

BIODIVERSITÉ, ÉVOLUTION ET ADAPTATIONS BIOLOGIQUES : DES MACROMOLÉCULES AUX COMMUNAUTÉS

Président de la section

Christian GAUTIER

Membres de la section

Nicole BOURY-ESNAULT

Michel BRUNET

Pierre CAPY

Franck COURCHAMP

Brigitte CROUAU-ROY

Christiane DENYS

Christophe DESTOMBE

Maria FERNANDEZ

Frédéric FLEURY

Pierre-Henri GOUYON

Philippe GRANDCOLAS

Monique GUILLOU

Martine HOSSAERT-MCKEY

André LACROIX

Laurent LAPCHIN

Patrick MAYZAUD

Christine PAILLARD

François RENAUD

Jean-Louis SALAGER

Frédérique VIARD (LÉVÊQUE)

Le titre même de la section montre autour d'un thème bien défini, la nécessité de l'intégration de connaissances, de concepts, de données de nature très différentes. Comprendre l'effet d'un stress environnemental, par exemple en terme de ressource disponibles, peut passer par la modélisation d'une voie métabolique et des régulations impliquées par l'absence d'un substrat. Comprendre les relations entre un hôte et un symbionte renvoie aussi bien à des analyses comportementales que génétiques ou moléculaires. Les processus évolutifs renvoient à la génétique des populations et à la dynamique de la sélection mais aussi à la biodiversité que peuvent engendrer les processus moléculaires modifiant le génome (mutation, réparation, réarrangement, transposition, etc.). Leur compréhension doit s'appuyer sur l'analyse de l'ensemble des échelles de temps dans le cadre d'une synergie entre approches paléontologiques et moléculaires et ceci aussi bien dans le cadre des origines de la vie et des grands règnes que dans celui de l'évolution des hominidés. Enfin au travers de l'analyse de l'évolution des écosystèmes, des concepts de biodiversité la section est évidemment partie prenante des recherches concernant le développement durable et doit développer ses liens au sein du département EDD avec des sections SHS.

L'intégration des connaissances et des données, l'accès à des masses de données de plus en plus importantes conduisent au rôle majeur joué dans la section par la modélisation mathématique et informatique. L'analyse de la notion de complexité, le couplage entre des modélisations à des échelles de temps ou d'organisation différentes (moléculaire/populationnel, temps générationnel/temps géologique) sont des enjeux que l'on retrouve dans l'ensemble des thématiques de la section et qui nécessitent une forte pluridisciplinarité biologie-mathématique. C'est là un axe transversal majeur de la section.

Pour mettre en évidence les particularités de la section 29 ce texte a été organisé autour de trois grandes questions, sans chercher l'exhaustivité mais plutôt l'exemplarité de la démarche. Enfin un encart hors-texte très caractéristique de la démarche intégrative sur une question emblématique (santé et environnement) montrera les multiples relations nécessaires avec d'autres disciplines. La dernière partie présentera deux aspects très importants du fonctionnement de la recherche : l'évolution du métier des ITA et la nécessité de la disponibilité et du développement de plateformes. Ces deux aspects sont en partie liés, l'émergence en biologie d'un fonctionnement technologique se fédérant autour de grands outils commun est un effet un facteur important de l'évolution du métier des techniciens et ingénieurs du CNRS.

1 – TROIS QUESTIONS EXEMPLAIRES

1.1 CHANGEMENT GLOBAUX

Les changements globaux peuvent être définis comme tout changement impliquant l'ensemble de la planète, que les causes soient exoplanétaires (forçage astronomique) ou qu'elles résultent de la dynamique terrestre

(dérive des continents, volcanisme, courants marins), des forçages anthropiques (eutrophication) ou des écosystèmes eux-mêmes. Ces changements modifient la physique et la biologie de la planète.

Au cours de son histoire, la planète a vécu de nombreuses instabilités concernant son atmosphère, sa géographie (distribution des continents) et ses conditions de vie. Les archives paléontologiques montrent ainsi que la planète terre a subi plusieurs crises drastiques affectant l'ensemble du monde vivant. Actuellement une nouvelle crise, accélérée par les activités anthropiques et les gaz à effet de serre, est en cours.

Depuis le début de cette crise, des conséquences au niveau des individus, des populations et des communautés sont identifiables : altérations de la saisonnalité, invasions biologiques, (re)émergences de maladies, mortalités massives, changements d'aires de distribution, fragmentation des habitats, réorganisation des écosystèmes et finalement une érosion importante de la biodiversité dans certains taxons (dont les plus visibles au niveau sociétal : vertébrés, insectes, plantes, etc.).

La réponse des individus aux changements est phénomène rapide qui montre des scénarii variables en fonction des capacités d'adaptation : maintien, fuite, mortalité. Cette réponse implique des mécanismes agissant à différents niveaux d'organisation de l'organisme : génome, fonctionnement de la cellule, physiologie de l'organisme. Ces mécanismes permettent une plasticité phénotypique, pouvant inclure des phénomènes épigénétiques, qui constituent un premier niveau de réponse à un stress environnemental.

La réponse des populations est un processus plus lent qui intègre la réponse des individus à des mécanismes populationnels impliquant le comportement, la communication intra et interspécifique, le cycle de vie et la dispersion de la descendance. Les approches intégratives sont donc essentielles à la compréhension de ces mécanismes et en particulier le développement d'approches d'écophysiologie évolutive devra être encouragé.

Le changement global en cours entraîne des réorganisations de l'écosystème, des ruptures de liens trophiques en particulier dans les régions arctiques (voir ours blanc), des extinctions, des invasions, modifications du rendement de transfert énergétique au sein de l'écosystème. Des changements d'aires de répartition de certaines espèces sont déjà observables, comme des migrations vers le nord d'espèces qui n'y vivaient pas auparavant (par exemple renard roux/renard polaire). Les variations des gammes de températures et des régimes de précipitations vont également modifier les aires de répartition des maladies transmises par des vecteurs, et ces effets seront plus marqués en bordure des zones endémiques (ex : malaria, fièvre dengue). Cette hausse des températures va de plus favoriser l'émergence et la prolifération de micro-organismes pathogènes, entraînant des mortalités massives d'espèces sessiles ou peu mobiles (vibrioses chez les invertébrés marins comme les coraux, les ormeaux) mais aussi d'espèces mobiles (virus chez les vertébrés) (*Voir Biodiversité, Environnement & Santé*). Toutes les zones à forts gradients et les interfaces devront être privilégiées pour décrypter finement les réponses allant des individus aux communautés.

Les conséquences du changement global sur la biodiversité ne peuvent être appréhendées que par la mise en place de suivis à long terme structurés au niveau international. Des analyses phylogénétiques intégrant la diversité intraspécifique et fonctionnelle devront être menées conjointement. La mise en place de séries spatiales et temporelles à long terme nécessite le développement et la validation d'indicateurs biologiques plus pertinents (diversité fonctionnelle, traits de vie d'espèces sentinelles, archives biologiques comme les pièces squelettiques, etc.), afin de pouvoir évaluer l'impact des changements globaux sur les mécanismes d'adaptation, de spéciation ou d'extinction. Des modèles reproduisant la variabilité individuelle des traits de vie, la dynamique et la génétique des populations à long terme doivent être développés. Un des enjeux de ces recherches est de comprendre l'influence de chaque composante du change-

ment global et leurs interactions éventuelles, le cas particulier des composantes contrôlables par l'homme implique évidemment un lien fort avec les Sciences de l'Homme et de la Société.

1.2 GÉNOTYPE, PHÉNOTYPE, ÉPIGÉNÉTIQUE

Au cours de la dernière décennie, l'étude de la relation génotype-phénotype a connu de nouveaux développements. En particulier le rôle majeur d'un ensemble de mécanismes «annotant» l'information génétique (épigénétique), a été clairement reconnu.

Définir l'épigénétique est difficile, elle repose en effet sur des mécanismes moléculaires variés et son impact diffère suivant le niveau d'intégration étudié. On peut toutefois s'accorder sur une définition minimale et regrouper sous ce terme les phénomènes modifiant de manière héritable le fonctionnement d'un organisme sans modification de son génome (pris de manière simpliste comme une suite de lettres A, C, G, T). Dans la plupart des cas l'information épigénétique trouve sa source dans la modification du processus de lecture du génome (l'information est répartie entre le texte et son interprétation!). Les différences observées entre individus (ou cellules) peuvent donc être héritables mais «non génétiques». Cette définition s'applique non seulement aux modifications de la structure de la chromatine (histones) et à la méthylation de séquences d'ADN, mais également à des phénomènes de type prions, de «masquage» de la variabilité génétique par des protéines chaperones, de régulation par RNAi et tout ce qui se rapporte à l'héritabilité de caractères à déterminisme complexe. L'intérêt de la section pour l'épigénétique réside dans la possibilité de réponses complexes et héritables (au moins sur le court terme) à des modifications environnementales. L'épigénétique est donc au cœur des interactions entre le génome et l'environnement.

En conséquence, à la plasticité du génome s'ajoute une plasticité de son interprétation. Sur le plan fonctionnel, une telle complexité avait déjà été entrevue par Conrad Waddington dans les années 50. Actuellement grâce aux progrès dans la compréhension du fonctionnement du génome (qui relève de la section 22), de nouvelles perspectives peuvent être entrevues, notamment sur le plan évolutif et à des échelles de temps relativement courtes.

Parmi les challenges les plus importants pour les années à venir, il s'agira de comprendre comment de tels modes de fonctionnement se sont mis en place, comment ils permettent des réponses efficaces aux effets environnementaux et enfin comment ils s'articulent avec l'évolution «génétique». **En d'autres termes, il s'agit d'une source importante de variabilité des phénotypes qui pourrait, dans certains cas, faciliter les changements sélectifs au sein des populations.** Quelques résultats vont dans ce sens. Il s'agit notamment de la modification de l'épigénome lors de changements de l'environnement et de stress, ce changement ayant un impact sur l'expression de gènes.

Pour la section 29 les retombées de ces résultats sont nombreuses, tant en terme d'adaptabilité de populations à de nouveaux environnements (espèces invasives, changements globaux, etc.) qu'en terme de santé.

1.3 INTERACTIONS, DIALOGUES ET ENVIRONNEMENT

Les interactions entre organismes sont au cœur des études en Écologie et Evolution et donc l'une des préoccupations majeures de la section 29. Elles gouvernent les grands niveaux de biodiversité (génétique, spécifique et écosystémique), et sont impliquées dans la capacité des êtres vivants à répondre aux changements de l'environnement. Leur étude doit prendre compte des échelles d'intégration qui vont du génome aux communautés en passant par la cellule, l'individu, les populations. À

chaque niveau, elles sont à la base d'échanges d'informations ou de dialogues, qu'il est nécessaire de décrypter et d'en comprendre les conséquences écologiques et évolutives. Il s'agit également de considérer les différentes échelles de temps parfois très courtes (transduction du signal), ou peuvent être de l'ordre de plusieurs centaines de millions d'années (symbioses mitochondrie-eucaryote). Les enjeux sont d'établir des ponts entre des disciplines aussi diverses que la génétique, l'immunologie, la physiologie, l'écologie comportementale, la biologie des populations, l'écologie des communautés et les sciences de l'évolution.

Les transferts de gènes, insertions et échanges d'éléments extrachromosomiques sont des interactions impliquant directement l'information génomique. Chez les procaryotes, les transferts de gènes sont suffisants pour s'interroger sur le concept même d'espèce, les mécanismes de spéciation, mais aussi la structure des communautés bactériennes face aux redondances ou complémentarités métaboliques. Même s'ils sont moins fréquents chez les eucaryotes, l'impact évolutif des échanges, insertion et délétion de matériel génétique peut être renforcé par des changements dans la structure même des génomes (réarrangements, modification caryotypiques). À l'échelle cellulaire, les dialogues moléculaires qui s'établissent (hormonaux, immunitaires, quorum sensing des bactéries) régissent nombre d'interactions d'ordre supérieur avec des conséquences écologiques et évolutives qu'il est nécessaire maintenant de mieux préciser. L'augmentation rapide des connaissances sur les réseaux biologiques (des gènes et leur régulation, interactions protéiques, réseaux métaboliques) permet une approche couplée entre les mécanismes du dialogue et son impact en terme d'adaptation et d'évolution.

Les comportements sont au centre des interactions et des dialogues entre organismes. Ils en déterminent non seulement la nature (choix alimentaire, sexuel) mais aussi leur intensité et distribution spatio-temporelle via les phénomènes de dispersion et de migration. Un intérêt croissant doit être porté sur

les mécanismes proximaux (physiologiques, cognitifs) de leur expression et leurs déterminismes génétiques qui peuvent être responsables de leur variabilité et leur évolution. Leur plasticité est certainement un élément majeur de la capacité des organismes à répondre aux changements environnementaux, et il est nécessaire maintenant de mieux comprendre à partir des comportements individuels l'émergence de propriétés d'ordre supérieures au niveau des populations et des communautés (socialité et transmission culturelle). La pluridisciplinarité est à l'évidence clef dans ce domaine.

Les interactions durables (du parasitisme au mutualisme) jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement et l'évolution du vivant, du génome à l'écosystème, avec des conséquences sociétales majeures (voir encadré). L'étude de la diversité des symbiotes, l'analyse de leur cycle de vie (souvent complexe) et sa mise en relation avec les interactions moléculaires qu'ils entretiennent avec leurs hôtes sont des enjeux essentiels pour comprendre le fonctionnement des associations parasitaires (émergence, virulence, épidémiologie) et leur rôle dans la stabilité et la santé des écosystèmes. Les transitions entre mode de vie parasitaire, commensal et mutualiste sont sans doute fréquentes et constituent un moteur majeur de l'évolution biologique dont il faut comprendre les modalités d'action et les différents niveaux de sélection. Les recherches doivent se poursuivre sur l'évolution de la virulence des parasites et de la résistance des hôtes, et plus généralement les différentes réponses évolutives possibles des partenaires (sexualité, traits de vie, comportement). L'analyse de la composition et la restructuration des génomes issues de ces interactions n'en est qu'à son début et doit se développer par la mise en place d'outils moléculaire et bioinformatique adaptés.

Enfin, un axe majeur de l'étude de ces interactions quelle que soit l'échelle abordée concerne la prise en compte de l'hétérogénéité de l'environnement et la fragmentation des habitats, des populations et des communautés qui en découlent. Un pont doit être établi entre l'analyse des processus démographiques et

génétiques à l'échelle des métapopulations et le fonctionnement des groupes d'espèces en interactions (méta-communauté). Il s'agit de comprendre la mise en place mais aussi la flexibilité spatiotemporelle des réseaux d'interactions pour lesquels la primauté des processus évolutif et co-évolutif doit être confrontée à une vision plus neutraliste de l'organisation des communautés. Un autre enjeu est la prise en compte d'un ensemble d'interactions agissant simultanément sur une même espèce cible, dont la réponse ne peut être qu'un compromis soumis à de multiples contraintes et d'éventuels conflits. Ces questions ont des retombées évidentes en terme de biodiversité, gestion et conservation des espèces menacée, lutte contre les espèces envahissantes et les ennemis naturels (contrôle biologique des agro-écosystèmes, zoonose humaine ou animale).

Biodiversité, Environnement & Santé

Les maladies infectieuses affectent plusieurs centaines de millions d'humains par an. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, elles sont actuellement responsables d'un tiers des mortalités dans les populations humaines.

L'émergence récente d'agents pathogènes, phénomène probablement récurrent dans l'histoire de l'humanité, nous rappelle que les maladies infectieuses et parasitaires ne disparaissent pas entièrement, mais qu'elles se modifient en s'adaptant à leur environnement.

Comprendre comment fonctionnent de tels systèmes en interactions constantes – l'agent étiologique, son ou ses réservoirs, son ou ses vecteurs, son ou ses hôtes potentiels, et les populations humaines – et pourquoi les maladies surgissant «comme de nulle part» sont le plus souvent très pathogènes, constitue un défi de taille pour répondre aux problèmes croissants de santé publique internationale.

L'apparition de nouvelles maladies, la ré-émergence des anciennes supposées éradiquées et les nombreuses résistances thérapeutiques nous incitent à réinterpréter la maladie dans ses rapports à l'homme (ou l'animal), à ses sociétés et à ses environnements. Si la démarche médicale a davantage tenu compte des facteurs culturels et comportementaux pour comprendre la maladie, elle a trop fréquemment négligé l'intégration

des sciences de l'environnement et de l'évolution dans la compréhension des maladies affectant l'homme.

Les activités de recherche en matière de Biodiversité, d'Environnement et de Santé devraient être aujourd'hui structurées autour de quelques grands axes fédérateurs transversaux et intégratifs :

D'où viennent les maladies? Recherche des facteurs déterminants les « patterns » de diversité parasitaire observée dans et entre les groupes taxinomiques d'animaux, et recherche des mécanismes pouvant expliquer les maladies humaines face à celles des grands groupes animaux (coévolution versus transfert d'espèces) ;

Comment et pourquoi se développent-elles? Compréhension des relations entre diversité biologique hôte et diversité biologique en agents étiologiques; analyses des relations entre tailles des populations hôtes et diversité biologique en agents étiologiques; notion de taille critique des populations hôtes et probabilités de transferts latéraux vers d'autres espèces hôtes dont l'homme ;

Quels sont les comportements temporels et spatiaux des maladies humaines? Compréhension de leurs cinétiques temporelles et spatiales sur le long terme, et modélisation de leurs dynamiques ;

Comment expliquer la virulence de certains agents étiologiques? L'augmentation de la virulence est-elle toujours associée à un changement, ou à un transfert de populations ou d'espèces d'hôtes? Quels sont les mécanismes proximaux (microévolutifs) et distaux (macroévolutifs) responsables d'une augmentation de la virulence d'un organisme pathogène, mais aussi d'une diminution de cette virulence ?

À l'échelle micro-évolutive, existe-t-il des éléments particuliers du génome d'un pathogène responsables en tout ou partie de cette virulence? Lorsque l'on compare des souches ou des populations différentes d'un même agent pathogène, existe-t-il d'un point de vue macro-évolutif des caractéristiques déterminantes permettant de comprendre, et donc de prédire, l'évolution de la virulence? Au contraire, l'évolution de la virulence répond-elle à des lois liées au hasard des distributions environnementales?

À l'échelle régionale et globale, quelle peut être l'importance et les effets de modifications environnementales sur (i) le développement des maladies de l'homme, et (ii) les possibilités qu'ont certains agents étiologiques habituels de l'animal à passer dans les populations humaines?

Nécessité de développer des modèles hôtes-pathogènes particuliers comme objet d'étude et de compréhension (évolution expérimentale, génétique des populations, analyses biostatistiques des données épidémiologiques, modélisation épidémiologique etc.).

Développement d'Observatoires Régionaux Épidémiologiques (O.R.E.P): Delta du Rhône, rives méditerranéennes, rives de l'atlantique, Mers du Nord et Baltique, Guyane française, Île de la Réunion, Nouvelle-Calédonie, etc., possibilité d'extension aux pays les moins avancés du monde dans le cadre d'accords de partenariats avec la France et l'Europe.

Il est également fondamental de comprendre que les questions et thématiques présentées ici dans le cadre de la santé publique et vétérinaire s'appliquent totalement à la santé des plantes.

2 – FONCTIONNEMENT DE LA RECHERCHE

2.1 ÉVOLUTION DES MÉTIERS ITA

Les ITA sont des acteurs à part entière de la recherche. Assurant le maintien et le transfert des savoir-faire technologiques, ils ont un rôle incontournable dans les programmes de recherche des disciplines couvertes par notre section. L'évolution de notre recherche a conduit à l'apparition de nouvelles technologies et de nouveaux métiers auxquels le corps ITA doit s'adapter. Or des entraves à cette adaptation apparaissent, liés à la fois à la **pénurie des postes** (baisse des recrutements, départs à la retraite non remplacés) qui engendre une surcharge de travail, aux **carrières peu attractives** et au **vieillesse** de la population technique, laquelle se montre peu attirée par les nouvelles approches fonctionnelles et évolutives. Un effort devrait être fait pour inverser cette tendance qui nuit au bon fonctionnement des équipes et structures de recherche.

L'évolution de la recherche en biologie nécessite le recrutement de personnels spécialisés, à des niveaux de qualification de plus en plus élevés.

La tendance actuelle est à la création de **plate-formes techniques** et à la **mutualisation des compétences** ce qui demande du personnel très qualifié. De ce fait le nombre de personnels affectés à une équipe proprement dite est appelé à régresser. Pour les ITA, particulièrement les ingénieurs, ceci peut se traduire par un regain de motivation, de plus grandes responsabilités et autonomie mais aussi un éloignement des contextes scientifiques dans lesquels ils ne sont qu'en partie impliqués. Cependant, l'augmentation des agents spécialisés se traduit par une diminution des personnels d'exécution (particulièrement en catégorie C) qui risque d'entraîner l'apparition de personnels sur postes précaires (contrats, vacations, prestataires sous-traitants, etc.) dont les états de service peuvent s'avérer inappropriés (perte des compétences spécifiques, de traçabilité, temps perdu à former).

La création de **pôle régionaux**, de **réseaux thématiques** de recherche, pourraient dans certain cas contribuer à diminuer ces contraintes, notamment par une mutualisation de la gestion (contrats, gros marchés, etc.).

La recherche en biologie environnementale fait appel de plus en plus à l'acquisition de données à long terme et voit la création d'**observatoires** et de **stations de terrain**. Il existe actuellement dans ces structures et dans les unités en général un **manque crucial d'informaticiens, de statisticiens et de modélisateurs**, notamment pour gérer et exploiter les banques de données.

La mise aux normes des laboratoires ou des protocoles pour répondre aux exigences nationales, européennes, ou des travaux en réseaux, va demander une implication de plus en plus poussée dans des **processus de démarche-qualité**. Ces processus demanderont la création de postes d'ingénieurs spécialisés dans le domaine.

Bien qu'actuellement efficaces, **les plans de formation** devront s'adapter. L'évolution

continue des métiers et des fonctions dans le domaine des sciences du vivant devra conduire à une **formation adéquate et de haut niveau** pour les agents impliqués, depuis les techniques réductionnistes (génétique et biologie moléculaire), aux techniques d'étude environnementales (télétection spatiale, systèmes d'acquisition de données, etc.) Il en est de même pour le personnel des « moyens communs », relativement indépendant de la recherche de par son statut (son absence dans le mouvement actuel de réflexion le confirme), qui est appelé à se former régulièrement à des textes ou outils en constante évolution (marchés, gestion financière, etc.). Par ailleurs, l'**internationalisation** des laboratoires implique une maîtrise obligatoire de l'anglais et de la gestion de contrats européens pour les personnels d'encadrement.

La faible évolution des carrières et le trop petit nombre de promotions des ITA est un problème récurrent au CNRS et c'est un facteur de **démotivation**. Un effort considérable devrait être fait pour y pallier. Une véritable prospective devrait être mise en œuvre pour évaluer objectivement l'activité et le niveau de qualification des ITA notamment la condition des ingénieurs-chercheurs qui modifient les rapports ITA/Chercheur et interfère de fait dans les processus d'avancement de carrière des ITA.

2.2 OUTILS POUR LA RECHERCHE

La section a choisi d'insister ici sur les plates-formes au sens de moyens lourds et mutualisés au niveau national. La première remarque est le besoin, clairement illustré par les thèmes précédents, d'accès simple aux plates-formes RIO et Génopoles. De plus en plus l'écologie à besoin d'approches au niveaux moléculaires, en particulier les différents « ômes ». Il faut souligner que ces approches sont parfois originales et spécifiquement adapté à nos questionnements. Un exemple parmi d'autre et l'étude de métagénome qui permet l'approche d'une communauté microbienne dans un milieu donné sans mise en

culture et ouvre des perspectives nouvelles dans l'approche du fonctionnement d'écosystèmes.

À ces plates-formes « généralistes » il faut associer le besoin de plates-formes très spécifiques, nous en citerons quelques unes ici :

Les Collections et les Bases de données

De nombreux laboratoires de la Section 29, hébergent des collections et des bases de données indispensables non seulement aux développements de leurs travaux mais également à la communauté scientifique. Si la mise en place de telles structures relève dans un premier temps d'initiatives locales afin de répondre à une demande ponctuelle, elle fait, par la suite et dans bien des cas l'objet d'une demande d'ouverture. Le problème qui se pose immédiatement est l'alimentation et le maintien de ces structures qui sont des références indispensables pour l'étude de la biodiversité et de futures applications biotechnologiques sur les ressources naturelles.

Actuellement, les collections diffèrent par la nature des organismes (bactéries, souris, drosophile, plantes, etc.) et par leur mode de conservation (organismes vivants, tissus ou organismes en alcool, congelés, lignés cellulaires, serres, etc.). Au cours des dernières années, des bases de données mettent à disposition l'information relative aux collections mais aussi les très nombreuses observations et données de terrain conservées depuis de plusieurs années, ont été mise en place. Des initiatives au niveau européen (REX EDIT) et mondial (GBIF, Tree of Life, Species 2000) réfléchissent aux standards à mettre en œuvre et recensent les bases de données sur chaque organisme au niveau systématique. Il serait souhaitable que le nouveau Département EDD et le CNRS se positionnent dans ce contexte.

Les Observatoires océanologiques et les stations de terrain

Les modifications des écosystèmes liés aux activités humaines ou aux changements globaux restent difficiles à prédire sans une connaissance suffisante des mécanismes écologiques impliqués. Il est essentiel de promouvoir une politiques de grands équipements au service de la communauté et permettant un accès direct aux différents systèmes à étudier.

La France a une tradition de stations de terrain et de laboratoires marins qui doit être maintenue et développée. Les programmes de suivis de la biodiversité à l'échelle nationale qui se développent doivent être soutenus sur le long terme. L'analyse de ces données est un outil majeur dans la compréhension des interactions entre biodiversité et changements climatiques en termes d'état de santé et de devenir des espèces. Cette politique doit se faire en étroite association avec la mise en place de dispositifs expérimentaux et de modélisation (**Ecotrons**, **Ecolabs**, etc.) offrant des possibilités et des moyens d'études intégratives et multidisciplinaires.

Ces sites doivent avoir la possibilité de répondre aux demandes de la communauté tant en termes d'accueil que d'outils de base d'échantillonnage et de mesures.

Une synergie entre le département EDD et INSU est à développer afin d'associer une tradition de moyens lourds (navires côtiers, services d'observation, etc.) et des moyens modernes d'étude des systèmes biologique allant de l'organisme aux systèmes.

Des équipements à haut niveau de sécurité vis-à-vis des personnels et de l'environnement

L'évolution des problématiques de la section et des normes de sécurité voire des contraintes éthiques confronte de plus en plus le chercheur à la nécessité de structures d'accueil très sécurisée en laboratoire (P3 voire P4, serres, etc.) ou en stations de terrain (*voir*

par exemple les nouvelles normes pour les expérimentations en plein champ). Parmi l'ensemble de ces besoins l'importance soulignée ci-dessus des interactions hôtes pathogènes et du rôle majeur joué par les insectes en tant que vecteurs conduit la section à demander la **mise en place d'une plate-forme I3P3**. En particulier, les recherches sur des maladies dont les vecteurs sont des insectes hématophages, comme par exemple le virus du Chikungunya dont les vecteurs principaux sont les moustiques *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti*,

nécessitent l'utilisation de pièces d'élevage sécurisées couplées à des laboratoires sécurisés. En effet, les expériences qui visent à établir par exemple comment se transmet l'agent infectieux, quels sont ses effets sur son vecteur, quels pourraient être les effets d'autres parasites du vecteur sur la dynamique de transmission, nécessitent la manipulation d'insectes vivants et intacts porteurs de l'agent infectieux. Des problèmes très semblables sont posés par l'étude de couples insectes ravageurs/virus pathogènes des plantes.

