoie le bâti.

FIGURE 2 :
Simulations de l'architecture des arbres par le logiciel AMAP pour l'image de synthèse (seul le couplage développement *géométrie est pris en compte).
a : frangipanier,
b : saule pleureur,
c : sapin baumier,
d : orme,
e : cyprès,
f : hêtre,
g : marronnier.

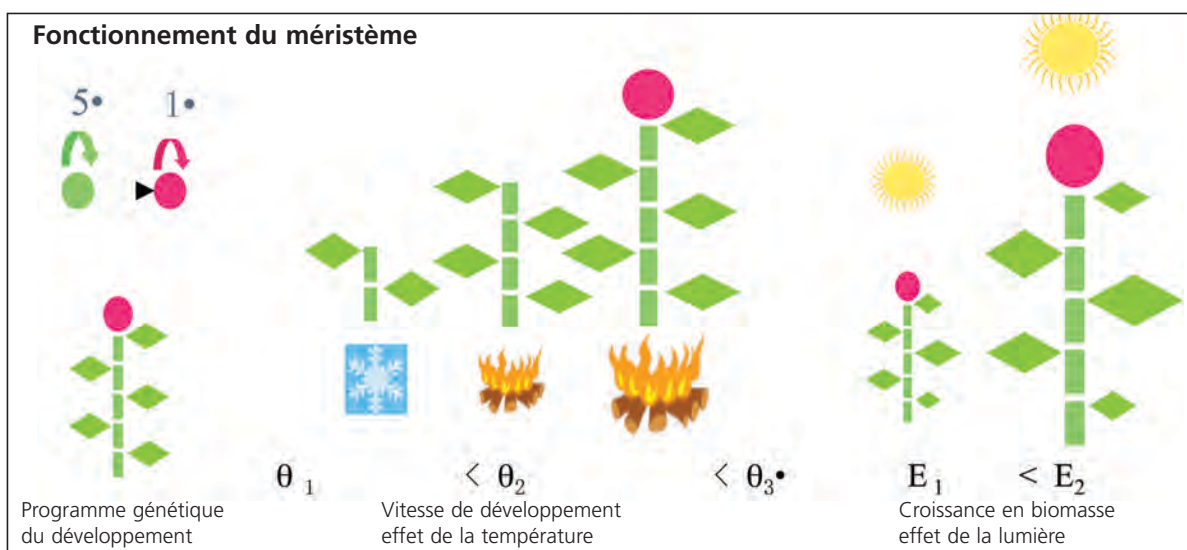


La croissance

La croissance est le résultat de la photosynthèse. Sous l'action de la lumière, les feuilles produisent de la matière végétale à partir du CO_2 de l'atmosphère et de l'eau du sol. Cette matière constituée d'environ 80% d'eau et de 20% de sucres se distribue à partir des feuilles dans les organes de la plante et assure leur expansion. Les feuilles sont des organes « sources » qui produisent la matière fraîche ou biomasse. Les entrenœuds, les cernes des tiges, les fruits, les racines et même les feuilles sont des organes « puits », qui assimilent la matière issue de la photosynthèse afin d'assurer leur croissance.

En conditions non limitantes, la photosynthèse est proportionnelle à l'intensité de la lumière et à la fraction de surface foliaire qui l'intercepte. Le coefficient de proportionnalité s'appelle l'efficacité climatique. L'effet de la température et de la lumière sur le développement et la croissance d'une plante est résumé figure 3.

FIGURE 3 :
Développement et croissance végétale : un programme génétique contrôle pas à pas le fonctionnement des méristèmes qui engendrent le développement architectural. Ici, après cinq répétitions du même phytomère, le méristème se transforme en fleur. Selon la température ambiante, le déroulement du programme se fait plus ou moins vite. Selon la lumière incidente, la même plante sera plus ou moins volumineuse.



Seule une partie des feuilles est exposée à la lumière, car celles-ci se recouvrent les unes sur les autres. L'ombre au sol d'une plante est une bonne représentation de la surface foliaire réellement photosynthétique. En début de croissance de la plante, les feuilles sont détachées et toute la surface foliaire contribue à la photosynthèse, puis, quand le feuillage devient dense, la surface foliaire active correspond à celle de l'ombre projetée par la couronne feuillue. Au niveau du peuplement végétal en début de croissance, la photosynthèse est proportionnelle à la surface foliaire produite par le nombre de plantes, puis à maturité elle devient proportionnelle à la surface du champ indépendamment de la densité, car toute la lumière est interceptée par le feuillage.

Tous les organes puits sont en compétition pour acquérir la biomasse synthétisée à un stade de croissance donné, qui constitue « l'offre Q ». La somme des puits des organes constitue la « demande D » de la plante. Cette somme dépend du développement qui produit des cohortes d'organes. L'expansion d'un organe est proportionnelle à la valeur locale de son puits p multipliée par la valeur globale du ratio Q/D et dépend évidemment de la durée de son fonctionnement en tant que puits.

L'équation 1 exprime l'accroissement en biomasse Δq d'un organe en fonction de Q/D au temps t exprimé en temps thermique, c'est-à-dire en somme de températures calendaires.

$$\Delta q(t) = P \cdot \frac{Q(t)}{D(t)} \quad (1)$$

L'équation 2 exprime la biomasse synthétisée $Q(t)$ par la plante au temps t .

$$Q(t) = C \cdot E(t) \cdot Sp(t) \left(1 - \exp \left(-k \cdot \frac{Sf(t)}{Sp(t)} \right) \right) \quad (2)$$

$Q(t)$ = caractérise la biomasse produite par la photosynthèse au temps t .

$E(t)$ = caractérise la radiation lumineuse et C est l'efficacité de la lumière.

$Sf(t)$ = caractérise la surface foliaire. k est un coefficient cultural lié à l'orientation des feuilles.

La surface foliaire d'une plante peut être mesurée ainsi que la biomasse de la plante par prélèvements dans la population. $Sp(t)$ représente la surface au sol occupée par la plante compte tenu de la densité de plantation. On peut l'estimer par la résolution de l'équation (2) dont elle est la solution.

$Sp(t)$ devient la « surface de production » de la plante.

L'expression $Sp(t) \left(1 - \exp \left(-k \cdot \frac{Sf(t)}{Sp(t)} \right) \right)$ mesure la surface de l'ombre au sol projetée par le feuillage, qui

matérialise la lumière interceptée avec un soleil au zénith.

Si le rapport $Sf(t)/Sp(t)$ est petit, la biomasse produite $Q(t)$ est proportionnelle à la surface foliaire $Sf(t)$. La croissance est exponentielle. C'est la croissance libre qui caractérise la phase juvénile.

Si le rapport $Sf(t)/Sp(t)$ est grand, la biomasse produite $Q(t)$ est proportionnelle à la surface de production $Sp(t)$ de la plante qui tend vers une valeur constante, qui est l'inverse de la densité de plantation. C'est la croissance limitée qui caractérise la plante insérée dans un peuplement dense.

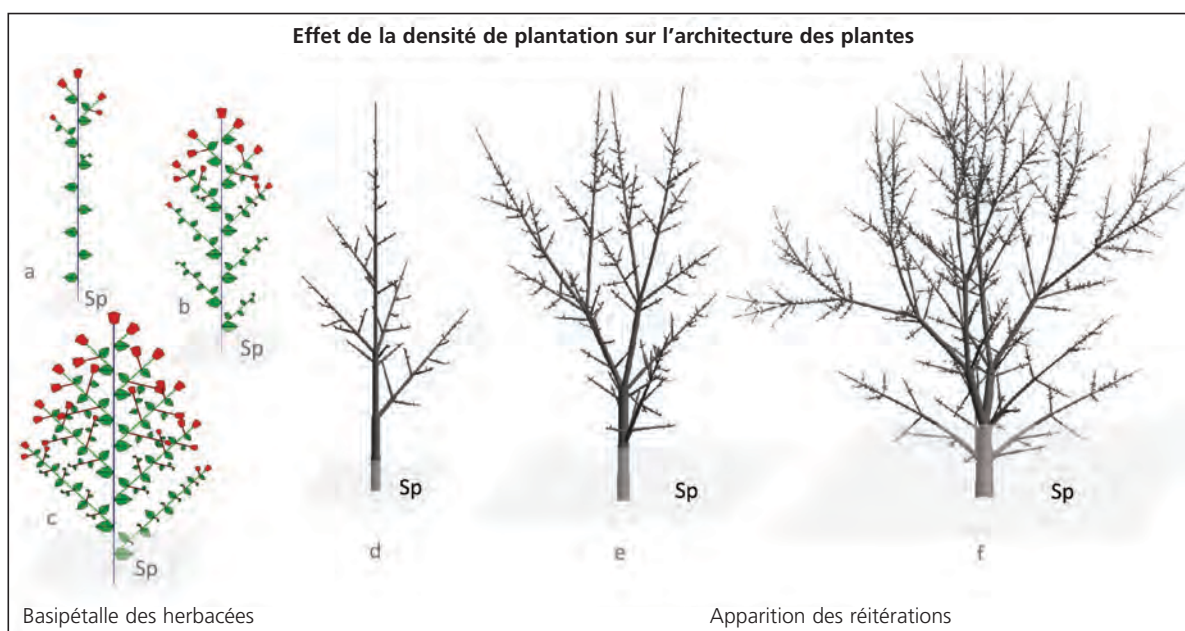
Interaction croissance développement

La croissance dépend du développement, car la demande dépend du nombre d'organes puits. Plus il y a d'organes plus ceux-ci sont petits pour une même offre et inversement. Ainsi, en début de croissance d'une plante les organes augmentent de volume, car le rapport Q/D s'accroît. Ensuite, chez les arbres adultes les organes vont diminuer de volume et la couronne offre souvent un aspect fractal, car la ramification augmente plus vite que la biomasse synthétisée par le feuillage. Mais réciproquement la demande peut dépendre de la croissance. Si le rapport Q/D diminue, des avortements de méristèmes se produisent, ce qui diminue à la fois le taux de ramification et la durée de vie des branches.

Le rapport Q/D dépend également des paramètres environnementaux, notamment de la lumière et de la densité de plantation. Un hêtre à l'ombre sous futaie à 15 ans mesurera 15 cm et isolé en pleine lumière 15 m. L'ombrage réduit la longueur des pousses annuelles, le taux de ramification et l'avortement des branches.

La densité de plantation modifie l'offre Q par plante. Chaque plante est en compétition pour l'espace avec ses voisines, ce qui fait que la surface du feuillage photosynthétique de la couronne foliaire varie inversement avec la densité, l'offre Q est donc limitée. Avec la densité, l'interaction offre-demande chez les herbacées se traduit souvent par une basipétalie, qui retarde l'expansion des ramifications de haut en bas. Chez les arbres une forte densité engendre des ports colonnaires, avec des houppiers fortement élagués. En revanche, l'arbre isolé est fortement ramifié et prend un port en boule (figure 4).

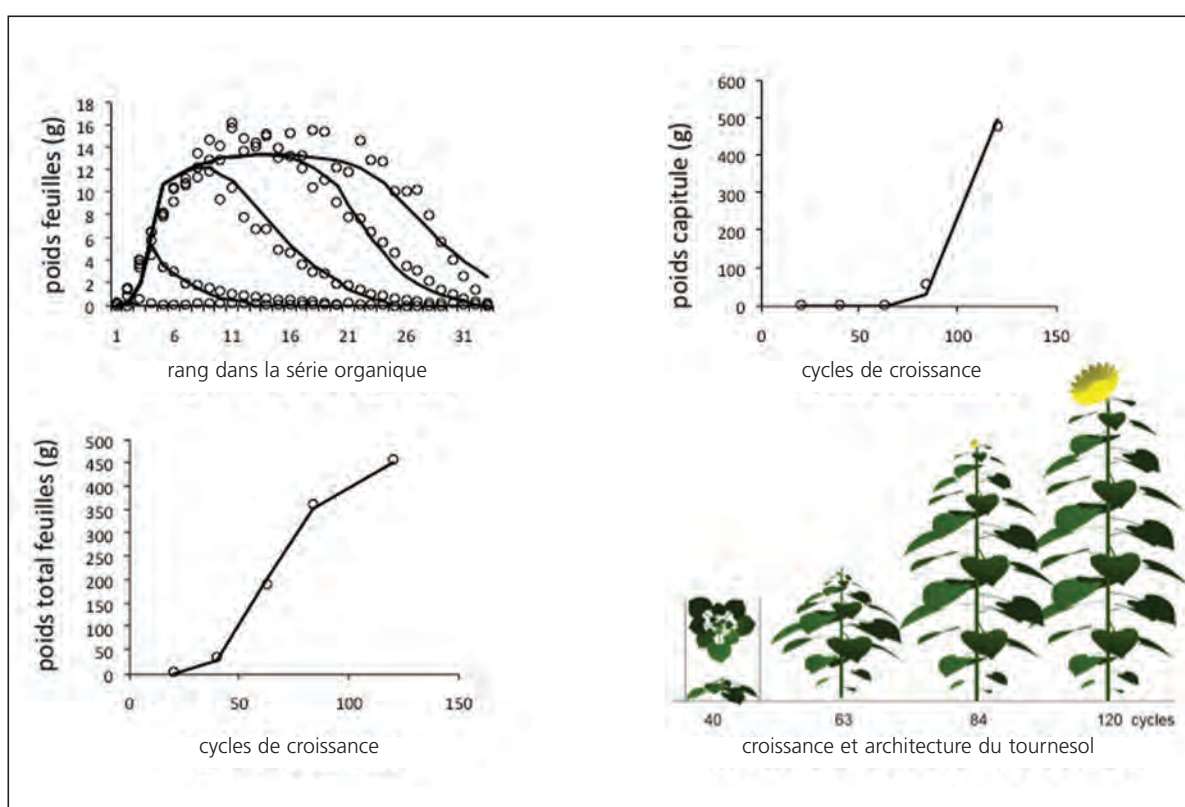
FIGURE 4 : Effet de la densité de plantation sur les interactions croissance développement. La surface au sol occupée par une plante est notée Sp. Chez les herbacées, l'expansion des ramifications se propage de haut en bas, c'est la basipétalie. Avec l'augmentation de la densité la propagation s'arrête progressivement. A la limite, il n'y a qu'une fleur terminale. Chez les arbres isolés, les réitérations sont abondantes et le port est en boule. Avec l'augmentation de la densité, le port devient progressivement colonnaire sous l'effet de la disparition des réitérations et de l'élagage, dû à la mortalité des branches.



Validation des modèles structures fonctions

La validation des modèles structures fonctions nécessite d'estimer, à partir des mesures sur les plantes cultivées, les paramètres du fonctionnement des méristèmes et ceux des fonctions sources puits des organes.

FIGURE 5 : Validation du modèle GreenLab sur le Tournesol. Les paramètres des fonctions puits sont optimisés de façon à ajuster, au mieux, les biomasses des organes le long de la tige (séries organiques) et des compartiments d'organes sur plusieurs stades de croissance. a : séries organiques des feuilles, b : évolution du poids du capitule, c : évolution du poids des tiges. d : simulation de la croissance et de l'architecture. (H. Rey, Ensam, logiciel Digiplante).



Le fonctionnement des méristèmes est stochastique. Un échantillonnage adéquat prélevé dans l'architecture de la plante permet d'estimer les taux de ramification et d'avortements des méristèmes en fonction de leurs âges physiologiques. Cela permet de simuler l'organogenèse, c'est-à-dire les nombres d'organes produits dans les cohortes, et le développement architectural avec sa variabilité. Dans une telle simulation, seule la structure est construite, mais elle ne fonctionne pas encore, les organes mis en place n'ont qu'un rôle décoratif. L'architecture reproduit la cinétique du développement.

En plus du fonctionnement des méristèmes, la prise en compte de la biomasse individuelle des organes, mesurée selon leurs positions dans la plante, permet d'ajuster les paramètres des fonctions sources puits, de façon à ce que les séries organiques des poids des d'organes calculées le long des axes s'ajustent au mieux avec leurs homologues observées dans les échantillons prélevés. Les organes jouent alors leurs rôles fonctionnels en tant que sources pour les feuilles, et en tant que puits pour chaque type d'organe (figure 5). A l'origine, c'est la graine qui fournit les réserves pour créer la plantule. La qualité des ajustements valide l'adéquation du modèle pour les plantes cultivées.

La simulation de l'architecture des plantes reproduit la dynamique de la croissance pas à pas avec les fonctionnements des méristèmes et des organes, tels qu'ils ont été estimés à partir des échantillons d'axes prélevés en plantation. La qualité des ajustements des données expérimentales, avec les valeurs calculées par le modèle, permet de valider son adéquation. Dans le cas du modèle GreenLab, les nombreuses espèces étudiées assurent sa validation et sa généricité.

Simulation de l'architecture des plantes avec le modèle GreenLab.

Plusieurs logiciels ont été développés pour simuler l'architecture des plantes avec le modèle GreenLab. Les premiers sont des modèles structures, qui ne simulent que le développement à partir du fonctionnement des méristèmes : les logiciels AMAP pour l'image de synthèse (voir figure 2) et AMAPsim pour l'agronomie. Seule l'architecture des plantes est visée. Les deuxièmes sont des modèles structures fonctions, qui intègrent la photosynthèse et donc les relations sources puits qui pilotent la croissance. Les logiciels qui simulent à la fois le développement et la croissance végétale selon le modèle GreenLab ont été développés en France (DigiPlante et GroupS) et en Chine (GreenScilab, QingYuan).

FIGURE 6 :
Architectures de diverses plantes simulées avec leurs paramètres estimés à partir des mesures extraites des expérimentations.

a : Arabidopsis (Ensam)
b : caféier (Cirad) logiciel AMAPsim Cirad,
c : betterave (ITB),
d : poivron, (U. Wageningen),
e : riz (CAU) logiciel DigiPlante (ECP),
f : cotonnier (CAU) logiciel GroupS (Cirad).



Conclusion

Avec les modèles structures fonctions, l'agronomie dispose de nouveaux outils mathématiques pour optimiser la sélection végétale et les itinéraires culturaux (éclaircies, tailles, irrigation...). Leur mise en œuvre nécessite toutefois une approche pluridisciplinaire qui fait encore souvent défaut.

Liens pour en savoir plus : <http://greenlab.cirad.fr/GLUVED/>
<http://www.quae.com/fr/r5053-architecture-et-croissance-des-plantes.html>
https://interstices.info/jcms/c_38032/une-histoire-de-la-modelisation-des-plantes

*Résumé de la conférence présentée le 17 juin 2017
à la Société des Amis du Muséum national d'Histoire naturelle et du Jardin des Plantes*

échos

Il est possible de consulter les programmes complets du MNHN et du MDH :
<https://www.jardindesplantes.net/veniraujardin/programme-du-jardin>
et <https://www.museedelhomme.fr>
ou de les trouver
dans les différents points d'accueil

LA REDACTION VOUS PROPOSE

Au Jardin des Plantes Expositions

- **Météorites, entre ciel et terre**, du 18 octobre 2017 au 10 juin 2018

350 pièces de la collection du Muséum sont exposées ainsi que des pièces rares issues de collections du monde entier.

A la Grande galerie de l'évolution,

36, rue Geoffroy St-Hilaire 75005 Paris.
Tél. : 01 40 79 56 01 / 54 79.

Billet couplé : 11 €, TR, 9 €. www.mnhn.fr

- **Les orchidées de Colombie, sur les pas de Humboldt et Bonpland**, de novembre 2017 à mars 2018

A la Galerie de Botanique,

18, rue Buffon 75005 Paris. 7 €, TR, 5 €.

- **La biodiversité, ça se cultive !**, jusqu'au 4 février 2018

Les Jardiniers présentent leur travail quotidien. Grilles de l'Ecole de Botanique, allée centrale du Jardin. Gratuit.

Conférences

- **Cycle : L'archéologie**, à 18h

- 12 octobre : De l'anatomie comparée à l'anthropozoologie : évolution d'une discipline
- 26 octobre : Le discours des os : méthodes et outils pour le décrypter
- 2 novembre : Voyage archéozoologique dans le monde des chasseurs insulaires : quelques illustrations

- **Cycle : 15 000 ans d'interactions entre l'Homme et l'animal**, à 18h

- 23 novembre : La biodiversité façonnée par les humains
- 30 novembre : Entrée en familiarité : la domestication
- 7 décembre : Du loup au chien

- **Cycle : Météorites, entre ciel et terre**, à 14h30

- 20 octobre : Les météorites : de l'astre à la chute
- 23 octobre : Météorites – Mythes et légendes
- 24 octobre : Rechercher les météorites en France : les programmes Fripon et Vigie-ciel
- 25 octobre : Ce que les météorites nous apprennent sur la formation de la Terre
- 26 octobre : Matière extraterrestre et comètes

Grand amphithéâtre du Muséum, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Gratuit. www.mnhn.fr

- **Cycle : France-Colombie**, à 18h

- 16 octobre : Emerautes colombiennes d'hier et d'aujourd'hui
- 23 octobre : Masques et rituels dans le Nord-Ouest amazonien colombien
- 30 octobre : La forêt vierge d'Amazonie n'existe pas ? 10 000 ans de présence humaine
- 6 novembre : L'Eldorado n'était-il qu'un mythe ?
- 13 novembre : La météorite de Santa Rosa : quand les cieux pleuvent du fer
- 20 novembre : Planchon et Triana : une collaboration scientifique à l'origine de la première Flore de Colombie

Auditorium de la Grande galerie de l'évolution, 37, rue Geoffroy St-Hilaire, 75005 Paris. Gratuit. www.mnhn.fr

Evénements

- **Festival international du film scientifique Pariscience**, du 2 au 9 octobre 2017

Auditorium de la Grande galerie de l'évolution et Grand amphithéâtre du Muséum, gratuit. Inscription obligatoire. www.pariscience.fr

- **Voyage au cœur de l'évolution une expérience en réalité virtuelle**, à partir de décembre 2017

Un espace dédié à la réalité virtuelle va être inauguré à la fin de l'année à la Grande galerie. Grande galerie de l'évolution, sur réservation, www.grandegaleriedelevolution.fr, animation payante en plus du droit d'entrée à la galerie.

- **Fête de la Science**, samedi 14 et dimanche 15 octobre 2017 de 13h à 18h

- **Les chercheurs du Muséum** présentent leur métier, leurs travaux.
- **La Société des Amis du Muséum** animera un atelier sur le thème : la Bio-Inspiration

Esplanade Milne Edwards devant la Grande galerie de l'évolution. www.mnhn.fr

- **Programmation spéciale à la Bibliothèque centrale du Muséum**, le samedi de 13h30 à 17h30

Conférence sur le Cabinet de curiosités Bonnier de la Mosson – Rencontre « Publier des dessins naturalistes du XVIII^e siècle : une aventure scientifique » - Une expédition naturaliste « entre cour et jardin » pour découvrir les collections précieuses et les coulisses de la bibliothèque (sur inscription à partir du 1^{er} octobre : www.bibliotheques.mnhn.fr. Dès 10 ans.

Au Musée de l'Homme Expositions

- **Nous et les autres, des préjugés au racisme**, jusqu'au 8 janvier 2018

Le Musée de l'Homme présente une exposition au croisement de l'anthropologie, de la biologie, de la sociologie et de l'Histoire : parcours scindé en trois temps (Moi et les autres ; Race et histoire ; Etat des lieux) accessible à tous.

Espace d'exposition temporaire, plus d'infos sur www.nousetlesautres.fr.

Billets couplés : 12 € ; TR, 10 €

- **Dialogue photographique : Jean Rouch & Catherine de Clippel**, du 25 octobre 2017 au 7 janvier 2018

Similitudes et différences de parcours, d'approches et de regards de deux photographes afin de les faire se croiser et dialoguer.

- **Artiste invité : Théo Mercier, pièces rapportées**, jusqu'au 2 avril 2018

Foyer de l'auditorium, entrée gratuite.

- **Indonésie, les fermiers du miel**, jusqu'au 27 novembre 2017

• **Des mousses et des hommes**, du 2 décembre 2017 au 28 mai 2018
Balcon des sciences, entrée gratuite.

- **Les Amis du Musée de l'Homme proposent**

Conférences, de 18h à 19h30

- 11 octobre : Rwanda, la fabrique du Tutsi hamite
- 22 novembre : La racialisation des identités d'hier à aujourd'hui
- 13 décembre : L'enfer des hommes, le camp de concentration de Natzweiler

Rencontres, à 12h30

- 16 octobre : Les abeilles en ville, de précieuses auxiliaires



- 4 décembre : Présentation de l'ouvrage collectif franco-russo-estonien : Missions du Musée de l'Homme en Estonie. Boris Vildé et Léonide Zouroff au Setomaa (1937-1938). www.samh.info.fr

- **Fête de la Science**, samedi 14 et dimanche 15 octobre 2017 de 13h à 18h

Rendez-vous et ateliers sont proposés par les chercheurs du Musée de l'Homme pour les enfants, dès 6 ans. www.fetedelascience.fr, animations gratuites.

Musée de l'Homme, 17 pl. du Trocadéro, 75016 Paris. Tél. : 01 44 05 72 72. www.museedelhomme.fr.

Entrée : 10 € ; TR, 8 €

Autres rendez-vous Expositions

- **« Les forêts natales »**. Arts d'Afrique équatoriale atlantique, jusqu'au 21 janvier 2018
Sélection d'œuvres emblématiques, souvent uniques, de collections publiques et privées.



• **Génération Rivet**, du 9 novembre 2017 au 28 janvier 2018

A travers documents et objets collectés par Paul Rivet (1876-1958), notamment lors de missions en Équateur, sur l'Île de Pâques et au Vietnam, cette exposition évoque le legs du fondateur du Musée de l'Homme, intellectuel engagé qui fut l'un des pères de l'ethnologie française dans les années 1920-1930 aux côtés de Marcel Mauss.

• **Le Pérou avant les Incas**, du 14 novembre 2017 au 1^{er} avril 2018

L'exposition se propose d'étudier l'origine et l'organisation du pouvoir dans ces sociétés anciennes.

A travers 300 pièces, dont des céramiques uniques, enquête archéologique sur la succession des systèmes politiques.

Musée du quai Branly-Jacques Chirac, 32, quai Branly, 75007 Paris. Tél. : 01 56 61 70 00. www.quaibranly.fr



• **Le verre, un Moyen Âge inventif**, jusqu'au 8 janvier 2018

Musée de Cluny, 6, pl Paul-Painlevé, 75005 Paris. Tél. :

01 53 73 78 00. Tlj sauf mar, 25 déc, 1^{er} janv, de 9h15 à 17h45. 9 € ; TR, 7 €.

• **Jean Rouch : l'homme-cinéma**,

jusqu'au 26 novembre 2017

BNF, site François Mitterrand, 11 quai François Mauriac, 75013 Paris. Tél. : 01 53 79 59 59.

Tlj sauf lun et fériés de 10h à 20h, le dim de 13h à 19h. Entrée libre.

• **Les Meilleurs Ouvriers de France**,

jusqu'au 5 novembre 2017

Musée des Arts et Métiers, 60, rue Réaumur, 75003 Paris. Tél. : 01 53 01 82 00.

Tlj sauf lun de 10h à 18h, 21h30 le jeu. 6 € ; TR, 4 €.

• **Carnets de voyage et d'aventures en Arabie heureuse**, jusqu'au 8 novembre 2017

Yémen, Hadramawt, Mer Rouge, océan Indien. Espace Reine de Saba, 30, rue Pradier, 75019 Paris. Tél. : 01 43 57 93 92.

Tlj sauf lun de 14h30 à 18h30. 5 € ; TR, 4,80 € et 4 €.

• **Medura**, jusqu'au 5 novembre 2017

Bijoux et tabous

Musée d'Art moderne, 11, av du Président Wilson, 75016 Paris. Tél. : 01 53 67 40 00

Tlj sauf lun et fériés de 10h à 18h, 22h le jeu. 10 € ; TR, 7 €.

• **Héritage inespéré**, jusqu'au 28 janvier 2018

Découverte archéologique faite en Alsace.

Musée d'Art et d'Histoire du judaïsme, 71, rue du Temple, 75003 Paris. Tél. : 01 53 01 86 48.

Tlj sauf lun et fériés, 1^{er} janv, de 11h à 18h, 21h le mer. 8 € ; TR, 6 € ; grat -26 ans.

• **Raymond Depardon, Traverser**,

jusqu'au 17 décembre 2017

Présentation de l'ensemble de l'œuvre de l'artiste. Le parcours s'articule autour de : la terre natale, le voyage, la douleur, l'enfermement.

Fondation Henri Cartier-Bresson, 2, imp Labouis, 75014 Paris. Tél. : 01 56 80 27 00.

Tlj sauf lun de 13h à 18h30, 20h30 le mer ; sam de 11h à 18h45. 8 € ; TR, 4 € ; grat mer entre 18h30 et 20h30.

• **L'Or du pouvoir**,

jusqu'au 31 décembre 2017

De Jules César à Marianne

Crypte archéologique du parvis de Notre-Dame, 7, pl. Jean-Paul II, 75004 Paris.

Tél. : 01 55 42 50 10.

Tlj sauf lun et fériés de 10h à 18h. 8 € ; TR, 6 € ; grat -18 ans.

• **Biennales des photographes du monde arabe contemporain**, jusqu'au 12 novembre 2017

Exposition collective ; plusieurs photographes tunisiens, d'autres appartenant à différents pays arabes. Travaux documentaires, plastiques, poétiques...

• **Chrétiens d'Orient**,

jusqu'au 14 janvier 2018

Deux mille ans d'histoire.

Institut du Monde arabe, 1, rue des Fossés-St-Bernard, 75005 Paris. Tél. : 01 40 51 38 14.

Tlj sauf lun de 10h à 18h ; sam, dim et fériés jusqu'à 19h. 10 € ; TR, 5 € (Biennales...) et 12 €, TR, 10 € (Chrétiens...).

• **Trésors archéologiques. Les fouilles à Vitry-sur-Seine**, jusqu'au 4 novembre 2017

Présentations des résultats des fouilles menées par l'Inrap dans le vaste parc Coteau-Marcel-Rosette (emplacement de la future gare sur la ligne 15 du métro), des vestiges de l'Antiquité à nos jours. Une occasion de raconter l'histoire de la ville à travers ces objets.

Maison des projets, 128, av Paul-Vaillant-Couturier, 94400 Vitry-sur-Seine.

Tél. : 01 46 81 92 87.

Mar, jeu, ven, de 13h30 à 17h, mer de 10h à 17h. Gratuit.

• **Picasso devant la nature**,

jusqu'au 31 décembre 2017



Le traitement de la nature dans l'œuvre de Pablo Picasso. Environ 80 œuvres (dessins, estampes, documents d'archives) provenant du musée national Picasso, Paris, montrent

l'importance de la nature dans l'imaginaire et la création de Picasso.

Musée du domaine départemental de Sceaux, 8 av Claude Perrault, 92330 Sceaux.

Tél. : 01 41 87 29 50.

Tlj sauf lun, 25 déc, de 14h à 18h30 jusqu'au 1^{er} nov, puis 13h-17h. 4 € ; TR, 2,50 €.

www.domaine-de-sceaux.hauts-de-seine.fr

• « **Les jours sans** »,

jusqu'au 28 janvier 2018

Le Centre d'Histoire de la résistance et de la déportation présente une exposition consacrée à l'alimentation pendant la dernière guerre et aux conséquences de la malnutrition. Présentation de nombreux objets du quotidien. Un regard anthropologique sur cette période. CHRD, 14 av Berthelot, 69007 Lyon. www.chrd.lyon.fr

• **Jardins de l'âme/jardins au naturel**, jusqu'au 15 octobre 2017

Exposition proposée par l'Association touristique de l'abbaye romane de Boscherville (Près de Rouen) : sur près de quatre hectares, les jardins sont reconstitués tels qu'ils étaient au XVII^e siècle, mélange des jardins médiévaux et des jardins à la française.

Ces jardins en terrasse sont entretenus avec des méthodes naturelles respectant l'environnement.

Abbaye St Georges, route de l'Abbaye, 76840 St Martin de Boscherville. Tél. : 02 35 32 10 82.

CONFERENCES

• **Quand la science se remet en question**, le mardi à 19h

- 3 octobre : Il n'y a pas de programme génétique

- 10 octobre : Intelligences animales : en finir avec la hiérarchie

- samedi 14 octobre à 14 h : ciné-débat : Science et société : rupture de la confiance

• **Santé en question**, les jeudis à 19h

- 12 octobre : Résistance aux antibiotiques : quelle menace ?

- 9 novembre : Musique, danse : une nouvelle gamme thérapeutique ?

• **Technologies : attention virage**, les mardis à 19h

- 7 novembre : Bientôt dominés par nos machines

- 14 novembre : Quelle économie survivra au numérique ?

- 21 novembre : A quand la rupture énergétique ?

Auditorium de la Cité des Sciences et de l'Industrie, 30 av. Corentin Cariou, 75019 Paris. Tél. : 01 40 05 80 00. Entrée libre et gratuite dans la limite des places disponibles.

• **Des femmes pilotes exceptionnelles**,

jeudi 16 novembre à 14h

• **Vers le meilleur des mondes**, les samedis à 15h

- 18 novembre : Aux sources du numérique

- 25 novembre : Quand les robots sèment le trouble

- 2 décembre : Le numérique au secours du cerveau humain

- 9 décembre : Ecrire à la vitesse de la pensée

- 16 décembre : La preuve par les faits à l'ère du Big Data

• **Sciences : les défis d'hier et d'aujourd'hui**. Table ronde, 22 novembre à 19h

Salle des conférences, Palais de la découverte, av. Franklin Roosevelt, 75008 Paris.

Tél. : 01 56 43 20 20.

Entrée libre et gratuite dans la limite des places disponibles.

INFORMATIONS DIVERSES

• Menace sur les populations sauvages de grenouilles

En France, depuis 1970, les espèces de grenouilles sont protégées, car menacées d'extinction. Les cuisses de grenouilles consommées sont donc d'origine étrangère, essentiellement tropicale, notamment d'Indonésie où elles sont prélevées dans la nature. Cinq mille tonnes environ sont importées chaque année. Afin de connaître les espèces mises sur le marché, des chercheurs de l'Institut de systématique, évolution et biodiversité (MNHN, CNRS, EPHE, UPMC) ont utilisé la méthode moléculaire du Barcoding, qui permet d'identifier les espèces à partir d'une courte séquence de leur ADN.

Les cuisses de grenouilles surgelées vendues en sachets dans le commerce ne correspondent pas dans 99% des cas à l'espèce indiquée sur l'emballage. Les non-initiés peuvent difficilement faire la distinction entre les différentes grenouilles, mais les taxinomistes eux constatent une différence entre *Rana macrodon*, espèce indiquée sur l'étiquette et *Feyervarya cancrivora* contenue en réalité dans l'emballage. Ces deux espèces de grenouilles sont très différentes l'une de l'autre. Plus de cent millions de grenouilles sont tuées dans la nature chaque année sans qu'aucune étude n'ait été faite sur les effets de ce prélèvement sur les populations de grenouilles et sur la biodiversité, notamment de l'Indonésie. Ces résultats montrent la nécessité d'évaluer à grande échelle l'état des populations sauvages afin de les mieux protéger.

Cette expérience a été rapportée dans *European Journal of Taxonomy* 271, 1-19, 2017.

(D'après *Alerte presse du Muséum*, 24 mars 2017)

• Vers une production de « carburant solaire »

Une équipe de chercheurs du laboratoire d'électrochimie moléculaire (université Paris Diderot/CNRS) vient de mettre au point un procédé permettant de transformer le dioxyde de carbone (CO_2) en méthane (CH_4) à l'aide de la lumière solaire et d'un catalyseur moléculaire à base de fer.

Le CO_2 , molécule inerte, rejeté en grande quantité par les activités humaines, a une influence connue comme sur le changement climatique. Le recyclage du CO_2 en matière première est un défi pour la recherche et un enjeu politique.

Les chercheurs, M. Robert et J. Bonin, ont mis au point un procédé qui permet de convertir le CO_2 en méthane, principal composant du gaz naturel, source d'énergie la plus utilisée après le pétrole et le charbon. Au cours du processus, la molécule CO_2 perd ses atomes qui sont remplacés par des atomes hydrogènes. Cette transformation, dite « réaction de réduction », permet d'obtenir différents composés : monoxyde de carbone, acide formique (matière première clés pour l'industrie chimique), méthanol (carburant liquide), méthane (forme ayant concentré plus d'énergie).

Les deux chercheurs ont mis au point un catalyseur à base de fer (peu coûteux). Le processus fonctionne à température et pression ambiante, à l'aide de la lumière solaire, source

d'énergie : celui-ci a permis de réaliser la réduction complète du CO_2 en CH_4 .

En démontrant que la combinaison lumière solaire et catalyseur à base de fer est capable de transformer le CO_2 en une molécule à fort contenu énergétique, les chercheurs ont montré qu'on peut stocker l'énergie solaire renouvelable sous forme d'un carburant compatible avec les structures industrielles et les réseaux d'énergie existants.

Ces travaux ont donné lieu à une publication dans la revue *Nature* du 17 juillet 2017.

(D'après *Communiqué de presse Université Paris Diderot*, 17 juillet 2017)

• L'impact de l'Homme sur les faunes insulaires

L'impact des sociétés humaines sur l'environnement est le facteur principal de la sixième extinction de masse que l'on vit actuellement. Ces extinctions ne sont pas les seules manifestations de l'influence de l'Homme sur la faune, comme le prouve l'étude menée en Guadeloupe par une équipe multidisciplinaire de chercheurs (Muséum, CNRS, CPMC, EPHE, UPVD). Ces chercheurs se sont intéressés à l'évolution morphologique, durant les derniers 40 000 ans, d'un lézard insulaire considéré comme peu affecté par les activités humaines, l'*Anolis* de Marie-Galante (*Anolis ferreus*).

Des analyses morphologiques et morphométriques ont été faites sur près de 30 000 ossements fossiles d'*Anolis*, notamment sur les mandibules. Celles-ci montrent qu'il existait autrefois des *anolis* de Marie-Galante, dont mâles et femelles avaient des tailles identiques à celles des spécimens actuels, mais qu'il existait aussi une sous-population de taille corporelle importante. Cette dernière semble avoir disparu à l'époque moderne, au moment de la colonisation de l'île, qui commença au milieu du XVII^e siècle.

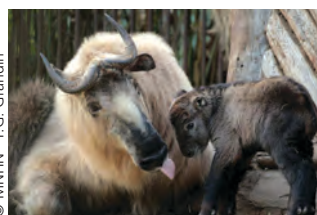
L'étude en morphométrie géométrique montre en outre que la diversité morphologique de la mandibule chez l'*anolis* était plus importante par le passé qu'à l'heure actuelle. Cette réduction de la diversité morphologique est aussi contemporaine de la colonisation européenne de la Guadeloupe, au cours de laquelle l'île a été presque entièrement déboisée pour être mise en cultures et au cours de laquelle une grande partie de la faune endémique disparaît.

L'impact de l'Homme sur les faunes insulaires ne se manifeste pas seulement par l'extinction d'espèces, mais aussi par des modifications morphologiques plus difficiles à détecter.

Cette recherche a donné lieu à une publication dans les *Proceedings of the Royal Society B*, le 28 juin 2017.

(D'après *Communiqué de presse du Muséum*, 28 juin 2017)

• Naissances dans les parcs animaliers



© MNHN - F.G. Grandin

Événement rare, la naissance le 17 mai 2017 au Parc zoologique de Paris de trois petits

lynx de Scandinavie, petits lynx que leur mère élevait devant la baie de vision, pour le plus grand plaisir des visiteurs.

Le Lynx de Scandinavie est une sous-espèce du Lynx d'Europe et fait partie des plus grands

félins de la région. L'UICN la classe « en danger » en France. Il est inscrit dans l'annexe A de la convention de Berne.

Plus de cinquante naissances ont récemment eu lieu au Parc zoologique de Paris, dont, notamment, en février-mars, une femelle babouin de Guinée, trois lémurs catta, dont des jumeaux, trois babouins de Guinée, dont des jumeaux.

À la même époque, à la Ménagerie du Jardin des Plantes, naissaient deux femelles et un mâle caracal, un rat des nuages, une femelle takin du Sichuan, un cercopithèque de l'Haest, trois kamichis à collier, quatre scinques arboricoles.

(D'après *message du Muséum*, 22 juin 2017 et *La Lettre de la Secas*, n° 88, 2017)

• Tara Pacific



La Fondation Tara Expéditions organise ses expéditions scientifiques pour étudier et comprendre l'impact des changements climatiques et la crise écologique sur nos océans.

Partie depuis mai 2016, la goélette *Tara*, à travers l'Océan Pacifique, a accompli la moitié des 100 000 km de son programme d'étude des massifs coralliens du Sud Pacifique (15 000 échantillons prélevés).

Les premiers récifs fortement impactés par le réchauffement climatique ont été découverts à l'ouest de l'Île de Pâques et à Moorea en Polynésie française. Les blanchissements des coraux annonceurs de leur mort a atteint 30 à 50% des massifs aux Îles des Tuamotu ; 70% aux Îles Pitcairn ; 90% aux Îles Samoa. En Micronésie une partie est déjà morte. Les récifs de Wallis et Futuna ont été relativement préservés. Le blanchissement atteint 70% à Okinawa au Japon.

Dans les zones peu peuplées et très peu polluées (Polynésie), seule la hausse de température a pu inclure une telle dégradation des coraux (limiter le réchauffement à deux degrés est loin d'être suffisant pour les écosystèmes marins).

À bord du bateau *Tara*, une technique de séquençage *in situ* de l'ADN permet l'identification moléculaire des espèces. À terre, les équipes du « génoscope (CEA) » ont commencé à séquencer les génomes pour caractériser l'ensemble des micro-organismes associés au corail, aux poissons de récifs ou à l'eau environnante et ainsi, découvrir les génomes des organismes et leurs réponses au stress lié notamment au réchauffement climatique.

D'après *Communiqué de presse* du 6 septembre 2017 et www.taraexpeditions.org

nous avons lu



BRUSLÉ (J.), QUIGNARD (J.-P.). – Pas si bêtes les poissons. Scènes de leur vie intime. Editions Belin (Paris), mars 2017, 320 p. 10,5 x 17,5, index noms communs et noms latins. 9,90 €.

Nombreux sont ceux qui ne connaissent pas les poissons, si ce n'est ceux des étals des poissonniers, quand ce ne sont pas les filets surgelés.

Les auteurs, passionnés, tentent dans ce petit livre touffu (réédition de celui de 2006) de réhabiliter les poissons aux yeux du plus grand nombre.

Les poissons ne sont pas homogènes d'un point de vue phylogénétique, mais les auteurs ont conservé par tradition le vocable « poisson », qui regroupe l'ensemble des animaux aquatiques ayant un crâne, une respiration branchiale et cutanée, parfois aérienne. Les poissons sont les plus anciens des « craniates » et des vertébrés. Ils ont traversés, en se modifiant, tous les temps géologiques depuis – 470 millions d'années. En se basant sur des données scientifiques bien établies, les auteurs donnent un aperçu des découvertes les plus récentes, qui aident à comprendre comment les poissons arrivent à communiquer, se protéger, s'alimenter, se reproduire.

De tailles, de formes et de couleurs variées, les poissons sont pour 40% des espèces vivant en eaux douces, 58% en eaux marines ; 200 espèces environ peuvent nager alternativement en milieux lacustres ou fluviaux et en eaux marines.

De nombreuses espèces sont menacées à l'heure actuelle par les activités humaines et le réchauffement climatique et les auteurs espèrent que la lecture de leur ouvrage incitera chacun à mieux respecter l'environnement fragile des poissons.

j. C.



NARBY (J.). – Intelligence dans la nature. En quête du savoir. Préface de Francis Hallé, traduit de l'anglais par Yona Chavenne, Buchet/Chastel (Paris), mars 2017, 216 p. 14 x 20,5, bibliographie, index. 19 €.

Définir l'intelligence, c'est une gageure constate l'auteur, Jeremy Narby, anthropologue canadien qui vit actuellement dans le Jura. A travers ses pérégrinations mondiales, il étudie les comportements qui sont les marques de l'intelligence. Il faut pour cela franchir la définition de l'intelligence humaine, admettre celle des mammifères, notamment celle des primates, mais aussi celle des plantes qui s'allie à la sensibilité, en finir avec l'arrogance et la susceptibilité de l'espèce humaine qui considère qu'elle est la seule à posséder la conscience d'elle-même.

Quelle définition donner à l'attitude des bactéries, des plantes, des animaux, lesquels sont capables de faire des choix pour déterminer leurs actions ?

L'auteur s'appuie sur de nombreux exemples au cours de son enquête sur l'intelligence dans la nature, qui se manifeste dans la lutte pour la survie !

j.-c. J.



WOHLLEBEN (P.). – La vie secrète des arbres. Les Arènes Eds (Paris), mars 2017, 272 p. 14,5 x 22, illustrations en couleur. 20,90 €

Écrit par un forestier allemand, dont le patronyme évoque le bien-être, et qui est gestionnaire d'une petite forêt communale bavaroise devenue une « forêt écologique », ce livre, « La vie secrète des arbres », traduit par Corinne Tresca, est destiné à un public averti, soucieux de comprendre la forêt. L'exposé repose essentiellement sur la forêt allemande.

Le texte est simple, quelques mots du jargon forestier sont expliqués en notes de bas de page.

Les affirmations de l'auteur, parfois surprenantes, reposent sur une expérience personnelle et sur une documentation comportant cinquante-huit auteurs, mentionnés en bibliographie ou citations Internet.

Le thème principal développe la nécessité de laisser les arbres vieillir : les arbres ne doivent pas être coupés trop tôt, la récolte du bois ne doit pas intervenir avant que l'arbre n'ait atteint plusieurs siècles d'âge. C'est à ce prix que la forêt deviendra une forêt naturelle, qui doit voir les arbres tomber de vieillesse. L'âge des arbres est une notion qui doit être complètement revue.

Le sous-étage est formé non pas de jeunes arbres, mais de petits vieux qui ne reçoivent qu'une toute petite partie de l'éclaircissement solaire. Si une mise en lumière intervient par suite de la chute d'un arbre dominant trop vieux, alors ces petits vieux retrouvent une nouvelle jeunesse et sont susceptibles d'atteindre les strates supérieures. La lutte pour la reproduction des arbres passe par des épreuves que le lecteur partage avec l'auteur : l'arbre est non seulement vivant, mais il est doué de sens, de raison, presque de vision.

La biodiversité mêle des espèces végétales, animales, des insectes, des lichens, des champignons. Ces derniers sont à la limite entre le végétal et l'animal, puisqu'ils ne sont pas photosynthétiques, et que leur chitine est semblable à celle des insectes. Ce que l'on sait du monde souterrain des racines, de sa faune et de sa flore, des mycorhizes, des anastomoses des racines, traduit des relations qui sont développées, analysées, expliquées dans un langage simple, clair, lumineux, appuyé sur les récentes publications des vingt dernières années. C'est passionnant !

L'organisation de la forêt pourrait ainsi assez bien ressembler à celle des sociétés humaines, suggérant cependant un certain anthropomorphisme. La société des arbres serait analogue à celle des hommes, il est vrai, moins rapide, moins obsédée de résultats, mais toujours animée par la nécessité de se reproduire et d'occuper la meilleure place ! La gestion forestière critiquée par l'auteur est typiquement allemande, elle repose sur la sylviculture artificielle : la plantation. Nulle

part la régénération naturelle des essences forestières, n'est évoquée.

Elle est pourtant chère aux forestiers français : « imiter la nature, hâter son œuvre » ; il n'y a aucune citation française dans la bibliographie...

Le hêtre, avec l'épicéa, est l'arbre champion de cette forêt naturelle prônée par l'auteur.

Il est fait de rares allusions à la forêt tropicale, mais il est intéressant de noter que la régénération par trouées et effondrement des très vieux arbres correspond à l'architecture décrite par Oldeman (Wageningen) à partir de ses travaux dans la forêt guyanaise dans les années 1970.

Les choix de gestion, dont le bénéfice contrebalance l'abandon de l'exploitation du bois, sont faits pour le plus grand bien de la Nature et des Hommes. Certes, mais pratiquement, comment finance-t-on cela ?

Le dernier chapitre de ce beau livre suggère une gestion « jardinée » de la forêt, imaginée il y a déjà longtemps par des forestiers suisses et français. Elle était alors critiquée par les apôtres de la forêt régulière issue de la gestion administrative des siècles derniers.

Il est noté avec satisfaction que le respect de la vie animale et de tous les organismes vivants est maintenant institutionnalisée dans la Constitution Fédérale Suisse.

Denis Groené



DESPLECHIN (M.), BONE (B.). – Ta Race ! moi et les autres. Muséum national d'Histoire naturelle. Musée de l'Homme, Editions courtes et longues (Paris), juin 2017, 88 p. 17 x 24, figures, glossaire, table des illustrations. 19,50 €.

Le concept de race est apparu en Europe il y a environ trois cents ans. Les êtres humains ont été, en fonction des caractères physiques évidents, classés en catégories, celles-ci étant dotées de qualités et de défauts.

Il est maintenant scientifiquement prouvé qu'il n'existe pas de races humaines, mais le concept, qui a joué un rôle important dans le passé, persiste encore.

Dans le présent ouvrage, conçu pour un public jeune, abondamment illustré de documents d'époque, d'œuvres d'art, d'images très colorées et percutantes de Betty Bone, Marie Desplechin se demande d'où vient cette idée de l'appartenance à différentes races et étudie le phénomène dans le monde à l'heure actuelle et dans le passé.

Les explorations, la colonisation, le commerce des esclaves africains ont largement contribué à faire naître cette notion, que l'on retrouve aussi au Japon, aux Etats-Unis, et qui persiste. Dans un style imagé et très vif, l'auteur passe en revue les différentes époques (pour Linné, il y a quatre races principales qui se distinguent par la couleur de leur peau. Pour Buffon, les humains font partie de la même espèce, mais il y a des variétés dans l'espèce humaine) où le concept occupa une place importante. Il y montre les dangers et les méfaits (le délire nazi) et pose finalement cette question : quel monde voulons-nous ? De guerre ou de paix, de progrès, d'égalité ?

(Cette publication a été réalisée dans le cadre de l'exposition présentée au Musée de l'Homme du 31 mars 2017 au 8 janvier 2018 : « Nous et les autres ». Des préjugés au racisme »).

j. C.



Sur la piste animale. Billebaude, n°10, printemps-été 2017, Fondation François Sommer (Paris) et Glénat (Grenoble) éditeurs, 96 p. 23 x 30, illustrations. 19,90 €.

Revue de réflexion et de terrain, Billebaude traite

chaque semestre d'un thème sur les usages et les représentations de la nature et tisse des liens entre recherche, gestion de l'environnement, pratiques et savoirs traditionnels.

Dans le numéro « Sur la piste animale », quinze sujets sont abordés par différents auteurs ; les articles sont précédés d'un avant-propos d'Anne de Malleray, « Animer le paysage », dans lequel elle rappelle que suivre la piste des animaux remonte à l'origine de l'humanité et sert aujourd'hui « à comprendre où vivent les animaux, quels sont leurs territoires..., comment leurs habitats s'imbriquent dans les nôtres ou disparaissent faute de place ».

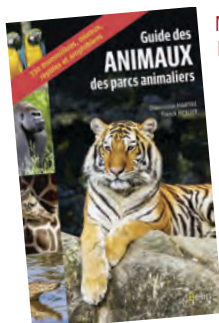
Suivent des récits captivants. Ainsi, l'anthropologue Eduardo Trohu a mené des recherches en Amazonie équatorienne. Les chasseurs Runa utilisent des systèmes de signes non symboliques, sons, odeurs, vision.

Baptiste Morizot, dans « L'art du pistage » rapporte une enquête sur la présence du loup, menée un mois d'août dans le Haut-Var, site très riche d'indices à collecter, d'énigmes à décrypter.

Deux double-pages de photos mettent en vis-à-vis deux usages du piège photographique : d'un côté, l'artiste Sonia Levy présente une série de photos prises dans son jardin à Londres, de l'autre des clichés réalisés au centre spatial de Guyane par des scientifiques étudiant le comportement d'une faune sauvage, notamment celui du tapir.

Karsten Hueur a arpenté les rocheuses et rapporte une capture de loup dans l'Alberta. La pose d'un émetteur et d'une batterie autour du cou de ce loup et le suivi de ce dernier pendant dix-huit mois sur des milliers de kilomètres et la constatation des obstacles créés par la vie moderne sur les corridors fauniques. Gilles Luneau a consulté des cartes rares grâce auxquelles on peut suivre le parcours de course des cerfs chassés à courre. Dans les forêts de Picardie et de Fontainebleau, territoires de plus en plus morcelés, ces parcours aident à comprendre les continuités écologiques indispensables au maintien de la vie sauvage. Les intéressants documents regroupés dans cette parution de Billebaude sont bien présentés, bien illustrés, agréables à consulter.

j. C.



MARTIRÉ (D.), MERLIER (F.). – Guide des animaux des parcs animaliers. Editions Belin (Paris), mai 2017, 349 p. 12,5 x 20, photos en couleur, index, glossaire. 26 €.

Le guide offre une sélection de 330 animaux présentés dans l'ordre suivant : mammifères (hors primates), reptiles, oiseaux, amphibiens.

En préambule, les auteurs brossent un petit historique des parcs animaliers et de leur évolution, conséquence de l'émergence de l'écologie et du déclin inquiétant des animaux dans la nature.

Le livre, où sont recensés les animaux des parcs zoologiques de France (20 principaux parcs sont répertoriés), est établi en « petite encyclopédie ».

Indépendamment des descriptions courantes de chaque animal : groupe, espèce, famille d'appartenance, nom d'autres espèces quant aux mœurs ou à l'apparence, la biologie propre à chacun est indiquée, accompagnée d'observations et de réflexions pertinentes.

L'ouvrage est servi par de belles photos en couleur. Le lecteur fera, sans doute, la découverte de quelques espèces peu représentées en captivité !

Dominique Martiré, Franck Merlier, naturalistes sont, en outre, les auteurs du guide des plus beaux papillons et leurs fleurs favorites (Belin 2016). Le prix Dolfus 2015 de la Société entomologique de France a été attribué à D. Martiré pour le grand livre des plus beaux insectes de la Réunion.

j.-C. J.



Michel Cardoze bat la campagne.

Chroniques naturelles. Cairn éditions (Pau), avril 2017, 82 p. 13 x 21. 14 €.

Chaque mois, dans *Le Chasseur Français*, Michel Cardoze donne une chronique dans laquelle il traite des préoccupations qu'il partage avec ses lecteurs.

Bien ancré dans le Grand Sud-Ouest, il n'en a pas moins un large champ visuel et un franc parlé. Dans le présent recueil sont reprises de savoureuses chroniques s'échelonnant de 2013 à 2016.

Pour l'auteur, le paysage n'est-il pas « salopé » à l'entrée des villes : laideur des zones commerciales, des panneaux publicitaires géants ? Il insiste par ailleurs sur le fait que chaque seconde qui s'écoule voit disparaître 26 m² de terre agricole (extension des villes, dont les centres se vident, supermarchés) et s'inquiète de la disparition des cochons mangeurs de glands, après avoir livré un couplet poétique sur le mois de novembre. En avril 2014, Michel Cardoze s'interroge sur la cure d'amaigrissement de l'Etat, l'avenir des communes, des petites communes. Chantre de la bonne cuisine simple et goûteuse, il vous fait découvrir le « pluma », viande saignante et goûteuse qu'il a dégustée en Camargue et vous signale l'ouvrage de Michel Carrère « La cuisine du gibier », largement rédigé au passé, mais qui reste un enchantement pour les papilles. Il retombe dans la critique et s'insurge contre les chroniqueurs qui font « pleurer les citadins » sur le sort des animaux. Ne devrait-on pas plutôt proposer de revenir à l'élevage familial ? Un petit couplet en 2015 sur « Le Chasseur Français » qui a 130 ans et est en pleine santé.

L'auteur s'intéresse au « dépiquage » qui marque la fin des moissons, aux moissonneuses-batteuses guidées par GPS, ce qui n'empêche pas les fêtes traditionnelles, comme dans le cas des vendanges, où là aussi sont utilisées des machines sophistiquées. En contre-point, Michel Cardoze rappelle le

« traité du bon usage du vin » rédigé par Rabelais qui recommande de boire « bon et frais ». Une petite visite à Marciac et à son festival, puis un retour sur les étals des marchés parisiens et des « régions » au début du printemps : symphonie de couleur des nombreux légumes, produits d'une agriculture de taille moyenne et de proximité.

La dernière chronique reprise dans le recueil date d'avril 2016 ; Michel Cardoze y relate sa visite, en Gironde, d'une exploitation vinicole où pieds de vigne partagent l'espace avec des plantes à tisane : osier, prêle... Ce sont des pratiques naturelles de la biodynamie.

Des chroniques à picorer.

j. C.



Les bons gestes pour jardiner. Collection

Mon Jardin - ma maison. Editions Glénat (Grenoble), février 2017, 336 p. 17,5 x 24,8, ouvrage cartonné, nouvelle édition, annexes, glossaire, photos en couleur. 19,90 €.

Comment semer,

bouturer, tailler arbres et arbustes, greffer sont les questions que se pose tout un chacun désirant réussir un joli jardin. Dans cet ouvrage bien illustré sont décrits les bons gestes qu'il faut avoir et les informations essentielles qu'il faut connaître.

De la graine à l'arbre en passant par les plantules, au fil des quatre saisons, tous les gestes utiles au jardin sont expliqués, détaillés et illustrés.

En fin d'ouvrage, un glossaire donne la définition des termes techniques utilisés au cours des chapitres ainsi que d'autres à caractère technique.

Un ouvrage agréable à consulter et accessible à tous.

m.-h. B.



Œuvre collective.

La bible des plantes aromatiques. Editions

Atlas (Paris) et Glénat (Grenoble), février 2017, 360 p. 19,5 x 22,5, illustrations en couleur. 19,90 €.

Le lecteur trouve ici un ouvrage important sur la grande diversité des plantes aromatiques et leurs usages, en condiments, cuisines, pour leurs vertus médicinales, pour l'action insecticide, en ornement également. Le livre s'adresse « aux jardiniers de tout poil ».

Semer, planter, récolter, conserver, sécher, stocker, congeler ; des conseils à profusion sont dispensés, car pas moins de 188 espèces de plantes sont utilisées sous toutes les formes (naturelles, en décoction, en lotion, en friction, en tisane, etc.), au titre du parfum, de l'arôme, des saveurs, de divers soins.

L'ouvrage, extrêmement documenté, agréablement illustré, original, est une édition partielle de l'encyclopédie « Je cultive mon potager » publiée par les éditions Atlas, œuvre collective partagée par de nombreux auteurs.

j.-C. J.



CONAND (C.),
BEAUDEMOULIN
(S.), TRENTIN (F.),
MULOCHAU (T.),
BOISSIN (E.). –
**Oursins, Étoiles
de mer & autres
échinodermes.**
Les éditions du
Cyclone,
La Réunion,
collection Savoir
& Découverte
(tél :
06 92 68 58 27)

ou en France (tél : 06 08 88 98 17). 19 €.

Souvent méconnus du grand public et pourtant dignes d'attention, les échinodermes fascinent par l'originalité de leur forme et de leur organisation au sein du monde vivant. Cet ouvrage est le premier inventaire des échinodermes de La Réunion. Il illustre et détaille chacune des cinq classes : oursins, étoiles de mer, ophiures, holothuries et crinoïdes. Ces informations constituent une aide utile à leur reconnaissance sur le terrain.

Cet ouvrage a bénéficié d'une aide à la publication de l'Ifrécor (Deal Réunion) et de l'association Vie Océane.

Note de l'éditeur



TAQUET (M.), TAQUET (C.) - **Les
étoiles de mer et leurs
cousins.** Editions Quæ (Ver-
sailles), mai 2016, 148 p. 20 €.

Concombres de mer, oursins, ophiures et lys de mer forment avec les étoiles de mer, le groupe zoologique des échinodermes qui constitue une composante importante de la biodiversité marine, avec un rôle écologique de tout premier ordre.

Mais, que savez-vous d'eux ? Que signifie le mot échinoderme ? Combien existe-t-il d'espèces d'échinodermes ? Les échinodermes pondent-ils des œufs

? Pourquoi les bio-techniciens s'intéressent-ils aux concombres de mer ? Les concombres de mer peuvent-ils nous fabriquer des chaussures ? Les étoiles de mer ont-elles un cerveau ? À quelle vitesse les étoiles de mer se déplacent-elles ? Combien de temps vit une étoile de mer ? Comment élève-t-on des oursins ? Comment se nourrit un lys de mer ? Les ophiures sont-elles comme leurs cousines de redoutables prédatrices ? Voici quelques-unes des 80 questions abordées dans ce livre. À partir de connaissances scientifiques approfondies, enrichies de photos sous-marines originales issues de diverses régions du monde, de schémas, croquis et anecdotes variées, les auteurs vous proposent des réponses claires et complètes pour aller à la rencontre de ces intrigantes créatures marines.

Note de l'éditeur



Le legs à la Société des Amis du Muséum

Pour toute question ou information,
vous pouvez contacter le Président, le
Secrétaire général ou le Trésorier

Tél. 01 43 31 77 42

Courriel : steamn@mnhn.fr

Société des Amis du Muséum
national d'histoire naturelle
et du Jardin des plantes
57 rue Cuvier,
75231 Paris Cedex 05

Fondée en 1907, reconnue d'utilité publique en
1926, la Société a pour but de donner son
appui moral et financier au Muséum, d'enrichir
ses collections et de favoriser les travaux
scientifiques et l'enseignement qui s'y
rattachent.

Président : Bernard Bodo

Secrétaire général : Yves Cauzaille

Trésoriers : Christine Sobesky
et Paul Varotsis

Secrétaire : Ghaliya Nabi

Secrétariat ouvert du mardi au vendredi
9h30-12h30 et 14h-17h30
samedi 14h00-17h30 (sauf dimanche et
jours fériés)

Tél. : 01 43 31 77 42

Courriel : steamn@mnhn.fr

Site : www.mnhn.fr/amismuseum

Directeur de la publication : J. Collot

Rédaction : Marie-Hélène Barzic,
Jacqueline Collot, Jean-Claude Juppy,
Gérard Faure (Espace Jeunes)

Bulletin : abonnement annuel
hors adhésion : 18 € - Numéro : 5 €

La société vous propose :

- des conférences présentées par des spécialistes le samedi à 14h30,
- la publication trimestrielle « Les Amis du Muséum National d'Histoire Naturelle » et son supplément "L'Espace Jeunes",
- la gratuité des entrées à la ménagerie, aux galeries permanentes et aux expositions temporaires du Muséum national d'histoire naturelle (site du Jardin des Plantes),
- un tarif réduit dans les autres dépendances du Muséum, à l'exception du Parc zoologique de Paris.

Les Amis du Muséum peuvent, en fonction de la date de parution, bénéficier d'une remise sur les ouvrages édités par les « Publications scientifiques du Muséum ».

<http://www.sciencepress.mnhn.fr>

Tél. : 01 40 79 48 05

**La Société des Amis du Muséum National
d'Histoire Naturelle sur Internet :**



<https://fr-fr.facebook.com/amisdu Museum>



http://fr.wikipedia.org/wiki/La_Société_des_Amis_du_Muséum_national_d'Histoire_naturelle_et_du_Jardin_des_Plantes

Les opinions émises dans cette publication n'engagent que
leur auteur

Programme des conférences et manifestations du quatrième trimestre 2017

Amphithéâtre d'Entomologie, 43/45 rue Buffon, 75005 Paris

Amphithéâtre de Paléontologie, 2 rue Buffon, 75005 Paris

Institut de Paléontologie humaine (IPH), 1 rue Panhard, 75013 Paris

OCTOBRE

Samedi 7 octobre à 14h30 : **L'océan Austral, hotspot de biodiversité marine ?** par Nadia AMEZIANE, directrice de la station marine de Concarneau. *Amphithéâtre d'Entomologie.*

Samedi et dimanche 14 et 15 octobre : **Fête de la Science**, de 13 heures à 18 heures.

NOVEMBRE

Samedi 4 novembre à 14h30 : **Des tsunamis sur Mars**, par François COSTARD, directeur de recherche CNRS. CNRS/UPS UMR 8148 GEOPS, Géosciences Paris Sud. *Amphithéâtre de Paléontologie.*

Samedi 18 novembre à 14h30 : **Makatea, « l'arche de Noé » des Tuamotu**, par Michel HUET, naturaliste, auteur, réalisateur. *Amphithéâtre de Paléontologie.*

Samedi 25 novembre à 14h30 : **La vie des plantes**, par Emanuele COCCIA, maître de conférences à l'EHESS. *Institut de Paléontologie humaine (IPH).*

DECEMBRE

Samedi 2 décembre à 14h30 : **Roger Heim et les champignons hallucinogènes du Mexique**, par Vincent VERROUST, doctorant en Histoire des sciences au Centre Alexandre Koyré (CNRS, EHESS, MNHN). *Amphithéâtre de Paléontologie.*

Samedi 9 décembre à 14h30 : **Une épopée scientifique pour résoudre l'énigme de la disparition des abeilles butineuses**, par Axel DECOURTYE, docteur en écotoxicologie, responsable de l'Unité Mixte Technologique Protection des abeilles dans l'environnement à Avignon. *Amphithéâtre de Paléontologie.*

Samedi 16 décembre à 14h30 : **Le palmier marin, émergence d'un nouveau monde**, par Marc ELEAUME, enseignant-chercheur, Département systématique et évolution du MNHN, service des stations marines. *Amphithéâtre d'Entomologie.*

JANVIER 2018

Samedi 13 janvier à 14h30 : **La dengue, le chikungunya, le zika, ces trois virus transmis par les mêmes moustiques vecteurs**, par Anna-Bella FAILLOUX, Institut Pasteur.

Adhésion / renouvellement à la Société des Amis du Muséum

M., Mme : Prénom :

Date de naissance (12-25 ans seulement) : Type d'études (étudiants) :

Adresse : Tél. :

Courriel : Date :

Cotisations* : Enfants, 3-12 ans, **20 €** - Jeunes et étudiants, 12-25 ans, **26 €** (sur justificatif pour les étudiants)
Titulaires **45 €** - Couples **74 €** - Donateurs à partir de **80 €**

Modes de paiement : ☐ Chèque ☐ Espèces ☐ Carte bancaire au secrétariat

* Tarifs applicables depuis septembre 2016