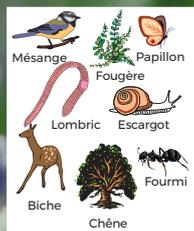


LES CAHIERS SCIENTIFIQUES de la Fondation Pierre Vérots



Page 3
La Biodiversité
M. Boulétreau,
T. Beroud



Page 20
**Un regard sur l'avifaune
du domaine de Praillebard**
Ph. Lebreton, B. Castanier,
T. Beroud, J.-Ph. Rabatel



*Pour l'étude et la préservation de
la faune et de la flore de la Dombes*

FONDATION
PIERRE
VÉROTS



Pour l'étude et la préservation de
la faune et de la flore de la Dombes

La Fondation Pierre Vérots

La **Fondation Pierre Vérots** a été créée en 1982 et a été reconnue d'utilité publique par décret ministériel en 1984. Elle est née de la volonté d'un industriel lyonnais, Monsieur Pierre Vérots (1898-1985), de protéger la faune et la flore de la Dombes. Située à Saint-Jean-de-Thurigneux, dans le département de l'Ain, elle possède un domaine de plus de 300 ha composé de forêts, d'étangs et de prairies, dont un parc clôturé de 147 ha.

La Fondation Pierre Vérots s'est donné 3 missions inscrites dans ses statuts :

- Faire de son domaine un conservatoire de la faune, de la flore et des milieux dombistes
- Contribuer à la recherche scientifique sur ces espèces et ces milieux
- Participer à l'information du public.

La Fondation examine les demandes de financement qui portent en partie ou en totalité sur l'écologie, la biologie, l'éthologie, la génétique, la climatologie, elle missionne des chercheurs pour établir des relevés et se propose de publier les résultats obtenus sous une forme diffusable.

La Fondation offre un véritable laboratoire à ciel ouvert, permettant d'observer et d'expérimenter librement, sur des temps longs et avec peu de perturbations. Elle apporte aux chercheurs, stagiaires et visiteurs un soutien logistique (terrain, équipements, locaux d'expérimentation), éventuellement un soutien financier, et des possibilités d'hébergement.

Son statut de « Fondation d'utilité publique » l'autorise à recevoir toutes formes de dons ouvrant droit à une réduction d'impôt, et de legs en exonération totale de droits de succession.

Les Cahiers Scientifiques de la Fondation Pierre Vérots n°8 – Juillet 2020

N° ISSN : en cours

Responsable de la publication : Philippe NORMAND

Comité de Rédaction : Michel BOULÉTREAU, Joël BROYER, Philippe LEBRETON,

Philippe NORMAND et Philippe RICHOUX

Traductions : Philippe NORMAND

Photo de couverture : Flambé *Iphiclides podalirius* sur lavandin *Lavandula X intermedia*. (JP Rabatel/FPV)

Réalisation et impression : Multitude Imprimerie - 01600 Trévoux

Fondation Pierre Vérots
261, chemin de Praillebard
01390 Saint Jean de Thurigneux

Tél. : 04 74 00 89 33

Mail : contact@fondation-pierre-verots.fr
www.fondation-pierre-verots.fr



La Biodiversité : Origine, Evolution, Avenir

Michel Boulétreau et Timothée Beroud

Fondation Pierre Vérots

261, chemin de Praillebard

01390 Saint Jean de Thurigneux

contact@fondation-pierre-verots.fr

Résumé

L'article se concentre sur les deux premiers niveaux de la biodiversité : la diversité des génotypes et celle des espèces, qui toutes deux relèvent de la biologie au sens strict.

La diversité biologique est apparue dès la naissance de la vie et donc la question de l'origine même de la vie est discutée à travers les hypothèses actuelles.

La diversité des génotypes individuels apparaît au niveau moléculaire (l'ADN nucléaire, l'ADN cytoplasmique, le microbiote) et au niveau cytologique (les chromosomes). Le fonctionnement cellulaire la génère sans cesse, et son évolution est soumise à la pression de contraintes directionnelles (la sélection naturelle) ou aléatoires (fluctuations d'effectifs). La diversité génétique au sein d'une population, qui dépend aussi des mécanismes de la reproduction sexuée, est ainsi le fruit de son histoire. C'est elle qui conditionne les capacités d'évolution et d'adaptation des populations à leur environnement et leurs différenciations géographiques.

La diversité des espèces (la « biodiversité » au sens des media) traduit la balance entre les mécanismes qui président à la naissance des espèces et à leur extinction. Ces processus naturels sont continus et extrêmement lents (millions ou centaines de millions d'années). Cependant des « crises » survenues dans les temps géologiques ont provoqué des extinctions massives d'espèces qui ne sont plus connues que par leurs restes fossilisés. Ces crises de biodiversité ont pu concerner la planète entière, ont pu durer quelques milliers ou dizaines de milliers d'années, et ont été suivies d'une restauration progressive de la biodiversité (millions ou dizaines de millions d'années) avec parfois un changement radical de la diversité des espèces présentes.

Les biologistes ont réussi à reconstituer (partiellement) l'histoire des espèces actuelles ou passées, en construisant des arbres phylogénétiques, sortes d'arbres généalogiques du vivant basés sur des critères morphologiques ou moléculaires. Les espèces actuelles (de l'ordre probable de 12 millions dont moins de 2 millions sont connues) représentent moins de 1% de toutes les espèces ayant vécu sur terre, et sont une simple photographie instantanée dans un processus qui a débuté avec la naissance de la vie (environ 4 milliards d'années) et qui se poursuivra tant qu'il y aura une quelconque forme de vie sur terre.

Notre espèce, l'Homme, est un nouveau venu sur la planète, aux effectifs modestes (mais inégalement répartis), à la biomasse totale insignifiante à l'échelle de la planète. L'impact de ses activités actuelles est tel qu'on s'inquiète à juste titre de l'avenir de la biodiversité et de la planète.

Sur le court terme (quelques siècles) la situation est extrêmement inquiétante. Les menaces qui pèsent sur la biodiversité actuelle et sur l'état actuel de la planète sont dramatiques : c'est « l'anthropocrise ». Les perspectives de notre espèce humaine sont extrêmement sombres et ses difficultés vont aller croissant.

Par contre sur le très long terme (les temps géologiques du futur) la planète Terre n'est pas en péril et continuera à graviter autour du Soleil, la biodiversité survivra à cette « anthropocrise » et se restaurera d'elle-même après le bref passage de l'homme sur terre, comme après les crises précédentes. L'espèce Homme, en effet, comme toutes les autres espèces actuelles ou passées, n'échappera pas au processus biologique universel de l'extinction.

Chacun a constaté l'évolution du paysage de la Dombes au cours des récentes décennies : adieu les grasses prairies et leurs vaches paisibles, adieu les mares et botasses ceinturées de saules têtards, adieu les haies bocagères, jachères, jonchaies et roselières. Tout cela n'a pas complètement disparu, certes et heureusement, mais l'intensification et l'uniformisation des cultures, couplées à une urbanisation croissante, ont fait apparaître d'immenses étendues de riches céréales, et au printemps les somptueuses draperies d'or du colza en fleurs. En parallèle, le gazouillis des oiseaux peuplant haies et forêts s'est fait discret, le bourdonnement des insectes butinant les arbres en fleurs a disparu, et la neige des marguerites qui naguère saupoudrait en juin prairies et talus a bien fondu ! L'étang abrite encore de belles populations d'oiseaux mais où sont les nuées tapageuses d'il y a quelques années ? Et où sont passés les envols de papillons multicolores dans les allées forestières ?

Ces quelques exemples témoignent de l'indiscutable appauvrissement de notre faune et de notre flore survenu en quelques décennies seulement, et ne sont que la partie émergée de l'immense iceberg en ruine qu'est notre biodiversité. Notre propos n'est pas ici d'en analyser les causes et les conséquences, d'en rechercher les responsables ou de proposer des remèdes, mais bien de nous pencher sur ce qu'est la biodiversité dans sa nature intime, sur ses origines, sur son histoire et sur son évolution.

L'immense diversité du monde vivant a de tous temps fasciné l'homme, qui, depuis la plus haute antiquité, a cherché à la décrire, la comprendre, la classer. Ont ainsi succédé aux lointains philosophes de la Grèce antique les naturalistes des 16^e, 17^e et 18^e siècles, qui ont jeté les bases de la zoologie, de la botanique et de la paléontologie actuelles, puis les biologistes modernes de la fin du 19^e siècle, éclairés par les réflexions sur l'origine et l'évolution des espèces et la théorie darwinienne (basée sur la variabilité des espèces et la sélection naturelle). Le 20^e siècle a vu se développer une nouvelle approche de la question grâce aux progrès de la génétique des populations, d'abord formalisée en termes mathématiques, puis appliquée aux populations naturelles. Enfin, l'émergence foudroyante de la biologie moléculaire, soutenue par celle de l'informatique, est venue apporter un éclairage nouveau sur les mécanismes intimes du fonctionnement de la vie, et par là même sur son évolution et sa diversification. C'est l'évolution moléculaire qui nous permet d'appréhender au niveau le plus fin l'évolution et la diversification des organismes, leurs mécanismes intimes, et même de reconstituer leur histoire au cours des temps géologiques, basée sur des hypothèses que les récentes découvertes paléontologiques viennent renforcer.

Le terme si familier de Biodiversité a été inventé dans les années 1980 « *Biological diversity* » par Thomas Lovejoy, (1980) ; condensé en « *Biodiversity* » par Walter G. Rosen, en 1986, pour désigner l'infinie diversité du vivant, organisée en gigogne, comme une poupée russe, de l'ADN à la Biosphère, en passant par les gènes, les cellules, les organismes, les individus, les populations, les biocénoses, les écosystèmes et les biomes. L'étude de la biodiversité, c'est donc l'étude du vivant et comme telle, elle fait partie du domaine de la biologie dont les spécialistes non contestés sont les biologistes. Or il est frappant de constater le silence presque assourdissant des biologistes au milieu du concert médiatique actuel, où abondent des spécialistes parfois autoproclamés animés les uns d'intentions sociétales, pédagogiques, sentimentales ou nostalgiques parfaitement louables, les autres d'intentions politiciennes opportunistes moins nobles, surfant sur les inquiétudes légitimes des populations.

Il nous paraît donc utile de faire un peu de place à une approche réellement biologique de la biodiversité : il est évident que connaître sa nature, son origine, son évolution et son histoire devrait être le préalable absolu à toute tentative de gestion, de protection ou de restauration.

Qu'est-ce que la « Biodiversité » ?

En dépit de la quasi-uniformité de ses mécanismes chimiques et informationnels les plus intimes, le vivant, à tous ses niveaux d'organisation, est d'une grande diversité de formes :

- Au niveau des gènes (Fig. 1A). Chaque gène peut présenter des états différents (appelés allèles) d'un individu à l'autre, qui correspondent schématiquement à des modifications locales de la molécule d'ADN. L'ensemble des gènes que détient chaque individu (son génotype) correspond à une certaine combinaison des états alléliques de chacun de ces gènes, et les combinaisons possibles sont en nombre infini. Par conséquent, à part les cas de reproduction asexuée ou végétative, et à l'exception des vrais jumeaux, il n'y a pas deux individus ayant le même génotype. C'est le résultat de la reproduction sexuée, nous y reviendrons.
- Au niveau des différents groupes appartenant à une même espèce. Qu'on les qualifie de variétales, ethniques, raciales, populationnelles, écologiques (liées à l'habitat), géographiques ou autres, il s'agit de variations entre des groupes (ou « sous-ensembles ») qui se distinguent par leurs caractéristiques génétiques, mais restent capables de se croiser entre eux. Nous essaierons de comprendre leur origine et les mécanismes de leur évolution et de leur pérennité.

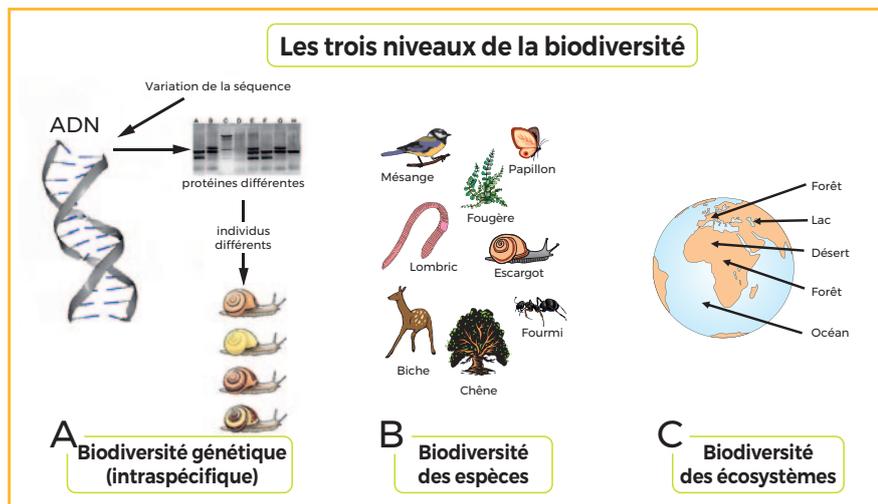


Fig. 1 : Les trois principaux niveaux de la biodiversité (inspiré de <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/spip.php?article2412>)

- Au niveau des espèces (Fig. 1B). Il s'agit de groupes plus larges, « entités génétiques distinctes », aux contours parfois un peu flous, qui correspondent en gros à des ensembles d'individus au sein desquels la reproduction sexuée est possible, mais entre lesquels la reproduction sexuée n'est pas possible (ou tout-à-fait exceptionnelle) du fait de trop grandes différences entre les génotypes des individus qui les composent. Cette biodiversité « spécifique » est la plus évidente et mobilise fortement les défenseurs actuels de l'environnement.
- Au niveau des écosystèmes (Fig. 1C). La biodiversité considère l'ensemble des espèces qui coexistent et interagissent par de multiples relations antagonistes (compétition, prédation, parasitisme...) ou au contraire coopératives (symbiose, mutualisme, socialité), etc. On pourra évoquer la diversité des espèces constituant une même communauté, ou la diversité des communautés elles-mêmes. Ces interrelations constituent des réseaux extrêmement complexes et incomplètement connus ; elles sont soumises aux contraintes de l'environnement non biotique (climat, atmosphère, altitude, salinité des eaux, etc.) et varient dans le temps et dans l'espace. Apparaît ici le concept d'écosystème, dont les dimensions peuvent aller d'un micro-organisme à un ensemble bioclimatique et aux espèces qu'il abrite (notion de « biome »).

Autant les définitions qui s'appuient sur des critères génétiques (individus, populations, espèces) sont à peu près claires, autant les autres sont floues, avec le risque d'arriver rapidement à un fourre-tout...

Devant ce champ immense, plusieurs approches sont possibles :

- Une approche « biologique » : quelle est la nature, l'origine, l'histoire et la dynamique évolutive de la diversité des êtres vivants.
- Une approche « écologique » : comment quantifier la biodiversité, quel est son rôle dans le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes et des paysages.

- Une approche « environnementale et sociétale » : quelle est la valeur de la biodiversité en termes sociétaux et économiques, quel est l'impact des activités humaines, comment la préserver, la gérer, la restaurer.

L'approche « environnementale » de la biodiversité, si largement discutée et commentée, ne peut pas (ou ne devrait pas) faire l'impasse sur l'approche « écologique », qui elle-même ne peut pas (ou ne devrait pas) faire l'impasse sur l'approche « biologique ». Or cette dernière, à la base de tout l'édifice, est rarement présentée sous ses aspects scientifiques.

Loin de nous l'idée de prétendre à une approche exhaustive du sujet. De nombreuses questions, dont nous ne sous-estimons pas l'importance, ne seront pas évoquées dans cet exposé. Nous nous limiterons ici à aborder la biodiversité avec le regard d'un biologiste ou d'un paléontologue, en espérant contribuer modestement à une meilleure connaissance de la question. Bien entendu nous ne nous interdirons pas d'élargir notre propos à quelques réflexions « écologiques » ou « environnementalistes ».

Pourquoi l'engouement actuel ?

La biodiversité s'est trouvée propulsée aux tout premiers rangs des préoccupations sociétales et des enjeux politiques pour deux raisons : elle a une valeur, et elle est menacée.

Valeur de la biodiversité. Cela a été discuté dans un précédent numéro de la « Lettre de la FPV » (N° 25, Juillet 2013). Une remarque cependant : aucune espèce vivante n'a intrinsèquement plus de valeur qu'une autre. Tout anthropocentrisme écarté, le bacille de la peste est tout aussi « légitime » que le chimpanzé ! C'est l'homme lui-même qui attribue une valeur particulière à certaines espèces, sur des critères subjectifs dictés par ses intérêts culturels, ses goûts, ou les bénéfices qu'il en retire. La

« valeur » attribuée à une espèce donnée varie selon les observateurs, leurs besoins, leur culture, et n'est constante ni dans le temps, ni dans l'espace. Il en va de même de la valeur de la biodiversité considérée globalement : si elle n'est pas contestable, son évaluation est éminemment subjective, et dépend des critères choisis : culturelle, patrimoniale, esthétique, économique, pourvoyeuse de services, etc...

La biodiversité est menacée. Les menaces actuelles qui pèsent sur la biodiversité sont connues de tous. La place et le rôle de l'homme dans cette évolution sont devenus des enjeux sociétaux majeurs. Nous ne les discuterons pas ici, mais nous essaierons cependant un peu plus loin de prendre du recul sur cette question.

<http://www.fondation-pierre-verots.com/CMS/modules/dl/186929637/Biodiversite.pdf>

ORIGINE DE LA BIODIVERSITÉ

Le niveau de biodiversité est étroitement lié à l'origine et à l'évolution de la vie. Longtemps mystérieuse et attribuée à des interventions supranaturelles ou extraterrestres, l'origine de la vie a fait l'objet de multiples spéculations métaphysiques. L'approche scientifique actuelle a pris son essor à partir des années 1950, s'appuyant sur les progrès dans tous les domaines de la science. Récemment la biologie cellulaire, la biologie moléculaire et même l'informatique sont venues conforter les théories.

Naissance de la vie

Les premiers indices d'une vie sur terre, ou du moins annonciateurs de la vie, sont la présence de molécules d'origine probablement organique dans des formations âgées d'environ 3,85 milliards d'années. La planète Terre était alors une jeune dame qui n'avait que 700 millions d'années d'âge (quand même 700 000 millénaires...). Ce qui s'est passé au cours de quelques millions ou centaines de millions d'années qui ont suivi a fait l'objet de nombreuses hypothèses.

Globalement on s'accorde pour admettre que les conditions physiques (température, pression, rayonnements et apports énergétiques divers) et chimiques (éléments composant la croûte terrestre, l'atmosphère, les eaux) qui régnaient alors sur terre, ou au moins dans certains milieux (fonds océaniques, sources hydrothermales, îlots volcaniques, ou autres) ont pu conduire à l'apparition de molécules organiques simples combinant principalement carbone, hydrogène, oxygène et azote (C, H, O, N) préfigurant les molécules biologiques actuelles. Dès 1953, Miller a ainsi réussi à synthétiser 13 des 22 acides aminés qui sont les briques de nos protéines, et aussi des sucres, des lipides et quelques composants des acides nucléiques. (Miller, 1953). Plus tard ont été élucidées les voies de synthèse des précurseurs des acides nucléiques actuels,

composants essentiels des chromosomes (Oro, 1961). Il est enfin possible que ces dernières molécules puissent provenir elles aussi de processus chimiques prébiotiques simples (Patel et al. 2015).

Ce scénario n'exclut pas les très probables apports via les comètes, météorites, poussières..., de molécules extraterrestres issues elles aussi de processus chimiques prébiotiques, dont l'existence est maintenant avérée, venues enrichir voire ensemercer la « soupe prébiotique ».

Ces molécules « prébiotiques » se seraient peu à peu complexifiées, auraient acquis la capacité de se dupliquer par autocatalyse et de se polymériser. Elles se seraient organisées en structures pourvues de parois délimitant et isolant un milieu intérieur, capables elles-mêmes d'auto-reproduction par la mise en jeu et la transmission d'informations codées par des molécules particulières. Des simulations numériques ont permis d'établir que ces molécules simples, lorsqu'elles sont animées de déplacements aléatoires, peuvent s'agréger en formes stables autocatalytiques, capables de se reproduire à l'identique et d'acquérir une dynamique invasive.

NB : On trouvera sur Internet une foule de sites abordant le sujet, parmi lesquels il n'est pas toujours facile de discerner ce qui relève de la connaissance scientifique rigoureuse, parfois un peu technique, de ce qui relève d'hypothèses ou théories ambitieuses, parfois un peu hardies...

<http://meteorites.grandegaleriedelevolution.fr/fr/agenda/rendez-vous/conference/matiere-organique-extraterrestre-entre-mythes-realites>

https://www.sciencesetavenir.fr/espace/vie-extraterrestre/decouverte-de-molecules-organiques-complexes-sur-encelade-une-lune-de-saturne_125454

<https://www.science-et-vie.com/corps-et-sante/origine-de-la-vie-tout-aurait-commence-au-pied-des-volcans-17314>

Naissance de la biodiversité génétique

Ces processus moléculaires ont pu se produire un nombre incalculable de fois, et conduire à une très grande diversité de formes moléculaires qui, du fait de leur abondance, se sont trouvées en concurrence pour la mobilisation de leurs éléments constitutifs. Les plus performantes ont alors pris le dessus et ont éliminé les autres. Ainsi dès ce stade très primitif, le principe darwinien de la Sélection Naturelle a canalisé l'évolution de ces molécules.

De nombreuses formes pré-cellulaires, beaucoup plus complexes que ces macromolécules, mais moins organisées que les véritables cellules, ont probablement existé et se sont éteintes. L'analyse moléculaire des patrimoines génétiques (les génomes) des organismes actuels permet de déceler des gènes qu'ils ont tous en commun, donc supposés dériver par réplifications successives des mêmes gènes ancestraux. Les spécialistes ont imaginé un organisme hypothétique, qu'ils ont nommé LUCA (« Late Ultimate Common Ancestor », c'est-à-dire le plus ancien ancêtre commun) qui portait ces gènes et qui serait l'ancêtre de tous les organismes cellulaires vivants ou ayant vécu. C'est à partir de LUCA, organisme hypothétique qui n'a peut-être pas existé en tant que tel mais qui aurait pu vivre il y a environ 2 à 3 Milliards d'années, que les processus évolutifs auraient engendré toutes les espèces formées de cellules et toute leur biodiversité.

Voir : <http://www-archbac.u-psud.fr/Meetings/LesTreilles/LesTreilles.html>

Un organisme comme LUCA a été capable de produire des descendants identiques à lui-même, et donc de leur transmettre les informations codant sa structure et ses propriétés. Il a donc un génome, c'est à dire un ensemble de gènes fonctionnant de manière coordonnée. Actuellement, dans la quasi-totalité des organismes, cette information est portée par les acides nucléiques, ADN et ARN, et se transmet d'une génération à l'autre avec une fiabilité très élevée, de l'ordre de 99,9999%. Cependant elle n'est pas absolue et des erreurs se produisent avec une fréquence variable, de l'ordre de 1 pour 1 million (10^{-6}) par gène et par génération cellulaire. Ces « erreurs » sont les mutations. Elles peuvent apparaître d'une manière plus ou moins aléatoire dans n'importe quelle partie de la molécule ADN ou ARN et selon leur emplacement dans cette molécule leurs effets sont différents.

D'autres types de mutations peuvent se produire, affectant le nombre ou la structure (délétion, inversion, ...) des chromosomes qui portent l'essentiel de l'information

génétique et qui jouent un rôle clé dans la division des cellules.

Ces mutations peuvent n'avoir aucun effet et sont dites silencieuses. Elles peuvent avoir des effets insignifiants n'affectant pas le fonctionnement de la cellule et sont dites neutres. Elles peuvent avoir un effet considérable si elles affectent un gène impliqué dans une fonction cellulaire vitale ou dans l'édification de l'organisme, et conduisent alors à des effets en cascade, presque toujours néfastes, parfois spectaculaires, et très exceptionnellement avantageux (Fig. 1A).

Si l'anomalie est très grave (létale), la cellule meurt et la mutation disparaît. En revanche, si la cellule survit, elle transmettra l'anomalie à ses cellules filles qui elles-mêmes la transmettront. Dans le cas d'un organisme pluricellulaire (la plupart des végétaux et des animaux), la mutation ne pourra être transmise aux descendants que si elle apparaît dans une des cellules qui produisent les gamètes mâles ou femelles, et seuls les descendants ayant reçu ces gamètes modifiés porteront le caractère et pourront le transmettre à leur tour.

Pour comprendre l'importance de ces phénomènes de mutation, il faut mettre en regard leur fréquence, très variable mais de l'ordre de 10^{-6} occurrence par gène et par génération cellulaire, et le nombre de gènes portés par chaque individu (estimé entre 1 000 et 5 000 chez les bactéries, 15 000 à 40 000 chez les plantes, 10 000 à 30 000 chez l'homme), qu'il faut multiplier par le nombre de générations cellulaires et par le nombre d'individus. Au total le phénomène prend une importance extrême quand les nombres d'individus et/ou de générations se comptent par millions ou milliards. A titre d'exemple, une cuillerée de culture bactérienne ou d'un liquide alimentaire mal conservé (mettons 5 ml) pourra contenir 30 millions de bactéries, et ces bactéries se multiplient très rapidement (une génération peut durer moins de 30 mn si les conditions sont favorables). Il y a donc à chaque instant de nombreuses bactéries nouvellement mutées dans cette cuillerée !! Chez une espèce comme la nôtre (*Homo sapiens*), ses 100 à 200 000 années d'existence ont connu un nombre considérable de mutations.

D'autres mécanismes contribuent et ont contribué à créer la biodiversité génétique.

- De rares croisements entre espèces proches peuvent se produire. Le plus souvent leur descendance est stérile (voir les mulets ou bardots) mais certains gènes d'une espèce peuvent être intégrés par l'autre (phénomène d'« introgression »). Par exemple on sait maintenant que 1 à 4% de nos propres gènes (nous, *Homo sapiens*), proviennent de l'homme de Néandertal (*Homo neanderthalis*),

autre espèce d'hominidé aujourd'hui disparue, ce qui signifie que certains de nos lointains ancêtres, cachés sous leurs peaux de bêtes, ont eu avec eux, il y a 50 000 à 100 000 ans, et à plusieurs reprises, des échanges très intimes.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22099691>

<http://www.hominides.com/html/actualites/adn-commun-sapiens-neandertal-0790.php>

Chez les plantes, des processus secondaires comme la multiplication du nombre de chromosomes (la polyploidie) peuvent rendre fertiles les hybrides interspécifiques et conduire à des génotypes inédits, voire des espèces nouvelles (nombreux exemples dans la flore sauvage comme parmi les plantes cultivées).

- En dehors de ces croisements particuliers, les échanges de gènes entre espèces différentes ne sont pas rares à l'échelle de l'évolution. Ces « transferts horizontaux » se produisent par exemple par le biais de parasites qui, passant d'un hôte à un autre, peuvent transférer des gènes de l'hôte amont vers l'hôte aval qui peut les intégrer à son propre génome. On pourrait alors parler d'OGM, ou plutôt OGNM = Organismes Génétiquement et Naturellement Modifiés *versus* d'OGAM = Organismes Génétiquement et Artificiellement Modifiés.

- Des cellules peuvent absorber des virus (Note 1) ou des bactéries, intégrer définitivement leurs gènes dans leur propre génome et les transmettre à leurs descendants. Le séquençage de notre propre génome (lecture de la molécule d'ADN) détecte de tels gènes d'origine microbienne.

- Des cellules peuvent « domestiquer » des micro-organismes et utiliser leurs gènes pour leur propre fonctionnement. Les cellules « eucaryotes », qui constituent les tissus de tous les animaux et de toutes les plantes, contiennent des « mitochondries », petits organites qui sont des bactéries colonisées en des temps très reculés, transformées, dont les gènes assurent entre autres la totalité du métabolisme énergétique de la cellule. Ainsi, la capacité de tous les animaux et de toutes les plantes à produire, à partir de sucres et d'oxygène, l'énergie

nécessaire à d'innombrables synthèses, à leur croissance, leurs déplacements, leur régulation thermique, leur reproduction, etc. est due à ces bactéries modifiées !!!

- Les plantes et algues vertes ont la miraculeuse aptitude à capter l'énergie lumineuse pour synthétiser des sucres et autres biomolécules à partir de gaz carbonique et d'eau en libérant de l'oxygène. Cette photosynthèse assure la « production primaire », source de vie de tous les autres organismes, maintient le taux d'oxygène atmosphérique, produit et a produit l'essentiel de l'énergie disponible pour la vie sur la terre. Eh bien ces plantes vertes doivent leur propriété photosynthétique à la présence dans leurs cellules de chloroplastes, qui sont d'anciennes bactéries (des cyanophycées) colonisées et définitivement intégrées à la cellule.

- On pourrait aussi évoquer la multitude de micro-organismes qui vivent en symbiose avec les plantes, leur permettant la fixation de l'azote atmosphérique, ou avec les animaux, grâce à qui par exemple nos bovins digèrent la cellulose des plantes, et grâce à qui notre intestin digère nos aliments. C'est le fameux « microbiote », intestinal, cutané ou autre, connu depuis longtemps, et pour lequel les médias et publicistes se sont tout récemment pris de passion.

Le fonctionnement d'un organisme est donc assuré par une multitude de gènes d'origines très diverses, qui tous possèdent une certaine variabilité. L'individu est actuellement considéré comme une « chimère », une mosaïque de génotypes en interaction qui contribuent à réaliser un « phénotype étendu », infiniment plus complexe que ce qu'on a longtemps considéré comme le fruit des seuls gènes portés par l'ADN des chromosomes. Il est clair que toutes les plantes et tous les animaux sont des organismes qui ont été génétiquement façonnés et modifiés au cours de l'Evolution, et qui continuent de l'être. Des OGM, en quelque sorte (cf. ci-dessus), mais dont l'édification et le tri des plus aptes se sont étalés sur quelques centaines de milliers ou millions d'années. Les sources de la diversité génétique des organismes sont donc multiples : différentes formes de mutations, acquisition de gènes ou même de génotypes d'origine externe.

(1) Les virus sont-ils des êtres vivants ? la question est débattue : par certains traits, oui, par d'autres, non. Ce qui est sûr, c'est que nombre de nos gènes sont d'origine virale. Quant à leur origine, elle est débattue : ils auraient pu apparaître avant les vraies cellules, en même temps qu'elles ou après elles.

<http://www.matierevolution.org/spip.php?article5006>

<http://www.linternaute.com/science/biologie/dossiers/06/0602-virus/3.shtml>

Enfin la reproduction sexuée, chez les organismes qui en sont pourvus, multiplie à l'infini les variations génétiques entre individus. Pour résumer : chaque adulte possède deux exemplaires de chaque gène, mais chacun des gamètes qu'il produit n'en reçoit qu'un, l'un ou l'autre indifféremment (une chance sur deux). La fécondation, union d'un gamète mâle et d'un gamète femelle, va reconstituer un génome complet en associant un demi-génome du père et un demi-génome de la mère. L'individu qui en résulte possède certains gènes de son père et lui ressemble, certains gènes de sa mère et lui ressemble, mais il n'est identique ni à l'un ni à l'autre : il possède un génotype nouveau et unique. En tenant compte du nombre de gènes et de la diversité de chaque gène, les lois de probabilité permettent de calculer que le nombre de combinaisons génétiques théoriquement possibles chez l'homme, donc d'individus génétiquement différents, dépasse le nombre d'atomes présents dans notre galaxie... Les outils de la biologie moléculaire moderne, qui lisent la molécule d'ADN, permettent de discriminer tous ces génotypes individuels et d'établir les liens de filiation avec une très grande sûreté. Le génotype de chacun d'entre nous est ainsi une véritable carte d'identité, inviolable, infalsifiable, présente dans chacune de nos cellules, et qui peut être lue à partir d'échantillons minimes : un fragment de cheveu, une trace de salive, quelques spermatozoïdes...

Evolution de la biodiversité génétique : les populations et leur polymorphisme

Chaque individu possède à sa naissance un génotype qui lui est propre, qui n'évoluera pas, et qui disparaîtra à sa mort. Donc pas d'évolution génétique possible au niveau de l'individu. C'est au niveau de la population qu'une évolution devient possible : cet ensemble d'individus de la même espèce, qui vivent et se reproduisent ensemble, possède un « capital génétique » commun, somme des génotypes individuels tous différents. Cette variabilité des génotypes individuels au sein d'une population est ce qu'on appelle son polymorphisme génétique. C'est là que peut se produire une évolution génétique, basée sur la transmission des caractéristiques individuelles de génération en génération, et sur de possibles changements dans leurs fréquences relatives.

Pour que les variations génétiques se maintiennent, il faut qu'elles soient transmises et que les descendants qui les héritent soient non seulement fertiles, mais aussi « compétitifs » par rapport aux autres. C'est le principe darwinien de la sélection naturelle. Il ne s'agit pas forcément d'un affrontement direct (« la lutte pour la vie ») : ce qui fait la différence, c'est le taux de reproduction de chaque

catégorie d'individus. Ce taux de reproduction inclut de nombreux caractères : viabilité et longévité, fécondité, résistance à diverses attaques, etc. Schématiquement, trois situations peuvent se présenter. Premier cas : la variation est « sélectivement neutre » et n'a aucun effet sur le taux net de reproduction : les porteurs se reproduisent exactement comme les non porteurs, la variation se maintiendra indéfiniment, en conservant sa fréquence initiale. Deuxième cas : les porteurs de la variation se reproduisent moins que les autres : la variation est contre-sélectionnée et va disparaître progressivement. Troisième situation : la variation améliore le taux de reproduction : les porteurs vont augmenter en fréquence, envahir la population aux dépens des non-porteurs qui à terme pourront même disparaître. Ces mécanismes sélectifs réduisent la fréquence des génotypes les moins favorables, améliorent ce qu'on appelle la valeur sélective moyenne de la population (schématiquement : la valeur reproductive moyenne des individus qui la composent) et lui permettent de s'adapter à son milieu et à ses éventuels changements. Notons toutefois que l'élimination sélective de ces « mauvais gènes » n'est jamais totale, et qu'ils peuvent persister à des fréquences très faibles mais non négligeables.

Hélas, les choses ne sont pas aussi simples !!! La valeur reproductive d'une catégorie génétique d'individus n'est pas une caractéristique intrinsèque, mais c'est une valeur relative qui dépend des autres catégories et du milieu où ils vivent. Deux exemples vont nous le faire comprendre. En premier lieu, le dicton « au pays des aveugles les borgnes sont rois » dit bien qu'une même catégorie d'individus - les borgnes - est désavantagée parmi les voyants, mais avantagée parmi les aveugles. En second lieu, l'importance du milieu est démontrée par l'exemple de la résistance des bactéries aux antibiotiques, due à des mutations survenues sur des gènes très précis. En l'absence d'antibiotiques, ces bactéries résistantes se multiplient moins vite que les autres et disparaissent progressivement : la population bactérienne reste sensible aux antibiotiques. En présence d'antibiotiques la situation est inversée : les bactéries résistantes se multiplient plus ou plus vite que les autres, envahissent la population et les bactéries sensibles disparaissent : la population bactérienne est devenue résistante. Compte tenu de la vitesse de prolifération des bactéries, le processus est rapide et dans le cas de bactéries pathogènes infectant un organisme humain, cela se fait en quelques jours.

Donc retenons que ni l'avantage qu'une modification génétique apporte à son porteur, ni son éventuel désavantage ne sont définitivement acquis ni géographiquement uniformes : ils sont entièrement dépendants du contexte local. Ses effets vont être différents d'une zone

géographique ou climatique à une autre. En outre, ils peuvent être localement remis en cause, voire inversés, si le milieu se modifie, ou encore si les déplacements migratoires du porteur le font changer de milieu. Enfin l'irruption de nouveaux variants, résultant soit de nouvelles mutations, soit de l'arrivée de migrants de génotypes différents, modifie les valeurs relatives des différents génotypes et peut entraîner un bouleversement de la situation.

Il apparaît ainsi que la diversité génétique, si son apparition est à peu près aléatoire, est fortement canalisée par la sélection naturelle qui trie sans relâche les génotypes les mieux adaptés aux conditions de vie locales.

Cependant ce mécanisme directionnel peut être contrecarré par un autre facteur, qui intervient de manière aveugle et dont les effets sont imprévisibles. Il s'agit des fluctuations d'effectifs. Quelques exemples vont montrer son importance (Fig. 2A). Imaginons une vaste population, riche d'une grande diversité de génotypes individuels, brutalement décimée par une catastrophe (inondation, incendie, séisme, choc climatique exceptionnel ou autre) qui détruit un grand nombre d'individus de manière complètement aléatoire. Une fois la tragédie passée, les rares survivants pourront reconstituer en quelques générations une nouvelle population, mais à partir de leurs seuls gènes. Or la survie de ce petit effectif de fondateurs n'a préservé qu'un nombre limité de gènes, et la plus grande partie de la variabilité génétique de la population initiale est perdue, et avec elle son « histoire génétique ». La destruction ayant frappé à l'aveugle, la nouvelle population a même pu perdre de « bons gènes » et retenir de « mauvais gènes ». Le jeu des mutations va progressivement reconstituer une variabilité génétique, mais sur des bases nouvelles. Bien entendu, le phénomène est d'autant plus marqué que l'effectif des survivants est plus réduit. C'est la « Dérive Génétique ».

Le même processus intervient lorsqu'un petit nombre d'individus quitte sa population d'origine et fonde une nouvelle population. Tous leurs descendants, quel

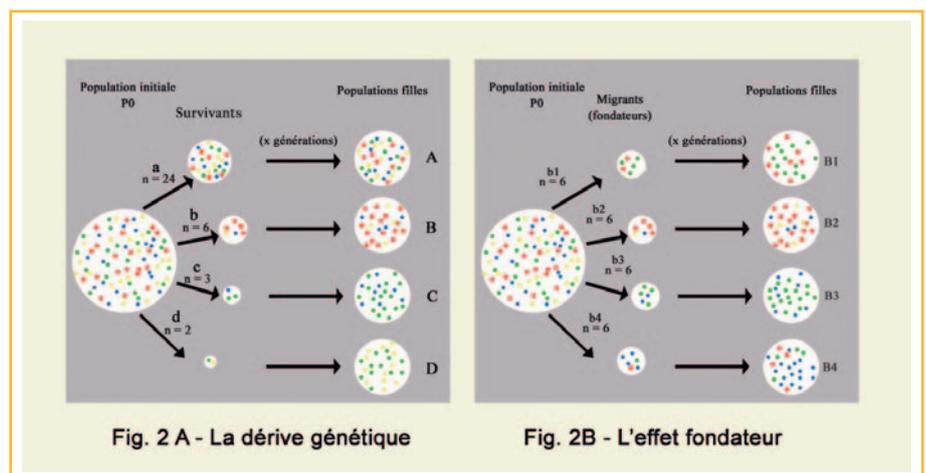
que soit leur effectif après plusieurs générations, ont hérité les gènes de ces quelques fondateurs, et constituent donc un ensemble nouveau, avec une faible diversité génétique initiale. C'est « l'effet fondateur » qui, par un processus aléatoire, réduit la diversité génétique à l'intérieur des populations nouvellement fondées, mais accroît les différences entre elles (Fig. 2B). De nouvelles mutations ou l'arrivée de migrants pourront ultérieurement la restaurer mais là encore sur des bases tout-à-fait nouvelles.

Si ces phénomènes migratoires se répètent, le processus se répète lui aussi et entraîne une différenciation génétique croissante entre les populations nouvellement fondées. Chez de très nombreuses espèces on trouve ainsi des groupes géographiques qui se différencient sur la base de variations génétiques plus ou moins marquées. De plus, la colonisation de nouveaux habitats expose les individus à de nouvelles conditions de milieu (climat, ressources, etc.) et la sélection naturelle, qui renforce l'adaptation aux conditions locales, agit dans des directions différentes et accentue encore la différenciation jusqu'à faire émerger des races ou variétés géographiques, bien documentées dans le monde végétal. Ces variations entre populations subsistent tant que leurs échanges génétiques sont interrompus, mais s'effacent très rapidement lorsqu'ils reprennent. C'est probablement ce qui est arrivé à *Homo sapiens* lorsque, il y a quelque 50 000 ans, il a quitté son hypothétique berceau africain pour coloniser le reste du Monde. De multiples groupes ont pu s'isoler, émigrer, survivre localement aux glaciations et se différencier progressivement sur la base de caractères morphologiques, biochimiques, immunologiques, etc. La reprise des échanges génétiques, due à des rencontres fortuites ou à la fin des glaciations, a permis l'atténuation progressive de ces différenciations, processus qui depuis l'âge du bronze n'a cessé de s'accélérer.

<https://derivegenetique.wixsite.com/bi-blog>

Fig. 2 : La dérive génétique (2A) : une réduction d'effectif, survenue par exemple à l'occasion d'une catastrophe, entraîne une perte aléatoire de diversité génétique d'autant plus forte que l'effectif est plus réduit.

L'effet fondateur (2B) : Les populations filles, chacune fondée par un groupe d'effectif réduit, ont chacune une variabilité génétique diminuée mais sont toutes différentes les unes des autres.



La diversité d'origine non génétique (« épigénétique »)

Les gènes jouent un rôle majeur dans la construction et le fonctionnement des organismes, et dans la transmission de leurs caractères à leurs descendants. Ils sont à la fois la partition et le chef d'orchestre qui fixent les règles de la grande symphonie du vivant. Mais ils ne font pas tout. Avant que la musique parvienne à notre oreille, interviennent d'autres acteurs : les exécutants, les instruments, l'acoustique de la salle, etc. De même, « l'expression des gènes », c'est à dire la manière dont leurs instructions se traduisent concrètement, dépend à divers degrés de nombreux facteurs externes. A la variabilité génétique des organismes se superpose une variabilité d'origine environnementale, fruit des conditions particulières dans lesquelles se développe et évolue chaque individu. On sait bien que deux plantes de même génotype (issues par exemple de bouturage ou de multiplication *in vitro*) pourront avoir des aspects très différents selon le sol, le climat, l'éclairage, etc. De même la productivité d'une plante ou d'un animal génétiquement sélectionné ou modifié dépend des ressources dont il dispose. Les comportements des animaux, vertébrés et invertébrés, sont largement modifiés par leur expérience, apprentissage,

conditionnement, etc. Un génotype donné pourra donc conduire à toute une gamme d'individus différents : c'est la « plasticité phénotypique » dont on reconnaît depuis peu l'extrême importance. L'étendue de cette gamme de variations phénotypiques permise par un même génotype est appelée sa norme de réaction. Elle pourra être étroite ou au contraire très large, selon que l'organisme en question est très exigeant ou peu exigeant vis-à-vis des conditions extérieures, et selon son aptitude à s'adapter à leurs variations.

Pour conclure, la diversité des organismes vivants repose sur deux composantes. La première est d'origine génétique et se transmet à la descendance. Elle a pour origine des mécanismes aveugles, mais son état actuel est le fruit d'interactions complexes entre de multiples processus, directionnels ou aléatoires. La biodiversité génétique au sein d'une espèce est donc le reflet de l'histoire de chaque population, et son état actuel n'est qu'une étape dans son évolution. La seconde composante de la diversité biologique est la plasticité phénotypique induite par les facteurs extérieurs. Elle exprime la réponse de chaque individu aux facteurs du milieu extérieur et n'est pas transmise directement à la descendance. Toutefois, l'amplitude de la gamme de réponses possibles est elle-même contrôlée par le génotype de chaque individu...

ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ

Naissance des espèces

L'espèce peut être considérée comme un ensemble d'individus capables de se croiser entre eux et de produire une descendance fertile, mais incapables de se croiser avec les individus d'une autre espèce : les génotypes des deux groupes sont non compatibles (Note 2). A noter toutefois que l'important n'est pas seulement la proportion de gènes qui les différencient (nous avons 98% de gènes en commun avec les chimpanzés), mais aussi la nature, le rôle des gènes concernés, et peut-être aussi leurs positions respectives. D'après ce qui précède, on a compris que toutes les variations qui apparaissent dans les génomes à peu près au hasard évoluent au fil des générations et peuvent s'accumuler selon une dynamique complexe. Toutefois, les croisements qui se produisent au sein d'une même

espèce interdisent que ces variations atteignent un seuil au-delà duquel la compatibilité des génomes serait perdue. Comment peut apparaître une différenciation suffisante pour rompre cette compatibilité et conduire à l'émergence d'espèces distinctes ?

Les mécanismes de ce phénomène de spéciation sont encore mal connus, et probablement multiples. Certains spécialistes évoquent l'accumulation de petites variations génétiques. D'autres pensent plutôt à des processus massifs et brutaux, provoquant une véritable révolution dans les génomes. Dans une hypothèse comme dans l'autre, le facteur décisif est l'isolement de populations initialement interfécondes, qui interrompt les croisements qui maintenaient leur cohésion. Quels facteurs peuvent expliquer cette interruption ? Ce peut être

(2) Pour les organismes dépourvus de reproduction sexuée, la notion d'espèce est plus floue puisque ce critère d'interfertilité n'existe pas. On a alors des « clones » juxtaposés, auxquels on donne le nom d'espèces lorsque leurs caractéristiques morphologiques physiologiques ou écologiques les différencient clairement. C'est le cas par exemple pour les bactéries « cultivables » (voir la Lettre de la FPV N° 24, déc. 2011). Les critères actuels prennent en compte l'analyse de la diversité moléculaire.

un obstacle physique : une barrière géographique (rivière, océan, montagne, glacier...) qui vient fragmenter l'aire de répartition et subdiviser la population en isolats qui n'ont plus d'échanges. Ce peut être l'éloignement : au fur et à mesure que les déplacements migratoires éloignent les populations les unes des autres, la distance devient trop grande pour que des inter-croisements restent possibles et elles divergent génétiquement (cf. ci-dessus). Ce peut être une barrière comportementale : des groupes d'individus vivant ensemble adoptent des ressources ou des micro-habitats différents et cette spécialisation les isole progressivement. Ce peut être aussi un mécanisme génétique : deux groupes ont des habitats un peu différents mais chevauchants. Ils sont interfertiles, mais les hybrides qui apparaissent sont affaiblis et produisent peu de descendants. Les individus qui entreprennent de se croiser avec ceux de la population voisine ont une descendance réduite, et la sélection naturelle se charge de les éliminer progressivement. Tous ces mécanismes ne sont pas hypothétiques, on en connaît des exemples concrets dans le monde végétal comme dans le monde animal.

Ces processus de spéciation sont apparus dès l'émergence de la vie, ils n'ont jamais cessé et sont actuellement

en cours. Mais contrairement aux différenciations génétiques intra-spécifiques qui peuvent apparaître en quelques générations et que nous pouvons observer, les processus de spéciation sont extrêmement lents et on considère qu'en général, ils peuvent nécessiter plusieurs centaines de milliers d'années, durée qu'il faut rapprocher de quelque 100 000 à 200 000 ans d'existence de notre propre espèce !

Compte tenu des mécanismes en cause, qui font souvent intervenir des facteurs d'ordre climatique ou géomorphologique, on comprend que la vitesse du processus n'est pas constante, et peut varier fortement d'un groupe à l'autre. C'est ainsi qu'il existe des espèces actuelles qu'on a longtemps appelées à tort « fossiles vivants », aussi bien animales (coelacanthe, nautille, etc.) que végétales (Ginkgo, Welwitschia, etc.), parce que leurs ressemblances morphologiques avec les fossiles d'espèces très anciennes (au moins une centaine de millions d'années pour le coelacanthe), disparues depuis longtemps, ont pu faire croire qu'elles n'avaient pas évolué (Figures 3A et 3B). Mais les études récentes ont montré que ces ressemblances morphologiques



Fig. 3A : Le Coelacanthe (*Latimeria chalumnae*).

Ce poisson très primitif, découvert en 1938 dans l'Océan Indien, est le survivant d'une famille qu'on croyait éteinte depuis le Crétacé (ère Secondaire, environ 100 Millions d'années).



Fig. 3B : *Welwitschia mirabilis*. Cette plante extraordinaire, endémique des déserts de Namibie et d'Angola (quelques milliers d'individus) est une sorte d'intermédiaire entre les Gymnospermes (type conifères) et les Angiospermes (plantes à fleurs) actuelles. L'espèce est une survivante du Jurassique (ère Secondaire, environ 150 millions d'années), contemporaine donc des Dinosaures. (Photo : M. Boulétreau)

peuvent simplement traduire des adaptations similaires à un milieu comparable, et n'ont rien à voir avec la proximité anatomique ou génétique. Même si leur morphologie a peu changé, ces espèces n'ont pas cessé d'évoluer. L'évolution ne s'interrompt pas, et l'espèce n'est pas une entité figée.

L'arbre généalogique du vivant (Fig. 4)

L'étude des filiations entre espèces s'est longtemps appuyée sur leur ressemblance morphologique, avec l'hypothèse que plus grande est la différence entre deux espèces, plus ancienne est leur « divergence », c'est à dire leur différenciation à partir d'une même espèce ancestrale. Ainsi ont été construits des « arbres phylogéniques », véritables arbres généalogiques de l'Évolution, souvent très buissonnants, qui laissent une large place aux fossiles lorsqu'ils sont disponibles, c'est à dire dans quelques groupes seulement. Les méthodes et les concepts récents de la biologie moléculaire, aidés par les progrès de l'informatique et des capacités de calcul, ont révolutionné cette « systématique descriptive », et fait naître la « systématique ou phylogénie moléculaire ». Cette fois-ci les ressemblances/dissembances entre espèces sont quantifiées par la comparaison de certaines séquences bien précises de leurs acides nucléiques : plus le nombre de différences qui se sont accumulées entre ces séquences est élevé, plus la divergence de ces espèces est ancienne. Bien plus, sous certaines hypothèses relatives au processus de réplication des acides nucléiques, il est possible de dater approximativement cette divergence. Ainsi sont construits des « arbres phylogénétiques » du vivant associés à des chronologies, qui confirment nombre des analyses et hypothèses antérieures, mais remettent en cause certaines autres longtemps assumées comme des certitudes.

<http://lifemap-otol.univ-lyon1.fr/>

http://researchers.lille.inria.fr/~sblanqua/publications/Douzery2009-LivPhy_InP.pdf

http://www.svt.ac-aix-marseille.fr/ancien_site/expoconf/genetiques/phylmol.pdf

Extinction des espèces

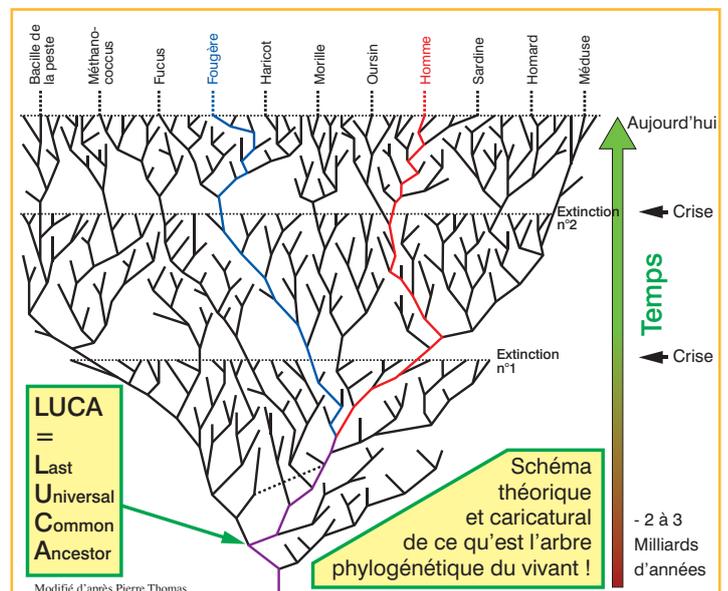
Parallèlement aux processus de spéciation qui donnent naissance en continu à de nouvelles espèces, des processus d'extinction en font sans cesse disparaître. Ce concept d'extinction a été avancé par le naturaliste français Georges Cuvier (1769-1832) qui avait remarqué que

certaines ossements fossiles n'appartenaient à aucune espèce vivante connue. Longtemps choquante et discutée, cette notion est maintenant clairement établie. Comment une espèce animale ou végétale peut-elle disparaître de la planète ? Les mécanismes sont complexes et multiples et ne sont pas très différents de ceux qui font évoluer les génotypes, mais ils se produisent à des échelles de temps très différentes. Il y a tout d'abord des processus qui relèvent de la sélection naturelle agissant cette fois-ci entre espèces au sein même des écosystèmes. Toutes ces espèces sont en interaction, et directement ou non la vie de chacune d'elles dépend de l'activité des autres. Les espèces peuvent entrer en compétition : toute augmentation de la consommation des ressources, par l'une d'elles ou suite à l'irruption d'une nouvelle espèce, réduira les autres à la famine. Qu'apparaisse dans une communauté une espèce migrante hautement compétitive (invasive), et toute la communauté sera bouleversée entraînant l'élimination locale de certaines espèces, peut-être même leur disparition. Des relations de prédation, de parasitisme, de symbiose rendent des espèces totalement interdépendantes pour leur nutrition ou leur reproduction. Que la proie se raréfie ou disparaisse, et le prédateur (ou le chasseur, ou le pêcheur) devra évoluer ou disparaître. Que le parasite soit trop pathogène, et son hôte disparaîtra, condamnant en retour le parasite à évoluer ou à disparaître.

Par ailleurs les conditions de vie sur la planète ont fortement évolué au cours des millions et milliards d'années écoulés : perturbations climatiques démesurées, locales ou générales ; fragmentation des espaces continentaux et/ou marins. Des groupes d'espèces initialement rassem-

Fig 4 : L'arbre phylogénétique du vivant (schéma très simplifié). Remarquer les nombreux groupes qui se sont éteints à l'occasion de chacune des crises.

<http://geologie.mnhn.fr/biodiversite-crisis/page3.htm>



blés se sont trouvés séparés, ont été soumis à des environnements très contrastés, ou même ont pu voir leur habitat détruit. Beaucoup n'ont pas pu s'adapter et ont dû évoluer ou disparaître. Qu'on pense par exemple aux gigantesques gisements d'hydrocarbures qu'on trouve dans les sous-sols de tous les continents et de nombre d'océans. Ils tirent leur origine d'exubérantes forêts qui pour la plupart vivaient sur ces terres au Carbonifère, sous un climat tropical. Tous ces végétaux, dont on retrouve les fossiles, ont disparu suite probablement à des bouleversements climatiques. On pourrait citer d'innombrables exemples d'espèces disparues suite à des changements climatiques (les plus récents étant probablement les mammoths, rhinocéros laineux et autres gros mammifères que nos lointains ancêtres ont côtoyés en Périgord).

D'autres causes sont liées à des facteurs endogènes : par exemple des réductions drastiques d'effectif, brutales ou progressives, entraînent des pertes de variabilité génétique (cf. Fig. 2), associées mécaniquement à une consanguinité croissante, qui peuvent conduire à l'extinction, locale ou générale. C'est la « spirale de l'extinction ».

Tous ces mécanismes entraînent un taux d'extinction « normal » des espèces, voire de certains groupes d'espèces, à un rythme très lent et non uniforme (quelques dizaines à quelques centaines d'espèces par an, selon les données paléontologiques). On considère que la « durée normale de vie » d'une espèce serait comprise entre 1 et 10 millions d'années. Ces extinctions sont compensées par l'apparition de nouvelles espèces à un rythme également très lent et non uniforme, si bien que tout en évoluant constamment, la biodiversité globale serait quantitativement conservée, avec des phases d'expansion ou de contraction selon que l'un ou l'autre des processus, spéciation ou extinction, l'emporte temporairement.

Les crises

Outre ces processus « normaux », la biosphère a connu plusieurs crises au cours des temps géologiques, révélées par la paléontologie, qui ont entraîné l'extinction d'un grand nombre d'espèces. On reconnaît 5 crises majeures échelonnées depuis l'ère primaire (Phanérozoïque : - 540 millions d'années), période qui livre les premiers fossiles. Ce qui s'est passé au cours des 3 à 4 milliards d'années qui ont précédé, où pourtant la vie existait,

n'est pas connu faute de traces fossiles. Ces crises correspondent à des périodes d'extinction définitive, massive et planétaire d'espèces ou de groupes d'espèces. La plus importante est celle dite du Permo-Trias (-250 millions d'années, à la limite des ères Primaire et Secondaire), qui a vu disparaître 96% des espèces alors toutes marines. La plus récente, la plus populaire mais la moins importante de ces « crises majeures » est celle du Crétacé (ère Secondaire), qui fait disparaître vers -65 millions d'années 75% des espèces, parmi lesquelles de grands groupes : les ammonites, les reptiles marins, une bonne partie des dinosaures (tous les herbivores et les grands carnivores), mais n'affecte gravement ni les mammifères de l'époque, ni les insectes ni les plantes à fleurs (Angiospermes).

Les causes de ces crises sont en partie hypothétiques. On les attribue à la conjonction de phénomènes d'importance planétaire. Certains sont progressifs : changements climatiques globaux, avec épisodes glaciaires et post-glaciaires liés aux fluctuations de l'orbite terrestre, à la dérive des continents, au CO₂ et méthane atmosphériques (déjà !) ; fluctuations du niveau des mers (plusieurs centaines de mètres). La chute de météorites, bien documentée pour plusieurs de ces crises, est évidemment un événement instantané aux conséquences régionales catastrophiques, mais dont les conséquences sur le climat ont pu être durables et planétaires (Note 3). Enfin des épisodes volcaniques majeurs comme les coulées basaltiques survenues lors de la grande crise Permo-Trias au centre de la Chine ou en Sibérie actuelles (2 à 3 millions de km² recouverts sous 3700 m d'épaisseur en 1 million d'années), ont pu entraîner par leurs effets directs et indirects une élévation de 10°C de la température des continents et des océans, avec bien entendu des conséquences dramatiques sur l'ensemble de la biosphère.

Les conséquences immédiates de ces crises sont claires : d'innombrables espèces, peut-être même la majorité des espèces alors vivantes, disparaissent définitivement. De ce point de vue ces crises sont bien des « catastrophes ». Mais si l'on raisonne sur le très long terme, il en va tout autrement. En effet, l'extinction d'espèces ou de groupes d'espèces florissantes, qui dominaient les écosystèmes d'alors, a permis l'essor d'autres espèces ou groupes plus rares, ou plus modestes, restés jusque-là confidentiels, peut-être confinés dans des milieux ou des « niches » qui ont pu les protéger. A partir de ces survivants, l'Evolution a repris son cours dans une

(3) La fameuse météorite géante qui serait responsable de l'extinction des dinosaures, peut-être avec l'aide d'un volcanisme intense, devait mesurer environ 10 km, soit moins de 1 millième du diamètre de la Terre (12 000 km). Si l'on représente notre planète par un globe de 1 m de diamètre, ce caillou ne mesure que 0,8 mm ! Comment ce grain de sable a-t-il pu pareillement perturber l'atmosphère et le climat ? Il faut comprendre que l'atmosphère, avec son épaisseur totale de 800 km, entourerait notre globe miniature d'une couche de 6,5 cm seulement et que la couche inférieure que nous respirons, la troposphère, ne fait que 10 km d'épaisseur soit sur notre globe une mince pellicule de 0,8 mm. C'est dire l'extrême fragilité de cette pellicule gazeuse dont dépend toute vie terrestre !

direction nouvelle, faisant émerger une biodiversité inédite (Fig. 4). L'exemple le plus frappant est évidemment l'extinction des dinosaures, qui a permis l'essor des mammifères actuels à partir de petites espèces qui leur ont survécu, et à qui nous devons notre propre existence !

Qu'on ne s'y trompe pas : ces crises sont brèves, par définition, mais ceci à l'échelle des temps géologiques, c'est-à-dire que chacune d'elles s'est étalée sur 1 à 2 millions d'années (un à deux milliers de millénaires !).

<https://eos.org/articles/huge-global-tsunami-followed-dinosaur-killing-asteroid-impact>,

ÉTAT ACTUEL ET AVENIR DE LA BIODIVERSITÉ

Combien d'espèce actuellement sur la Terre ?

(Fig. 5A, B, C)

<http://edu.mnhn.fr/mod/page/view.php?id=1630>

Le nombre d'espèces vivant actuellement est le résultat de tous ces processus, créateurs ou destructeurs d'espèces, qui sont intervenus au cours des centaines de millions d'années écoulées. Environ 1 800 000 espèces actuelles ont été décrites, mais combien sont-elles au total ? (Mora *et al.*, 2011) Leur nombre réel est inconnu mais les ordres de grandeur font à peu près consensus. A partir de divers arguments indirects, les chercheurs ont proposé récemment quelques chiffres. Pour les plantes : 225 000 décrites, estimation totale : 315 000. Pour les animaux : 1 130 000 espèces décrites, 10 000 000 estimées. On voit que le règne animal est encore très largement inconnu. Cette méconnaissance concerne au premier chef les plus petites espèces, notamment les insectes qui constituent à eux seuls au moins 60% des espèces animales décrites, et dont le score augmente sans cesse

puisque c'est parmi eux qu'on découvre chaque jour le plus grand nombre d'espèces jusqu'alors inconnues.

La richesse actuelle de notre planète en espèces vivantes, de l'ordre probable de la dizaine ou douzaine de millions, n'est qu'une photographie instantanée (à peine un flash !) d'un processus continu et on estime que le nombre des espèces actuelles ne dépasse pas 0,1% à 1% du nombre total d'espèces ayant vécu. Autrement dit, plus de 99% des espèces ayant peuplé la terre ont disparu. Certaines de ces espèces éteintes ont donné naissance à des « lignées évolutives » et aux espèces actuelles en conservant le même plan général d'organisation. C'est le cas de certains groupes de mollusques : ammonites, nombreux bivalves (huîtres, moules, etc.), d'arthropodes (crustacés, araignées, insectes...), de vertébrés (poissons, reptiles, mammifères, etc.) et dans le monde végétal, de fougères, de conifères, etc. D'autres groupes d'espèces ont totalement disparu. Des schistes du Cambrien (ère primaire) vieux de 522 millions d'années, trouvés au Canada (Burgess) et en Chine (Maotianshan) livrent de nombreux fossiles dont certains ne ressemblent à aucun organisme actuel, qui n'ont pas leur place dans la classification, et pour lesquels il a fallu créer des classes ou des familles particulières.

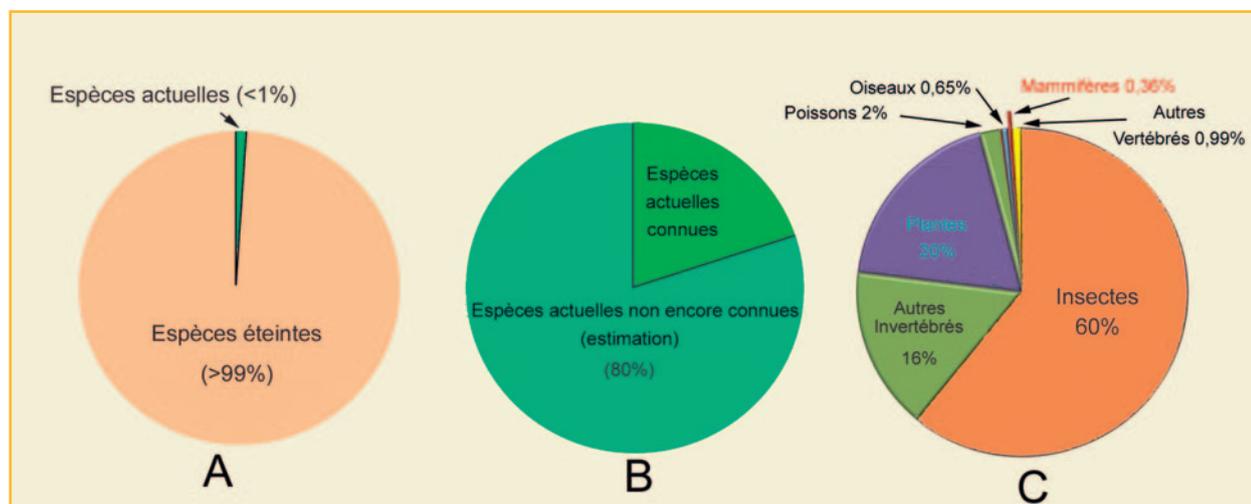


Fig. 5 : La biodiversité (niveau des espèces) en quelques chiffres. **A :** Les espèces vivant actuellement représentent moins de 1% de toutes les espèces ayant vécu sur Terre. **B :** 80% des espèces actuelles restent à découvrir ! **C :** Répartition des espèces actuellement décrites. Noter que les insectes représentent au moins 60% des espèces connues.

Devenir probable de la biodiversité

Tous les mécanismes évoqués ci-dessus, qui ont forgé la biodiversité actuelle au cours de milliards d'années, sont encore d'actualité : les populations évoluent, la sélection améliore constamment leurs adaptations, elles se diversifient, des espèces apparaissent, d'autres disparaissent ou vont disparaître soit « naturellement » soit à l'occasion de crises majeures qui se produiront un jour ou l'autre, les peuplements et leur composition sont en remaniement perpétuel, etc. L'évolution de la Biodiversité est un processus continu que rien ne pourra menacer ni arrêter aussi longtemps que durera la vie sur Terre. Pourquoi donc les inquiétudes actuelles ?

C'est le rôle de l'Homme, notre propre espèce, qui pose problème par ses activités. Seule espèce à avoir colonisé la quasi-totalité des terres émergées, son action s'exerce non seulement sur son environnement local par exploitation des ressources, élimination des compétiteurs, perturbation des paysages, etc., mais aussi et indirectement sur les climats de la planète et sur l'ensemble des milieux que pourtant il n'habite pas : milieux aqueux océaniques et continentaux, calottes glaciaires, hauts massifs montagneux, et même atmosphère. C'est le « changement global ». Il ne semble pas qu'aucune autre espèce ait réussi jusqu'ici ce tour de force, qui menace d'une proche extinction environ 1 Million d'espèces. Voir sur ce sujet le très alarmant rapport (2019) de l'IPBS (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) : <https://www.ipbes.net> Comment expliquer cette performance ?

La place de l'homme dans la biosphère

Au plan strictement quantitatif, l'espèce humaine est insignifiante à l'échelle de la planète. Ce n'est qu'une espèce parmi 10 millions. C'est une espèce très récente (200 000 à 300 000 ans vs 2 à 3 Mds de vie organisée). (Note 4). Ses effectifs sont modestes : 0,00005 individus par m² de terres émergées certes très inégalement répartis, contre 100 à 1000 pour les vers de terre.

Au plan qualitatif, l'espèce ne présente aucune singularité physique particulière mais ce qui fait la différence, c'est bien sûr son intelligence, couplée à sa socialité et son

aptitude à transmettre ses connaissances aussi bien horizontalement (aux congénères) que verticalement (aux descendants). Au fil des générations se sont ainsi développées la maîtrise de l'énergie, la maîtrise des ressources, la maîtrise des matériaux, la maîtrise de l'espace, et un ensemble de connaissances et de technologies qui s'accumulent, évoluent de plus en plus vite.

Vers une « crise anthropique » ?

Les conséquences de nos activités sur la biodiversité qui nous entoure sont perceptibles et nul ne peut plus les nier. Ces effets défavorables sont richement documentés et abondamment commentés. L'« érosion de la biodiversité » d'origine anthropique est incontestable et d'autant plus préoccupante qu'elle est inégalement répartie et que la pression démographique ne fait que croître. N'ayons pas trop d'illusions : les mesures qui pourraient être envisagées risquent bien de n'être que de faibles palliatifs.

Comme il a été dit, l'Homme n'est qu'un nouveau venu sur la planète Terre, aux effectifs « modestes », et dont la masse cumulée est insignifiante à l'échelle planétaire (Note 4). Or il est avéré que ses activités, restées confidentielles pendant quelques dizaines ou centaines de milliers d'années, ont pris depuis quelques millénaires une importance significative, et depuis moins d'un siècle exercent une telle pression sur l'ensemble de la biosphère qu'on s'interroge sur la suite de cette exponentielle. Comment expliquer ce paradoxe ?

La colonisation de la planète

Notre espèce est présente sur tous les continents, sous toutes les latitudes. Il n'y a pas d'autre exemple, dans l'histoire connue de la vie, d'une espèce unique ayant colonisé la totalité de la surface des continents. Cette colonisation s'est faite à une vitesse « élevée » (plusieurs dizaines de milliers d'années quand même), sans changement génétique majeur, à partir d'un foyer principal hypothétique que la plupart des données paléontologiques et génétiques situent dans l'Est Africain.

Ce ne sont évidemment pas les aptitudes anatomiques ou physiologiques de ce « singe nu » qui ont permis son expansion mondiale, mais son aptitude à développer des outils capables non seulement de compenser ses faiblesses intrinsèques, mais aussi d'acquérir une

(4) Echelle des temps et des biomasses : Si on rapporte l'âge de la terre à la durée moyenne d'un CD musical (60mn), la vie sur terre apparaît vers la 15^e minute, le genre *Homo* à la dernière seconde et notre espèce *Homo sapiens* au dernier 1/10^e de seconde. La biomasse totale actuelle de notre espèce est d'environ 350 millions de tonnes (comme celle des fourmis), soit un cube de 700 m d'arête pesant 135 fois la pyramide de Kheops mais qui, sur une carte routière type Michelin au 1/200 000^e, serait représenté par un carré de 3,5 mm de côté.

compétitivité très élevée, de modifier son milieu, d'en détourner les ressources à son propre avantage. C'est en créant ces outils qu'il a pu et peut actuellement vivre sous des climats totalement inhospitaliers. Si son impact est planétaire malgré sa biomasse insignifiante, ce n'est pas le fruit de sa propre énergie, mais c'est par la mise en œuvre rationnelle de sources d'énergie qui lui sont extérieures. Tout ceci pérennisé par son aptitude à transmettre les connaissances acquises à ses congénères et, de génération en génération, à sa descendance : intelligence, socialité et éducation sont les secrets de sa performance.

Quelles perspectives pour demain et après-demain

En guise de conclusion, essayons de raisonner froidement (malgré l'échauffement climatique ?) sur la place de l'homme dans la biosphère et sur les conséquences de ses activités actuelles.

Il y a deux manières d'aborder la question selon l'échelle de temps choisie : le biologiste retiendra l'échelle des temps de l'Évolution ; l'écologiste, le sociologue, l'économiste, le gestionnaire se situeront à une échelle de temps humaine.

A l'échelle de l'Évolution

Biologiquement parlant, l'homme est une espèce banale parmi plus de dix millions d'autres qui vivent actuellement. Nous l'avons vu, son statut de « nuisibilité environnementale extrême » est le seul fruit de son intelligence et de sa socialité, qui ont permis à la fois la colonisation et l'exploitation massive de la planète, sa supériorité compétitive vis-à-vis des concurrents, une bonne protection contre ses prédateurs et pathogènes.

Ces aptitudes particulières expliquent que son impact sur les autres espèces ne se limite pas à un prélèvement et une contestation directs et locaux, mais s'étend indirectement à l'ensemble de la biosphère (continentale et océanique).

Comme toutes les autres, l'espèce est vouée à l'extinction. Cette extinction sera causée à la fois par l'épuisement de ressources inégalement réparties, avec son cortège prévisible de luttes pour leur possession, et par les limites ou la perte de sa fragile capacité actuelle à maîtriser ses prédateurs et pathogènes (Note 5). Cette extinction pourra être soit progressive, et de nouvelles espèces pourront alors se différencier à partir d'isolats survivants (Note 6), soit brutale et alors entraîner l'extinction définitive de la lignée du genre *Homo* dont elle est la seule survivante.

Contrairement aux normes habituelles, cette espèce n'atteindra probablement pas la longévité de 1 à 10 millions d'années : elle sera victime de ses propres impacts sur la biosphère.

Ses activités actuelles amorcent-elles une nouvelle crise majeure de biodiversité (l'« anthropocrise »)? Ce serait alors la première crise ayant pour origine un dérèglement de la biosphère elle-même et qui, si elle arrivait à son « terme », aurait eu la vitesse d'un éclair : rappelons-nous que l'élévation de 10°C lors de la grande crise Permien/Trias s'est étalée sur plusieurs millions d'années (milliers de millénaires !). À comparer à l'élévation actuelle de l'ordre de 2°C par siècle ! Cependant ce scénario d'une crise anthropique « majeure » de l'importance des précédentes paraît peu probable puisque ses causes cesseront *ipso facto*, et très rapidement, avec l'extinction partielle ou totale de l'espèce qui en est responsable. Cette extinction somme toute banale n'aura aucune incidence significative, ni sur l'évolution de la planète Terre en tant qu'objet céleste, ni sur la biodiversité quantitative de la planète qui reprendra rapidement sa dynamique (Note 7), même si des effets qualitatifs sont à prévoir. Tout cela

(5) Depuis que ces lignes ont été écrites est survenue la pandémie au « COVID-19 ». Démonstration tragique et spectaculaire de la fragilité de notre civilisation, dont nous n'avons pas réellement conscience. Imagine-t-on les conséquences d'une pandémie comparable mais dont l'agent infectieux serait très hautement pathogène ???

(6) Une extinction partielle devrait logiquement préserver les populations capables d'échapper aux causes mêmes de l'extinction, c'est à dire des populations isolées, exploitant raisonnablement leurs ressources, et moins exposées à la dégradation de leur environnement. Retour au berceau africain ?? Cependant la mondialisation des dégâts anthropiques, couplée au pillage organisé de l'ensemble des ressources, peut laisser craindre qu'au contraire ces populations soient les premières à disparaître, et que l'éventuelle évolution de l'espèce soit permise par des survivants issus des populations les plus « nuisibles » ...

(7) La catastrophe de Tchernobyl (1986) a conduit à éliminer toute présence humaine sur un territoire de 4 200 km². Trente ans après, les populations de grands mammifères (élan, cerfs, chevreuils, sangliers) ont retrouvé des effectifs équivalents à ceux des réserves naturelles voisines non contaminées, très supérieurs à ce qu'ils étaient localement avant l'accident. Les effectifs de loups sont même 7 fois plus élevés. Malgré les effets de l'irradiation chronique sur les individus exposés (30 ans, soit plusieurs générations), l'accident a donc permis l'émergence locale d'une riche communauté, exploitant d'abondantes ressources végétales. Cette dramatique expérience démontre « que les effets des activités humaines sur la biodiversité (chasse, exploitation forestière, agriculture), sont bien pires que ceux de la radioactivité » (Deryabina et al., 2015). On peut même s'interroger sur les effets à long terme des multiples mutations induites par l'irradiation sur les espèces concernées : seront-ils tous négatifs ? En tout état de cause, l'élimination locale de l'Homme a permis une restauration quasi instantanée de la biodiversité. C'est donc bien lui qui sera la première victime de ses propres activités, et non la biodiversité...

laisse penser que cette « crise » ne durera pas, et qu'à l'échelle des temps de l'Evolution elle sera à peine visible, vu sa brièveté. Seule persistera peut-être une minuscule empreinte stratigraphique des activités humaines, ce qui justifie le concept d' « Anthropocène » qui propose la création d'une période géologique qui en témoignerait. Mais quels géologues pourraient détecter ces traces dans quelques millions d'années ?

A l'échelle humaine : les défis...

Changement complet !! A l'échelle de ces temps très courts (quelques siècles ou quelques millénaires), et sauf événement planétaire d'origine non anthropique, les risques d'extinction de l'espèce paraissent faibles. Par contre, si l'écosystème global qui a autorisé le succès de l'espèce continue à se dégrader à la vitesse actuelle, l'impact sera dramatique et même suicidaire sur les générations concernées. L'enjeu est donc de tenter de freiner cette évolution dans l'intérêt et pour la survie des générations futures. Intellectuellement, le défi paraît possible : *Homo sapiens* est remarquablement adapté (dans certaines limites physiques, du moins) et (en principe) sage. Mais la partie animale ou subconsciente de son psychisme contient également une « volonté de puissance » ou de « croissance » qui peut lui être fatale !

La voie est étroite. Tenter de « préserver la nature » en excluant l'homme de la nature est une utopie, et qui plus est un non-sens puisque l'espèce humaine fait partie de la nature. L'objectif est de préserver d'un côté ce qui reste des écosystèmes naturels et ce qui reste de naturel dans les écosystèmes anthropisés, et d'un autre côté les intérêts de l'espèce humaine. A noter que nous adoptons là une attitude totalement anthropocentrée : l'égoïsme d'une autre espèce animée de la même ambition « environnementaliste » la conduirait à des conclusions bien différentes !

Le défi n'est pas de « sauver la planète » ni de « sauver la biodiversité », qui ni l'une ni l'autre ne sont en péril et survivront au bref passage de l'homme. Il s'agit de préserver, ou tenter de préserver, **l'état actuel** de la planète et **l'état actuel** de la biodiversité, qui eux sont en grand danger pour ne pas dire en péril mortel. La nuance est de taille ! Le sauvetage que nous appelons tous de nos vœux n'est pas celui de la biodiversité en elle-même, ni celui de la planète, mais bien celui de l'Homme !

Une stratégie raisonnable serait de développer en priorité l'analyse, la compréhension, et peut-être la modélisation de la biodiversité.

La simple description de la biodiversité est un immense chantier qui s'organise au plan international

(voir le site de l'International Institute for Species Exploration <http://www.esf.edu/species/mission.htm>), mais que nous ne pourrions pas mener à son terme (si terme il peut y avoir !) : on découvre chaque année 15 à 20 000 espèces inconnues (dont 8 à 10 000 insectes) mais d'ores et déjà, on découvre et décrit chaque année moins d'espèces qu'il n'en disparaît. Noter que « décrire » n'est évidemment pas « créer » !

La compréhension du fonctionnement des écosystèmes est très difficile car de multiples approches sont possibles. L'approche thermodynamique a longtemps prévalu (la pyramide trophique), mais les interactions entre individus, espèces, populations sont infiniment plus subtiles, et difficiles à appréhender. Les modèles peuvent être qualitatifs ou quantitatifs, et leurs conclusions peuvent être diamétralement opposées selon l'approche retenue. Par exemple le parasitisme et la prédation se définissent comme des relations inter-individuelles avantageuses pour l'un des partenaires (le parasite ou le prédateur), désavantageuses pour l'autre (l'hôte ou la proie). En revanche, à l'échelon des populations, le parasite ou le prédateur, en contribuant à contrôler et peut-être réguler les effectifs des populations d'hôtes ou de proies, peuvent être un facteur majeur de leur stabilité et de leur pérennité. Ce qui est « mauvais » pour l'individu victime peut être « bon » pour sa population, ce qui peut conduire à des schémas démographiques et génétiques inattendus.

On ne peut pas rester sans réaction devant la situation actuelle et l'évolution imminente et probablement catastrophique de la biodiversité. Les organismes de recherche tentent une stratégie rationnelle visant à mieux connaître ce qu'on veut protéger, mais l'immensité de la tâche est telle que l'évolution des connaissances est moins rapide que l'évolution actuelle de la biodiversité ! Nécessité faisant loi, les approches empiriques se développent parallèlement aux approches scientifiques, avec tous les risques d'erreur que cela comporte. Telle stratégie d'intervention jugée optimale au moment de sa mise en œuvre pourra s'avérer catastrophique à long terme, et seule la progression des connaissances pourra permettre, mais *a posteriori*, d'en comprendre les causes et peut-être d'éviter de nouvelles erreurs. (Lebreton, 1998)

Même si un parfait consensus scientifique se dégagait quant aux diagnostics et aux remèdes, l'importance des enjeux et la diversité des intérêts sont tels qu'il faudra bien faire des choix, et ce sont les politiques, les décideurs qui auront à les assumer en fonction de leurs propres critères dont la convergence au niveau mondial est pour le moment une utopie. Ceci qu'on le veuille ou non, qu'on le regrette ou non. Mais c'est une autre histoire...

Documents consultés

Devant le nombre immense de références bibliographiques qui pourraient être citées sur ce sujet, nous avons préféré donner dans le texte quelques sites qui permettront au lecteur d'approfondir certaines questions, et ne citer que quelques articles très spécialisés.

Remerciements

Nous remercions chaleureusement tous les collègues et amis dont les commentaires et suggestions nous ont permis d'améliorer ce texte. Une mention particulière à MM Jean Andriot, Yves Carton, Henri Décamps, Philippe Lebreton et Philippe Normand dont les remarques nous ont été particulièrement utiles.

Bibliographie

Deryabina, T.G., Kuchmel, S.V. *et al.*, 2015. Long-term census data reveal abundant wildlife populations at Chernobyl. *Current Biology*, 25, 811-826.

Lebreton, Ph., 1998. Biodiversité et écologie : quelques réflexions théoriques et pratiques. *Bull. mens. Soc. Linn. Lyon*, 67 : 86-94

Lovejoy, T.E., (1980), Foreword, p. v-ix in M. E. Soulé et B. A. Wilcox (coord.) *Conservation biology : an evolutionary-ecological perspectives*, Sinauer, Sunderland, Massachusetts.

Miller, S.L., 1953. A production of amino acids under possible primitive earth conditions. *Science* 117: 528-529.

Mora, C., Tittensor D.P., Adl S., Simpson A.G.B., Worm B., 2011. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biol* 9(8): e1001127. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>

Oro, J., 1961. Mechanism of synthesis of adenin from hydrogen cyanid under possible primitive earth conditions. *Nature* 191 : 1193-1194.

Patel, B.H. *et al.*, 2015. Common origins of RNA, protein and lipid precursors in a cyanosulfidic protometabolism. *Nature Chemistry*, 7, 301-307.

Un regard sur l'avifaune du domaine de Praillebard

Philippe Lebreton, Benoît Castanier[†], Timothée Beroud, Jean-Philippe Rabatel

Fondation Pierre Vérots

261, chemin de Praillebard

01390 Saint Jean de Thurigneux

contact@fondation-pierre-verots.fr

Résumé

Une analyse est présentée du statut actuel de l'avifaune du domaine de Praillebard de la Fondation Pierre Vérots (FPV), doublée d'un travail analogue concernant le reste de la Dombes, de 1985 à 2019, et se concluant par un essai d'interprétation des différences constatées.

C'est dans la partie sud-ouest de l'ancienne ceinture boisée de la Dombes qu'est situé le domaine de Praillebard, propriété de Pierre Vérots, industriel lyonnais l'ayant dévolue à la protection, l'étude scientifique et l'éducation naturalistes. L'espace couvre aujourd'hui 356 ha, dont 172 en boisements, 126 en terres, prairies et divers ; les étangs occupent 56 ha dont trois « en chaîne » : Riquet (5 ha), Boufflers (28 ha), tous deux enclos, et Praillebard (22 ha, recréé en 2000) ; Page (3,2 ha) est à l'écart. Une large partie des boisements (100 ha en clôture) est en « libre évolution » et les intrants agricoles sont quasiment inexistantes. Une chasse modérée a persisté jusqu'à la fin de 1979, cinq ans avant la création officielle de la Fondation (et sa reconnaissance d'Utilité Publique, en 1984). De nombreux suivis et études ont été depuis réalisés par le personnel permanent (trois personnes), des universitaires de Lyon, des prestataires de service et des bénévoles naturalistes. Les oiseaux ont bénéficié d'une particulière attention, les données disponibles autorisant ainsi cette étude.

Compte-tenu de la disparité des surfaces comparées, il n'est pas étonnant que la biodiversité (appréciée par le nombre d'espèces aviennes) de la FPV soit relativement faible, avec un total de **201** espèces, dont **127** Non-Passereaux (63%) et **73** Passereaux (37%). Pour les Non-Passereaux, le nombre de nicheurs s'établit à **47** (31 réguliers + 16 occasionnels), soit 37%. Pour les Passereaux, il s'agit de **46** (25 réguliers + 21 occasionnels), soit 63%, près du double ; au total, 93 nicheurs, soit près de la moitié de l'avifaune de Praillebard. Les familles les plus notables sont les Anatidés, les Rapaces diurnes et les Sylviidés (terrestres + aquatiques).

Dans le reste de la Dombes (surtout dans la zone centrale dite « Dombes des étangs », ses villes et villages et son bocage), les scores obtenus sont sans surprise plus élevés, avec un total de **267** espèces, dont **181** Non-Passereaux (68%) et **86** Passereaux (32%). Par rapport à la FPV, la petite différence provient pour moitié d'un surcroît de Limicoles (*sensu lato*) migrateurs : 43 espèces *versus* 22, et de Laridés : 19 espèces *versus* 7. Pour les Non-Passereaux de la Dombes, le nombre de nicheurs s'établit à **73** (42 réguliers + 31 occasionnels), soit 40%, peu différent de la FPV (37%). Pour les Passereaux, il s'agit de **57** (30 réguliers + 27 occasionnels), soit 66%, très peu différent de la FPV également (63%). Au total, les deux avifaunes ont donc des structures générales homologues, constat rassurant, même s'il occulte quelques compensations internes de second ordre. Il convient néanmoins de justifier des différences comme celles des Limicoles migrateurs de la Dombes ou celle du Nyroca nicheur de la FPV.

Pour conclure, on peut s'étonner de ce que l'avifaune de la FPV ne diffère pas fondamentalement de celle du plateau de Dombes, mais constater aussi qu'elle abrite au moins deux espèces symboliques peu connues de celui-ci : le Fuligule nyroca et le Hibou Grand-Duc, tous deux nicheurs. Ceci est probablement dû **au calme du site et de ses environs**.

CONTEXTE ÉCOLOGIQUE ET MÉTHODOLOGIE

Le domaine de Praillebard couvre 356 ha, dont 172 en boisements, 126 en terres, prairies et divers : les étangs (56 ha) sont au nombre de quatre, dont trois « en chaîne », en tête de bassin de la Chalaronne : Riquet (5 ha), Boufflers (28 ha), tous deux enclos, et Praillebard (22 ha, recréé en 2000) ; l'étang Page (3,2 ha) est à l'écart, plus au nord-ouest. Une large partie des boisements (100 ha en clôture) est en « libre évolution » ; les intrants agricoles sont quasiment inexistantes. Les tout derniers canards ont été tirés le 2 décembre 1979, trois années avant la création officielle de la Fondation, puis sa reconnaissance d'Utilité Publique en 1984. La faune y est intégralement protégée, sous réserve des régulations de certaines espèces dites « à problèmes » (Sanglier, Rat musqué, Ragondin ; Grand cormoran, Corneille noire). Une harde de Daims constituée dans la partie clôturée, dès les années 1960, a connu une forte croissance (450 individus au milieu de la décennie 1990), avec un impact écologique très élevé dû au surpâturage.

Le peuplement ligneux est une Chênaie pédonculée accompagnée des Bouleau verruqueux, Tremble, Charme et Merisier, avec traitement en taillis sous futaie. D'un point de vue physiologique, la strate herbacée et la partie inférieure de la strate buissonnante broutée jusqu'à 1,5 m de hauteur étaient devenues quasi absentes dans l'enclos surpâturé. A partir de 1986, deux phénomènes interviennent, l'un spontané : l'échauffement climatique (de 10°C, la température passe à 12,5°C), l'autre anthropique (l'élimination progressive des Daims et l'ouverture des enclos, d'où une « convergence » des boisements). De notables modifications en ont résulté dans la composition de l'avifaune, à prendre en considération dans l'établissement des statuts et la discussion des bilans avifaunistiques. En 1985 et 1986, les premières études ornithologiques ont été engagées, par comparaison des

oiseaux nicheurs hors et en enclos. Par la suite ou simultanément, d'autres études ont été conduites, soit en toutes saisons par le personnel permanent (deux personnes) et des visiteurs occasionnels (en priorité l'avifaune aquatique), soit par des prestataires de service : Vincent Gaget (qui a amplifié et généralisé annuellement le suivi des oiseaux forestiers) et Maurice Benmergui (pour l'avifaune des interfaces terre / eau). L'étude des peuplements végétaux, aquatiques (un suivi), ou terrestres (une récente description physiologique et une analyse phytosociologique) a complété notre connaissance de « l'écosystème Praillebard ».

Toutes les espèces observées ont été *a priori* prises en compte, même biogéographiquement étrangères à l'Europe, provenant d'Amérique du Nord (Fuligule à bec cerclé par exemple) ou d'Asie (Canard mandarin, Chine, comme son nom l'indique) ; si certaines observations correspondent bien à des individus « sauvages », la plupart sont des échappés de volières privées ou de parcs animaliers. Le phénomène (également observé en hiver sur le Léman) ne concerne pas moins de 8 espèces, dont 7 Anatidés. **Au regard de la liste volumineuse présentée en Annexe 1**, on se limitera ici **1.** à une description globale des espèces et groupes fondamentaux. **2.** à la mention d'espèces emblématiques en raison de leur originalité ou de leur rareté. Ici, une remarque : si la caractérisation comme nicheur est souvent visuellement directe pour bien des espèces (nids ou poussins) chez les Non-Passe-reaux, elle est loin de l'être objectivement pour les Passereaux ; même les espèces les plus communes, comme le Pinson des arbres, ne fournissent que rarement de preuves comme la découverte d'un nid et / ou d'une ponte, ou le nourrissage de jeunes, conduisant à décider « à dire d'expert » à partir du chant, et de dates et milieux d'observation conformes aux connaissances

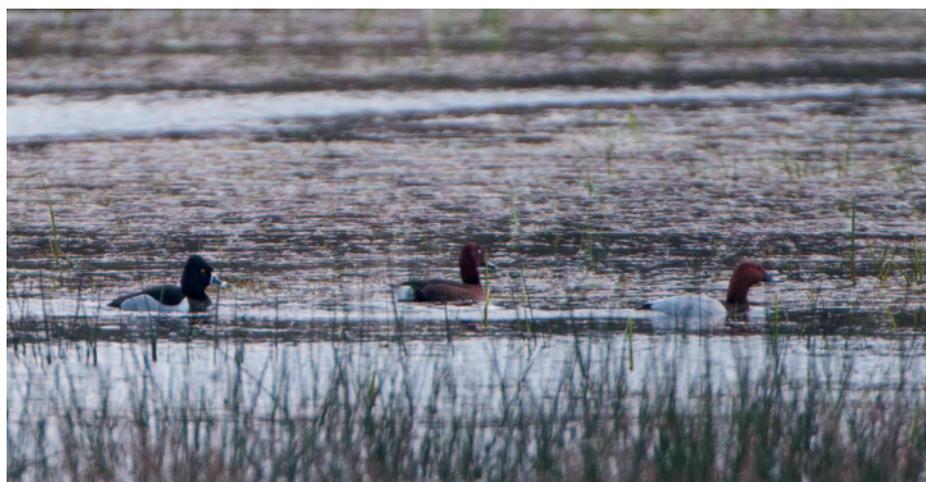


Photo 1 : Observation (très rare de 3 mâles de fuligule (de gauche à droite : Fuligule à bec cerclé (*Aythya collaris*), nyroca (*A. nyroca*) et milouin (*A. ferina*)) sur l'étang Riquet en avril 2015. (Photo : M. Benmergui)

générales sur la biologie des espèces en cause. Précisons que notre délimitation de la Dombes exclut ses « côtières », notamment celle, méridionale, surplombant la commune de Saint-Maurice de Beynost dans le vallon du Merloux.

Conformément à la systématique avienne, une distinction a été faite entre Passereaux (oiseaux dits « chanteurs »), des Alouettes aux Bruants, et Non-Passereaux, ensemble plus hétérogène de plus grosses espèces, des Ansériformes (Cygnes, Oies, Canards) aux Piciformes (les Pics), en passant par les Charadriiformes

(Laridés et Limicoles = Laro-Limicoles) ou les Falconiformes (les Rapaces diurnes). Les nicheurs sont à partager entre espèces « majeures » et « mineures », en d'autres termes régulières ou occasionnelles. Comparaison sera faite avec l'ensemble de la Dombes en se référant notamment à l'ouvrage publié en commun en 2007 par la Fondation Pierre Vérots (« FPV ») et l'Académie de la Dombes, à celui de sur l'avifaune des villes et villages paru en 2012, ainsi qu'à l'ouvrage de Maurice Benmergui paru à la fin de 2011. Enfin, quelques compléments tout récents ont pu être intégrés, provenant ou non de la FPV.

L'AVIFAUNE DE LA FONDATION PIERRE VÉROTS

Considérée de 1985 à 2019, soit sur les 35 dernières années, la liste des espèces s'est enrichie tout au long des quatre saisons, jusqu'à atteindre **201 espèces**, indigènes ou non, migratrices ou hivernantes, dont **127 Non-Passereaux** (63%) et **73 Passereaux** (37%). Ceci étant dit, il s'agit de valeurs cumulatives donc maximales, dans la mesure où, sur un tel laps de temps, années après années, certaines espèces ont disparu (comme le Pipit des arbres) tandis que d'autres sont apparues (comme le Pic noir). En ce qui concerne la nidification, les nicheurs réguliers et occasionnels sont au nombre de 31 et de 16 chez les Non-Passereaux, 25 et 21 chez les Passereaux ; au total, **47** chez les Non-Passereaux et **46** chez les Passereaux, d'où un total général de **93 nicheurs**, près de la moitié de l'avifaune du domaine.

Les oiseaux d'eau, nicheurs, migrants et / ou hivernants, sont évidemment dominants, qualitativement et quantitativement, bien qu'avec de récentes tendances à la baisse, pour raisons générales (nidification en Europe nord-orientale) ou locales (vidange de Boufflers, régime pluvial). Les Anatidés constituent à Praillebard la plus importante famille parmi les Non-Passereaux, avec pas moins de 26 espèces, dont 8 nidificatrices régulières et occasionnelles ; 16 espèces se nourrissent « en surface », du Cygne et des Oies aux Canards et Sarcelles, et 8 sont des Plongeurs, de la Nette rousse et les Fuligules jusqu'aux Harles. Six de ces espèces sont d'origine extra-européenne, ramenant le score « naturel » à 20 espèces. Les populations de la plupart de ces oiseaux sont en nette diminution sur la période considérée, mais un Canard a connu un destin exceptionnel, unique en Europe occidentale dans le demi-siècle écoulé : le Fuligule nyroca, Ceci grâce à la FPV où l'espèce a niché de

2003 à 2015, avec pas moins de 16 nichées prouvées, plus une observée ailleurs en Dombes en 2009 (Castanier & Lebreton, 2016). En Europe de l'Ouest, à notre connaissance, deux autres cas seulement ont été mentionnés dans le même laps de temps, l'un en Camargue, l'autre en Suisse romande. Le phénomène peut avoir eu deux causes : un « ensemencement » à partir d'hivernants lémaniques puis dombistes, en augmentation numérique ; une « habitude paysagère », grâce au maintien en eau pendant plusieurs années consécutives de Boufflers, l'étang le mieux protégé du domaine de Praillebard.

Les Grèbes (famille des Podicipidés) comptent trois espèces nicheuses, de la plus petite, le Castagneux, à la plus grosse, le Grèbe huppé, en passant par la plus originale, le Grèbe à cou noir ; deux autres sont exceptionnelles, en mauvaise saison, le Grèbe jougris et le Grèbe esclavon. Les Phasianidés sont très hétérogènes : le seul vraiment reproducteur (phénomène mineur par rapport aux lâchers cynégétiques voisins) est le Faisan de Colchide ; la Caille (jamais commune en Dombes) n'a été entendue qu'en migration ; malgré des lâchers périphériques, la Perdrix grise (seule indigène notable) et la Perdrix rouge (étrangère à la Dombes) ne nichent pas à la FPV. Le Cormoran hiverne à Praillebard, comme ailleurs, ici effarouché autant que possible, d'autant que l'échauffement climatique expose de plus en plus les poissons, jadis à l'abri sous la glace. La famille des Ardéidés, bien connus des ornithologues et moins appréciés par les pisciculteurs, est riche de 11 espèces, Cigognes incluses. Ne nichent que le Blongios nain et le Héron pourpré, encore est-ce en petit nombre, et pas régulièrement ; le Héron cendré et le Bihoreau gris sont exceptionnels ; toutes les autres espèces ont été notées hors nidification, y compris le Héron garde-bœufs et la



Photo 2 : Femelle d'Autour des palombes (*Accipiter gentilis*) capturée accidentellement au sein du parc clôturé, puis relâchée, en août 2018. (Photo : T. Beroud/FPV)

Cigogne noire. Si l'Ibis chauve observé une fois était un échappé de captivité, l'Ibis falcinelle et la Spatule blanche, rares, étaient bien sauvages, et appréciés d'autant !

A coup sûr, le plus beau fleuron avifaunistique de la FPV est le groupe des Rapaces diurnes qui comptent ici 17 espèces et 10 genres, tous européens et sauvages. Bien que ces oiseaux exigent tous un large territoire, sinon de reproduction, du moins de chasse, la moitié sont des nicheurs au moins potentiels, la preuve formelle étant très difficile à apporter, compte tenu du couvert végétal et de la discrétion des individus : Bondrée apivore, Milan noir, Circaète Jean-le-Blanc (?), Busard des roseaux, Autour des palombes, Epervier d'Europe, Buse variable, Faucon crécerelle, Faucon hobereau : les autres espèces correspondent à des hivernants (Pygargue à queue blanche, Busard Saint-Martin, Faucon émerillon), à des migrants de printemps (Balbuzard pêcheur) ou d'automne (Milan royal), ou à des occasionnels (Faucon pèlerin, Aigle botté, Aigle de Bonelli).

Viennent ensuite de « petites familles », comme les Rallidés, dont la banale Foulque et la superbe Poule sultane, espèce d'Afrique du Nord ayant progressivement conquis l'Espagne puis atteint la Camargue. Le grand groupe des Limicoles (Bécasseaux, Bécassines, Chevaliers, etc.) figure ici pour 22 espèces, dont 2 ou 3 seulement nichent régulièrement à Praillebard, mais en nombre très réduit : l'Echasse blanche et le Vanneau huppé, voire le Petit Gravelot. Les autres espèces (19) sont toutes des migratrices, de printemps ou d'automne, rarement des hivernantes, comme le Courlis cendré et la Bécasse des bois, plus terrestre il est vrai. Adjoints désormais aux « petits échassiers » qui viennent d'être examinés, les Laridés (7 espèces : Mouettes, Guifettes, Goélands) ne sont

que faiblement présents, pour deux raisons : l'encassement des étangs du domaine de Praillebard dans un contexte forestier ; l'éloignement de la « plaque centrale » des étangs dombistes, plus aptes (jadis) au nourrissage (vers de terre, insectes volants) de ces espèces, nidificatrices ou en migration. Les goélands ne sont que de passage, et si Boufflers a connu de petites colonies de Mouette rieuse et de Guifette moustac, il n'en est plus de même aujourd'hui.

Rien de bien particulier à propos des Columbides (Pigeons et Tourterelles) mais plus sur les Rapaces nocturnes, avec la remarquable présence récemment constatée d'un couple nicheur de Grand-Duc dans la partie enclose de la forêt, même si la reproduction n'a été que deux fois prouvée (pontes dont nous avons ignoré la suite). Bien que cette présence en plaine, et loin de tout relief rocheux, soit désormais connue ailleurs, elle mérite d'être citée dans la mesure où elle témoigne des possibilités d'accueil local d'une espèce discrète et farouche. L'élimination de toute présence humaine n'est pourtant pas totale ici, ne serait-ce que pour le gardiennage et pour la conduite d'études, surtout en belle saison. Si l'Engoulevent est un nicheur (rare) possible, la Huppe ne l'est plus et le Guêpier d'Europe n'est que de passage, en groupes repérés par leurs cris collectifs caractéristiques ; ces oiseaux méridionaux proviennent très probablement des colonies du Val de Saône. Les Picidés (en fait, le Torcol plus 6 espèces de Pics proprement dits) sont bien représentés, et connaissent une évolution générale dans notre région : le Pic cendré n'est plus qu'un lointain souvenir, remplacé (si l'on peut dire, car leurs niches écologiques sont différentes) par le Pic noir depuis le début du présent siècle.

A partir de là, traitons des Passereaux, qui comptent 73 espèces ; 44 sont reproductrices, à quasi parité entre régulières et occasionnelles. L'Alouette « des champs » n'est évidemment pas très favorisée à Praillebard, à peine plus que l'Hirondelle de fenêtre (dite aussi « urbaine »), avec un seul bâtiment, bas de surcroît, à coloniser ! La famille des Motacillidés (Pipits et Bergeronnettes, avec 5 espèces), est écologiquement hétérogène ; seule la Bergeronnette grise, anthropophile, niche régulièrement ici ; la Bergeronnette printanière peut trouver son biotope sur la grève des étangs, mais elle est devenue chez nous plutôt migratrice. Quant aux Pipits, ils restent rares, soit en belle saison (le Pipit des arbres, dans les boisements aérés), soit en migration pré-hivernale (le Pipit farlouse). Seul représentant de sa famille, le Troglodyte est par contre un nicheur abondant dans la strate herbacée forestière, où il hiverne généralement, à ses risques et périls parfois. Seul témoin lui aussi de sa petite famille (les Prunellidés), l'Accenteur mouchet n'est qu'un nicheur (occasionnel forestier), surnommé « traîne-buisson », tout un programme.

Ici entrent en lice deux importantes familles à forte proportion de nicheurs : les Turdidés et les Sylviidés (11 et 16 espèces respectivement). Les Turdidés nichent majoritairement en milieu boisé, soit au cœur des forêts (le Rouge-gorge, le Merle noir, les Grives draine et musicienne), soit dans des taillis (le Rossignol), soit en lisières (le Tarier pâtre) ou dans les habitations (le Rougequeue noir) ; au total, 8 nicheurs. Les Sylviidés, très ubiquistes, sont soit terrestres, soit aquatiques ; la première catégorie est forestière à buissonnante (4 Fauvettes, 3 Pouillots et un Hypolaïs, avec 6 nicheurs), la seconde est en position de lisière ou en massifs palustres (la Bouscarle a été entendue mais la Cisticole des joncs est un postulant plus crédible au statut de nicheur occasionnel), avec 2 Locustelles, le Phragmite des joncs, 3 Rousserolles, et 6 nicheurs au total. Le groupe des Mésanges *sensu lato* rassemble 6 espèces ;

5 d'entre elles sont (ou ont été) nicheuses : la Mésange à longue queue, les Mésanges des saules et nonnette, les Mésanges bleue et charbonnière, cavernicoles arborées ; la Mésange noire est migratrice, voire hivernante, avec des effectifs variables selon les années. Sittelle torchepot et Crimpereau des jardins, sans être apparentés, sont des grimpeurs et nicheurs arboricoles assez présents.

Le Lorient (dans les frondaisons) et la Pie-Grièche écorcheur (dans les haies) ne sont pas très comparables, à cela près que leurs effectifs sont en régression certaine. Les Corvidés (auxquels on peut annexer l'Etourneau) comptent 6 (+1) espèces, dont 3 nichent assez communément (Geai, Pie et Corneille noire ; Etourneau) et 2 hivernent en troupes ou dortoirs plus ou moins importants ou en compagnie. Tout récemment, une paire (un couple ?) de Corneille mantelée a été piégée, puis relâchée en tant qu'espèce protégée. Les deux Moineaux, domestique et friquet, nichaient jadis communément ; le second a disparu (un constat hélas symptomatique) et le premier risque de connaître sous peu le même sort, dans la mesure où les bâtiments de Praillebard sont désormais privés de toute présence humaine à caractère rural.

On terminera avec deux familles fondamentalement granivores (hors nidification, évidemment). Chez les Fringillidés, 3 espèces sont nidificatrices (Pinson des arbres, Chardonneret, Grosbec, le premier nettement plus abondant que les 2 autres) et 4 pourraient l'être très marginalement (Serin cini, Verdier, Linotte, Bouvreuil). Deux sont à coup sûr hivernantes (Pinson du Nord, Tarin des aulnes) ; au total, 9 espèces. Chez les Embérizidés, 2 espèces sont nicheuses, le Bruant jaune (dans les haies) et le Bruant des roseaux (dans les phragmitaies ou jonchaies) et 2 autres, le Bruant zizi et le Bruant ortolan (pourtant thermophiles) ne le sont pas, ou plus.



Photo 3 : Corneille mantelée (*Corvus cornix*) capturée parmi des Corneilles noires (*Corvus corone*) au sein du parc clôturé, puis relâchée, en mai 2019. (Photo : T. Beroud/FPV)

UNE COMPARAISON ENTRE LE DOMAINE DE PRAILLEBARD ET LE RESTE DE LA DOMBES

Comparer une zone de moins de 4 km² à une autre couvrant près de 1000 km² est déjà une gageure, compliquée en outre par des calendriers distincts, allant du milieu de la décennie 1980 à aujourd'hui dans le premier cas, du début du XX^e siècle à 2007 dans le second (Bernard & Lebreton, 2007). Pour harmoniser les données de la FPV et du reste de la Dombes, nous avons donc simplement écarté de la référence précitée les informations antérieures à 1985 puis les avons complétées grâce à l'ouvrage de Maurice Benmergui, qui couvre jusqu'à octobre 2011, en y ajoutant les quelques événements survenus depuis. Sur **267 espèces, 180** (les deux tiers) sont des **Non-Passereaux** contre **87** (un tiers) pour les **Passereaux**. Signalons d'emblée que les différences entre la FPV et le reste de la Dombes tiennent essentiellement à deux phénomènes. **1.** Le surplus de Limicoles non-nicheurs en Dombes par rapport à la FPV (43 *versus* 19, soit 24 supplémentaires), dû en partie à des ornithologues très « pointus » (Bernard, Crouzier, Poumarat *et al.*) dans l'identification des espèces rares. **2.** En milieu urbanisé, une vingtaine d'espèces nichant avec une fréquence supérieure à 10% dans 17 communes du plateau et ne se reproduisant pas comme telles à Praillebard. Par ailleurs, se basant sur les années 1991 à 2006 et sur toute la Dombes, Alain Bernard (*in* Bernard & Lebreton, p. 109) faisait état d'une « Avifaune moderne » à laquelle il attribuait un total de 279 espèces, dont 183 Non-Passereaux et 96 Passereaux.

Fort opportunément, le premier Ordre à prendre en considération est celui des Anseriformes (dont les « Anatidés » *sensu lato*), couvrant des Cygnes aux Erismatures, en passant par les Anatinés (= Canards de surface) et les Fuligulinés (= Canards plongeurs). Trente-trois taxons sont en cause (hybrides exclus), dont 28 « européens » *sensu lato* et 5 exotiques, échappés ou parfois sauvages, comme le Fuligule à bec cerclé, un néarctique. Or la FPV a connu au total pas moins de 26 espèces, en incluant il est vrai les Canards arlequin et mandarin, non cités dans le travail collectif de 2007. Si la plupart des espèces sont en déclin, la Nette rousse est stabilisée et constitue une exception, présentée comme *anatidé s'en tirant le moins mal en Dombes*. En fin de compte, si l'on se réfère aux nicheurs (même rares) européens, les deux scores viennent à 11 espèces à la FPV et à 14 en Dombes, constat plus qu'honorable pour la première.

Par le biais de repeuplements cynégétiques, le Faisan surtout, et les deux Perdrix, parfois nicheuses, sont « en perfusion ». La situation des Grèbes n'est en rien différente à la FPV du reste de la Dombes. Pour le Cormoran (quelques hivernants ont montré des vellétés de nidification en Dombes), quatre petites colonies sont « contrôlées » par l'ONCFS (devenu depuis le 1^{er} janvier 2020 Office Français de la Biodiversité (OFB)). Pour les Ardéidés, la situation biologique leur est plus favorable qu'à la FPV (9 espèces, dont 6 sont des reproductrices régulières et 3 restent plus discrètes : Butor étoilé, Crabier chevelu et Grande aigrette, cette dernière aussi abondante en hivernage que le Héron cendré. La Cigogne blanche a choisi le Parc des Oiseaux de Villars pour y trouver la quiétude, mais quelques couples nichent ailleurs, comme à Saint-André-de-Corcy. La Spatule a connu quelques nicheurs mais le Flamant rose n'a livré que 7 observations d'individus, en automne.

Les Rapaces diurnes ont fourni une liste globale à peine supérieure (22 espèces) à celle de la FPV (17 espèces), mais avec le même nombre de genres (10). Sept espèces sont à considérer comme des nidificatrices régulières (comme à la FPV) et 3 occasionnelles (une est plutôt rare à la FPV, le Faucon hobereau). Le Circaète Jean-le-Blanc est en discussion dans les deux cas, mais des migrateurs exceptionnels, le Faucon kobez et le Faucon d'Éléonore (des méridionaux) n'ont pas été cités à la FPV. Chez les Rallidés, le tableau dombiste est très proche de celui de la FPV, n'y ajoutant que le Râle de genêts (désormais éteint) et permutant la Marouette de Baillon avec la Marouette poussin. C'est avec les Limicoles *sensu latissimo* que le fossé se creuse entre la FPV et le reste de la Dombes, comme explicité ci-dessus mais sans oublier une curiosité : sur l'ensemble de ce groupe, qui compte 43 espèces au total en Dombes, seulement 3 sont nidificatrices : le Vanneau, l'Echasse et le Petit Gravelot, à la FPV comme dans le reste de la Dombes ! Il n'en est pas de même avec les Laridés, avec 19 espèces (4 nidificatrices) en Dombes *versus* 7 (2 nidificatrices) seulement à la FPV. La différence ne provient pas tant des nicheurs que des hivernants et migrateurs ; à signaler en outre le cas de la Mouette mélanocéphale dont de multiples indices de reproduction ont été obtenus hors FPV en Dombes, bien que sans preuves concrètes de réussite.

Malgré la nidification « régulière » du Grand-Duc à la FPV, les Rapaces nocturnes y sont moins bien représentés que dans le reste de la Dombes, qui lui ajoute le Hibou petit-Duc, le Hibou des marais et la Chouette de Tengmalm, tous très rares il est vrai. La comparaison peut s'arrêter là pour les Non-Passereaux avec les Pucidés, dont les listes sont strictement identiques, avec 7 espèces dont 5 nidificatrices dans les deux cas, ce qu'explique de toute évidence le caractère richement boisé de la FPV. Chez les Passereaux, la différence est *a priori* notable, avec **86 espèces en Dombes** contre **73 à la FPV**, mais elle s'atténue en comparant les non-nicheurs, 31 en Dombes contre 27 à la FPV et devient encore plus faible en exprimant les différences en pourcentages : $57 / 86 = 66\%$ en Dombes *versus* $46 / 73 = 63\%$ à la FPV. Des familles comme les Paridés (= Mésanges au sens strict) ne sont évidemment pas en cause (4 nicheurs sur 5 espèces dans les deux cas), plutôt les Corvidés : 6 espèces nichent en Dombes mais 3 seulement à la FPV, où font défaut la Corneille mantelée, mais surtout le Choucas et le Corbeau freux ; sans doute les boisements de Praillebard sont-ils trop compacts et pas (encore) assez riches en cavités.

Mais il peut être fructueux de traiter de l'avifaune, non pas en termes génétiques et systématiques, mais dans une optique *fonctionnelle*, celle de « guildes » (**Note 1**), comme les Grimpeurs cavernicoles ou corticoles (6 Pics + 5 Mésanges *stricto sensu* + Sittelle + Grimpereau) ; celle-ci compte en effet en Dombes et à la FPV, non seulement le même nombre d'espèces (13) et de nicheurs (11), mais presque le même nombre de nicheurs réguliers ou occasionnels, à une inversion près chez ces derniers. A l'instant, peu de différences apparaissent donc chez les Passereaux entre Dombes et FPV, bien moins en tout cas que chez les Non-Passereaux, qui portent ainsi la plus grande responsabilité dans la ségrégation constatée. Nous ne disposons malheureusement pas d'informations provenant de trois autres espaces protégés en Dombes : la Réserve zoologique et botanique adjointe au Parc des Oiseaux de Villars (1964 et ensuite), l'étang du Grand-Birieux (1989, géré par l'ONCFS), l'étang du Chapelier (Versailleux, 1995), mis en réserve grâce à deux mécènes dombistes épaulés par le Conseil régional Rhône-Alpes, puis capté par la Fédération départementale des Chasseurs et pris en charge par la Fondation nationale pour la Protection des Habitats de la Faune sauvage.

Photo 4 : Mâle de Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) veillant sur sa femelle au nid au sein de la forêt du Domaine de Praillebard en avril 2020. (Photo : T. Beroud/FPV)



(1) La Guilde est une notion d'origine médiévale et nordique, peu connue chez nous depuis que la Révolution française a supprimé les corporations de l'Ancien Régime ; il en est de même de Syndic, qui a survécu avec la charge de Syndic d'immeubles et a généré « Syndicat ». Qui n'a pourtant entendu parler du célèbre tableau de Rembrandt (1662) qui représente Le syndic (de la guilde) des drapiers. La guilde traditionnelle est donc l'entité sociale réunissant les divers acteurs d'une même profession. Par analogie, l'écologie contemporaine considère comme guilde le regroupement des espèces ayant en commun un ensemble de traits (habitat, nourriture) les amenant à cohabiter dans la nature, notamment chez les Oiseaux.

Si l'on cherche ici un mot-clé pour qualifier le statut écologique de la FPV, apparemment proche de celui de la Dombes en général (à l'exception des Limicoles, voire de l'avifaune urbaine), c'est à coup sûr celui de **tranquillité** qui vient à l'esprit. Par antinomie, dans l'ouvrage de synthèse sur l'avifaune de la Dombes paru en 2007, les paramètres expliquant le déclin alors ressenti (pp. 145-157 : les bilans) étaient dénoncés, au nombre de trois : l'urbanisation et son corollaire, une densité humaine en forte croissance ; la circulation automobile, conséquence logique du précédent phénomène ; l'agriculture intensive, qui détruit les paysages traditionnels (haies et bocages) et pollue terres et eaux par un excès de pesticides (traitements dits « phytosanitaires ») et d'engrais (dits « fertilisants »), trois fléaux de la Dombes moderne. Or **ces dérangements** sont justement ceux que corrigent ou réduisent les territoires de la FPV, et de son voisinage : le domaine de Vernange géré

par la Fédération Départementale des Chasseurs de l'Ain, le golf du Gouverneur à Monthieux, voire même l'espace clos d'une entreprise de pyrotechnie un peu au nord de la FPV (avec certes des effets pervers pour l'environnement mais de second ordre sur la nature), le tout dans un périmètre d'au moins 12 km².

Toute la sagesse des nations et celle d'écrivains le prouvent : *Pour vivre heureux, vivons cachés. Le monde est une branloire pérenne* (= le monde est une agitation permanente. *Montaigne, 1588*). *Je hais le mouvement qui déplace les lignes* (*Baudelaire, 1857*). Pour en revenir aux oiseaux, le Nyroca et le Grand-Duc, deux joyaux de la FPV, sont évidemment là pour en attester. Une nouvelle génération de Dombistes et une réelle protection de la nature viendront-elles résoudre enfin ce problème patrimonial de fond ?

Références

- Benmergui, M., 2011. Dombes d'Hommes et d'Oiseaux. *Edith & Moi Edit.* (Isère), 192 p.
- Bernard, A. & Lebreton, Ph., 2007. Les Oiseaux de la Dombes une mise à jour. *Revue Dombes*, N°27. Fondation Pierre Vérots et Académie de la Dombes Edit., 172 p.
- Castanier, B., & Lebreton, Ph., 2016. La réapparition du Fuligule nyroca *Aythya nyroca* comme nicheur en Dombes au début du XXI^e siècle. *Alauda*, Vol. 84(4), pp. 281-320.
- Lebreton, Ph., 2012. L'avifaune des villes et villages de Dombes. *Les Cahiers de la Fondation Pierre Vérots*. N°3, 24 p.
- Lebreton, Ph., 2017. La contribution de l'ornithologie romande en Dombes (Ain, France) : l'exemple du Fuligule nyroca *Aythya nyroca*. *Nos Oiseaux*, Vol. 84/4. N°530, pp. 270-275.
- Lebreton, Ph., Bernard, A., & Dupupet, M., 1991. Guide du naturaliste en Dombes. *Delachaux et Niestlé Edit.*, 432 p.
- Lebreton, Ph., Broyer, J., & Choisy, J.-P., 1991. Relations entre activités humaines et faune sauvage en milieu forestier. Impact du surpâturage en chênaie de Dombes. C.R. Entretiens Bourgelat (18-19 octobre 1990), pp. 71-79. *Ecole nation. Vétérin. Lyon Edit.* De même : 1991 - *Bièvre* (CORA), N° 12, pp. 57-68.

Remerciements

A tous les ornithologues de la Dombes, de 1909 à 2019, et plus particulièrement à Joël BROYER et à Maurice BENMERGUI (Station de Birieux de l'ONCFS) ; le premier, spécialiste des Anatidés et de la gestion de leurs étangs est membre du Comité scientifique de la FPV, le second prestataire de la FPV, est un ornithologue et un photographe émérite.

Annexe 1 : Liste de toutes les espèces d'Oiseaux observées au moins une fois

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nicheur	Migrateur	Hivernant	Estivant	Occasionnel	Domestique/échappé/ lâchers cynégétiques
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	X		X			
Oie cendrée	<i>Anser anser</i>	X	X	X			
Bernache nonnette	<i>Branta leucopsis</i>					X	
Ouette d'Egypte	<i>Alopochen aegyptiaca</i>						
Tadome casarca	<i>Tadorna ferruginea</i>						X
Tadome de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>		X				
Canard carolin	<i>Aix sponsa</i>						X
Canard mandarin	<i>Aix galericulata</i>						X
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>		X				
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>	X	X	X			
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>		X	X			
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	X	X	X			
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>		X				
Sarcelle d'été	<i>Anas querquedula</i>		X				
Sarcelle à collier	<i>Calonetta leucophrys</i>						X
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>		X	X			
Nette rousse	<i>Netta rufina</i>	X	X	X			
Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	X	X	X			
Fuligule à bec cerclé	<i>Aythya collaris</i>					X	
Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	X	X	X			
Fuligule morillon	<i>Aythya fuligula</i>	X	X	X			
Fuligule milouinan	<i>Aythya marila</i>		X			X	
Garrot à œil d'or	<i>Bucephala clangula</i>		X				
Harle piette	<i>Mergus albellus</i>		X				
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>					X	
Harle bièvre	<i>Mergus merganser</i>		X				
Perdrix rouge	<i>Alectoris rufa</i>						X
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>						X
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>		X				
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	X		X			
Faisan vénéré	<i>Syrnaticus reevesii</i>					X	
Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	X	X	X			
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	X	X	X			
Grèbe jougris	<i>Podiceps grisegena</i>					X	
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>					X	
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	X	X				
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>		X	X			
Butor étoilé	<i>Botaurus stellaris</i>		X	X			
Blongios nain	<i>Ixobrychus minutus</i>	X	X				
Bihoreau gris	<i>Nycticorax nycticorax</i>		X		X		
Crabier chevelu	<i>Ardeola ralloides</i>		X				
Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>		X		X		
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>		X	X	X		
Grande Aigrette	<i>Casmerodius albus</i>		X	X	X		
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>		X	X	X		
Héron pourpré	<i>Ardea purpurea</i>	X	X				
Cigogne noire	<i>Ciconia nigra</i>		X				
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>		X		X		
Ibis chauve	<i>Geronticus eremita</i>						X
Ibis falcinelle	<i>Plegadis falcinellus</i>		X		X		
Spatule blanche	<i>Platalea leucorodia</i>		X	X	X		
Bondrée apivore	<i>Pernis apivorus</i>	X	X				
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	X	X				
Milan royal	<i>Milvus milvus</i>		X	X			
Pygargue à queue blanche	<i>Haliaeetus albicilla</i>						X
Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>		X		X		
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	X	X				
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>		X	X	X		
Autour des palombes	<i>Accipiter gentilis</i>			X	X		
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	X	X	X			
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	X		X			
Aigle botté	<i>Aquila pennata</i>		X				
Aigle de Bonelli	<i>Aquila fasciata</i>						X
Balbusard pêcheur	<i>Pandion haliaetus</i>		X				
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	X		X			
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>						X
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	X	X				
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>		X	X			
Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	X	X				
Marouette ponctuée	<i>Porzana porzana</i>		X		X		
Marouette poussin	<i>Porzana parva</i>		X		X		
Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	X	X				
Talève sultane	<i>Porphyrio porphyrio</i>						X
Foulque macroule	<i>Fulica atra</i>	X	X	X			
Grue cendrée	<i>Grus grus</i>		X				
Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	X	X				
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>		X				
Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	X	X				
Grand Gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>		X				
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>		X				
Vanneau huppé	<i>Vanellus vanellus</i>	X	X	X			
Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>		X				
Bécasseau minuscule	<i>Calidris minutilla</i>						X
Bécasseau cocorli	<i>Calidris ferruginea</i>		X				
Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>		X				
Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i>		X				
Bécassine sourde	<i>Lymnocyptes minimus</i>		X	X			
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>		X	X			
Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i>		X	X			
Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>		X				
Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>		X				
Chevalier arlequin	<i>Tringa erythropus</i>		X				
Chevalier gambette	<i>Tringa totanus</i>		X				
Chevalier aboyeur	<i>Tringa nebularia</i>		X				
Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>		X				
Chevalier sylvain	<i>Tringa glareola</i>		X				
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>		X				
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	X	X	X			
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>						X
Goéland leucopnée	<i>Larus michahellis</i>		X		X		
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>						
Guifette moustac	<i>Chlidonias hybrida</i>	X	X				

et statut biologique associé sur le domaine de Praillebard

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nicheur	Migrateur	Hivernant	Estivant	Occasionnel	Domestique/échappé/ lâchers cynégétiques
Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>					X	
Guifette leucoptère	<i>Chlidonias leucopterus</i>		X				
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>		X	X			
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	X	X	X			
Pigeon biset domestique	<i>Columba livia domestica</i>			X	X		
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>			X	X		
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	X	X				
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	X	X				
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	X		X			
Grand-duc d'Europe	<i>Bubo bubo</i>	X		X			
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>			X	X		
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	X		X			
Hibou moyen-duc	<i>Asio otus</i>			X			
Martinet noir	<i>Apus apus</i>		X	X			
Martinet à ventre blanc	<i>Apus melba</i>		X				
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	X		X			
Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>		X	X			
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>		X				
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>		X				
Torcol fourmilier	<i>Jynx torquilla</i>		X	X			
Pic cendré	<i>Picus canus</i>			X	X		
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	X		X			
Pic noir	<i>Dryocopus martius</i>	X		X			
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	X		X			
Pic mar	<i>Dendrocopos medius</i>			X	X		
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>			X	X		
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>			X	X		
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>		X				
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	X	X				
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>		X	X			
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>		X				
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>		X				
Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>		X	X			
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>		X				
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	X	X				
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	X		X			
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	X					
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	X		X			
Rossignol philomèle	<i>Luscinia megarhynchos</i>	X	X				
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	X		X			
Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	X	X				
Tarier des prés	<i>Saxicola rubetra</i>		X				
Tarier pâtre	<i>Saxicola rubicola</i>	X	X				
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	X	X				
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>		X				
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	X	X	X			
Grive litorne	<i>Turdus pilaris</i>		X	X			
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	X	X	X			
Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>		X	X			
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	X	X	X			

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nicheur	Migrateur	Hivernant	Estivant	Occasionnel	Domestique/échappé/ lâchers cynégétiques
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>			X	X		
Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	X	X				
Locustelle tachetée	<i>Locustella naevia</i>	X	X				
Locustelle luscinioides	<i>Locustella luscinioides</i>	X	X				
Phragmite des joncs	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	X	X				
Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>	X	X				
Rousserolle effarvatte	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	X	X				
Rousserolle turdoïde	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	X	X				
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglotta</i>	X	X				
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>		X				
Fauvette grisettes	<i>Sylvia communis</i>	X	X				
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	X	X				
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	X	X	X			
Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>		X				
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	X		X			
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>		X				
Roitelet à triple bandeau	<i>Regulus ignicapilla</i>	X		X			
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	X		X			
Mésange nonnette	<i>Poecile palustris</i>	X		X			
Mésange boréale	<i>Poecile montanus</i>	X		X			
Mésange noire	<i>Periparus ater</i>		X	X			
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	X		X			
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	X		X			
Sittelle torchepot	<i>Sitta europaea</i>	X		X			
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	X		X			
Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	X	X				
Pie-grièche écorcheur	<i>Lanius collurio</i>	X	X				
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	X		X			
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	X		X			
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>			X	X		
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>			X	X		
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	X		X			
Corneille mantelée	<i>Corvus cornix</i>					X	
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	X	X	X			
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	X		X			
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	X		X			
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	X	X	X			
Pinson du Nord	<i>Fringilla montifringilla</i>		X	X			
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>		X				
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>			X	X		
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	X	X	X			
Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>		X	X			
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>		X	X			
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>		X	X			
Grosbec casse-noyaux	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>		X	X			
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	X		X			
Bruant zizi	<i>Emberiza cirlus</i>		X				
Bruant ortolan	<i>Emberiza hortulana</i>		X				
Bruant des roseaux	<i>Emberiza schoeniclus</i>	X		X			

FONDATION
PIERRE
VÉROTS



Pour l'étude et la préservation de
la faune et de la flore de la Dombes

LES PUBLICATIONS de la Fondation Pierre Vérots

Les Cahiers Scientifiques :



En publiant des articles de fond, les Cahiers Scientifiques visent à restituer les connaissances scientifiques acquises au sein de son domaine ou avec son soutien, à un public le plus large possible en s'appuyant sur un comité de lecture qui aura pour but de s'assurer de la qualité et de l'exactitude des faits rapportés. Ils permettent également de faire le point sur les questions d'ordre général et les défis qui concernent la Dombes, son patrimoine, son environnement biologique, environnemental et sociétal ainsi que les zones humides de manière générale.

Les Cahiers Scientifiques se veulent ainsi un organe de diffusion des connaissances, d'information et de sensibilisation auprès d'un lectorat Dombiste très large.

La Lettre :

Par de brèves nouvelles, la Lettre cherche à faire connaître la vie et les activités de la Fondation : actualités et projets scientifiques, vie et gestion du domaine, observations climatiques, ornithologiques, piscicoles, forestières, etc.



Les colloques de la Fondation :

Tous les 4 ou 5 ans la Fondation organise un congrès sur un sujet d'intérêt dombiste. Des personnalités sont invitées à donner des conférences spécialisées devant un large public, suivies de discussions et débats. A l'issue du congrès la Fondation publie et diffuse les Actes du Congrès qui rassemblent l'intégralité des interventions des conférenciers et des débats qui ont suivi.



Toutes ces publications sont consultables sur notre site Internet :
www.fondation-pierre-verots.fr



ou sur simple demande à contact@fondation-pierre-verots.fr



Retrouvez-nous également sur notre page Facebook



LES CAHIERS SCIENTIFIQUES de la Fondation Pierre Vérots

Juillet 2020
Numéro 8



Fondation Pierre Vérots
261, chemin de Praillebard
01390 Saint Jean de Thurigneux
Tél. : 04 74 00 89 33
Mail : contact@fondation-pierre-verots.fr
www.fondation-pierre-verots.fr

SUMMARIES

Biodiversity: Origin, Evolution, Future

M. Boulétreau, T. Beroud

This paper focuses on the main basic biological levels of biodiversity: genes, populations and species. Biodiversity emerged as early as life on Earth, and the possible origins of life are briefly discussed.

Genotypic diversity is continuously generated by natural cellular processes, and sexual reproduction enhances the extent of inter-individual variations. Its evolution is constrained by both directional pressures (natural selection) and random ones (reduced population size). The present genetic variability within populations is essential to allow them to adapt themselves to environment changes and to differentiate from each other, as a result of Natural Selection.

Species biodiversity is explained by the mechanisms responsible for their evolutionary dynamics. Since early on, new species have been differentiating from older ones and at the same time, others become extinct. Both processes are very slow (millions of years), and biodiversity at

any given moment results from the balance between the two. Moreover, along geological times several dramatic crises occurred, leading each to drastic planetary extinction of species and reduction of biodiversity. After each crisis, biodiversity did build up again, but on new bases. Biologists have built phylogenetical trees representative of species history and diversity, based on paleontological, morphological and molecular data.

Species that are presently living on Earth number probably at around 12 millions, of which 20% at most have so far been described and named by biologists. They are less than 1% of all species that have been living on Earth, and these only represent a flash in a continuous evolutionary process that began with life and will go on as long as life exists.

Compared to most other species, our species *Homo sapiens* is a recent one, with rather modest numbers and overall biomass. Foolish overexploitation of worldwide resources has

recently resulted in dramatic changes in all planetary compartments, thus leading to a drastic reduction in species number and abundance. It is the so called anthropic crisis of biodiversity.

When considering the next historical era, forecasts are really worrying. The present status of biodiversity and environmental condition are both dramatically threatened with collapse.

In the long time (geological times in the distant future) we can easily predict that like all others, our species is destined for extinction. As mankind disappears, the cause of the biodiversity crisis will cease and afterwards, as it did after previous crises, biodiversity will build up again. Thus, over very long evolutionary time scales and compared to previous ones, this crisis is extremely short and has no quantitative long term effect on biodiversity and on planet Earth, which will both survive and probably forget the brief passage of man.

The avifauna of the Praillebard domain

Ph. Lebreton, B. Castanier, T. Beroud, J.-Ph. Rabatel

We present here an analysis of the present status of the avifauna of the Praillebard domain of the Fondation Pierre Vérots (FPV), together with an analogous work concerning the rest of the Dombes area, from 1985 to 2019, that concludes with an attempt at interpreting the differences noted between the two.

The Praillebard domain is situated in the south-west part of the ancient woodland belt of the Dombes. It was owned by Pierre Vérots, an industrialist from Lyon who devoted it to the protection and the scientific study. It covers an area of 356 ha, of which 172 are woodlands, 126 are prairies and 56 are ponds of which three are linked : Riquet (5 ha), Boufflers (28 ha), both enclosed, and Praillebard (22 ha, reinstated in 2000) ; Page (3,2 ha) further away. A large part of the woodlands (100 ha enclosed) is set to « evolve freely » with little or no agricultural inputs. A moderate hunting has persisted until the end of 1979, three years before the official creation of the Fondation (and its recognition as « Utilité Publique » (Public Utility), in 1984, a status that confers advantages such as the right to receive

donations and wills). numerous inventories and studies have since been realized by permanent employees of the Fondation (three persons), scientists from the University of Lyon, service providers and unpaid naturalists. The birds have been particularly monitored, the available data permitting the present study.

Taking into account the large disparity between the surfaces compared, it is not surprising that biodiversity (as assessed by the number of bird species) at the FPV is relatively low with a total of 201 species, of which 127 Non-Passerines (63%) and 73 Passerines (37%). For the Non-Passerines, the number of nesters was 47 (31 regulars + 16 occasionnals), thus 37%. For the Passerines, that number was 46 (25 regulars + 21 occasionnals), thus 63%, almost double ; a total of 93 nesters, thus almost half of the avifauna present at Praillebard. The most notable families were the Anatidae, the diurnal Accipitridae and the Sylviidae (terrestrial + aquatic). In the rest of the Dombes (especially in the central zone called « Dombes of the ponds », its cities and villages and its hedgerows), the scores obtained are unsurprisingly higher, with a total of

267 species, of which 181 Non-Passerines (68%) and 86 Passerines (32%). Relative to the FPV, the small difference originates for 50% from a surplus of migrating Limicoles (*sensu lato*) migrateurs : 43 species *versus* 22, and Laridae : 19 species *versus* 7. For the Non-Passerines of the Dombes, the number of nesters was 73 (42 regulars + 31 occasionnals), thus 40%, little different from the FPV (37%). For the Passerines, there were 57 (30 regulars + 27 occasionnals), or 66%, little different from the FPV (63%). Overall, the two avifaunas thus have homologous general structures, which is reassuring, even a few minor differences exist. In particular, we can cite differences such as the migrating Limicoles of the Dombes or the nesting Nyroca of the FPV.

To conclude, one can wonder that the FPV avifauna does not differ fundamentally from that of the Dombes plateau, and also note that it harbours at least two symbolic species: the Ferruginous duck and the Great Horned Owl, both nesters. This is probably due to the tranquility of the site and its surroundings.