



Guide d'utilisation des outils PAMPA

Dominique Pelletier, Claire Bissery, Charles Gonson

PAMPA : Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages



Citation

Dominique Pelletier, Claire Bissery et Charles Gonson. 2014. Guide d'utilisation des outils du projet PAMPA (Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usAges). Version 2. Rapport IFRECOR dans le cadre de la Convention n°A AMP/12/089 - IFREMER 12/2 212 911/F. 96 p.

Contact

IFREMER, LEAD-NC, BP 2059, 98846 Nouméa Cedex

infopampa@listes.ifremer.fr, dominique.pelletier@ifremer.fr

<http://wwz.ifremer.fr/pampa/>

Financements

Programme Liteau : Contrat n°0001176. Date du contrat : 28/02/2008. Date de remise du rapport final : 30 septembre 2011

TIT-AMP 2011 : Contrat n°AAMP/11/106 - IFREMER 11/2 212 368

TIT-AMP 2012 : Contrat n°AAMP/12/089 - IFREMER 12/2 212 911/F

Avertissement au lecteur

Malgré le soin apporté à la rédaction de ce rapport, il peut s'y trouver des erreurs ou imperfections. Les auteurs remercient par avance le lecteur de bien vouloir les leur signaler.

Remerciements

Ce guide est le fruit du projet PAMPA qui a réuni des partenaires, scientifiques et gestionnaires, de 2008 à 2011. Qu'ils soient à nouveau remerciés pour cette aventure à la fois dense et exigeante, mais riche des échanges entre tous, et malgré tout dominée par la bonne humeur. Des remerciements tout particuliers sont adressés aux gestionnaires du projet qui se sont énormément investis dans ce long travail de construction d'indicateurs et de tableaux de bord, Eric Charbonnel, Emmanuel Tessier, Jérôme Payrot, Emmanuel Coutures, Karine Pothin, Pauline Malterre et Jean-François Laffon. L'investissement remarquable d'Elodie Gamp pendant les trois ans du projet doit également être remercié.

Le projet a été initialement financé par le programme Liteau III du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire. Entre 2008 et 2011, le développement des outils a été grandement facilité par le soutien de l'Agence des Aires Marines Protégées qui a cofinancé le recrutement de deux ingénieurs. La participation effective des gestionnaires des AMP des outremer aux réunions du projet a été possible grâce au financement du Thème d'Intérêt Transversal sur les AMP (TIT-AMP) de l'IFRECOR, et notamment au soutien sans faille de Catherine Gabrié.

A l'issue du projet PAMPA et en continuité avec celui-ci, l'équipe IFREMER de développement des outils a bénéficié de financements du TIT-AMP de l'IFRECOR, en 2011, 2012 et 2013. Ce soutien a permis d'enrichir certaines fonctionnalités des plateformes et d'en améliorer l'interface afin de favoriser leur utilisation.

A partir de 2013, certaines des problématiques abordées dans le cadre du projet AMBIO (Aires Marines Protégées, Patrimoine Mondial et Biodiversité) de l'IFREMER en Nouvelle-Calédonie, ont permis d'apporter quelques pierres supplémentaires à ces outils.

Ce guide reprend l'ensemble de ces développements. Dans leur version actuelle, les plateformes ont été développées par Yves REECHT pour le volet Biodiversité et Ressources, et par Elodie GAMP pour le volet Usages.

Partenaires du projet



Table des matières

1. Référentiels et formats de données	10
1.1. Données : des formats, pas des bases.....	10
1.2. Référentiel des espèces	10
1.3. Référentiel des engins et pratiques de pêche.....	12
1.4. Référentiel spatial.....	13
1.5. Base de données usages	17
2. Collecte de données sur les usages	20
2.1. Protocole de suivi de la fréquentation.....	20
2.2. Enquêtes auprès des usagers.....	21
3. Plateformes de calcul	22
3.1. Plateforme sur la biodiversité et les ressources.....	23
3.2. Plateforme sur les usages	36
4. Interprétation des résultats	44
4.1. La grille de lecture	45
4.2. Fiche de rendu d'une métrique	47
4.3. Des chiffres au diagnostic	52
4.4. Elaboration des Tableaux de bord.....	54
5. Pour en savoir plus.....	65
6. Annexes	66

6.1.	Annexe 1 : Sommaire du document de Synthèse du projet PAMPA.....	66
6.2.	Annexe 2 : Description des champs des référentiels espèces	68
6.3.	Annexe 3 : Description des champs du référentiel engins	74
6.4.	Annexe 4 : Description des champs du référentiel spatial.....	75
6.5.	Annexe 5 : Diagramme de dispersion (Boxplot).....	79
6.6.	Annexe 6 : Graphiques relatifs aux Fréquences d'occurrence	80
6.7.	Annexe 7 : Travail en phase de validation	81
6.8.	Annexe 8 : Mise en évidence des effets de la protection sur la biodiversité et les ressources à partir de données de terrain.....	83

L'un des buts de PAMPA était de mettre à disposition du plus grand nombre d'utilisateurs les indicateurs et outils développés. Ces derniers ont donc été pensés pour être aussi génériques que possible. Le développement des outils est désormais achevé. C'est le retour des utilisateurs et leurs demandes qui motiveront leur évolution ultérieure. Ce guide doit aider l'utilisateur à prendre en main ces outils pour produire et interpréter des indicateurs. Ce document renverra à la synthèse du projet PAMPA, quand il le sera nécessaire afin d'éviter les redondances. Le sommaire de la synthèse est disponible en annexe 6.1.

Ce guide a été développé pour les versions des plateformes suivantes :

- Plateforme Biodiversité et Ressources version 2.7-3 du 27/03/2013
- Plateforme Usages : version de mars 2013
- Pour la représentation cartographique : plateforme Biodiversité et Ressources version 2.8-beta du 12/09/2013 en cours de validation

Qui peut utiliser les outils PAMPA et dans quel but ?

Intérêt pour les évaluations à partir de suivis. Toute AMP ou toute structure disposant d'un ou plusieurs jeux de données dont elle souhaite faire l'analyse pour calculer des indicateurs et les analyser. L'utilisation n'est pas limitée à la thématique des AMP, mais peut concerner toute évaluation s'appuyant sur des données de suivi des usages ou de la biodiversité pour les protocoles dont les données peuvent être prises en compte dans les outils.

Intérêt scientifique. La plateforme Biodiversité et Ressources est de plus extrêmement flexible et permet de calculer une très grande variété de métriques à différentes échelles spatiales et selon différents points de vue. Elle présente donc aussi un intérêt pour tout scientifique qui désire analyser rapidement des jeux de données. La plateforme Usages est à notre connaissance le premier outil convivial permettant de calculer des indicateurs sur les usages : indicateurs sur les pressions, indicateurs de perception et indicateurs d'impact, et d'en analyser les variations.

Dans les deux cas, l'utilisation de la plateforme requiert d'exécuter le logiciel R (<http://cran.r-project.org>). Il est ainsi possible d'écrire des scripts complémentaires qui réutilisent des calculs et résultats de la plateforme, et peuvent compléter les analyses prévues dans cette dernière.

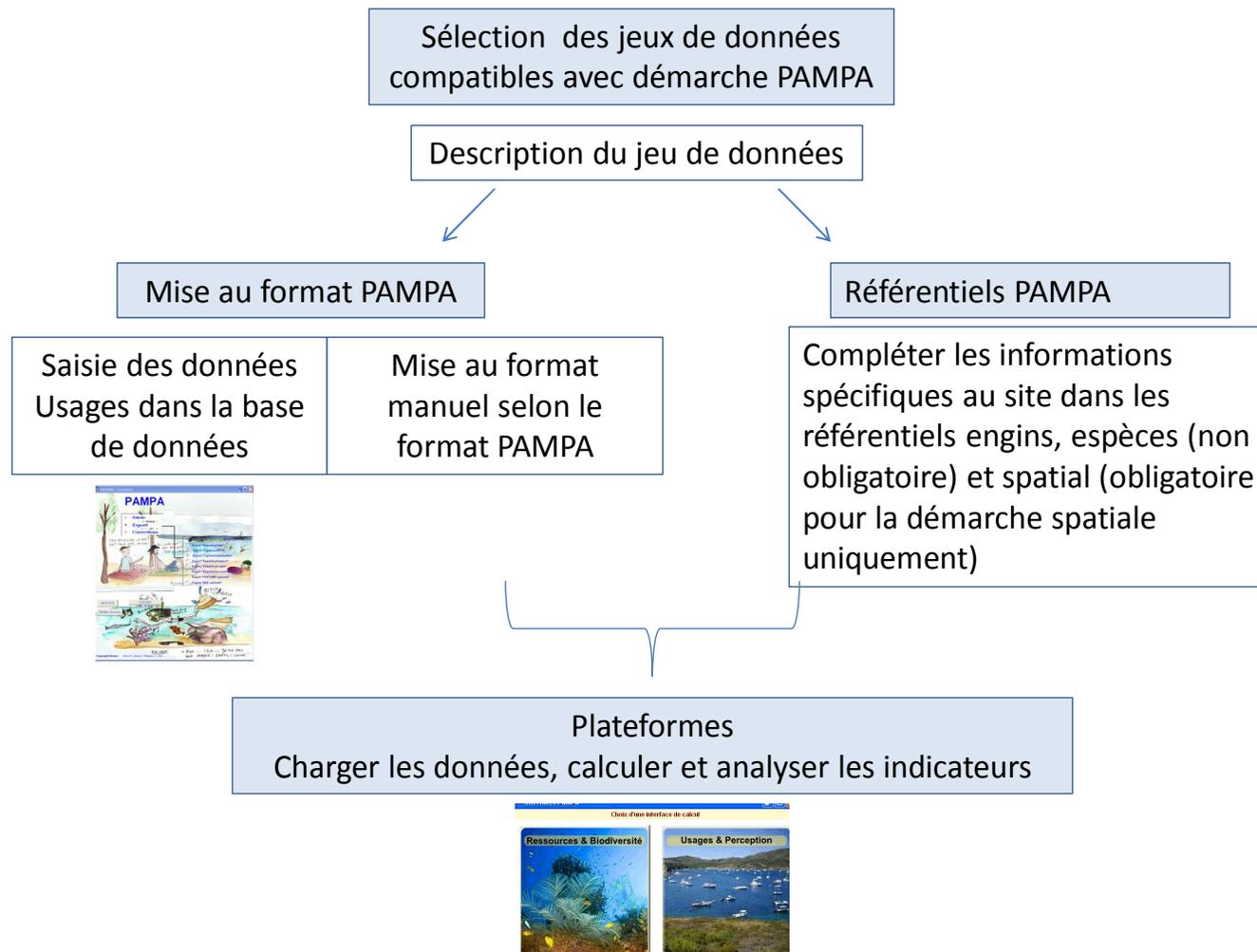


Figure 1. Les étapes d'une démarche d'analyse PAMPA

Quel type de données peut être analysé dans la plateforme ? La démarche PAMPA (Figure 1) a été ciblée pour l'évaluation des effets de la protection qui s'expriment au travers des variations spatiales et temporelles d'indicateurs issus de données de suivi. Cependant, elle peut aussi être appliquée à d'autres données de suivi de l'évolution de la biodiversité et des ressources, ou de suivi des usages, moyennant la compatibilité des protocoles avec ceux qui sont pris en compte dans la plateforme :

- Pour les données écologiques, ces protocoles comprennent les comptages visuels sous-marins, les transects vidéo, les vidéos rotatives, les données de pêche, les comptages d'individus à travers des traces, ou à partir d'un avion ou ULM.
- Pour les données sur les usages, les protocoles pris en charge sont : les comptages de fréquentation (à terre ou aériens) et les enquêtes de perception, pratiques (questionnaire PAMPA).

Pour mettre un jeu de données au format PAMPA en cohérence avec le protocole, il est important de disposer d'une description-type des jeux de données, du protocole effectivement utilisé sur le terrain, qui peut avoir varié au cours du temps (par ex. modification de la liste des espèces suivies, changement de l'emprise géographique du suivi, modification des zones, et modifications ponctuelles).

Référentiels Il existe trois référentiels. Le référentiel spatial est spécifique au site d'étude ; il contient des champs qui décrivent les unités d'observation, par exemple, un ou plusieurs champs concernant les habitats, ou les zones des activités conduisant à des impacts à évaluer. Le référentiel des espèces contient l'ensemble des taxons rencontrés dans les données, ainsi que leurs caractéristiques. Il permet de sélectionner des espèces ou de calculer des métriques en fonction de certaines caractéristiques, par ex. la biomasse des carnivores. Le référentiel des engins de pêche codifie les engins de pêche utilisés pour les captures. Les référentiels espèces et engins existent et sont terminés ; ils ne sont modifiés que si un nouvel engin ou un nouveau taxon est présent dans un jeu de données. Un référentiel spatial existe pour chaque cas d'étude de PAMPA ; il doit être créé pour tout nouveau site. **(Sections 1.2, 1.3, 1.4)**

Gestion des données Les données sur les usages, les données d'enquêtes et de fréquentation peuvent être saisies et mises au format via la base de données Usages **(Section 1.5)**. Pour les données sur la biodiversité et les ressources, il n'y a pas de base de données spécifique au projet. Il existe en effet un certain nombre de bases de données référentes dans chaque domaine (CoReMo3, Serena, Quadrige, Harmonie...). Le principe a été de privilégier l'interopérabilité entre ces outils et le format PAMPA. Ainsi pour CoReMo3, une passerelle a été établie permettant de mettre automatiquement au format PAMPA des données exportées de CoReMo3.

Chargement des données dans la plateforme Pour les données Usages, le chargement est facilité par l'export automatique des données au format PAMPA à partir de la base de données **(Sections 1.5 et 3.2)**. Pour les données ressources et biodiversité il faut exécuter la plateforme et charger via un menu le jeu de données à étudier **(Section 3.1)**.

Métrique ou indicateur ?

Dans le projet PAMPA, le terme métrique a été utilisé pour désigner ce qui était calculé et analysé à partir des données, tandis que le terme indicateur correspond à une métrique qui a fait ses preuves et peut être utilisée pour l'évaluation. Ceci a permis d'insister sur l'importance de valider la pertinence et l'efficacité d'une métrique avant d'en faire un indicateur. On conservera cette distinction dans la suite de ce guide. Se reporter à Beliaeff & Pelletier (2011)¹ pour plus de détails.

Dans la suite du guide, on préférera donc le terme métrique pour évoquer la quantité calculée et analysée. Le terme indicateur sera utilisé dans les autres cas.



Documents de référence

- Métriques relatives à la biodiversité et aux ressources. Document interne PAMPA/WP2/Meth/6. Version du 24 septembre 2011. 49 p.
- Métriques relatives aux usages. Document interne PAMPA/WP3/Meth/4. Version du 25 septembre 2011. 21 p.

¹ Beliaeff, B., & D. Pelletier. 2011. A general framework for indicator design and use in environmental management with case studies. *Ocean and Coastal Management* 54, 84-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2010.10.037>. Accès libre: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14331/>

1. Référentiels et formats de données

L'utilisation d'outils partagés requiert de standardiser les données, dans leur structure, mais aussi dans leurs contenus. Il a donc été nécessaire de construire des formats et références partagées au sein du projet.

1.1. Données : des formats, pas des bases

Un format de donnée correspond à une mise en forme spécifique des données. Cette mise en forme peut être faite avec un tableur ou via un formulaire d'export depuis une base de données, ou encore à l'aide de script sous un logiciel de traitement type R. La définition et l'application d'un format permet de traiter des jeux de données différents avec les mêmes outils. C'est un préalable indispensable au développement d'outils communs. Un format ne garantit ni la cohérence ni la fiabilité des données comme peut le faire une base de données.

Le format PAMPA est défini dans deux documents l'un pour les données écologiques (PAMPA/WP2/Meth/3), l'autre pour les données sur les usages (PAMPA/WP3/Meth/5). Chaque format définit précisément les champs correspondant aux colonnes des deux fichiers requis par jeu de données : l'un décrivant les unités d'observation, l'autre les observations elles-mêmes. Ce format comprend un champ en correspondance avec celui du référentiel des espèces et un autre en correspondance avec le référentiel spatial ; et, pour les données de capture, le format est en correspondance avec le référentiel des engins.

1.2. Référentiel des espèces

Deux référentiels des espèces² possédant la même structure ont été développés pour les besoins du projet, un pour les espèces de Méditerranée et un pour celles d'Outre-Mer. Ces référentiels, construits avec les experts référents de chaque site, contiennent les espèces faisant l'objet de suivis dans les aires marines protégées participant au projet.

Le référentiel des espèces permet d'utiliser un identifiant unique, soit la dénomination validée selon FishBase (www.fishbase.org) pour les poissons et selon GBIF (Global Biodiversity Information Facility : <http://data.gbif.org/species/>) et/ou le WoRMS (World Register of Marine Species : <http://www.marinespecies.org>) pour les autres taxons.

² Ce sont en fait des taxons, car certains taxons ne sont pas au niveau de l'espèce

Un code unique est attribué à chacun de ces identifiants, code qui sera utilisé pour la saisie des données. Ce code permet de faire le lien avec les différentes caractéristiques de l'espèce (ou groupe d'espèces). Ce référentiel des espèces comprend également les différentes caractéristiques biologiques de l'espèce, qui sont nécessaires pour calculer certaines métriques (PAMPA/WP2/Meth/1).

Ce référentiel contient pour chaque espèce :

- le code PAMPA (type code Rubbin, ex. Acanoliv pour *Acanthurus olivaceus*) permettant une identification concise pour tous les taxons, dans la base de données et la plateforme de traitement Biodiversité et Ressources,
- le code de cette espèce dans d'autres Bases de Données (SIH, FAO, FishBase),
- des informations taxonomiques : phylum, classe, ordre, famille, genre et espèce,
- la catégorie benthique pour les suivis du récif corallien (catégorie utilisée par le logiciel CoReMo3),
- des informations sur l'espèce : taille maximum, régime trophique, des paramètres de comportement et des traits d'histoire de vie,
- pour chaque espèce de poisson, les coefficients a et b des relations taille-poids pour calculer les biomasses à partir de la taille. Ces coefficients sont définis pour l'outremer et la Méditerranée mais peuvent aussi être spécifiés pour chaque site dans le référentiel local (voir plus bas),
- le statut de protection : IUCN (d'autres statuts peuvent être rajoutés).

Ce référentiel des espèces est nécessaire pour a) uniformiser les noms entre les jeux de données pour une même espèce ; b) calculer les biomasses pour les données sur les poissons dans la plateforme Biodiversité et Ressources, et c) disposer de multiples informations sur les espèces pour les traitements : différents niveaux taxonomiques, régimes trophiques, etc. Chaque champ du référentiel peut ainsi être sélectionné pour calculer un indicateur que ce soit pour une ou plusieurs modalités de ce champ. Par exemple pour calculer les abondances des carnivores, le champ régime trophique peut être sélectionné dans la plateforme Biodiversité et Ressources avec uniquement la modalité carnivore (**Section 3.1**).

Référentiel général et référentiel local

Pour assouplir l'utilisation de la plateforme Biodiversité et Ressources, le référentiel des espèces a été revu en 2012, et séparé en deux fichiers. Le premier référentiel des espèces, dit « général » contient toutes les informations nécessaires et génériques pour la cohérence taxonomique, avec un fichier pour la Méditerranée et un pour l'Outre Mer. Le deuxième référentiel des espèces, dit « local », contient toutes les

informations sur les espèces qui peuvent être spécifiques à un site. Ceci permet à une AMP ou un site de renseigner certains champs qui peuvent varier d'un site à l'autre, comme le statut de protection, les coefficients a et b des relations taille-poids, ou de rajouter des champs.

Seul le référentiel général est obligatoire pour utiliser la plateforme. Le référentiel local est optionnel, la correspondance avec le référentiel général se fait par le champ `code_espece`, que l'on retrouve aussi dans les jeux de données mis au format PAMPA.

Les anciennes versions des référentiels espèces Outre-Mer et Méditerranée en un seul fichier peuvent toujours être utilisées.

La description des champs des référentiels espèces est en Annexe 6.2 et dans le document référentiel espèces PAMPA (PAMPA/WP1/Meth/3).

1.3. Référentiel des engins et pratiques de pêche

Le référentiel des engins permet de désigner un type de pêche (type, engin et technique) sous un code unique commun à tous les sites et d'en avoir une définition précise. Le référentiel fait également le lien entre ce code PAMPA et les codes utilisés par les référentiels nationaux (SIH et FAO). Le référentiel des engins s'est basé sur celui du SIH ainsi que sur les données récoltées dans les différents sites partenaires. Il a été complété pour prendre en compte certaines pratiques ou activités de pêche des sites partenaires du projet.

A partir des libellés utilisés par le SIH, le référentiel des engins de pêche du projet PAMPA précise :

- l'engin,
- la technique (palangrotte, coulée, par exemple),
- le type (avec ou sans canne, par exemple).

Un code spécifique au projet PAMPA a été constitué (`engin_cod`) permettant de garder toutes les précisions citées ci-dessus. C'est ce code qui est utilisé pour saisir les données dans la base de données usages (**Section 1.5**).

La description des champs du référentiel des engins est disponible dans l'Annexe 6.3 et dans le document Référentiel PAMPA des engins de pêche (PAMPA/WP1/Meth/6).

1.4. Référentiel spatial

La notion de spatialisation est très importante pour les AMP. La plupart des données du projet se réfèrent à une zone particulière d'une AMP. Mais ces données ne sont pas toutes collectées avec la même résolution spatiale : les données écologiques sont généralement géoréférencées, tandis que les données de pêche ou de fréquentation se rapportent à des zones plus ou moins précises. Dans un site donné, les positions des observations doivent pouvoir être mises en correspondance d'un jeu de données à l'autre lorsque qu'elles ne sont pas relevées à la même échelle spatiale. De plus, pour la base de données, il est indispensable d'avoir une codification standardisée des positions des données. Enfin, il faut définir une échelle commune aux sites et à laquelle des comparaisons entre sites pourront être faites.

Pour une AMP donnée, le référentiel spatial est LA table de correspondance entre les différentes échelles spatiales auxquelles les données se rapportent. Idéalement, ces échelles doivent s'emboîter de manière à garantir une correspondance non ambiguë d'une résolution fine vers une résolution plus grossière.

Un zonage générique PAMPA (partie maritime) a été utilisé pendant le projet. Il comporte 7 zones qu'il semble nécessaire de distinguer lorsqu'elles existent. Il a été construit à partir d'une synthèse des différents cas de figure rencontrés dans les sites PAMPA, mais reste valable de manière plus générale.

- Zone Z1 : Zone de non-prélèvement (pêche interdite sous toutes ses formes), voire une zone où l'accès est interdit. Souvent appelée « marine reserve » ou « no-take zone » dans la littérature anglophone.
- Zone I1 : Zone soumise à l'influence de Z1. Cette influence peut se rapporter aux effets écologiques (exportation des stades post-recrutés (ne pas prendre en compte la dispersion larvaire qui a un rayon d'action potentiellement bien plus grand)) comme aux effets sur la répartition spatiale des usages (il est souvent observé que les pêcheurs sont plus nombreux en limite de zone Z1).
- Zone Z2 : Zone de protection partielle. La pêche y est réglementée, mais autorisée sous certaines conditions.
- Zone I2 : Zone soumise à l'influence de Z1, I1 et Z2. Cette influence peut se rapporter aux effets écologiques comme aux effets sur la répartition spatiale des usages.
- Zone Z3 : Périmètre général de l'AMP. Cette zone n'est pas nécessairement soumise à une réglementation particulière, mais elle fait partie du périmètre, et à ce titre, elle peut être amenée dans le futur à voir sa réglementation évoluer, et peut être un lieu où s'appliquent des actions contractuelles, comme par exemple des chartes. En tout état de cause, elle ne peut être confondue avec l'extérieur de l'AMP.

- Zone I3 : Zone soumise à l'influence de l'AMP, à l'extérieur de son périmètre général. Cette influence peut se rapporter aux effets écologiques comme aux effets sur la répartition spatiale des usages.
- Zone Z4 : Reste du monde. Il est nécessaire de définir ce reste du monde, théoriquement indépendant de ce qui se passe dans l'AMP, même s'il est délicat de définir la limite.

Définir les zones d'influence n'est pas simple. En ce qui concerne les effets écologiques (y compris effets sur les ressources), peu de données existent sur l'exportation de biomasse, et de toute évidence, la réalité de cet effet est variable en fonction des dynamiques de chaque espèce. En ce qui concerne les effets sur les usages, l'observation des usagers et si possible les données de fréquentation renseignent sur la délimitation des zones d'influence. Si aucune hypothèse ne peut être raisonnablement posée sur ces zones d'influence, elles ne sont tout simplement pas précisées dans le référentiel spatial d'un site.

En résumé, chacune de ces 7 zones ne doit pas nécessairement exister pour chaque AMP, mais on doit pouvoir rattacher chaque lieu d'une AMP à l'une ou l'autre de ces zones. Ce zonage permet de comparer des résultats d'un site à l'autre malgré les différences de contexte.

En pratique, le référentiel spatial est construit pour chaque site. En l'absence de ce référentiel, il sera possible d'utiliser la plateforme biodiversité et ressources, mais les agrégations spatiales et la réalisation de cartes sera impossible. L'absence de ce référentiel ne permettra pas d'utiliser la plateforme usage.

La description des champs du référentiel spatial est disponible dans l'Annexe 6.4 (Référentiel spatial développé dans le cadre du projet PAMPA) et dans le document Référentiel spatial PAMPA (PAMPA/WP1/Meth/2).

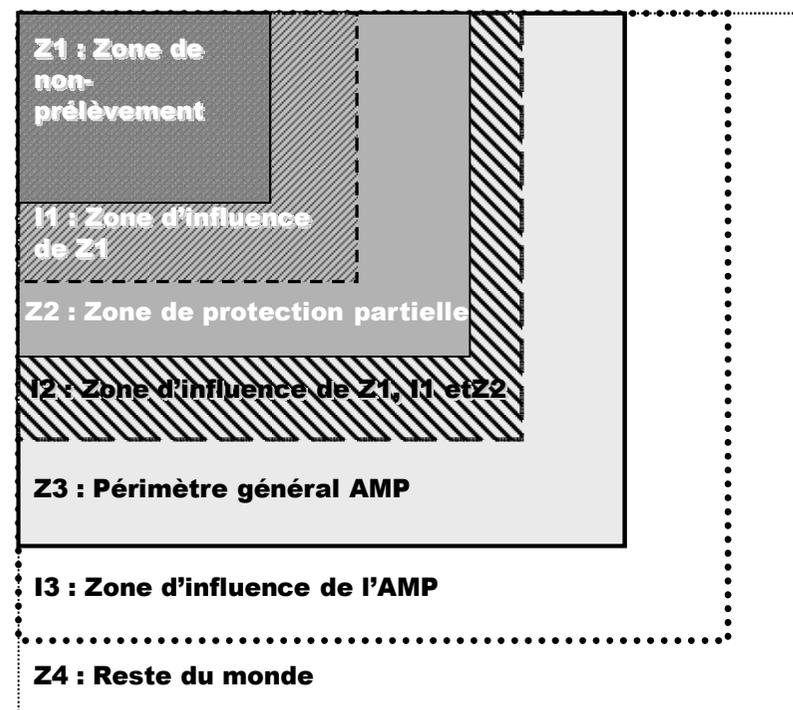


Figure 2. Zonage générique proposé pour la partie maritime.

Un référentiel spatial plus complet et géoréférencé

En 2013, le référentiel spatial a été repensé pour faciliter l'intégration de données géoréférencées (disposant de points GPS), et de manière à rendre possible une représentation cartographique à partir de la plateforme. Ce référentiel est désormais importable dans la plateforme (Biodiversité et ressources uniquement) sous forme de fichier shape. Le référentiel spatial est constitué de deux entités :

- une carte permettant l'intégration de données géo-référencées et la représentation cartographique dans la plateforme ;
- un tableau, correspondant à la table attributaire de la couche SIG, permettant le calcul des métriques aux échelles spatiales souhaitées.

Afin de prendre en compte des cartographies existantes (par ex. des habitats), des couches relatives à d'autres problématiques de gestion par ex. surveillance), et la multiplicité de statuts de protection qui peuvent conduire à des reportages, ce référentiel s'est par ailleurs enrichi d'un certain nombre de champs :

- des champs relatifs à **d'autres statuts** d'espaces protégés ou gérés, comme ceux relatifs à l'inscription au Patrimoine Mondial
- des champs concernant les **activités de surveillance** des AMP
- des champs relatifs à des **cartographies des espaces et habitats**

Par ailleurs, à l'inverse du référentiel spatial issu du projet PAMPA, la présente version permet de définir autant de champs que l'utilisateur le souhaite. Seuls 6 champs sont obligatoires aussi bien dans leurs intitulés que dans leur définition (Tableau 1).

Enfin, le référentiel spatial a été repensé à l'échelle non plus d'une AMP et de son environnement, mais à l'échelle d'un territoire, dans l'optique de pouvoir étudier des questions à une échelle plus large, comme par ex. celle d'un réseau. Ces développements ont été réalisés par l'équipe IFREMER de Nouméa, dans le cas de la Nouvelle-Calédonie dans le cadre du projet AMBIO (Aires Marines Protégées, Biodiversité et Patrimoine Mondial). Le référentiel spatial de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie est complet et validé par cette dernière (Annexe 6.4 Référentiel spatial géoréférencé et Gonson & Pelletier 2013).

Remarque : Pour les sites partenaires du projet, les anciennes versions des référentiels spatiaux peuvent toujours être utilisées pour calculer des indicateurs avec les plateformes. Le choix du type de référentiel est pris en compte lors du chargement des données (Voir Chargement des données en Section 3.1).

Tableau 1. Intitulés et définitions des champs obligatoires du référentiel spatial géoréférencé

Intitulé	Définition
CAS.ETUDE	Nom du cas d'étude. Il peut correspondre à une échelle régionale (i.e. Méditerranée), territoriale (i.e. Nouvelle-Calédonie) ou locale (i.e. Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls)
AMP	Noms des Aires Marines Protégées (AMP) présentes dans le cas d'étude. Ce champ peut correspondre à une seule AMP dans le cas où une seule serait comprise dans le cas d'étude ou de plusieurs dans le cas d'un réseau d'AMPs. Ce dernier cas se rencontre le plus souvent dans des approches régionales ou territoriales
SITE	Nom du site qui correspond à l'échelle la plus fine du référentiel spatial. Le nom du site est unique.
CODE.SITE	Code du site correspondant. Ce code est unique et joue le rôle de clé primaire du référentiel.
STATUT.PRO	Statut de protection (RI → réserve intégrale, RE → réserve, RP → réserve partielle et HR → hors réserve)
STATUT.PAM	Statut de protection PAMPA (cf. Fig. 2)
GROUPE	Groupe de sites géographiquement proches. Cette échelle peut être utilisée pour la stratification spatiale d'un protocole. C'est le cas pour les données de fréquentation. Le calcul des métriques de pression dans la plate-forme Usage ou pour la saisie des données dans la base de données Usages en tiennent compte.

1.5. Base de données usages

La base de données Usages permet de saisir les données issues des suivis de fréquentation, des enquêtes auprès des usages et des captures (PAMPA/WP1/Meth/8).

A partir de l'interface principale, l'utilisateur peut saisir, corriger ou exporter ses données au format PAMPA. La base de données est un outil de saisie et de validation des données, permettant de stocker et de formater les données.

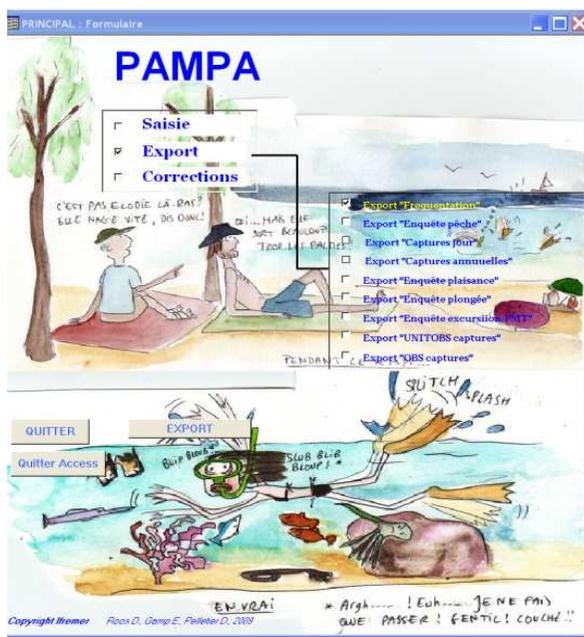


Figure 4 : Interface principale de la base de données Usages.

Figure 3 : Fenêtre de saisie des données d'enquête sur la pêche

Les interfaces de saisie de la base de données se présentent sous la forme de fenêtre avec des menus déroulant pour la sélection des champs fixes, et des cases de saisie pour les champs libres.

Masque de saisie simplifiée

Suite à la demande de plusieurs sites partenaires de PAMPA une version simplifiée de la saisie des données de fréquentation a été développée début 2013. Celle-ci permet de renseigner un groupe de bateaux en une seule ligne, plutôt que de saisir une ligne par bateau, pour autant que ceux-ci pratiquent la même **activité**, se situent sur le même **site** et disposent d'un **mouillage similaire** (i.e. ensemble des petits bateaux à moteur ancrés pratiquant une activité de pêche sur le site n°2). Avec cette saisie de la fréquentation il est donc toujours possible de distinguer les types et tailles des bateaux.

La saisie de la fréquentation simplifiée a été mise à jour suite au développement du référentiel spatial géoréférencé. En effet ce référentiel permet de définir des strates spatiales (Section 1.4). Toutes les strates (groupes de site) n'étant pas nécessairement parcourues lors d'une sortie, le masque de saisie simplifiée permet de renseigner les strates parcourues dans leur totalité durant la sortie et en renseigne l'heure d'observation. Celle-ci s'applique automatiquement aux autres sites de la strate, facilitant ainsi la saisie. De plus, les sites d'une strate pour lesquels aucune observation n'est saisie se voient automatiquement affecter une fréquentation nulle lors de l'enregistrement de la saisie, ce qui procure un gain de temps appréciable lors de la saisie, et ce grâce au référentiel spatial.

1 - Numéro de sortie: NC2013_01

2 - Caractéristiques de la sortie

Planification: Date: 19/03/2013, Périod_echant: 2013_2014, Saison: été, type_J: JS

Conditions environnementales: Météo: soleil, Nébulosité: 1, Force vent: 1, Direction vent: S, Etat de la mer: 1, Phase lunaire: NL

Conditions d'observation: AMP: NC, sens1: NA, heure_déb: 07h30, sens2: NA, heure_fin: 19h00, Double sortie: NA, Nb_moyen: 1

3 - Groupes de sites visités

Groupes	Heure
GN_01	08h00
GN_02	08h30
GN_05	09h00
GN_06	09h30
GN_07	10h00

4 - Observation des fréquentations

Site	Heure	Activité	Mouillage	Moteur petit	Voler petit	Moteur moyen	Voler moyen	Moteur grand	Voler grand	Zodiac	Jet-ski	VNM	Nb pers. à pied	Commentaires
GN_01_02	08h00	peche_embarqua	ancré	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
GN_01_05	08h00	plongee	ancré	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
GN_06_01	09h30	peche_embarqua	dérive	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	
GN_06_06	09h30	plaisance	beaché	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GN_07_08	10h00	plongee	ancré	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
GN_07_08	10h00	peche_embarqua	dérive	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GN_07_08	10h00	peche_embarqua	ancré	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	
GN_01_01	08h00	inconnue		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
GN_01_03	08h00	inconnue		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
GN_01_04	08h00	inconnue		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA
Total:				11	1	4	0	4	0	0	0	0	0	

Buttons: Supprimer la sortie, Supprimer les observations, ENREGISTRER, QUITTER

Figure 5 : Interface principale de la base de données Usages.



Documents de référence

Formats de données

- Format d'entrée des données pour le calcul des métriques usages. Document interne PAMPA/WP3/Meth/5. Version du 24 août 2011. 24 p.
- Format d'entrée des données pour le calcul des métriques biodiversité et ressources. Document interne PAMPA/WP2/Meth/3. Version du 24 septembre 2011. 10 p.

Référentiel engins

- Référentiel PAMPA des engins de pêche. PAMPA/WP1/Meth/6. Version du 24 août 2011. 7 p.

Référentiels espèces

- Référentiel espèces PAMPA. Document interne PAMPA/WP1/Meth/3. Version du 24 août 2011. 11 p.
- Document de mise au format du référentiel des espèces suite à la commande P201210-4, « Vers une intégration aisée de nouvelles AMP (plateforme générique) ». Version du 17 janvier 2013. 7 p.

Référentiels spatiaux

- Référentiel spatial PAMPA. Document interne PAMPA/WP1/Meth/2. Version du 24 août 2011. 11 p.
- Gonson C., & D. Pelletier, 2013. Référentiel spatial géoréférencé de Nouvelle-Calédonie AMBIO/E/4. Version du 4 juin 2013. 17 p.

Base de données usages

- Gamp, E., D. Roos, C. Gonson. 2013. Guide d'utilisation de la base de données PAMPA relative aux usages. Document interne PAMPA/WP1/Meth/8. Version du 18 novembre 2013. 20 p.

2. Collecte de données sur les usages

Deux types de données sur les usages ont été collectés au cours du projet PAMPA. Les protocoles qui ont été définis et appliqués concernent le relevé de la fréquentation et les enquêtes auprès des pêcheurs récréatifs, des plongeurs et des plaisanciers.

Ces données peuvent être collectées de différentes manières : en bateau, en ULM ou hélicoptère, ou à pied le long de la côte pour les usagers concernés. Les enquêtes peuvent aussi être réalisées au retour à terre des bateaux.

2.1. Protocole de suivi de la fréquentation

Ce protocole est stratifié d'une part spatialement, et d'autre part selon les mois et types de jour.

La stratification spatiale est nécessaire si la zone d'étude est trop vaste pour être parcourue en une seule sortie. La zone d'étude est subdivisée en groupes de sites définis dans le référentiel spatial de cette zone. A chaque sortie, un certain nombre de groupes de sites sont échantillonnés. L'ensemble des sites de ces groupes de site doit faire l'objet d'une observation, qu'elle soit nulle (aucun usager observé) ou pas.

Les sorties sont stratifiées par mois et par type de jour (week-end et jour semaine). Le nombre de sorties par mois et type de jour doit être proportionnel à la fréquentation attendue ; ainsi les jours de week-end, durant lesquels la fréquentation est maximale, et les mois de forte fréquentation doivent être plus échantillonnés que les autres.

Pour chaque sortie sont relevées :

- les caractéristiques de la sortie: le type de jour, la date, les conditions météorologiques (nébulosité, force et direction du vent, houle, lune) ;
- les caractéristiques de l'observation :
 - en cas de saisie simplifiée (§ 1.5) : pour chaque groupe de bateau, site, nombre de bateaux, type et taille, activité pratiquée, type de mouillage
 - en cas de saisie complète : pour chaque bateau, type et taille, activité pratiquée, type de mouillage, nom ou immatriculation, nombre de personnes à bord, position GPS, type de fond si le bateau est ancré

2.2. Enquêtes auprès des usagers

Ces enquêtes peuvent être couplées ou non aux relevés de la fréquentation. Afin de faciliter le traitement quantitatif des résultats, le questionnaire est semi-directif et réalisé *in situ* ou éventuellement au retour à terre. Il est anonyme et dure environ 10-15 minutes. Une seule personne est interrogée par bateau ou par groupe d'usagers. L'avantage de réaliser les enquêtes en même temps que les relevés est de conduire à un plan d'échantillonnage respectant la stratification spatiale et temporelle du protocole de fréquentation. Cependant, il peut être préférable au point de vue logistique de réaliser les enquêtes indépendamment. Il est alors nécessaire de s'interroger sur la représentativité des individus enquêtés.

Deux types de questionnaire sont disponibles : l'un pour les plaisanciers, l'autre pour les pêcheurs non professionnels.

Le questionnaire des plaisanciers comprend :

- les informations contextuelles : la date, l'heure, le site et les conditions météorologiques (vent, houle, météo et lune) ;
- l'activité du jour : lieu de départ, durée de la sortie, motivations, choix du lieu ;
- perceptions des AMP : connaissance de l'AMP et de sa réglementation, motivation par rapport à l'AMP, définition personnelle d'une AMP, participation à la gestion, effets de l'AMP sur l'écosystème, sur l'économie locale, sur leur propre activité
- connaissance, utilisation et appréciations des aménagements existants, connaissance des corps-morts permanents et de leur intérêt;
- perception des relations avec les autres usagers

Le questionnaire destiné aux pêcheurs non professionnels est constitué de cinq parties :

- les informations contextuelles : la date, l'heure, le lieu et les conditions météorologiques (vent, houle, météo et lune) ;
- l'activité de pêche du jour : type de pêche, zone de pêche, engins de pêche et leur nombre, durée de la sortie et de la pêche ;
- les captures du jour avec une précision maximale (jusqu'à l'espèce), le nombre par espèce et gamme de tailles capturées, éventuellement le poids ;
- l'activité de pêche habituelle : nombre d'années de pratique, période de pêche durant l'année, la semaine et la journée, techniques et engins principaux et nombre moyen de sorties par mois, facteurs influençant la sortie et le lieu de pêche, motivation pour la pêche, part d'activité dans l'AMP, principales espèces pêchées en une année, estimation de la capture annuelle totale, budget annuel de l'activité ;
- les perceptions des pêcheurs avec des questions similaires au questionnaire des plaisanciers et des questions spécifiques sur l'évolution de leurs captures et les effets que peuvent avoir les réserves sur leur activité.

Les deux questionnaires comportent également une question ouverte sur les suggestions ou/et attentes de l'enquêté, ainsi que des informations complémentaires sur lui/elle : sexe, âge, situation professionnelle et résidence principale.

3. Plateformes de calcul

Deux plateformes de calcul ont été développées sous le logiciel R, une pour la biodiversité et les ressources et l'autre pour les usages. Leur utilisation ne nécessite aucune connaissance de R. Les personnes sachant programmer sous R peuvent, dans la même session que la plateforme, coder d'autres graphiques et analyses afin de réaliser d'autres analyses sur les jeux de données chargés. L'intégralité du code des plateformes est accessible et fait l'objet d'une licence GNU de documentation libre (PAMPA/WP2/Meth/4).

Ces deux plateformes sont accessibles via une interface commune et s'installent avec un fichier exécutable. Elles permettent de calculer les métriques choisies par les sites, de générer des graphiques et des tests statistiques et d'exporter les résultats et les analyses. Ces plateformes sont issues d'un travail collaboratif entre les développeurs du projet et les utilisateurs avec une recherche constante de compromis entre la simplicité d'utilisation et la fonctionnalité.

Cliquez sur le logo PAMPA de votre bureau

Choisissez votre plateforme de calcul



Ressources et Biodiversité

Usages

Figure 5 : Visuel des plateformes PAMPA "Ressources et Biodiversité" et "Usages"

3.1. Plateforme sur la biodiversité et les ressources

La plateforme PAMPA « Ressources et Biodiversité » peut traiter différents types de données et calculer de nombreuses métriques.

Variables	Niveau de calcul	Système d'observation
<ul style="list-style-type: none"> • Abondance • Biomasse • Abondance et biomasse par classe de taille • Taille moyenne • Richesse spécifique • Richesse spécifique relative • Autres indices de diversité • Pourcentage de recouvrement • Fréquence d'observation 	<ul style="list-style-type: none"> • Par espèce, groupe d'espèces, ensemble • Par facteur décrivant les unités d'observation: <ul style="list-style-type: none"> ○ tout niveau du référentiel spatial (unité d'observation, site, zonage PAMPA, ...) ○ habitat(s) (différentes variables) ○ année, saison, mois 	<ul style="list-style-type: none"> • Comptages visuels sous-marins : transect LIT, transect en bande, quadrat... • Vidéo rotative • Transects vidéo • Captures et effort (débarquements, embarquements, pêches scientifiques, enquêtes pêche) • Comptage de traces individuelles (tortues) • Comptages lors de survols

Tableau 2. Type de données prises en charge par la plateforme PAMPA "Ressources et Biodiversité" et possibilités de calcul. LIT=Line Intercept Transect .

Une présentation rapide de chaque menu est disponible ci-dessous, pour plus d'information se référer au guide d'utilisation de la plateforme Ressources et Biodiversité (PAMPA/WP2/Meth/4).

Données

Les données mises au format PAMPA sont chargées dans la plateforme via le menu « Données » et les interfaces de sélection des fichiers à charger. Tous les détails sur le chargement des données et sur les fichiers nécessaires sont dans PAMPA/WP2/Meth/4.

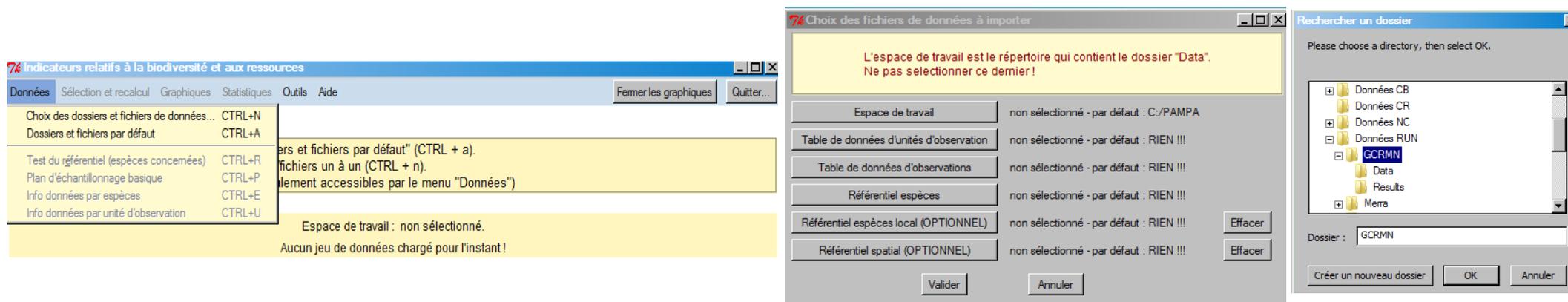


Figure 6 : Interface de chargement des données. De gauche à droite : Menu Données, Interface de choix des données et fenêtre de sélection des fichiers.

Les fichiers de données doivent être contenus dans un dossier « Data » pour être lu par la plateforme. Attention lorsque l'on sélectionne l'espace de travail, c'est le dossier contenant le dossier Data qui doit être sélectionné (ici le dossier GCRMN) et non le dossier Data lui-même. Trois fichiers sont obligatoires pour que la plateforme fonctionne : un fichier contenant la description des unités d'observation, un fichier contenant les observations et un référentiel des espèces général (ancien ou nouveau format). Le référentiel des espèces local et le référentiel spatial, non obligatoires, contiennent tous les deux des informations spécifiques à un site. Ils permettent d'exploiter d'autres fonctionnalités de la plateforme comme la prise en compte des caractéristiques locales des espèces, le calcul de métriques à d'autres échelles spatiales, et la représentation sur carte des résultats.

Une fois les données chargées, des informations de synthèse sont accessibles depuis le menu « Données » comme le plan d'échantillonnage, le nombre d'espèces observées au total et par unité d'observation, etc.

Sélection et recalcul

Ce menu permet de sélectionner une partie du jeu de données chargé. La sélection peut se faire suivant un ou plusieurs critères des unités d'observation : site, année, caractéristiques géomorphologiques (ex : platier, pente externe) ou suivant un ou plusieurs critères du référentiel des espèces (ex : famille, genre, régime trophique...). Grâce à ce menu, un jeu de données réduit est créé qui permet une analyse plus fine.

La sélection est indiquée sur l'interface principale. Pour retravailler sur l'ensemble du jeu de données, il suffit de cliquer sur le bouton « Restaurer les données ».

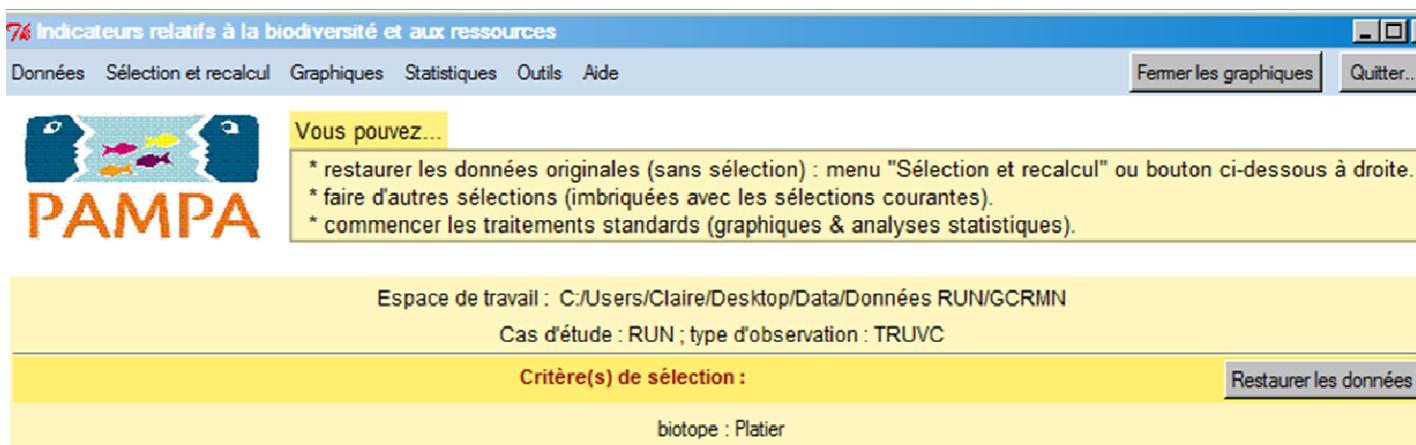
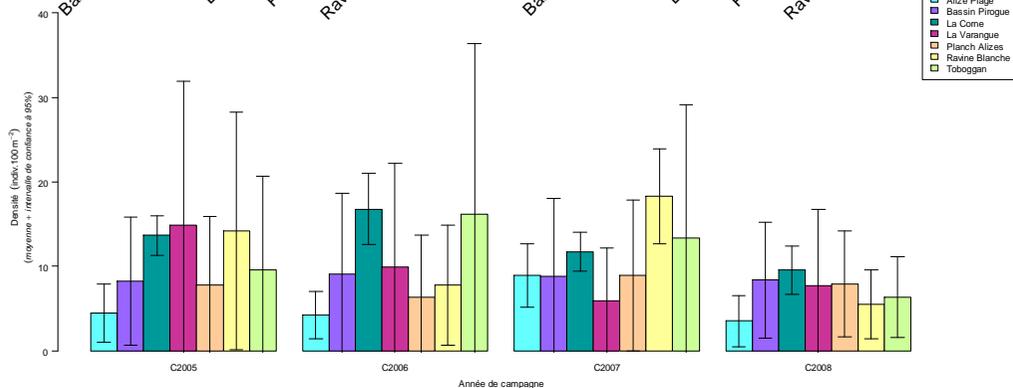
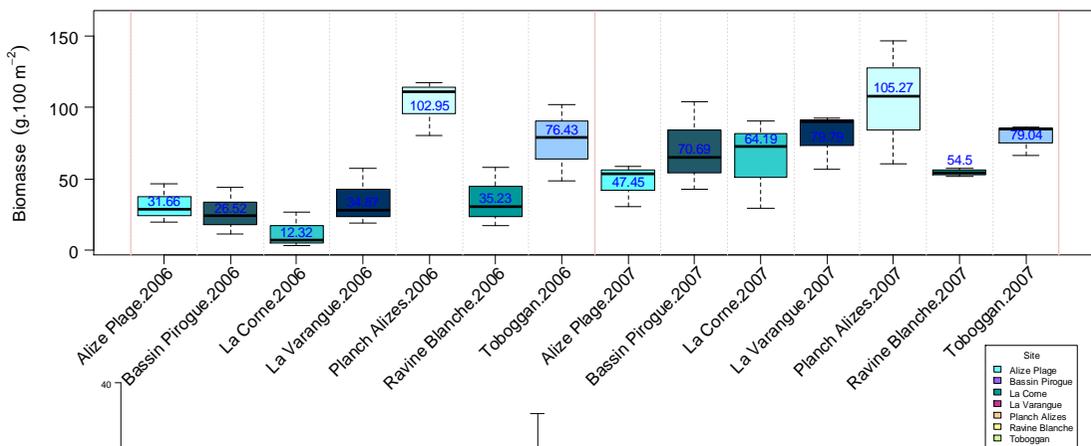
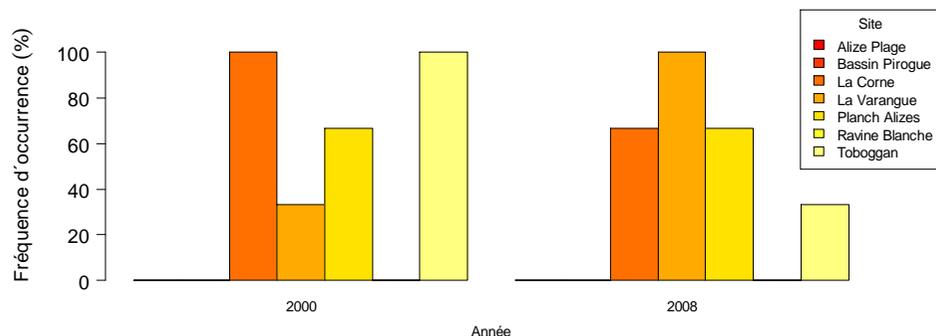


Figure 7 : Interface PAMPA avec une sélection des données par rapport au facteur biotope, seules les données sur le platier sont sélectionnées. A droite le bouton « Restaurer les données »

Graphiques



valeurs de fréquence d'occurrence agrégée par espèce et unité d'observation pour le champ 'Identifiant' = Chlorurus_sordidus selon l'année et le site



La plateforme offre la possibilité de réaliser différents types de graphique :

- Des diagrammes de dispersion (boxplots ou boîtes à moustaches),
- Des graphiques en barres (barplot)
- Des fréquences d'occurrence.

Les diagrammes de dispersion permettent de représenter les distributions des métriques et ainsi de visualiser les valeurs minimum et maximum, la moyenne et la médiane ainsi que les quartiles. Cette représentation donne une information essentielle sur la variabilité des métriques. Elle permet de voir immédiatement si la variabilité est due à quelques valeurs extrêmes (boite de taille faible et soit grandes moustaches soit points extrêmes) ou si toutes les mesures sont très variables (boite de grande taille). Voir annexe 6.5.

Les graphiques en barres sont plus synthétiques et plus adaptés pour les restitutions. Ils représentent la moyenne ou la médiane des valeurs avec l'intervalle de confiance associé représentée par des barres verticales. Ces barres d'intervalle de confiance peuvent être retirées du graphique pour une représentation plus épurée. Quand l'intervalle de confiance est grand, il est important d'analyser la variabilité des données via un boxplot.

Les fréquences d'occurrence représentent le nombre de fois où une espèce ou un groupe d'espèces a été observé sur la totalité des observations sélectionnées. Cette représentation est très intéressante pour les espèces rares ou peu observées. Voir annexe 6.6.

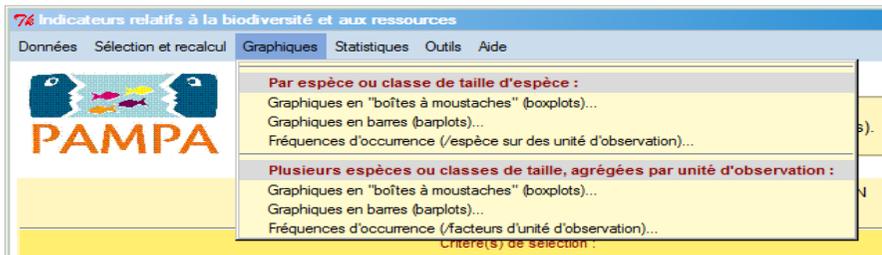


Figure 8 : Interface du menu graphique avec choix du type de graphique par espèce ou pour plusieurs espèces

Attention : le menu graphique est composé de deux types d'analyse, correspondant à des niveaux d'agrégations différents :

- « Par espèce ou classe de taille d'espèce » pour représenter une seule espèce par graphique (analyse monospécifique)
- « Plusieurs espèces » pour représenter plusieurs espèces par graphique (analyse plurispécifique).

Les calculs diffèrent en fonction du type d'analyse. Il est donc très important de faire le choix de graphique qui correspond à la métrique que l'on souhaite représenter.

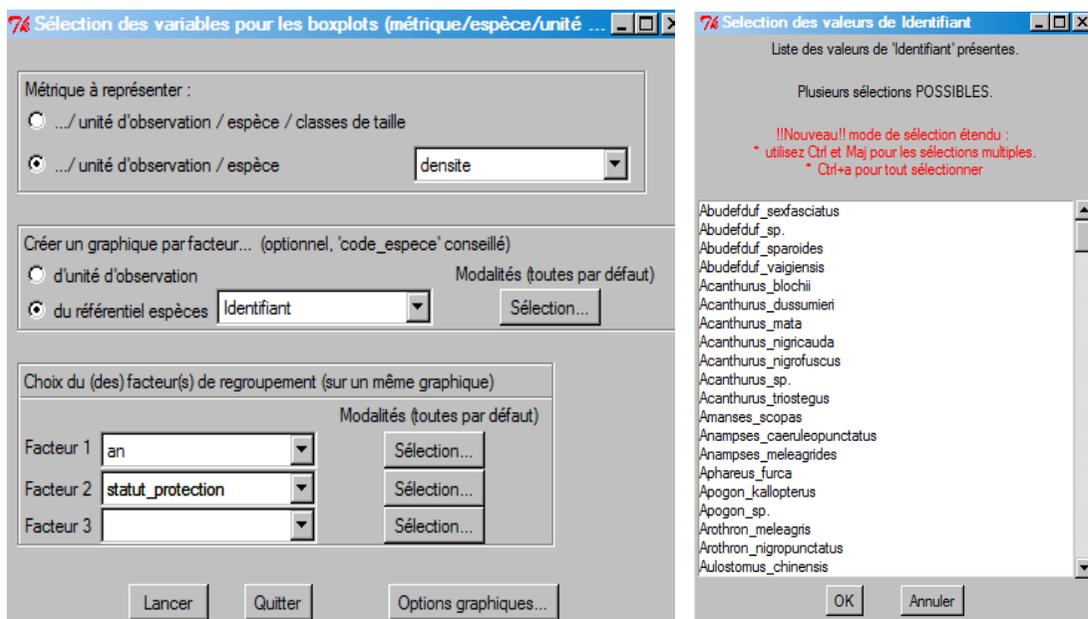


Figure 9 : Interface commune de choix pour la réalisation des graphiques

Les interfaces de choix pour les graphiques sont basées sur un squelette commun à tous les types de graphiques. Cette interface se compose de 3 cadres :

- Le premier cadre de choix de la variable à représenter (densité, biomasse, richesse spécifique...)(Figure 9).
- Le deuxième cadre dédié à la sélection d'un facteur de restriction des observations (choix d'une espèce, d'une famille, d'un site...) (Figure 9)
- Le troisième cadre de choix des facteurs explicatifs qui apparaîtront sur les graphiques (Figure 10).

Pour le choix d'une espèce dans le deuxième cadre, le facteur identifiant, correspondant au nom entier de l'espèce (genre, espèce), est beaucoup plus facile à utiliser pour la sélection que le facteur code_espèce qui correspond au code PAMPA.

Le choix du deuxième facteur influence les couleurs du graphique. Pour mettre en avant l'effet de la protection le facteur statut de protection est conseillé comme deuxième facteur.

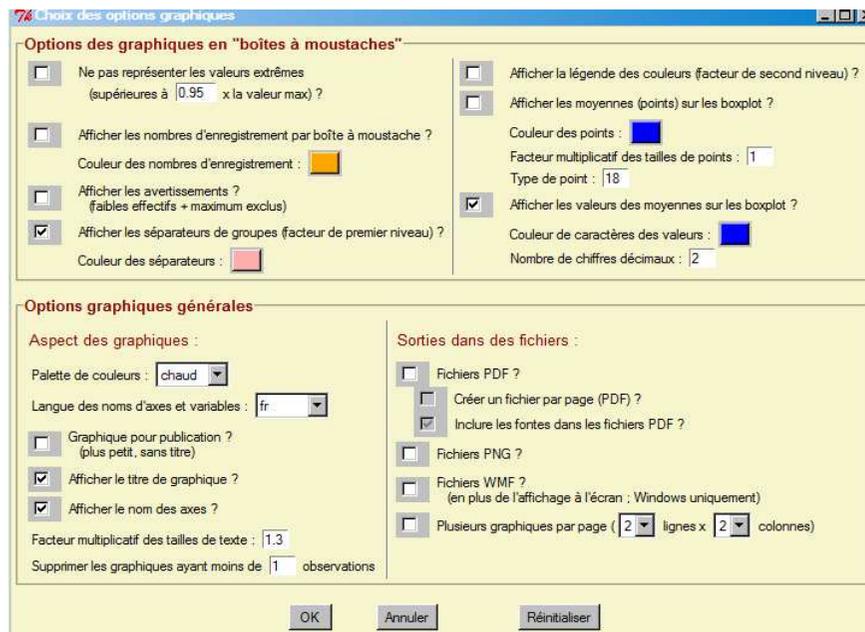


Figure 10 : Interface de choix des options graphiques

L'interface de sélection des options graphiques est contextualisée. Cela veut dire qu'elle peut varier selon qu'elle soit appelée d'un type de graphique ou d'un autre.

Cette interface permet de choisir notamment :

- La palette de couleur graphique (ensemble de couleurs, bleus, couleurs chaudes ou nuance de gris)
- L'affichage ou non des titres et des noms des axes
- La taille des titres et des légendes des axes
- La représentation simplifiée sans légendes pour les axes ni titre (par ex. graphique pour publication)
- D'exporter le graphique dans un fichier PDF, PNG ou WMF
- D'afficher plusieurs graphiques par pages

Des options spécifiques à chaque type de graphique sont aussi disponibles, avec la possibilité d'afficher les moyennes, de choisir la couleur de cet affichage, etc. (voir Figure 10). Pour plus de détails sur les graphiques et les options graphiques se reporter au guide utilisateur.

Pour chaque graphique réalisé avec la plateforme un fichier au format .csv, lisible par tout tableur, est créé qui contient les données relatives au graphique (Figure 11). Ainsi, si le graphique souhaité ne peut être réalisé à partir du menu graphique et de ses options, il est possible de le créer avec le tableur de son choix. Un deuxième type de fichier contenant le résumé des données est aussi pour

	A	B	C	D	E	F
1	densite	code_espece	unite_observation	site	an	
2		5 Epinmerr	EMGH0908	SG	2007	
3	7,5	Epinmerr	EMGH0909	SG	2008	
4	2,5	Epinmerr	EMGH0910	SG	2010	
5		0 Epinmerr	EMGH0911	SG	2011	
6		10 Epinmerr	EMGH1008	SG	2007	
7	2,5	Epinmerr	EMGH1009	SG	2008	
8	2,5	Epinmerr	EMGH1010	SG	2010	
9	2,5	Epinmerr	EMGH1011	SG	2011	
10	7,5	Epinmerr	EMGH1108	SG	2007	
11		15 Epinmerr	EMGH1109	SG	2008	

Figure 11 : Fichier Excel contenant les données relatives au graphique choisi.

chaque graphique. Il contient un descriptif des données, de la métrique choisie et des sélections éventuelles (Figure 12). Les statistiques générales sont ensuite proposées ainsi que les statistiques par croisement de facteur. L'utilisateur dispose ainsi de toutes les valeurs nécessaires pour interpréter les graphiques.

```
#####
Jeu de données :
* Identification du cas d'étude : RUN
* Répertoire de données : C:/users/Claire/Desktop/Data/données RUN/test/Data/
* Données d'observation : obsmerra-20121205.txt
* Données unités d'observation : unitobsmerra-20121205.txt
* Référentiel espèces : pampa-wpl-meth-4-refspom_190411.txt
* Référentiel spatial : NA

Pas de sélection générale sur les données.
#####
Métrique et facteurs (et éventuelles unité/sélections) :
Métrique : densité (indiv.100-m^{-2}),
agrégée par espèce / unité d'observation.

Facteur de séparation des graphiques : code espèce (Epinmerr)

Facteur(s) de regroupement :
* caractéristique 1 (aucune sélection)
* site (aucune sélection)

#####
Statistiques générales :
      Min. 1er.Quart.  Médiane  Moyenne  3e.Quart.  Max  Écart.type
0.000    0.000    2.500    4.759    7.500    55.000    7.099
N
436.000

#####
Statistiques par croisement de facteurs :
      Min. 1er.Quart.  Médiane  Moyenne  3e.Quart.  Max  Écart.type  N
Camp08.ES  0.0    3.75  13.75  15.750  20.000  55.0    16.460  10
Camp08.SG  0.0    2.50   7.50   8.309  10.000  25.0    6.649  34
Camp08.SL  0.0    5.00   7.50  11.920  20.000  45.0   11.920  26
Camp08.SP  0.0    5.00   5.00   5.500   5.000  10.0    2.838  10
Camp09.ES  2.5    2.50   6.25   7.500   9.375  20.0    6.009  10
Camp09.SG  0.0    5.00   7.50   9.803  15.000  27.5    7.542  38
Camp09.SL  0.0    0.00   2.50   2.500   4.375  10.0    2.707  30
Camp09.SP  0.0    0.00   1.25   1.750   2.500   7.5    2.372  10
Camp10.ES  0.0    0.00   0.00   2.500   5.750  15.0    4.850  10
Camp10.SG  0.0    0.00   0.00   2.500   5.750  15.0    4.850  10
Camp10.SL  0.0    0.00   0.00   2.500   5.750  15.0    4.850  10
Camp10.SP  0.0    0.00   0.00   2.500   5.750  15.0    4.850  10
```

Figure 12 : Fichier de résumé des données disponibles pour chaque graphique créé.

Statistiques

La plateforme Ressources et Biodiversité met à disposition plusieurs analyses statistiques :

- des modèles linéaires pour les comparaisons spatiales et temporelles
- des arbres de régression multivariés pour hiérarchiser les facteurs explicatifs

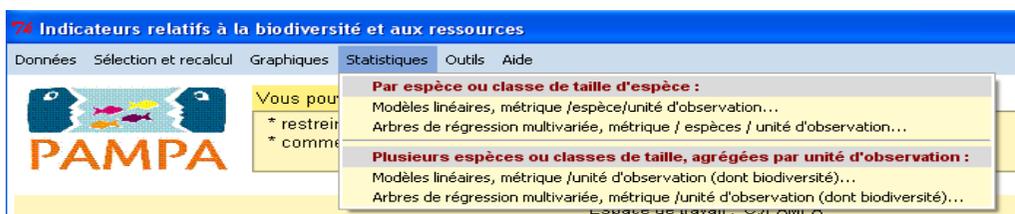


Figure 13 : Interface du menu Statistiques avec choix d'analyse par espèce ou pour plusieurs espèces

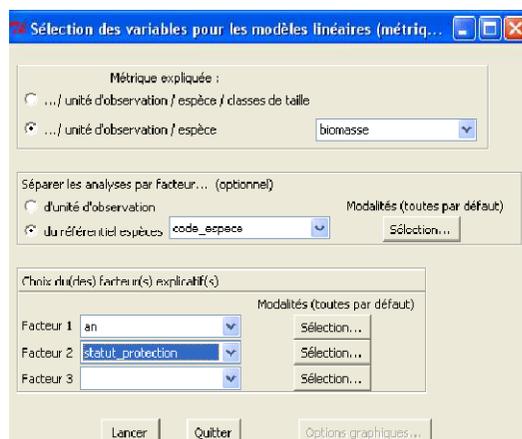


Figure 14 : Interface de sélection des variables pour les modèles linéaires

Les interfaces du menu « Statistiques » sont très similaires à celles du menu graphique, notamment en terme de choix des variables, des facteurs restrictifs et explicatifs (voir ci-dessus et Figure 13).

Avant toute analyse statistique, des graphiques exploratoires doivent être réalisés pour visualiser les données, choisir les méthodes appropriées, et anticiper les résultats des statistiques.

La plateforme propose d'ajuster des modèles linéaires gaussiens (analyse de variance et régressions) sur données log-transformées ou non, ainsi que des modèles linéaires généralisés (GLM) avec des distributions Gamma, binomiale négative et binomiale. Le choix de la distribution dépend de la nature de la métrique. En dépit de leur plus grande complexité théorique, les GLMs produisent ici des résultats similaires et aisés à interpréter.

Une interface spécifique a été développée pour aider au choix du modèle. Après avoir sélectionné les variables (Figure 14), une boîte de dialogue s'ouvre pour sélectionner le modèle. Des distributions théoriques (en rouge sur la Figure 15) sont ajustées sur les données pour identifier le modèle qui correspond a priori le mieux aux données. Par défaut le modèle dont la distribution s'ajuste le mieux aux données selon le critère d'information d'Akaike (AIC, le plus petit possible) sera présélectionné.

Pour les données de présence/absence, dont la modélisation correspond aux graphiques des fréquences d'occurrence, le modèle binomial est automatiquement retenu.

Des graphiques diagnostiques sont créés après chaque ajustement. Ils permettent de visualiser l'adéquation du modèle aux hypothèses et d'identifier d'éventuelles valeurs aberrantes.

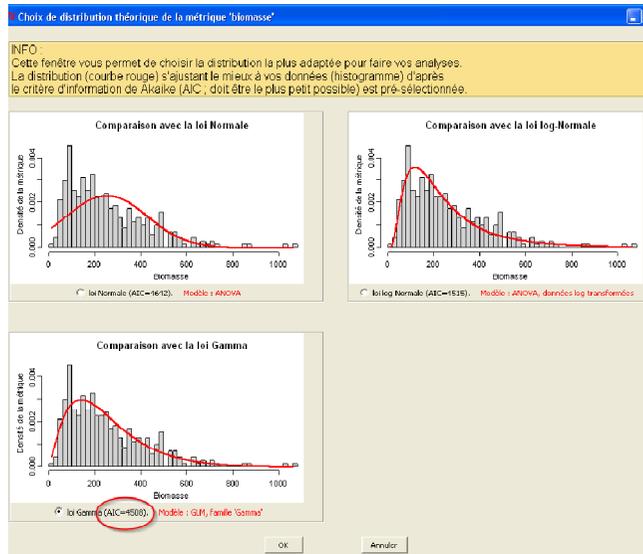


Figure 15 : Interface de sélection du modèle linéaire le plus adéquat (ici ajustement de la loi Normal, log Normal et Gamma)

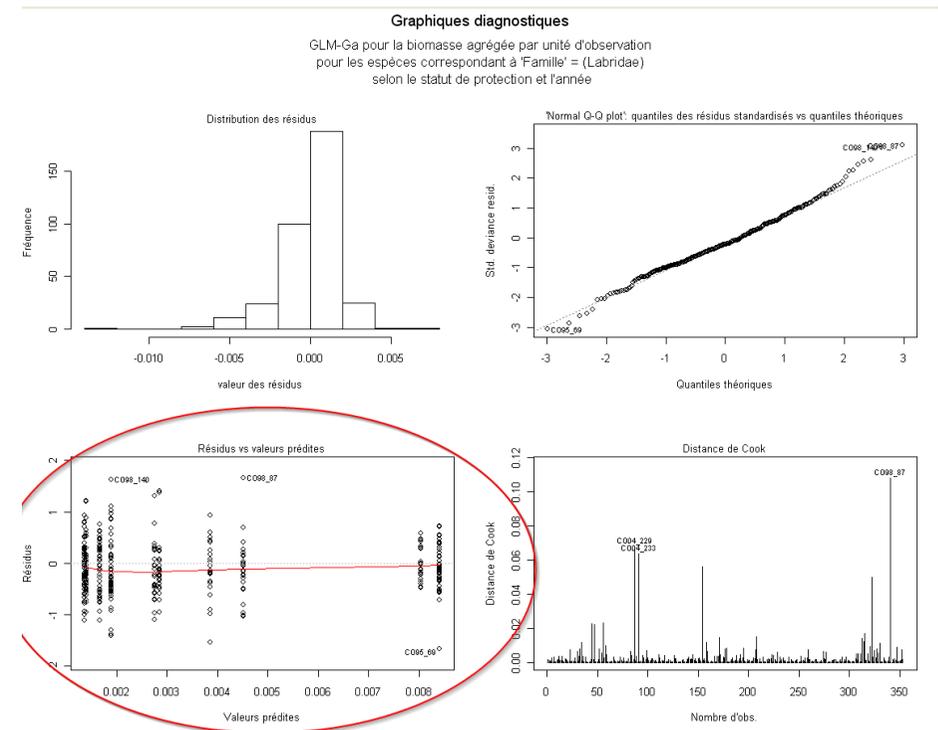


Figure 16 : Graphiques de diagnostics issus des modèles linéaires

Si deux facteurs explicatifs sont sélectionnés, un graphique des interactions (interaction plot) est produit (Figure 17). Il représente les valeurs moyennes de la métrique pour chaque combinaison de niveaux des facteurs sélectionnés. Cette représentation graphique des données aide à l'interprétation des effets et des comparaisons multiples des modalités des facteurs explicatifs.

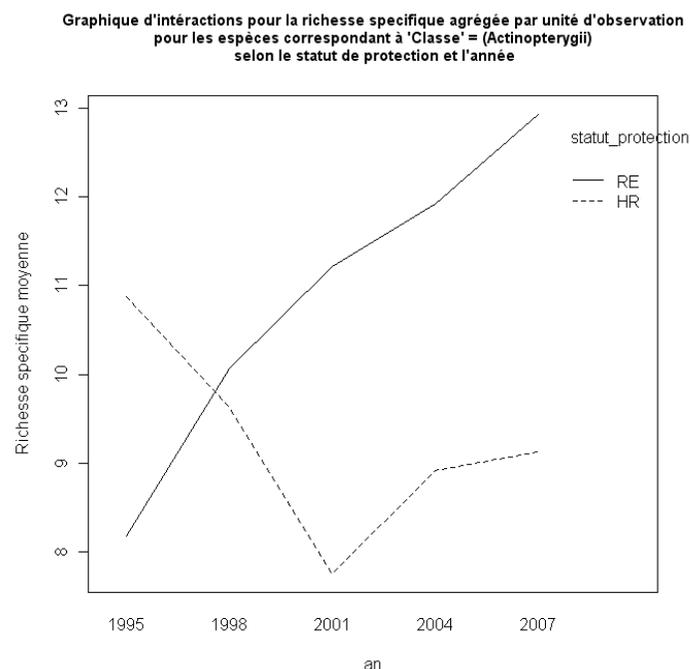


Figure 17 : Graphique de type "interaction plot" pour les modèles linéaires à deux facteurs.

Toutes les informations sur le modèle choisi sont disponibles dans un fichier de résultats (Figures 18 et 19). La première partie du fichier de résultats contient :

- une description du modèle : type de modèle et formule
- les statistiques globales du modèle
- les détails sur les facteurs significatifs
- les valeurs prédites par le modèle pour chaque combinaison des modalités des facteurs explicatifs de l'analyse

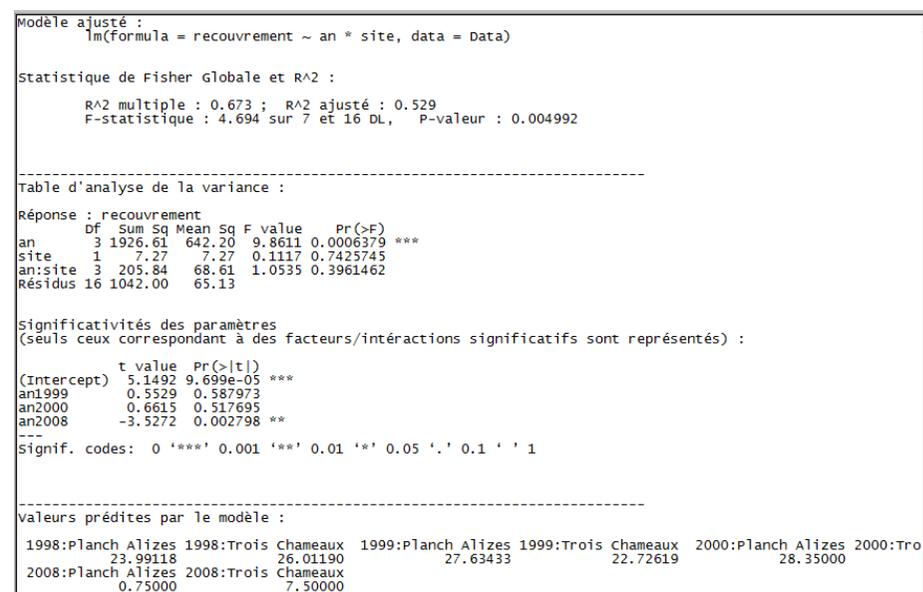


Figure 188 : Fichier de résultats d'un modèle linéaire issu de la plateforme Ressources et Biodiversité (première partie)

```

-----
Comparaisons multiples :
|
Comparaisons pour les différences de 'année' (temporel) par 'site' :
Hypothèses linéaires :
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
Planch Alizes : 2008 - 1998 == 0 -23.2412 6.5891 -3.527 0.01918 *
Planch Alizes : 2008 - 2000 == 0 -27.6000 6.5891 -4.189 0.00501 **
Planch Alizes : 2000 - 1999 == 0 0.7157 6.5891 0.109 1.00000
Planch Alizes : 1999 - 1998 == 0 3.6431 6.5891 0.553 0.99382
Trois Chameaux : 2008 - 1998 == 0 -18.5119 6.5891 -2.809 0.07954 .
Trois Chameaux : 2008 - 2000 == 0 -12.5833 6.5891 -1.910 0.37112
Trois Chameaux : 2000 - 1999 == 0 -2.6429 6.5891 -0.401 0.99892
Trois Chameaux : 1999 - 1998 == 0 -3.2857 6.5891 -0.499 0.99642
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(P-valeurs ajustées -- méthode 'single-step')

Comparaisons pour les différences de 'site' par 'année' (temporel) :
Hypothèses linéaires :
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
1998 : Trois Chameaux - Planch Alizes == 0 2.021 6.589 0.307 0.996
1999 : Trois Chameaux - Planch Alizes == 0 -4.908 6.589 -0.745 0.909
2000 : Trois Chameaux - Planch Alizes == 0 -8.267 6.589 -1.255 0.621
2008 : Trois Chameaux - Planch Alizes == 0 6.750 6.589 1.024 0.767
(P-valeurs ajustées -- méthode 'single-step')

```

Figure 19: Fichier de résultats d'un modèle linéaire issu de la plateforme Ressources et Biodiversité (deuxième partie)

La deuxième partie du fichier de résultats (Figure 19) contient les résultats des comparaisons multiples, qui rendent compte des différences entre les modalités des facteurs explicatifs. Les comparaisons multiples sont restituées de façon à mettre en avant les différences spatiales et temporelles. Sur la Figure 19, les différences annuelles sont d'abord testées par site, puis les différences entre sites sont testées par année.

Pour plus d'informations sur les sorties et leurs interprétations voir PAMPA/WP2/Meth/4.

Les arbres de régression multivariés sont la seule analyse multivariée proposée par la plateforme, afin de conserver une certaine simplicité aux analyses. Cette technique permet d'expliquer un tableau de données par plusieurs variables explicatives et de grouper les observations en fonction des valeurs de ces variables explicatives. Le résultat est un arbre dichotomique hiérarchique, c'est à dire que les observations sont successivement séparées en deux lots en commençant par les variables les plus discriminantes (Figure 20).

L'interface et son utilisation sont similaires à celles des autres analyses.

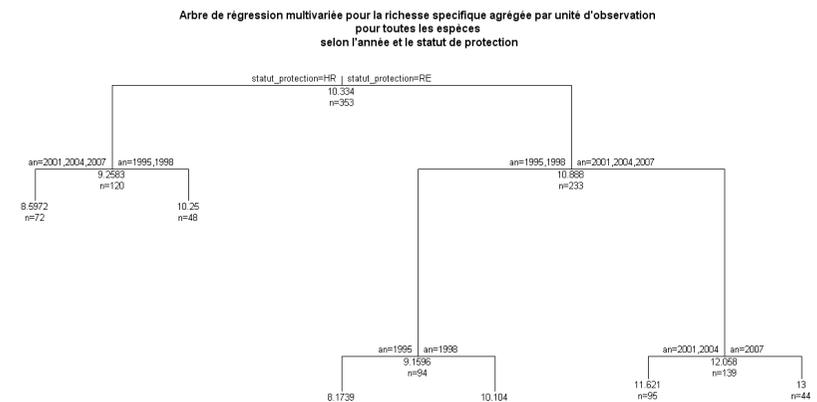
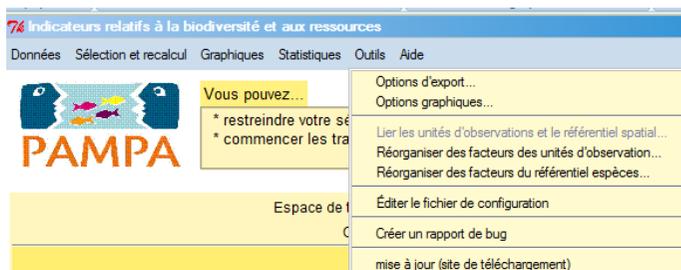


Figure 20: Exemple d'arbre de régression multivarié

Outils



Le menu Outils propose différentes possibilités

- les options pour l'export et la forme des graphiques
- l'interface de réorganisation des modalités des facteurs
- le format du rapport de bug
- l'accès aux nouvelles versions de l'interface sur la page de téléchargement du wiki

L'interface de réorganisation des facteurs permet de définir dans quel ordre les modalités d'un facteur doivent apparaître sur les graphiques, ce qui permet d'améliorer l'apparence de ces derniers.

Le rapport de bug permet de faire remonter à l'équipe de développement toute anomalie constatée et ainsi d'assurer une maintenance efficace du programme

Aide



Figure 21 : Menu d'aide de la plateforme et accès au guide d'utilisation de la plateforme PAMPA "Ressources et Biodiversité".

Le guide utilisateur de la plateforme « Ressources et biodiversité » est disponible à partir de la plateforme dans le menu « Aide/Documentation (locale) » (Figure 21).

Dans l'onglet « A propos de la plateforme » (Figure 22), vous trouverez des informations concernant la plateforme, comme le numéro de version, ainsi que diverses informations sur l'équipe de développement, la licence, les financeurs du projet PAMPA et les partenaires scientifiques. Le numéro de version de la plateforme est important et permet de savoir qu'elle version est installée sur votre ordinateur et s'il s'agit bien de la version la plus récente.

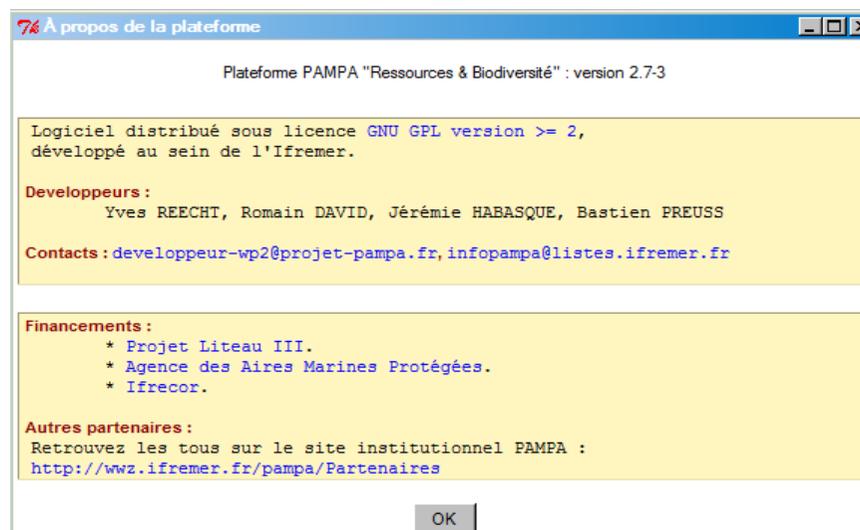


Figure 22 : A propos de la plateforme PAMPA "Ressources et Biodiversité"

Enfin, un certain nombre de modifications sont encore en cours de validation dans la version 2.8.beta (voir annexe 6.7)



Documents de référence

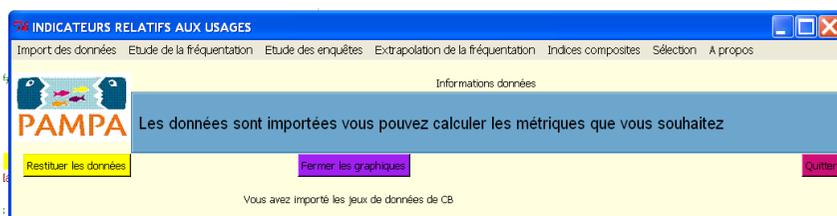
- Guide d'utilisation de la plateforme PAMPA « Ressources et Biodiversité » – Aide au calcul, à la représentation et l'analyse des métriques relatives à la biodiversité et aux ressources. PAMPA/WP2/Meth/4. Version du 04/02/2013. 72 p.

3.2. Plateforme sur les usages

La plateforme PAMPA « Usages » peut importer différents types de données dont les suivis de fréquentation, et les données issues des enquêtes PAMPA. Elle permet ensuite de calculer de nombreuses métriques relatives aux usages et de réaliser différents tests sur ces métriques.

Tableau 3 : Type de données prises en charge par la plateforme PAMPA "Usages" et possibilités de calcul

Variables	Niveau de calcul	Système d'observation
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de bateaux • Nombre de personnes • Nombre d'engins de pêche • Moyennes observées ou totaux extrapolés dans le temps • Réponses aux questionnaires en pourcentage par catégorie • Indicateurs composés de plusieurs réponses (connaissance de l'AMP, perception de la performance) 	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes activités ou par activité • Par type de mouillage • Résident /non résident • Tout niveau du référentiel spatial (unité d'observation, site, zonage PAMPA) • Echelle de temps : mois, année, trimestre, semestre 	<ul style="list-style-type: none"> • Etude de fréquentation (bateau ou ULM) • Enquêtes : effort et captures de pêche, pratiques, perceptions



L'ensemble des données traitées par la plateforme est issu de la base de données Usages du projet PAMPA (Section 1.5). Une présentation rapide de chaque menu est disponible ci-dessous, pour plus d'information se référer au guide Utilisateur de la plateforme Usages (PAMPA/WP3/Meth/9).

Importation des données

Les données sont automatiquement importées à partir des fichiers exportés par la Base de données Usages. La seule information demandée lors de l'importation des données est le nom du cas d'étude. L'ensemble des fichiers de données doit être présent dans le dossier « C:/PAMPA/Donnees_Usages » sous leur dénomination correcte (PAMPA/WP3/Meth/9).

Analyse des données de fréquentation

Le menu de l'interface « Etude de fréquentation » (Figure 23) permet d'analyser les données de fréquentation selon différents facteurs :

- spatial : les différents niveaux du référentiel spatial ;
- temporel : année, semestre, trimestre ou mois ;
- type de jour : soit tous jours confondus soit par type de jour (jours semaine et jours week-end séparés) ;
- d'autres variables de séparation disponibles dans le jeu de données: activités pratiquées, type de bateau, type de mouillage...

Deux types de résultat sont disponibles :

- un tableau de valeurs contenant les minimum, maximum, moyenne, variance et intervalles de confiance à 95% pour chaque croisement des niveaux de facteurs (Figure 25)
- un diagramme de dispersion (boxplot) (Figure 26)

Le calcul des moyennes respecte la stratification de l'échantillonnage selon le type de jour et le mois. Les équations de calcul sont présentées dans le guide utilisateur (PAMPA/WP3/Meth/9).

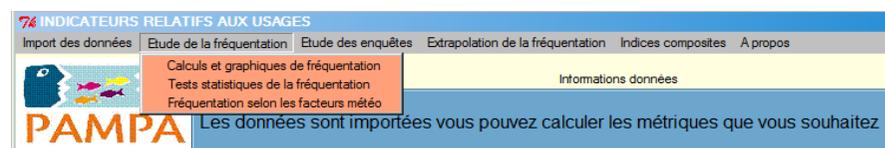


Figure 23 : Interface du menu d'étude de la fréquentation

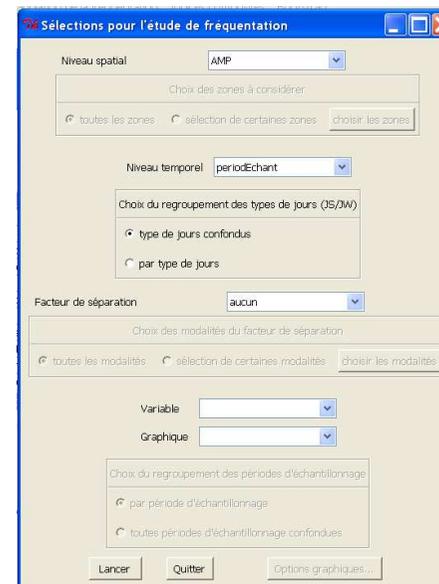


Figure 24 : Interface de sélection des variables et facteurs pour l'étude de la fréquentation

	2008		
	A	B	C
dec_janv_fev	1.762963	1.024074	1.318519
juin_juil_aout	16.027174	9.630435	15.791667
mar_avril_mai	7.364130	4.141304	5.483696
sept_oct_nov	11.366300	4.120879	5.091575

Figure 25 : Nombre moyen de personnes par groupe de sites et par trimestre

Une deuxième interface est disponible pour l'étude de la fréquentation selon les facteurs météo (Figure 27). Les facteurs météo suivant peuvent être renseignés dans le BdD Usages : météo, nébulosité, direction du vent, force du vent, état de la mer et phase lunaire.

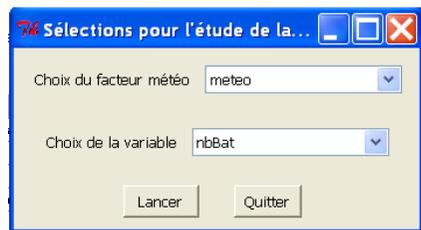


Figure 27 : Interface de sélection des variables et facteurs météo pour l'étude de la fréquentation

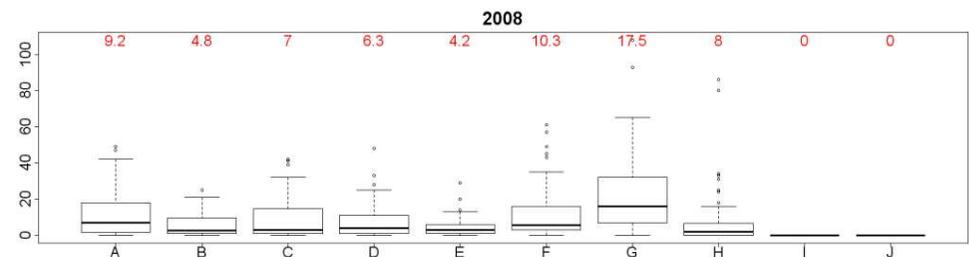


Figure 26 : Diagramme de dispersion du nombre de bateaux par zone (en rouge la moyenne)

Les analyses statistiques pour l'étude de la fréquentation sont construites de façon identique à la plateforme Ressources et Biodiversité (§ 3.1). Il est ainsi possible de tester l'effet d'un ou de deux facteurs sur les variables décrivant la fréquentation (i.e. Nombre de bateaux ou de personnes).

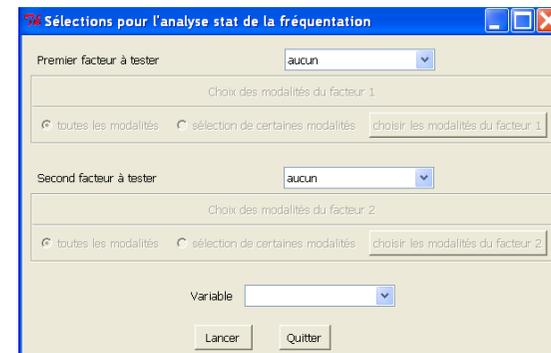


Figure 28 : Interface pour l'analyse statistique des données de fréquentation

Analyse des données issues des questionnaires des enquêtes

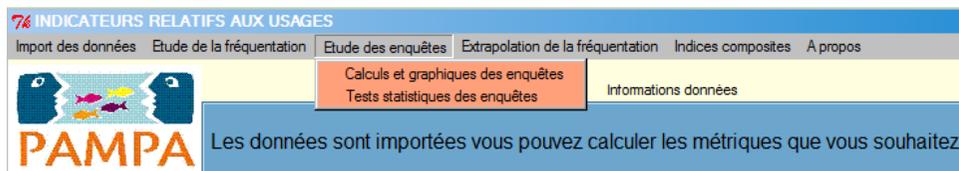


Figure 29 : Interface du menu d'étude des enquêtes

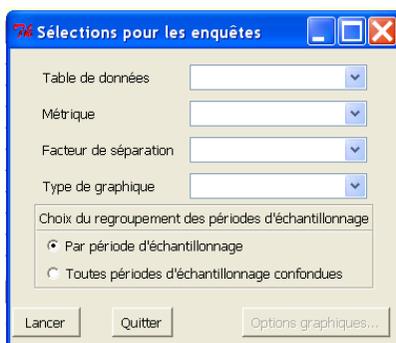


Figure 30 : Interface de sélection pour l'étude des enquêtes

\$tauxReponse				
	BORD	CHAS	EMB	RAMA
	99.55	100.00	99.64	100.00

\$proportionReponse				
	BORD	CHAS	EMB	RAMA
non	47.06	25.13	18.50	20.00
oui	52.94	74.87	81.50	80.00

\$ICinf				
	BORD	CHAS	EMB	RAMA
non	44.05	19.41	15.37	0
oui	50.02	69.09	78.25	50

\$ICsup				
	BORD	CHAS	EMB	RAMA
non	49.98	30.91	21.75	50
oui	55.95	80.59	84.63	100

Figure 31 : Connaissance de l'existence de l'AMP par type d'activité (BORD=pêche du bord, CHAS=chasse, EMB=pêche embarquée) (taux de réponse, % de réponse oui/non, intervalle de confiance à 95% bornes inférieure et supérieure)

Ce menu permet d'étudier les données d'enquêtes auprès des usagers de l'AMP. L'interface offre la possibilité de sélectionner un type de questionnaire (la table de données), une question (la métrique), un facteur de séparation (comme l'activité pratiquée ou résident/non résident) et une période d'échantillonnage. Les résultats sont présentés sous deux formes :

- un tableau de synthèse avec le nombre de réponse, le taux de réponse et les intervalles de confiance
- un graphique (en barres ou camembert) représentant les proportions de réponse

Les intervalles de confiance sont calculés par bootstrap non paramétrique.

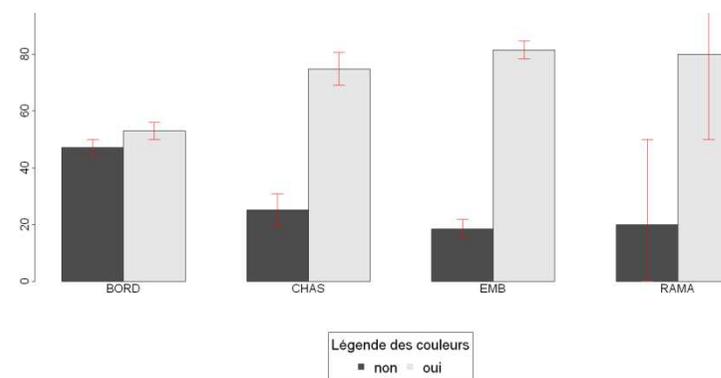


Figure 32 : Connaissance de l'existence de l'AMP par activité de pêche (% de réponse oui/non)

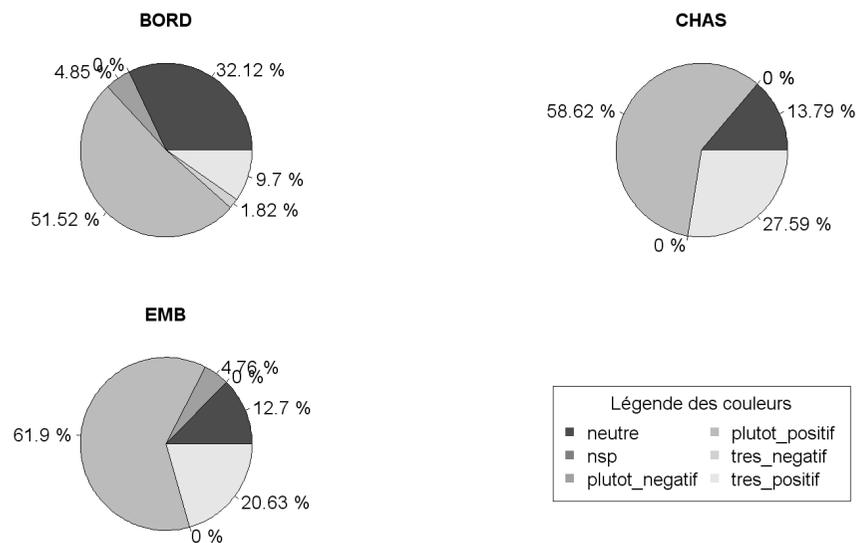


Figure 33 : Avis des pêcheurs par activité (BORD=pêche du bord, CHAS=chasse, EMB=pêche embarquée) sur l'effet de l'AMP sur leur propre activité (% de réponse par modalité)

L'interface de sélection pour l'analyse statistique des enquêtes est identique à celle de la fréquentation (Figure 28). Pour les données d'enquêtes qui sont la plupart du temps qualitatives, deux types de modèles sont disponibles :

- les modèles linéaires généralisés (GLM) de type binomial pour les questions à deux réponses
- les modèles multinomiaux pour les questions à réponses multiples

Pour les données quantitatives, les modèles proposés sont les mêmes que pour la plateforme Ressources et biodiversité (voir partie Statistique de la Section 3.1).

Extrapolation de la fréquentation

Ce menu permet d'extrapoler la fréquentation observée à une échelle annuelle. Ce calcul est réalisé en se basant d'une part, sur les observations pour une année, par type de jour et par mois et, d'autre part, sur la répartition des types de jour et mois pour cette année. Les équations de calcul sont présentées dans le guide utilisateur de la plateforme Usages. L'interface offre les mêmes possibilités de sélection que le menu fréquentation. Les intervalles de confiance sont calculés par bootstrap non paramétrique. Le jeu de données est rééchantillonné un grand nombre de fois en respectant les stratifications par niveau temporel et par type de jour. Les intervalles de confiance sont calculés sur l'ensemble des valeurs rééchantillonnées générant ainsi une estimation robuste.

Calcul d'indices composites

Le menu « Indices composites » permet de calculer deux indicateurs composites :

- Un **indicateur de connaissance** composé des réponses aux questions suivantes : connaissance de l'existence de l'AMP, suffisance de la diffusion de l'information, avis sur la pertinence de la réglementation et respect de la réglementation
- Un **indicateur de perception** composé des réponses aux questions suivantes : avis sur l'effet de l'AMP sur l'écosystème, l'économie et l'activité et avis sur leur association au processus de décision.

Actuellement, ce calcul n'est réalisé que pour les enquêtes de pêche récréative. Les sorties de ce calcul sont un tableau contenant

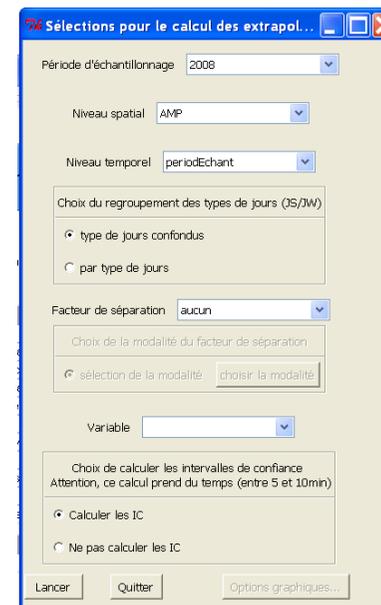


Figure 34 : Interface d'extrapolation de la fréquentation

la valeur des indicateurs élémentaires et des deux indicateurs composites et un radar-plot par indicateur composite.

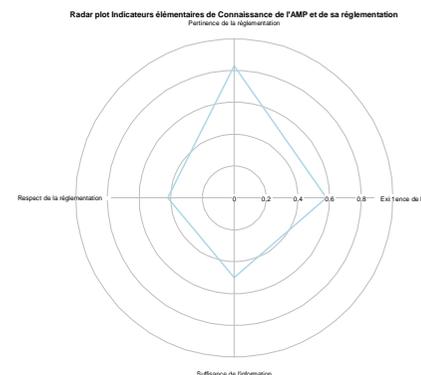


Figure 35 : Indicateur composite de connaissance de l'AMP

Sélection des données

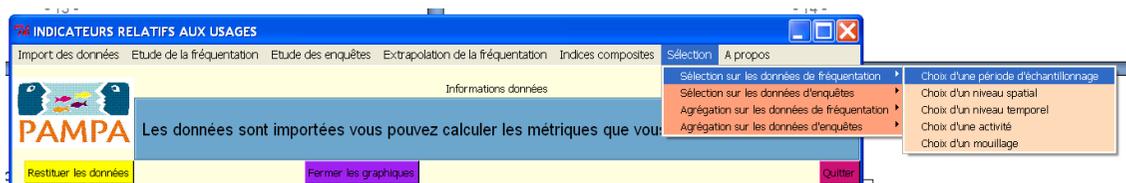


Figure 36 : Interface du menu Sélection

Un menu « sélection » est disponible sur l'interface générale pour réaliser des sélections ou des agrégations sur les données.

Concernant les données de fréquentation, il est possible de faire des sélections en fonction des différents facteurs suivants :

- période d'échantillonnage
- niveau temporel (choix du niveau puis choix des modalités)
- niveaux spatial (choix du niveau puis choix des modalités)
- activité
- type de mouillage.

Concernant les données d'enquêtes, il est possible de faire des sélections sur

- le type d'utilisateurs
- les résidents/non-résidents

Concernant les agrégations, ce menu permet d'agréger :

- certaines périodes d'échantillonnages pour les données d'enquêtes ou les données de fréquentation
- certaines activités pour les données de fréquentation

Le jeu de données est restreint aux modalités choisies. Pour annuler la sélection, un bouton « Restaurer les données » est disponible.

Évolutions récentes de la plateforme Usages

Dans la plate-forme usages développée à l'issue du projet PAMPA les métriques de fréquentation étaient calculées à partir d'une stratification temporelle (mois * type de jour) pour un protocole permettant de couvrir l'ensemble des sites du cas d'étude sur une seule sortie.

Cependant, certains protocoles de suivi ne couvrent qu'une partie de la zone d'étude à chaque sortie, notamment quand cette zone

est étendue. Le protocole est alors stratifié spatialement en plus de la stratification temporelle. Le champ « GROUPE » du référentiel spatial a ainsi été défini. Les calculs des métriques de pression ont été modifiés en conséquence afin de prendre en compte cette double stratification (spatiale et temporelle). Les calculs sont totalement compatibles avec ceux de la version précédente de la plateforme.



Documents de référence

- Guide d'utilisation de la plate-forme de calcul des métriques d'usages. Document interne PAMPA/WP3/Meth/9. Version du 22 février 2013. 38 p.
- Guide du développeur des scripts de calcul des métriques d'usages. Document interne PAMPA/WP3/Meth/10. Version du 05 mars 2013. 181 p.

4. Interprétation des résultats

Les plateformes permettent de calculer les métriques, de faire des graphiques, et de réaliser des analyses et tests statistiques sur ces métriques. Ces résultats, disponibles sous forme de fichiers textes éditables et insérables dans des documents, doivent ensuite être interprétés en fonction des objectifs de l'évaluation.

Le projet PAMPA a développé une méthodologie à cet effet, qui repose sur trois outils :

- la grille de lecture d'une métrique qui permet à l'issue d'une analyse à un instant t d'assigner un code couleur résumant l'état de la métrique à partir des résultats graphiques et statistiques ;
- la fiche métrique, qui permet de présenter rigoureusement mais sous une forme concise, les résultats obtenus à partir de la plateforme pour une métrique donnée ;
- le tableau de bord par objectif qui permet d'organiser les indicateurs retenus pour un objectif de gestion donné, pour établir un diagnostic par rapport à cet objectif.

A l'inverse des outils présentés dans les sections 1 et 2, ces trois points ne sont pas informatisés. La question des grilles de lecture requiert encore des avancées scientifiques. Des directions sont néanmoins proposées à l'aune de l'expérience du projet PAMPA. Automatiser ces propositions aurait de plus demandé des ressources en développement qui n'étaient pas disponibles pour le projet.

Pour la fiche métrique et les tableaux de bord, des formats ont été créés, avec un mode d'emploi, et sont présentés dans cette section.

4.1. La grille de lecture

Les codes de couleur

Une grille de lecture est construite pour chaque métrique retenue comme indicateur. Elle doit permettre d'interpréter les valeurs des indicateurs en fonction de points de comparaisons (seuils, points de références, variations temporelles, spatiales) et des actions de gestion à entreprendre. Afin d'être rigoureuse, elle doit s'appuyer autant que possible sur des tests statistiques et des intervalles de confiance, mais si cela s'avère impossible avec les données, des signes et des indications peuvent parfois être identifiés à partir des graphiques, tout en restant à confirmer. Parfois, les données ne permettent aucune conclusion sur la métrique en question.

Ces différents cas de figure doivent être explicités dans la grille de lecture ou dans les commentaires associés à cette grille. Ils ne doivent pas être passés sous silence. Cette situation peut en effet avoir des implications pour faire évoluer les protocoles de suivi.

Afin d'obtenir un diagnostic lisible, construire la grille de lecture implique de recoder des valeurs numériques en couleurs. La signification des couleurs renvoie au but de la grille de lecture, et guide vers une éventuelle action de gestion (Tableau 4). Le choix des couleurs s'est inspiré de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE - Directive 2000/60/EC) pour laquelle chaque composante à évaluer est classée dans l'une de ces 5 classes de qualité.

Tableau 4 : Signification des codes couleurs. Le libellé de la première colonne correspond à celui adopté pour la DCE.

Très bon	État de référence, idéal
Bon	Rien A Signaler, continuer les actions entreprises
Moyen	Commence à attirer une action de gestion
Médiocre	Requiert une action de gestion soutenue et à entreprendre rapidement
Mauvais	Etat mauvais, action radicale requise à court terme

Tableau 5. Libellés des buts de gestion dans le projet PAMPA (Voir Section 3 de la Synthèse du projet PAMPA)

1. Exploitation durable des ressources
2. Restaurer et conserver la biodiversité
3. Maintenir et développer des usages durables
4. Mise en place et pérennisation des structures et stratégies de gestion
5. Participation et représentation des acteurs
6. Acceptation de l'AMP
7. Education
8. Renforcement de la connaissance de l'environnement marin

Ce codage générique des couleurs est ensuite précisé au regard de chaque but de gestion (Tableau 5) avec une harmonisation du barème entre les sites et entre les objectifs de gestion (Tableau 6). Toutefois, aucun code de couleur n'a été proposé pour les indicateurs de moyens, qui concernent pour l'essentiel les buts 4, 5, 7 et 8 et en partie le but 6. En effet, l'interprétation des indicateurs de moyen est spécifique à un site donné et ne relève pas d'une contribution scientifique.

Tableau 6 : Codes couleurs retenus pour les buts 1, 2, 3 et 6.

	But de gestion				
Classement	Code couleur	1. Exploitation durable des ressources	2. Conservation de la biodiversité	3. Durabilité des usages	6. Acceptation sociale de l'AMP
Très bon		Etat non exploité	Etat non impacté (état « pristine »)	Développement d'usages durables, nombreux et équitables	Satisfaction unanime et absence de conflits
Bon		Exploitation durable de la ressource	Biodiversité non significativement impactée	Développement d'usages durables mais peu équitables	Acceptation et consensus autour de l'AMP
Moyen		Surexploitation	Biodiversité impactée	Conflits et menaces occasionnels	Acceptation mais existence de tensions
Médiocre		Risque d'effondrement de la ressource	Perte significative de biodiversité	Conflits et menaces récurrents	Faible légitimité de l'AMP et /ou Conflits catégoriels
Mauvais		Effondrement de la ressource	Perte sévère de Biodiversité	Conflits et menaces généralisés	Remise en question de l'AMP et/ou conflits généralisés
		Diagnostic impossible à partir des données actuelles			

Construction des grilles de lecture

L'assignation d'un code couleur en fonction des valeurs prises par une métrique constitue une articulation importante de ce travail. Pour les métriques écologiques, le recours à des valeurs-seuil est généralement préconisé, voir par ex. la méthodologie DCE ou d'autres contributions sur le suivi de l'environnement marin (entre autres Beliaeff et al. 2011).

Ainsi qu'il a été expliqué dans la Synthèse (Section 4), la difficulté voire l'impossibilité à définir des valeurs-seuil a conduit à privilégier pour les métriques écologiques l'interprétation des différences spatiales entre zone protégée et zone non-protégée, ainsi que l'évolution de ces différences au cours du temps. L'annexe 8 contient des éléments de réflexion et de discussion sur l'évaluation des effets écologiques de la protection tels qu'abordés dans le projet PAMPA.

Pour les métriques de pression, le manque de connaissance sur les relations entre les pressions et les impacts écologiques, ainsi que le manque de recul dans le temps n'ont pas permis d'élaborer des grilles de lecture. Enfin, pour les métriques d'opinion, l'interprétation a été réalisée à dire d'expert par les partenaires du projet.

Cette procédure est illustrée au § 4.2 par deux exemples de métrique, une métrique écologique et une métrique d'opinion.

4.2. Fiche de rendu d'une métrique

Chacune des métriques retenues a fait l'objet d'une fiche sous format standard. Deux exemples de fiches métriques sont proposés ci-dessous. Pour plus d'information sur les métriques présentées ci-dessous se reporter aux annexes du rapport PAMPA pour le site de la Nouvelle Calédonie.

Exemple de métrique écologique : la densité d'abondance du dawa ou nason à éperons bleus *Naso unicornis*

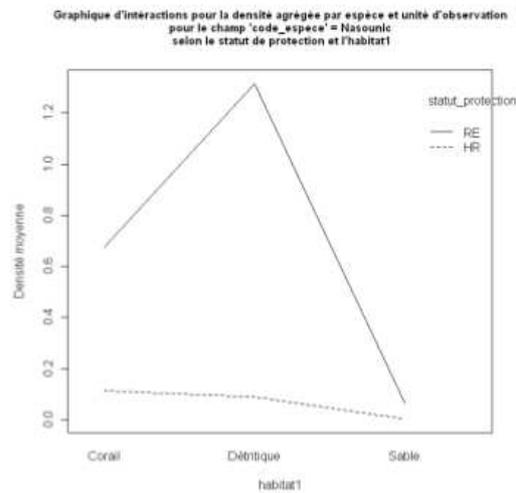
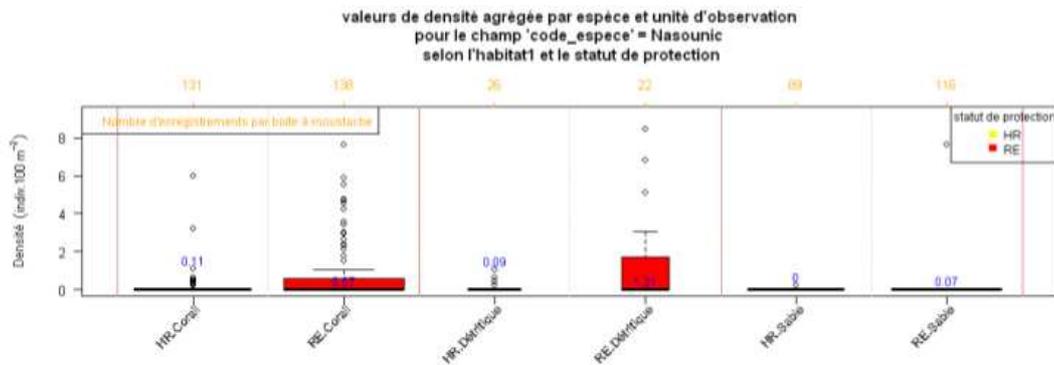
Densité d'abondance de *Naso unicornis*

1. Lien avec les objectifs et actions.

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources halieutiques
Objectif	1.1 Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces-cibles
Actions reliées	Faire évoluer le zonage et les niveaux de protection de l'AMP Actions d'information, actions contractuelles
Pertinence	La densité doit augmenter dans la réserve, puis éventuellement à l'extérieur par exportation. Espèce-cible de la chasse

Calcul de la métrique : Densité de l'espèce dans la zone de 5m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).

2. Représentation graphique sur les habitats fréquentés



3. Tests statistiques réalisés

- ∞ LM sur données log transformées : résidus pas très beaux, mais ajustement relativement correct ($R^2=0.18$, $F(5,216)=22.04$, $p<2.2e-16$), tous effets significatifs ($p<7.5.10^{-8}$)
Comparaisons spatiales multiples:

Dspat (RE-HR)	Valeur prédite	p-value	Commentaire
Corail : RE - HR == 0	1.7860	1e-05 ***	Densité de <i>Naso unicornis</i> plus élevée en RE
Détritique : RE - HR == 0	1.8562	0.0166 *	Densité de <i>Naso unicornis</i> plus élevée en RE
Sable : RE - HR == 0	0.0166	0.9999	NS

4. Grille de lecture

En l'absence de recul dans le temps avec le jeu de données, l'interprétation actuelle repose sur la différence entre réserve (RE) et hors réserve (HR). Effet attendu: densité des espèces cibles plus élevée en RE Espèce-cible de la chasse	Très bon	RE > HR sur tous les habitats et dans la durée
	Bon	RE > HR sur les habitats représentatifs
	Moyen	RE ≈ HR ou situations contrastées selon les habitats
	Médiocre	RE < HR sur plusieurs habitats représentatifs
	Mauvais	RE < HR sur tous les habitats
Diagnostic actuel : Effet attendu dans son habitat (corail et détritique). Métrique à utiliser dans ces habitats	Etat	Tendance
		non évaluée

5. Commentaires

***Utilisation dans le Tdb OUI** utiliser cette métrique ou la densité de grands et moyens (ou de grands)

Exemple de métrique d'opinion

Connaissance de l'existence de l'AMP par activité en Nouvelle Calédonie

1. Liens avec objectifs et actions

But de gestion	5. Participation et représentation des acteurs 6. Acceptation de l'AMP 7. Education, sensibilisation
Objectif détaillé	5.1 : Favoriser l'implication des acteurs dans les activités de l'AMP 5.4 : Favoriser la prise en considération de l'AMP dans les politiques d'aménagement local 6.1 : Susciter l'adhésion des populations à l'AMP 7 : Eduquer et sensibiliser les acteurs
Actions reliées	Actions d'information auprès des usagers : guide des marées, panneaux d'information sur les îlots, association Centre d'Interprétation de l'Environnement basée sur l'île aux Canards
Pertinence	Son évolution permet d'évaluer l'efficacité des méthodes d'information utilisées (panneau, guide, plaquette, etc). La connaissance de l'AMP est la base de toutes les actions de gestion : si les usagers ne connaissent pas l'AMP et ses réglementations, ils ne peuvent pas la respecter, y adhérer (ou s'y opposer).

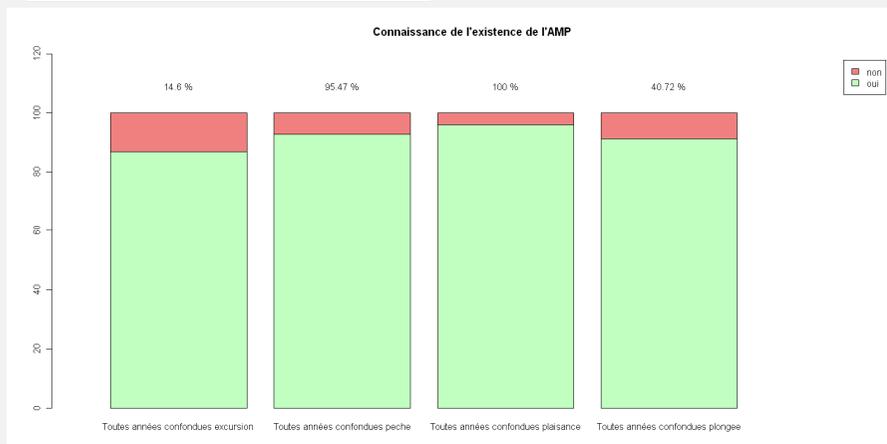
2. Mode d'obtention de la métrique

Protocole

Jeux de données	Pêche récréative	Plaisance	Plongée (via opérateurs)	Excursion (Amédée et sentier sous-marin)
Période couverte	01/03/08-28/02/10	01/03/08-28/02/09	2005	2005 (312) et 04/08-09/08 (51)
Nb d'observations	489	327	334	363
Nb de réponses pour le calcul de la métrique	489	327	334	51
Taux de réponse	95.47 %	100%	40.72%	14.6 %

Calcul de la métrique : Proportion de réponses par modalité (oui/non) pour chacun des usagers enquêtés (les pêcheurs, les plaisanciers, les excursionnistes et les plongeurs).

3. Représentation graphique



4. Tests statistiques réalisés

Calcul d'intervalles de confiance paramétriques (loi binomiale). Test binomial de la différence entre activités. Avec du recul dans le temps, il sera possible de tester l'évolution de la métrique.

5. Interprétation

Le test montre que les réponses des usagers sont significativement différentes ($p < 0.038$), et notamment celles des excursionnistes ($p < 0.0085$). L'**existence de l'AMP est connue par plus de 85%** des usagers toutes activités confondues. Le taux le plus faible (**86%**, **IC=[77.7 ; 95.9]**) correspond aux **excursionnistes**. Les autres usagers dépassent les **90%** avec des intervalles de confiance de largeur inférieure à 5% (différence de précision due au nb d'usagers enquêtés : 51 excursionnistes contre 489 pêcheurs).

Cette bonne connaissance peut s'expliquer par une large diffusion des informations sur les réserves (ex : guide des marées). Mais ce guide ne cible que les propriétaires d'un bateau (fait relevé par

certaines enquêtés). Les excursionnistes enquêtés sont ceux du sentier sous-marin, la plupart n'ont pas de bateau et donc ne connaissent pas ce guide.

6. Grille de lecture

	Seuils
Très bon (utopie, idéal du gestionnaire)	100%
Bon (RAS)	75%-99%
Moyen (commence à attirer une action)	50%-74%
Médiocre (action soutenue)	25%-49%
Mauvais (action radicale)	0%-24%

Diagnostic actuel pour tous les usagers	
Commentaires : Bonne connaissance de l'AMP par tous les usagers. Envisager une action d'information auprès des usagers non concernés par le guide des marées.	

7. Commentaires

- * **Utilisation dans le tableau de bord OUI.** Avec les questions sur information et connaissance de la réglementation AMP
- * **Limitations de la métrique.** Point de vue partiel sur l'information (ne renseigne pas sur la connaissance de la réglementation de l'AMP) et sur l'adhésion (connaître ne signifie pas forcément adhérer)
- * **Proposition**
-indicateur composite de connaissance de l'AMP

4.3. Des chiffres au diagnostic

Détermination de valeurs-seuils

Une valeur-seuil entre deux couleurs de diagnostic peut être fixée de deux manières :

- Via une méthodologie basée sur les données existantes : on peut imaginer une méthode basée sur la distribution des données observées. L'inconvénient en est de fixer les seuils à partir des données auxquelles on veut les appliquer, ou a minima -si on peut éviter cet écueil, de restreindre l'éventail des diagnostics par rapport aux données observés. Ce dernier point peut être gênant pour évaluer une politique de conservation ou de réhabilitation où on cherche en général à aller vers des états plus satisfaisants que ceux qui sont observés.
- A dire d'expert : c'est le cas le plus fréquent, souvent par défaut. La détermination de la valeur permet de prendre en compte une connaissance experte probablement difficile à formaliser mais qui tient compte d'un ensemble de facteurs de contexte.

Utilisation des tendances temporelles et différences spatiales

Cette approche se base sur l'idée qu'avant tout il faut aller dans la bonne direction par rapport à l'objectif de gestion, et que la notion de progrès vers un objectif est importante, surtout lorsque l'objectif apparaît ambitieux. Il s'agit de tester l'évolution des valeurs de la métrique, voire de tester des différences entre zones protégées et non (ou moins) protégées.

C'est ce qui a été proposé comme interprétation dans la fiche métrique sur la densité d'abondance de *Naso Unicornis* en Nouvelle Calédonie (Section 4.2). Les densités d'abondance de l'espèce cible étant significativement plus élevées en réserve qu'en dehors de la réserve, dans son habitat (corail et détritique), l'état bon (couleur verte) a été choisi.

Ces deux manières de voir sont discutées en détail dans l'Annexe 6.8.

Quelle méthode choisir ?

Le recours à des seuils est sans doute plus naturel, mais requiert de déterminer ces seuils, ce qui est en pratique rendu difficile par le manque de points de référence en matière de biodiversité, de ressources et d'usages: comment définir la valeur absolue d'une métrique indiquant le passage d'un état jugé bon à un état médiocre ? Une alternative est de s'appuyer sur une série de données longue ou sur un site de référence. Le site de référence pose la question de la réelle comparabilité avec le site étudié, tandis que les séries de données longues sont rares. La question de la détermination de seuils est également discutée dans le document mise en évidence des effets de la protection sur la biodiversité et les ressources à partir de données de terrain dont des extraits sont présentés en annexe 6.8.

Par ailleurs, définir des seuils demande de s'interroger sur la portée de l'utilisation des résultats. En particulier, s'il doit y avoir un transfert d'une évaluation locale vers une évaluation régionale ou nationale. En effet, une valeur « verte » dans un site peut devenir « orange » dans un autre contexte si la grille de lecture n'est pas adaptée.

Nous recommandons le recours à des **grilles de lecture basées sur des évolutions temporelles et des différences spatiales**. De cette manière, on évalue l'effet de la protection autant sur la direction indiquée par la métrique (« Les actions de gestion permettent-elles d'aller dans la direction souhaitée ? ») que sur l'ampleur des progrès réalisés dans cette direction (« Dans quelle mesure avons-nous avancé dans cette direction ? »).

Cette manière de voir peut être adaptée à toute situation, protection ancienne ou récente, en fonction du degré de connaissance du milieu qui progresse à mesure que le recul temporel sur les suivis augmente.



Documents de référence

- Fiches de rendu par métrique écologique WP2 – Stations vidéos rotatives Nouvelle-Calédonie. Document interne PAMPA/NC/WP2/5. Version du 3 mai 2011. 49 p.
- Fiches de rendu par métrique WP3 (et WP4) d'opinion pour le cas de la Nouvelle-Calédonie. Document interne PAMPA/NC/WP3/7. Version du 8 mai 2011. 26 p.

4.4. Elaboration des Tableaux de bord

La dernière étape consiste à agencer les métriques validées comme indicateurs de la performance des AMP en tableaux de bord (TDB).

Evaluation locale. Les TDB s'appliquent ici à l'évaluation locale de la performance des AMP, c'est à dire celle qui doit permettre d'évaluer l'atteinte des objectifs de gestion tels qu'explicités par exemple dans un plan de gestion.

D'autres TDB sont souvent nécessaires, soit pour d'autres besoins comme le rapportage vers les exécutifs ou à d'autres échelles, par ex. réseau d'AMP locales, échelle régionale, échelle nationale. Ces derniers doivent pouvoir extraire des TDB pour l'évaluation locale les indicateurs parlants, ou à défaut considérer des indicateurs plus globalisant pour l'AMP. Une dernière option est de construire des indicateurs agrégeant plusieurs indicateurs, ce qui doit faire l'objet d'autres études pour valider la pertinence des ces indicateurs.

La démarche PAMPA se concentre sur les TDB pour l'évaluation locale.

A chaque objectif de gestion, doit correspondre un tableau de bord. Les objectifs de gestion sont variés et pour chacun, différentes actions peuvent être entreprises et les résultats sont à évaluer indépendamment.

Chaque tableau de bord contient un ensemble d'indicateurs jugés utiles pour l'évaluation de l'atteinte de l'objectif concerné. Pour les buts de conservation de la biodiversité et de gestion des ressources, il apparaît nécessaire de placer à côté des indicateurs d'état de la biodiversité ou des ressources, des indicateurs de pression et des indicateurs de gouvernance.

Les deuxièmes permettent de relativiser l'état de la biodiversité par rapport aux pressions subies, et les indicateurs de gouvernance, notamment les perceptions, informent sur les usagers à cibler dans les actions de gestion et orientent vers des modalités d'action en fonction de l'état.

Les indicateurs ne sont pas agrégés. Le panel d'indicateurs relatifs à un objectif offre ainsi une vision plus analytique et donc plus nuancée qu'une seule couleur. C'est le commentaire général par objectif qui permet de donner un diagnostic au niveau de l'objectif. Ce commentaire est rédigé par le gestionnaire, en prenant en considération à la fois les indicateurs et l'ensemble du contexte.

Le tableau de bord ne doit pas être ressenti comme une note du gestionnaire ; il s'agit d'un outil lui permettant de dresser une image juste de la situation de l'AMP à un temps t au regard des objectifs de gestion, en vue d'appuyer des actions appropriées.

Pour chaque tableau de bord, il est préférable de lister les indicateurs pertinents, quitte à en retenir un nombre trop grand, puis à élaguer cette liste dans un deuxième temps. Un nombre trop important d'indicateurs n'est certainement pas lisible. A l'inverse, nous recommandons de ne pas simplifier outre mesure le TDB afin de lui conserver un rôle d'information pratique pour le gestionnaire.

Il est également possible pour le gestionnaire de conserver un TDB avec de nombreux indicateurs pour sa propre information, et d'en faire une sélection pour le rapportage.

Format recommandé d'un TDB

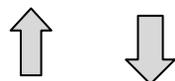
Dans PAMPA, un format unique a été défini collégialement pour tous les sites (PAMPA/WP1/Meth/12), dont les principaux termes sont repris ci-dessous. Le but du tableau de bord étant de guider vers une action de gestion si nécessaire, la signification des couleurs se rapporte à la grille de lecture de chaque métrique (voir § 5.1.).

Au delà des couleurs qui sont déjà représentées sur la fiche métrique, le TDB indique pour chaque métrique sa tendance au cours du temps telle que reflétée par les valeurs de la métrique calculées lors de l'évaluation :

Il est entendu que l'augmentation d'une métrique ne signifie pas pour autant que la situation s'améliore (par ex. fréquentation). Les tendances significatives sont indiquées par une flèche de couleur sombre à côté de la couleur de la métrique :



Afin de prendre en compte des signaux même s'ils ne sont pas encore significatifs, les tendances non significatives sont indiquées en gris :



Un format de TDB est proposé pour chaque but de gestion (libellé PAMPA) dans les pages suivantes.

BUT 1 : Exploitation durable des ressources
1.1. Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces-cibles

Indicateur	Interprétation à partir des données actuelles	
	Mettre ici une couleur en face de la métrique et si faisable une tendance : Par ex :  	Mettre ici un commentaire en face de la couleur et tendance de la métrique. Par ex. pour une métrique de pression: diagnostic impossible par manque de recul dans le temps, mais a tendance à augmenter
Mettre ici les métriques retenues sur les ressources		
.....		
.....		
Mettre ici les métriques retenues sur les pressions		
....		
Mettre ici les métriques retenues sur la gouvernance		
....		
Commentaire ³		

Rappel : un seul objectif de gestion a été défini pour le but 1.

³ A élaborer par le gestionnaire

BUT 2 : Conservation de la biodiversité
2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème

Indicateur	Interprétation	
	Mettre ici une couleur en face de la métrique et si faisable une tendance : Par ex :  	Mettre ici un commentaire en face de la couleur et tendance de la métrique. Par ex. pour une métrique de pression: diagnostic impossible par manque de recul dans le temps, mais a tendance à augmenter
Mettre ici les métriques retenues sur la biodiversité		
.....		
.....		
Mettre ici les métriques retenues sur les pressions		
....		
Mettre ici les métriques retenues sur la gouvernance		
....		
Commentaire ⁴		

Format identique pour tous les objectifs de gestion du but 2 :

- 2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
- 2.2. Maintien des fonctions de l'écosystème
- 2.3. Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques
- 2.4. Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats (état et étendue)

⁴ A élaborer par le gestionnaire

BUT 3 : Maintien et développement d'usages durables
3.1. Contribuer à la durabilité des usages

Indicateur	Interprétation	
	Mettre ici une couleur en face de la métrique et si faisable une tendance : Par ex :  	Mettre ici un commentaire en face de la couleur et tendance de la métrique. Par ex. pour une métrique de pression: diagnostic impossible par manque de recul dans le temps, mais a tendance à augmenter
Mettre ici les métriques retenues sur les pressions		
....		
....		
Mettre ici les métriques retenues sur la gouvernance		
....		
....		
Rappeler ici ou en commentaire les diagnostics sur la biodiversité et les ressources		
Commentaire ⁵		

Format identique pour tous les objectifs de gestion du but 3 :

- 3.1. Contribuer à la durabilité des usages
- 3.2. Contribuer au maintien d'usages à valeur patrimoniale
- 3.3. Contribuer à un développement territorial équilibré et équitable

⁵ A élaborer par le gestionnaire

BUT 4 : Mise en place et pérennisation des structures et stratégies de gestion

4.1. Efficacité du plan de gestion

Indicateur	Interprétation	
	Mettre ici la valeur de la métrique et si faisable une couleur Par ex : 	Mettre ici un commentaire en face de la couleur et valeur de la métrique. Attention pour cet objectif, on a surtout des métriques de moyen (rapportage)
Mettre ici les métriques sur la gouvernance		
....		
....		
....		
....		
Rappeler ici si pertinent les diagnostics sur les usages		
Rappeler ici si pertinent les diagnostics sur la biodiversité et les ressources		
Commentaire ⁶		

Format identique pour tous les objectifs de gestion du but 4 :

- 4.1. Efficacité du plan de gestion
- 4.2. Organisation, fonctionnement de la gestion
- 4.3. Contrôle de la réglementation
- 4.4. Pérennité de la gestion
- 4.5. Intégration des différents instruments de protection

⁶ A élaborer par le gestionnaire

BUT 5 : Participation et représentation des acteurs
5.1. Favoriser l'implication des acteurs dans les activités de l'AMP

Indicateur	Interprétation	
	Mettre ici la valeur de la métrique et si faisable une couleur Par ex : 	Mettre ici un commentaire en face de la couleur et valeur de la métrique. Pour cet objectif, on a des métriques de moyen (pour le rapportage) et des métriques de résultats
Mettre ici les métriques sur la gouvernance		
....		
....		
....		
....		
Rappeler ici si pertinent les diagnostics sur les usages		
Rappeler ici si pertinent les diagnostics sur la biodiversité et les ressources		
Commentaire ⁷		

Format identique pour tous les objectifs de gestion du but 5 :

- 5.1. Favoriser l'implication des acteurs dans les activités de l'AMP
- 5.2. S'assurer de la consultation des acteurs concernés
- 5.3. Associer les acteurs locaux à la gestion de l'AMP
- 5.4. Favoriser la prise en considération de l'AMP dans les politiques d'aménagement local

⁷ A élaborer par le gestionnaire

BUT 6 : Acceptation de l'AMP
6.1. Susciter l'adhésion des populations à l'AMP

Indicateur	Interprétation	
	Mettre ici une couleur en face de la métrique et si faisable une tendance : Par ex :  	Mettre ici un commentaire en face de la couleur et tendance de la métrique.
Mettre ici les métriques sur la gouvernance		
....		
....		
....		
....		
Rappeler ici si pertinent les diagnostics sur les usages		
Rappeler ici si pertinent les diagnostics sur la biodiversité et les ressources		
Commentaire ⁸		

Format identique pour tous les objectifs de gestion du but 6 :

- 6.1. Susciter l'adhésion des populations à l'AMP
- 6.2. Anticiper et réduire les conflits entre usagers

⁸ A élaborer par le gestionnaire

BUT 7 : Education, sensibilisation		
Indicateur	Interprétation	
	Mettre ici une couleur en face de la métrique et si faisable une tendance : Par ex :  	Mettre ici un commentaire en face de la couleur et tendance de la métrique.
Nombre d'ETP affectés à la sensibilisation et à l'éducation		
% du budget affecté à la sensibilisation et l'éducation		
Nombre de personnes sensibilisées sur place		
% des scolaires dans les personnes sensibilisées sur place		
Commentaire ⁹		

Pour ce but, les indicateurs sont proposés ; ils résultent d'un consensus entre les participants.

⁹ A élaborer par le gestionnaire

BUT 8 : Renforcer la connaissance de l'environnement marin

Indicateur	Interprétation	
	<p>Mettre ici une couleur en face de la métrique et si faisable une tendance :</p> <p>Par ex :  </p>	<p>Mettre ici un commentaire en face de la couleur et tendance de la métrique.</p>
Nombre de suivis réalisés par des scientifiques extérieurs à l'AMP		
Nombre de projets de recherche dont l'AMP est partenaire en tant que site		
Nombre de projets de recherche dans lesquels les gestionnaires de l'AMP sont directement mobilisés		
Commentaire ¹⁰		

Pour ce but, les indicateurs sont proposés ; ils résultent d'un consensus entre les participants.

¹⁰ A élaborer par le gestionnaire

Combinaison d'indicateurs : attention !

Nous déconseillons la combinaison numérique d'indicateurs dans la construction d'un TDB, si celle-ci n'a pas fait au préalable l'objet d'une validation rigoureuse, par ex. dans le cadre d'une étude scientifique. La tentation est grande de réduire un nombre d'indicateurs en agrégeant des valeurs, mais ceci reste à éviter pour plusieurs raisons.

Un point essentiel tient dans le fait que les pondérations et recodages impliqués par ce type de procédure laissent trop de place à la **subjectivité**. Souvent, l'indicateur perd son sens et sa sensibilité à l'effet étudié, et donc sa pertinence, même la simplification apportée par l'agrégation est attrayante.

Ensuite, le lien entre un indicateur composite issu de plusieurs types de données et les suivis qui ont permis de le construire devient ambigu, rendant difficile l'évaluation de la précision et de la justesse de l'indicateur en question, et par ailleurs, ceci complexifie le lien aux suivis de terrain : l'indicateur dépend alors de plusieurs suivis avec des protocoles distincts.

De la même manière, en l'absence d'étude visant à valider ce type de procédure, nous déconseillons la combinaison de couleurs relatives à plusieurs indicateurs. Cette procédure revient à des recodages implicites, et rend la grille de lecture de l'indicateur qui en résulte à la fois illisible et totalement subjective.

Ainsi, il est préférable de rechercher une **représentation multi-critères** de plusieurs indicateurs, plutôt que de chercher à les combiner. Comme il est parfois nécessaire de conserver une seule couleur par objectif de gestion, nous recommandons l'usage de commentaires explicitant, en face de la couleur en question, les raisons qui ont conduit à ce choix.

5. Pour en savoir plus

Pour obtenir plus d'informations sur le projet un site internet a été développé. Il est disponible à l'adresse suivante :

<http://wwz.ifremer.fr/pampa/Le-projet-2008-2011>

Cependant, le site peut ne pas être à jour des derniers développements et les documents ne sont pas tous téléchargeables.

Pour contacter l'équipe du projet, vous pouvez envoyer un mail à infopampa@listes.ifremer.fr

6. Annexes

6.1. Annexe 1 : Sommaire du document de Synthèse du projet PAMPA

1. Préambule.....
 - 1.1. Qu'est-ce que le projet PAMPA ?
 - 1.2. Cadrage du projet.....
2. Principes de la démarche de construction des indicateurs
 - 2.1. Métriques et indicateurs : qu'est-ce que c'est ?
 - 2.2. Etapes de la démarche du projet PAMPA
 - 2.3. Pourquoi une démarche standardisée
 - 2.4. Co-construction entre scientifiques et gestionnaires.....
 - 2.5. Démarche itérative entre équipe de développement des outils et utilisateurs
 - 2.6. Capitaliser les données existantes
 - 2.7. Pour en savoir plus.....
3. La formulation commune des buts et objectifs de gestion.....
 - 3.1. Pourquoi ?.....
 - 3.2. Comment ?.....
 - 3.3. Buts et objectifs.....
 - 3.4. Lien avec les finalités du tableau de bord national des AMP
4. Mise au point des indicateurs à partir des données
5. Quels indicateurs pour la biodiversité et les ressources ?

5.1.	Protocoles de suivi	
5.2.	Sélection des métriques pertinentes.....	
5.3.	Analyse des métriques et choix des indicateurs	
6.	Quels indicateurs pour les usages ?.....	
6.1.	Protocoles de suivi	
6.2.	Sélection de métriques pertinentes	
6.3.	Analyse des métriques et choix des indicateurs	
7.	Gouvernance.....	
7.1.	Réflexion sur la gouvernance des AMP.....	
7.2.	Définition des métriques pertinentes	
7.3.	Indicateurs retenus pour chaque AMP.....	
8.	Des indicateurs au tableau de bord par objectif	
8.1.	But 1 : Exploitation durable des ressources.....	
8.2.	But 2 : Conservation de la biodiversité	
8.3.	But 3 : Maintenir et développer des usages durables	
8.4.	But 4 : Mise en place et pérennisation des structures et stratégies de gestion	
8.5.	But 5 :Participation et représentation des acteurs.....	
8.6.	But 6 : Acceptation de l'AMP	
8.7.	But 7 : Education et but 8 : Renforcement de la connaissance de l'environnement marin	

6.2. Annexe 2 : Description des champs référentiels espèces

Référentiels espèces revus en 2012 :

Référentiel espèces général. Il s'agit de l'ancien référentiel espèces unique, duquel ont été retirés les champs résolument spécifiques aux sites. Il est constitué de 33 champs :

Libellé	Définition	Nature	Format
codeSp	Codage type Rubbin	Texte	4 premières lettres Genre + 4 premières lettres espèce (parfois 5, voire 6)
GrSIH	Code Groupe SIH	Texte	2 lettres
codeSIH	Code SIH	Entier	4 chiffres
ISSCAAP	Code Groupe FAO	Entier	2 chiffres
TAXOCODE	Code Espèce FAO	Alpha numérique	10 caractères
codeFao	Code FAO	Texte	3 lettres
codeFB	Code FishBase	Entier	5 chiffres max
phylum	Phylum	Texte	minuscules
categ_bent	Catégories benthiques utilisées dans CoReMo	Texte	1 à 3 lettres (<i>cf. annexe 1 : « Fixed Benthos Code in Expert Level » CoReMo V3</i>)
classe	Nom de la classe taxonomique	Texte	Première lettre à mettre en majuscule
ordre	Nom de l'ordre taxonomique	Texte	Première lettre à mettre en majuscule
Famille	Nom de la famille taxonomique	Texte	Première lettre à mettre en majuscule
Genre	Nom du genre taxonomique	Texte	Première lettre à mettre en majuscule
espece	Nom de l'espèce taxonomique	Texte	Première lettre à mettre en minuscule
identifiant	Genre_espèce ou autre identifiant	Texte	Première lettre du genre en majuscule, première lettre de l'espèce en minuscule

taille_max	Taille maximale référencée de l'espèce (FishBase)	Entier	en centimètres
L50	Taille à partir de laquelle 50% des individus sont matures	Réel	en centimètres
cryptique	L'espèce est-elle cryptique ou camouflée ?	Booléen	O/N
mobilité	Niveau de mobilité de l'espèce. Ce champ permet de déterminer à quel point une espèce est liée à la zone d'observation	Texte	Catégories : sédentaire (SE) / mobile saisonnièrement (MS) / mobile (MO) / très mobile (TM) Pour les invertébrés : fixe (FI) / mobilité faible (MF)/ très mobile (TM)
territorialité	Donne une indication sur l'éventuelle expulsion des autres individus de la même espèce sur la zone observée	Booléen	O/N
nocturne	Activité nocturne ou non	texte	Diurne (DI), Nocturne (NO), Diurne-Nocturne (DN)
comp_gr	Type d'agrégation des individus de l'espèce en question	texte	Catégorie : solitaire (S)/ couple (C)/ bancs (B).
agreg_saison	L'espèce effectue-t-elle des rassemblements/agrégations saisonniers (généralement pour la reproduction) ?	booléen	O/N
posi_col_eau	Où l'espèce vit-elle dans la colonne/hauteur d'eau ?	texte	Benthique (B) / Démersal (D) / Pélagique (P)
strat_demo	Stratégie démographique (<i>sensu</i> M. Kulbicki)	texte	Outremer : Catégorie de 1 à 6 (voir Kulbicki et al. 1996)
ponte	Type de ponte	texte	Catégories : planctonique (P)/ benthique (B)
habitat_pref	Type d'habitat auquel est inféodée l'espèce	texte	Catégories : pélagique (P) / côtier (C) / large (L) / eau douce (ED) / herbier (H) / sable(S) / roche (R) / vase (V) / maërl (M) / habitat multiple (HM) / corail (CO)
chgmt_sexe	Type de changement de sexe	texte	Catégories : FeMa (femelle puis mâle), MaFe (mâle puis femelle), Sans

			(pas de changement de sexe)
trophique	Régime alimentaire adulte Par rapport au type de proies, normalement déterminé à partir de l'étude des contenus stomacaux. Par ex. typologie	texte	Catégories : <u>Outremer</u> : omnivore (OM) / piscivore (exclusif) (PI) /carnivore (CA) / macrocarnivore (MA) / microcarnivore (MI) / herbivore (HE) / planktonophage (PL) / détritivore (DE) / corallivore (CO) <u>Méditerranée</u> : (Bell & Harmelin-Vivien 1983) carnivore (CA) / microcarnivore (MI) (=planktonophage) /mésocarnivore (ME) /mésocarnivore 1 (M1) / mésocarnivore 2 (M2) / macrocarnivore (MA) herbivore (HE) / omnivore (OM)
statutIUCN	Ce critère est déterminé au niveau mondial par l'UICN. La liste est sujette à évolution donc à actualiser périodiquement	texte	Catégories : manque de données (DD)/ non évalué (NE)/ pas inquiétant (LC)/ en voie d'extinction (VE)/ presque menacé (NT)/ vulnérable (VU)/ en danger (EN)/ très menacé (CE)/ Eteint à l'état sauvage (EW)/ Eteint (EX)
coeffA	Coefficient « a » de la relation L-W.	réel	
coeffB	Coefficient « b » de la relation L-W.	réel	
niveau_taxo_ab	niveau taxonomique auquel la relation L-W est déterminée.	texte	Catégories : Famille (fa)/ Genre(ge)/ espèce(sp)

Références citées dans le tableau

Bell, J. D. and M. Harmelin-Vivien (1983). "Fish fauna of French Mediterranean Posidonia oceanica seagrass meadows. II: feeding habits." *Tethys* 11: 1-14.

Kulbicki, M., Galzin, R., Letourneur, Y., Mou-Tham, G., Sarramegna, S., Thollot, P., Wantiez, L., Chauvet, C. 1996. Les peuplements de poissons de la réserve marine du récif Aboré (Nouvelle-Calédonie) : composition spécifique, structures trophique et démographique avant l'ouverture à la pêche. Documents scientifiques et techniques ORSTOM, I1. 210 p.

Dans ce référentiel le nombre de colonnes et leur ordre ne peuvent être variables. Les noms de champs, en revanche, importent peu puisqu'ils sont modifiés au chargement des données dans la plateforme.

Référentiel espèces local

Ce fichier est optionnel et contient des informations spécifiques au site. Un certain nombre de colonnes sont « redondantes » avec le référentiel général (e.g. les coefficients a et b). Dans ce cas, priorité est donnée aux valeurs présentes dans le référentiel local, lesquelles sont écrites par dessus les valeurs du référentiel général¹¹. En cas d'absence de donnée (NA, -999 ; voir données manquantes plus haut) dans le référentiel local, pour l'une ou l'autre des espèces, la valeur proposée dans le référentiel général reste utilisée. Les champs qui ne sont pas « redondants » seront simplement ajoutés au référentiel général.

Les 14 premiers champs sont obligatoires pour l'import du fichier, mais seul le premier doit être renseigné obligatoirement ; les autres champs peuvent ne contenir que des « NA ». La plateforme renvoie alors un message, mais les calculs peuvent être faits à partir des champs du référentiel général.

Libellé	Définition/utilité	Nature	Format
codeSp	Code espèces : voir référentiel général/pour faire le lien	texte	voir référentiel général
identifiant	Identification de l'espèce pour une maintenance aisée	texte	genre_espèce
Coeff.a	Coefficient a de la relation taille/poids (local)	réel	
Coeff.b	Coefficient b de la relation taille/poids (local)	réel	
niveau.a.et.b	niveau taxonomique auquel la relation L-W est déterminée localement	texte	Catégories : Famille Genre(ge)/ espèce(sp)
taille_max	Taille maximal observée pour l'espèce (localement)	réel	En centimètres
L50		réel	En centimètres
poids.moyen.petits	Poids moyen d'un individu de la classe de taille « P »	réel	En grammes
poids.moyen.moyens	Poids moyen d'un individu de la classe de taille « M »	réel	En grammes

¹¹ À l'exception du premier (codeSp), qui sert à faire le lien avec le référentiel général, et le second (identifiant) dont l'unique but est de faciliter l'identification de l'espèce et rendre la maintenance plus facile.

poids.moyen.gros	Poids moyen d'un individu de la classe de taille « G »	réel	En grammes
tailleMax_petit	Taille maximale pour appartenir à la classe « P » ¹²	réel	En centimètres
tailleMax_moyen	Taille maximale pour appartenir à la classe « M » ¹¹	réel	En centimètres
Observee_<nom du site>	Indique si l'espèce a été observée ou non localement ¹³	Booléen	O/N ou oui/non
statutIUCN	Statut IUCN de l'espèce (les évaluations IUCN sont parfois régionalisées).	texte	Catégories : manque de données (DD)/ non évalué (NE)/ pas inquiétant (LC)/ en voie d'extinction (VE)/ presque menacé (NT)/ vulnérable (VU)/ en danger (EN)/ très menacé (CE)/ Eteint à l'état sauvage (EW)/ Eteint (EX)

Comme pour le référentiel général, les noms de ces champs sont redéfinis au chargement des données. Il est donc primordial de bien respecter leur ordre, tandis que les noms sont eux secondaires.

Les champs suivants sont en revanche optionnels et leurs noms ne seront pas redéfinis au chargement des données. Ils apparaîtront donc dans la plateforme tels qu'ils sont entrés dans le fichier. Il y a toutefois un certain nombre de noms de champs prédéfinis pour l'affichage sur les graphiques (noms d'usage, pouvant contenir des espaces et caractères spéciaux). Il est fortement conseillé de les respecter scrupuleusement (y compris la casse) pour un fonctionnement optimal (voir page suivante).

¹² Ce champ n'est pas utilisé dans la version actuelle de la plateforme.

¹³ correspond au champ obs<site> de l'ancien référentiel unique des espèces.

Libellé	Définition/utilité	Nature	Format
interet.chasse	Est-ce que l'espèce est recherchée par le pêcheur au fusil sous marin ?	texte	Catégories: non capturé (NC)/ capture accessoire (CA)/ assez recherché (AR)/ très recherché (TR)
interet.ligne	Est-ce que l'espèce est recherchée par le pêcheur à la ligne ?	texte	Catégories: non capturé (NC)/ capture accessoire (CA)/ assez recherché (AR)/ très recherché (TR)
interet.filet	Est-ce que l'espèce est recherchée par le pêcheur au filet ?	texte	Catégories: non capturé (NC)/ capture accessoire (CA)/ assez recherché (AR)/ très recherché (TR)
interet.casier	Est-ce que l'espèce est recherchée par le pêcheur au casier ?	texte	Catégories: non capturé (NC)/ capture accessoire (CA)/ assez recherché (AR)/ très recherché (TR)
interet.pied	Est-ce que l'espèce est recherchée par le pêcheur à pied ?	texte	Catégories: non capturé (NC)/ capture accessoire (CA)/ assez recherché (AR)/ très recherché (TR)
emblematique	Valeur emblématique de l'espèce au niveau local	booléen	O/N
autre.statut	Autre statut de protection : booléen certaines conventions de protection sont mises en place à des niveaux plus régionaux, faisant état d'une particularité à une échelle plus petite .	booléen	O/N
etat.pop.local	Etat de la population locale. Ce champ permet d'adapter précisément à chaque site l'état de la population concerné (évaluation réalisée par les gestionnaires ou autres acteurs locaux) .	texte	Catégories : en voie d'extinction (VE)/ menacé (ME) / non évalué (NE)/ non menacé (NM)
endémique	Espèce endémique au site ?	booléen	O/N
interetCommercial	Intérêt commercial de l'espèce à l'échelle locale	texte	Catégories : Aucun, Moyen, Important

6.3. Annexe 3 : Description des champs du référentiel engins

Libellé	Définition	Nature	Format
ENGIN_COD	Code basé sur l'engin et la technique. Utilisé pour saisir les données dans la base de données PAMPA	Texte	3lettres engins_3lettres technique (voire 4 lettres technique si nécessaire)
ACT_PECHE	Activité de pêche associé à cet engin	Texte	EMB (embarqué) ; BORD (bord) ; CHAS (chasse) ; RAMA (ramassage) ; NA
ENGIN	Engin de pêche	Texte	fusil_harpon ; ligne ; main ; epervier ; outils ; senne ; etc...
TECHNIQUE	Technique employée avec cet engin	Texte	agachon ; coulee ; indienne ; cueillette ; trou ; jig ; bouchon ; lancer ; derive ; palangre ; palangrotte ; senne ; traine ; etc...
TYPE	Type de pêche avec cet engin et cette technique	Texte	avec canne ; sans canne ; ramassage ; moulinet ; etc...
SIH_ENGIN_LIB	Libellé utilisé par le SIH	Texte	
SIH_ENGIN_LIBET	Libellé détaillé utilisé par le SIH	Texte	
SIH_ENGIN_COD	Code engin utilisé par le SIH	Entier	3 chiffres
SIH_GRENG_ID	Identifiant du groupe engin utilisé par le SIH	Entier	2 chiffres max
SIH_ENGIN_COD_FAO	Code engin FAO (SIH tend à utiliser également ce code)	Texte	3 lettres

6.4. Annexe 4 : Description des champs du référentiel spatial

Référentiel spatial développé dans le cadre du projet PAMPA

champs	descriptif
code_zone	Code de la zone (2 à 5 lettres/chiffres) (unique)
Zone	Nom de la zone (niveau de détail le plus élevé du référentiel)
Amp	Nom de l'AMP
Site	Site d'observation dans la zone d'étude (groupe de zones correspondant à un même statut mais moins précis que zone), peut incorporer des considérations de biotope/type morphologique, par exemple. RUN : PEX-Cap-Champagne correspond à une zone* pente externe
Station	Station à laquelle appartient l'unité d'observation (lieu restreint contenant un groupe d'unités d'observation) par exemple pour WP2
Groupe	Regroupement géographique de plusieurs zones contiguës pour réduire le nombre de zones (sert pour les données de fréquentation pour les cas d'étude où le nombre de zones est important, par exemple CB et NC ; peut grouper des zones de statut officiel différent mais contiguës)
Longitude	Longitude moyenne de la zone (en WGS84)
Latitude	Latitude moyenne de la zone (en WGS84)
Surface	Surface de la zone (en kilomètres carrés)
lineaire_cotier	Linéaire côtier de la zone (en kilomètres)
statut_protec	Dans quel statut de protection se trouve l'unité d'observation ? RE : zone de non-prélèvement PP : protection partielle HR : pas de protection particulière
zonage_peche	Echelle de définition des données pêche si différent du champ site

code_SIH	Pour les AMP où collecte de données compatibles avec SIH Reprendre la codification SIH, éventuellement revue pour PAMPA
statut_PAMPA	Statut générique PAMPA : de Z1 à Z4 et I1 à I3
NbCM	Nombre de corps-morts présents dans la zone
Commentaires	Commentaires sur la zone

Référentiel spatial géoréférencé

Ce référentiel spatial a été mis au point dans le cadre du projet AMBIO en Nouvelle Calédonie (Gonson et Pelletier 2013)

Champ	Nature et codage	Descriptif
CAS_ETUDE	Qualitatif	NC
ZONE_SURVE	Qualitatif : abréviation de la zone de surveillance (ex. «GLS »)	Zone d'intervention des Gardes Nature en Province Sud, chacune correspondant à une brigade d'intervention et commune en province nord. Distinction permettant de segmenter l'espace à l'échelle où s'effectuent les actions de gestion et la surveillance.
SITE	Qualitatif :Nom de la zone (ex. « Ilot Signal »)	Le site représente l'échelle la plus fine du référentiel spatial et en constitue donc les unités élémentaires. Pour un site correspondra, sans ambiguïté possible, une information spécifique pour chacun des autres champs du référentiel. ATTENTION un site peut être composé de plusieurs entités discontinues dans l'espace
CODE_SITE	Qualitatif : 'ZONE_SURVE'_'GROUPE'_NUMERO (01 à 99) (ex. « GLS_10_04 »)	Code unique du site.
ZONE	Qualitatif : 'ZONE_SURVE'_'GROUPE'_ 'STATUT_PRO'_'BIOTOPE1' (ex. ZCO_04_HR_Baie)	Ensemble des sites de même statut et de même Biotope/Habitat pour un groupe donné.

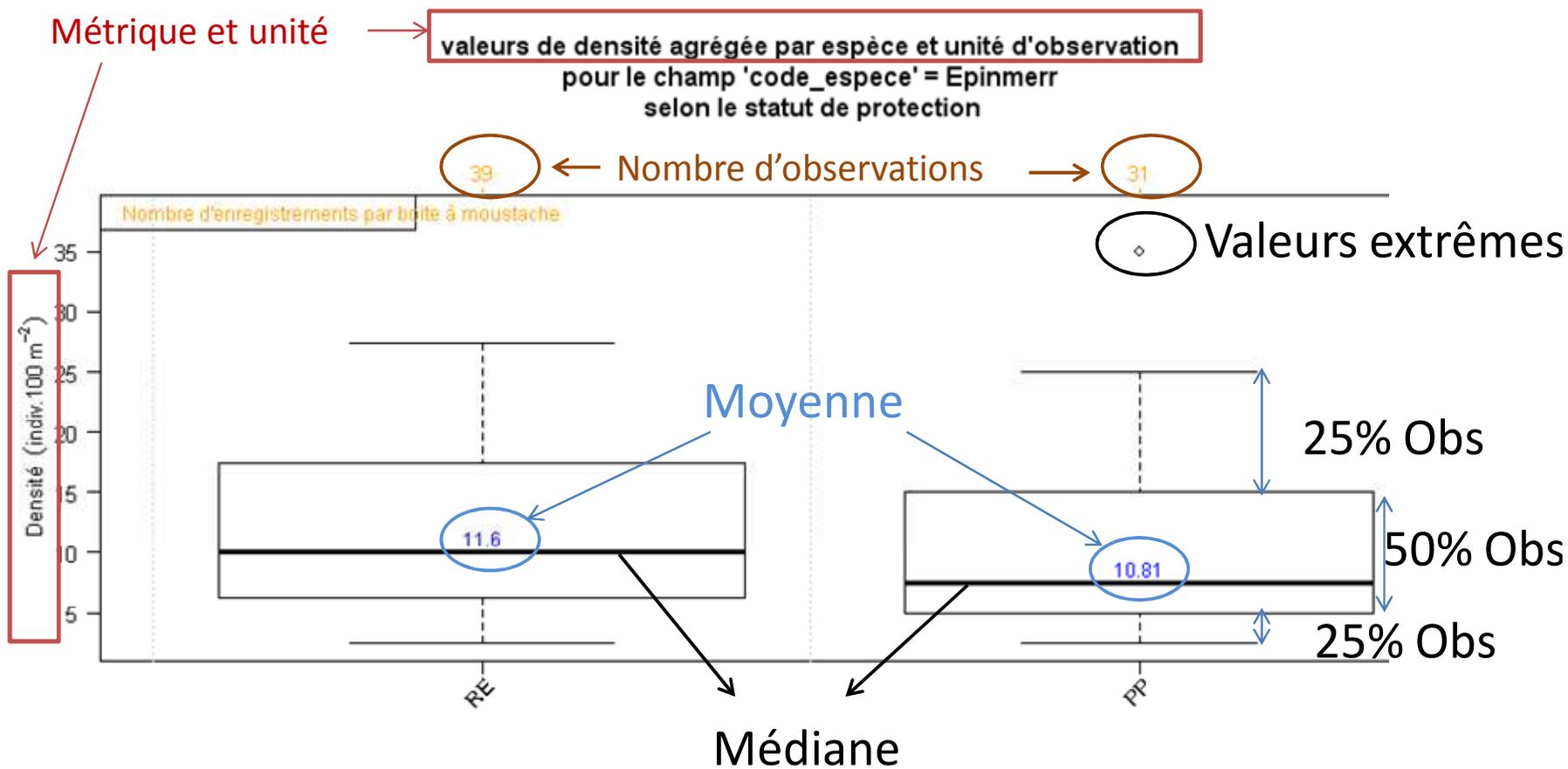
GROUPE	Qualitatif : 'ZONE_SURVE'_NUMERO (01 à 99) (ex. « GLS_05 »)	Sous espace d'une zone d'intervention des Gardes Nature continu géographiquement. Distinction permettant d'appréhender à une échelle géographique plus fine les changements dans un espace donné.
AMP	Qualificatif : Nom de l'amp (ex. <i>signal</i>)	Echelle regroupant l'ensemble des sites composants une amp.
STATUT.PRO	Qualitatif : 'HR' (hors réserve) ; 'RP' (réserve partielle) ; 'RE' (réserve) ; 'RI' (réserve intégrale)	Statut de protection du site à l'échelle de description la plus large.
STATUT.PAM	Qualitatif : 'Z1' (Zone de non-prélèvement voir où l'accès est interdit) ; 'I1' (Zone soumise à l'influence de Z1) ; 'Z2' (zone de protection partielle) ; 'I2' (zone soumise à l'influence de Z1, I1 et Z2) ; 'Z3' (périmètre général de l'AMP) ; 'I3' (zone d'influence de l'AMP) ; 'Z4' (reste du monde)	Statut générique PAMPA. Echelle de description des statuts de protection permettant la comparaison entre différents cas d'étude. construit à partir des cas de figure rencontrés dans les cas d'étude PAMPA, mais doit pouvoir être valable de manière plus générale. Ces 7 zones ne doivent pas nécessairement exister pour chaque AMP, mais on doit pouvoir rattacher chaque endroit d'une AMP à l'un ou l'autre de ces statuts.
STATUT.PR2	Qualitatif : 'RNI' (Réserve Naturelle Intégrale) ; 'RN' (Réserve Naturelle) ; 'AGDR' (Aire de Gestion Durable des Ressources) ; 'PMP' (Parc Marin Provinciaux).	Statut spécifique au cas d'étude. Pour le cas de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie. . Il est interdit de pénétrer dans les RNI et interdit de pêcher dans les RN. Les AGDR permettent le développement d'activités commerciales touristiques mais doivent répondre à certaines règles. Les PMP sont de plus grande échelle et peuvent regrouper plusieurs catégories d'aires protégées. Les zones inscrites au patrimoine de l'UNESCO sont classées en PMP.
STATUT1	Qualitatif : 'ZI' (Zone inscrite) ; 'ZT' (Zone tampon marine) ; 'PM' (Emprise du patrimoine mondial de l'UNESCO) ; 'HPM' (hors de l'emprise du patrimoine mondial de l'UNESCO) ; 'ZTT' (Zone tampon terrestre)	Statut spécifique au patrimoine mondial de l'UNESCO.
STATUT2	Qualitatif : 'Ia' ; 'Ib' ; '1a' ; '1b'	Statut IUCN
BIOTOPE1	Qualitatif : 'Baie' ; 'Chenal' ; 'Haute mer' ; 'Ilot' ; 'Lagon' ; 'Passe' ; 'Récif barrière' ; 'Récif d'Ilot'	Biotope selon l'échelle la plus large

	'Récif frangeant' ; 'Récif intermédiaire' ; 'Terre'.	
BIOTOPE2	Qualitatif : 'baie' ; 'chenal' ; 'haute mer' ; 'îlot sur récif frangeant' ; 'îlot sur récif intermédiaire' ; 'îlot sur lagon' ; 'îlot sur récif barrière' ; 'récif barrière externe' ; 'récif barrière multiple' ; 'récif barrière imbriqué' ; 'récif barrière côtier' ; 'récif frangeant protégé de lagons' ; 'récif frangeant de mer intérieure' ; 'récif frangeant exposé à l'océan' ; 'récif frangeant de barrière avec frangeant récifal' ; 'récif frangeant de barrière avec frangeant non récifal' ; 'massif corallien de lagon' ; 'massif corallien de mer intérieure' ; 'massif corallien exposé à l'océan' ; 'massif corallien côtier ou frangeant' ; 'terre'.	Echelle de définition du biotope plus fine. Pour chaque catégorie du champ Biotope1 correspond une ou plusieurs modalités du champ Biotope2
PROFONDEUR	Qualitatif : 'peu profond' ; 'profond' ; 'variable'	Profondeur
NBCM	Quantitatif	Nombre de corps-morts sur le site

Référence

Gonson, Charles & Dominique Pelletier. 2013. Méthodologie de construction d'un référentiel spatial à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. Rapport AMBIO/H/1. 20 p. Version du 15 décembre 2013.

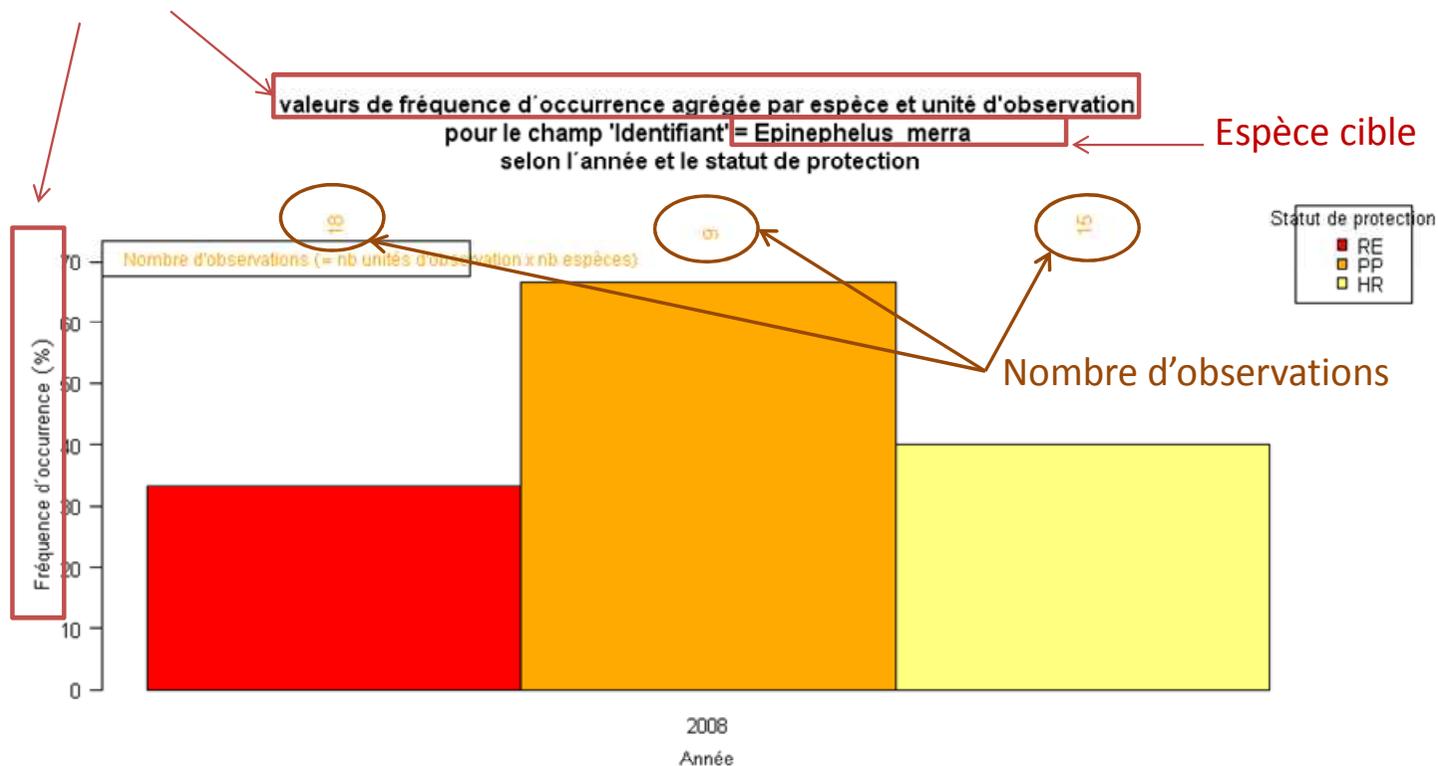
6.5. Annexe 5 : Diagramme de dispersion (Boxplot)



Distribution des observations

6.6. Annexe 6 : Graphiques relatifs aux Fréquences d'occurrence

Métrique et unité



En RE 33% d'occurrence de mérour:

Sur les 18 observations, des mérour ont été vus sur 6 observations

En PP 66% d'occurrence de mérour:

Sur les 9 Observations, des mérour ont été vus sur 6 observations

6.7. Annexe 7 : Travail en phase de validation

Evolution récentes de la plate-forme biodiversité-ressources

Au cours de l'année 2013, de nouvelles fonctionnalités ont été ajoutées à la plate-forme Biodiversité et Ressources. En effet la création d'un référentiel spatial géolocalisé et modulable (dans l'intitulé et le nombre de champs le constituant) permet de représenter sous forme cartographique les métriques calculées dans la plateforme. L'utilisation du référentiel spatial géolocalisé (sous forme de shapefile, c'est à dire un fichier **.shp** créé à partir d'un SIG) n'est pas obligatoire pour l'utilisation de la plate-forme mais est nécessaire à la représentation sous forme de carte.

Dans la plateforme Biodiversité et Ressources, on peut choisir a) de ne pas charger de référentiel spatial, auquel cas la spatialisation de l'analyse reposera uniquement sur les champs du fichier **unitobs** ; b) de charger la version sans shapefile, le lien avec les champs du référentiel spatial se fait par fusion des champs avec ceux du fichier **unitobs** ; c) de charger le shapefile ce qui donnera accès aux représentations cartographiques.

On accède à la représentation cartographique par le menu déroulant « Graphiques » du menu principal (Figure 23). Comme pour les autres représentations graphiques, on choisit d'abord de calculer la métrique pour une ou plusieurs espèces. Puis, l'utilisateur choisit la représentation de la métrique considérée : soit univariée (« symboles de tailles variables ou échelle de couleurs, par zone ... »), soit multivariée, la métrique étant représentée en fonction de plusieurs facteurs explicatifs (« graphiques en barres ou boîtes à moustache, par zone... »).

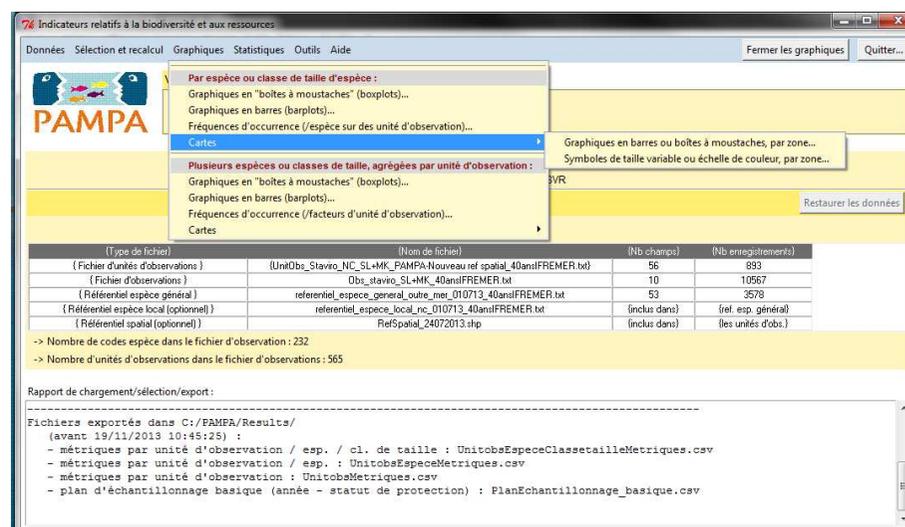


Figure 23 : Chemin d'accès à la représentation cartographique des métriques de la plateforme Biodiversité et Ressources.

Une fois le type de graphique sélectionné, l'interface est identique à celle des autres représentations graphiques à ceci près que

l'échelle spatiale doit être sélectionnée (Figure 24). Pour la représentation de métriques univariées, aucun choix de facteurs de regroupement n'est possible. Un onglet « emprise » permet à l'utilisateur de définir l'emprise géographique de la carte, et ce de trois manières :

- en spécifiant les coordonnées du cadre de la carte en degrés décimaux (WGS 84)
- selon les bornes des données disponibles
- selon le choix de modalités d'un champ du référentiel spatial

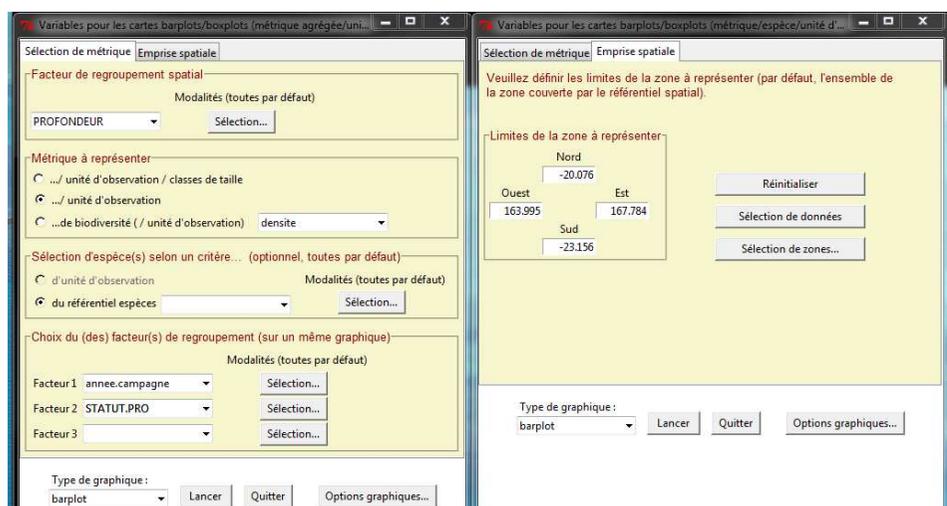


Figure 24 : Interface pour les représentations cartographiques de la plateforme Biodiversité et Ressources.

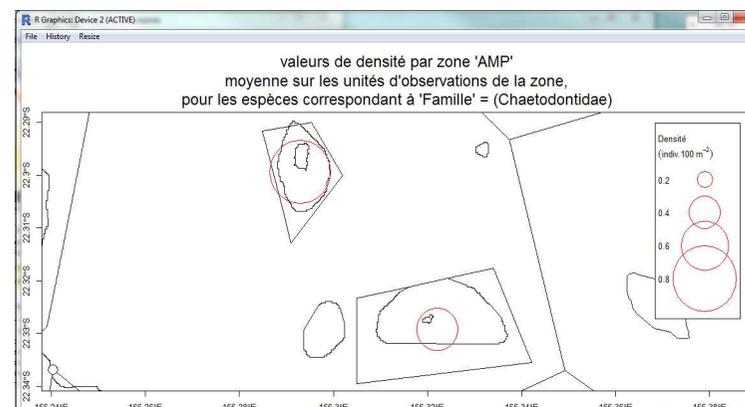
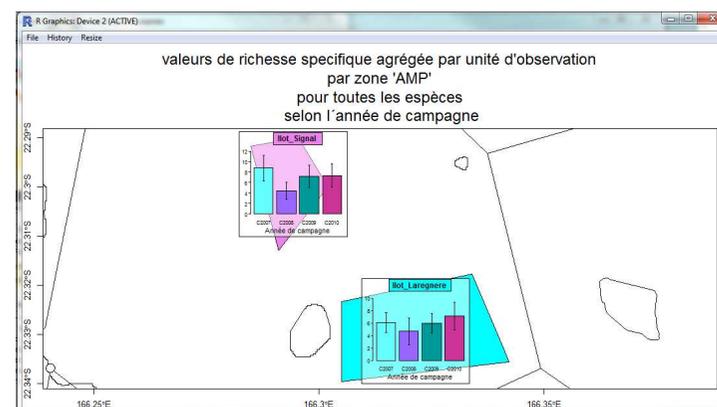


Figure 25 : Graphiques obtenus avec la plateforme Biodiversité et Ressources, pour une variable multivariée (gauche) et univariée (droite).

6.8. Annexe 8 : Mise en évidence des effets de la protection sur la biodiversité et les ressources à partir de données de terrain

Extraits du document :

D. Pelletier, Y. Reecht, C. Bissery 2011. Mise en évidence des effets de la protection sur la biodiversité et les ressources. Document interne PAMPA/WP2/Meth/10. Version du 20 Septembre 2011. 14 p.

Résumé et préambule: *Ce document présente un ensemble de réflexions sur la mise en évidence et l'évaluation des effets de la protection à partir des métriques relatives à la biodiversité et aux ressources.*

Il ne doit pas être considéré comme un guide de recommandations méthodologiques, mais comme des propositions sur une question qui reste actuellement ouverte, d'une part parce que les séries de données permettant une approche temporelle restent rares, et d'autre part parce que l'évolution de la biodiversité et des ressources sous l'effet de la protection reste insuffisamment connus, à l'exception des effets directs à court terme sur les espèces pêchées.

1. Objectifs et étapes de l'évaluation de l'effet de la protection

Les dispositifs de suivi fournissent des jeux de données que nous utilisons pour mettre en évidence l'effet de la protection sur la biodiversité et les ressources. L'état de la biodiversité et des ressources est décrit par les différentes métriques Biodiversité et Ressources (PAMPA/WP2/Meth/1). À chaque objectif concernant la biodiversité et les ressources sont associés une ou des métriques pertinentes (PAMPA/WP2/Meth/1). Les métriques sont calculées à partir des jeux de données et leurs variations sont représentées graphiquement et analysées à l'aide de tests statistiques.

Sur ces graphiques, dans ces tableaux et avec les analyses statistiques nous identifions des variations spatiales et/ou temporelles que nous pouvons (ou pas) mettre en relation avec un effet de la protection. L'étape suivante est de dériver des résultats graphiques et/ou statistiques un diagnostic concernant l'effet de la protection sur la métrique. Ceci peut se faire de différentes manières. Cependant, l'évolution de la biodiversité et des ressources sous l'effet de la protection reste insuffisamment connue, à l'exception des effets directs à court terme sur les espèces pêchées.

2. Principes de l'évaluation de l'effet de la protection sur une métrique

L'objectif de cette évaluation est de détecter si les variations de la métrique peuvent s'expliquer par la protection dont bénéficie tout ou partie de l'espace de l'AMP.

Intuitivement, le premier signal indiquant un effet de la protection consiste en une différence entre les valeurs prises par la métrique dans la ou les zones protégées en comparaison de valeurs prises dans une ou des zones non protégées ou avec un niveau de protection différent. Cependant, certains effets vont se produire avant d'autres et donc certaines métriques répondront plus précocément. Par exemple, pour la macrofaune vagile, ce sont les métriques de taille, densité et biomasse des espèces pêchées. Les effets éventuels sur la reproduction et sur le nombre d'espèces seront éventuellement détectés après. Dans le cas d'une protection relativement ancienne, d'autres effets peuvent apparaître et sont susceptibles de venir atténuer le premier signal (différence dedans/dehors). C'est le cas de l'exportation de biomasse *spillover* et des effets indirects dont les cascades trophiques qui témoignent d'une réponse de l'écosystème ou du moins de l'assemblage à un premier effet, direct, de la protection. La mise en place de la protection est également susceptible de modifier le comportement de certains animaux mobiles, qui pourraient par ex. avoir tendance à rester dans l'espace protégé. Dans ces conditions, évaluer l'effet de la protection requiert que l'on prenne en compte l'ancienneté et le degré de protection qui aideront à identifier à quel « stade de la restauration » se trouve l'assemblage.

Un deuxième point à prendre en compte, notamment dans le cas des zones partiellement protégées est la notion de pression. La simple considération du statut de protection peut se révéler insuffisante à refléter le niveau de protection réel apporté à l'écosystème, car elle ne reflète pas l'ensemble des pressions qui peuvent affecter la biodiversité. Lorsque ces informations sont disponibles, il est donc recommandé de les

intégrer dans l'évaluation dans une variable qui ne serait plus seulement le statut de protection, mais une combinaison du statut et de la pression subie. L'utilisation de données sur les usages à cet effet est recommandée. On peut en effet prendre en compte soit la pression de pêche (notamment pour les métriques du but « Exploitation durable des ressources »), soit la fréquentation (notamment pour les métriques relatives l'habitat ou au benthos).

Enfin, il faut souligner à nouveau l'importance de prendre en compte l'effet structurant de l'habitat dans l'évaluation des effets de la protection. Cette prise en compte peut s'opérer par intégration d'information auxiliaire sur l'habitat dans l'évaluation, ou en minimisant à travers le protocole les variations dues à l'habitat.

À partir des données de terrain, on évalue par instantanés successifs pris au cours des années de suivi, l'évolution de la métrique. L'hypothèse de travail est qu'une métrique bien choisie (pertinente) sera réactive à la protection, et que l'interprétation des valeurs successivement prises par cette métrique au fil des dates des suivis renseignera sur la performance effective de la protection. L'interprétation quantitative de la métrique, retraduite sous forme simplifiée dans un tableau de bord sera alors à même de guider le gestionnaire dans ses actions de gestion. Ceci implique d'être en mesure de quantifier, à une étape ou à une autre, l'ordre de grandeur et la direction des effets. Les approches paramétriques permettant ces estimations sont par conséquent privilégiées, car elles alimentent directement le tableau de bord.

Dans une approche comme les modèles linéaires (Tableau 2), on interprétera un effet de la protection comme une interaction significative entre les facteurs année (ou plus généralement temps) et statut de protection (ou plus généralement protection+pression). L'hypothèse sous-jacente à cette interprétation est que sous l'effet de la protection, l'écosystème évolue différemment entre les zones en fonction de la protection, sans préjuger du sens dans lequel il évolue. *A priori*, cette hypothèse est peu restrictive puisqu'elle autorise aussi bien les effets directs que les effets indirects. À l'inverse, elle ne rend pas compte des effets de *spillover*. Comme dit plus haut, ces effets suivront l'existence d'une différence entre zone protégée et non protégée. La possibilité d'examiner dans le temps, année après année, si possible en confrontation avec des données collectées avant la mise en place de la protection doit permettre de faire apparaître ces différents stades des effets de la protection.

Pour aller plus loin dans l'analyse de variance, on peut interpréter les valeurs des effets. Une augmentation de la métrique dans la zone protégée par rapport à la zone non protégée peut être jugée comme un effet positif. L'hypothèse sous-jacente à cette interprétation rend compte des effets directs de la protection, mais pas forcément des effets indirects, comme par exemple, la diminution des proies lorsque la biomasse de prédateurs augmente. C'est pourquoi nous avons uniquement sélectionné des métriques dont nous pouvons renseigner la pertinence a priori, c'est-à-dire que le sens dans lequel la métrique est censée varier sous l'effet de la protection est connu. Des effets imprévus sont toujours possibles, mais sont cependant minimisés avec cette approche.

3. Démarche d'évaluation de l'effet de la protection

Cette section ne constitue pas un guide pour l'analyse statistique d'un jeu de données. Elle propose une démarche d'analyse aussi simple que possible et destinée à répondre à l'évaluation de l'effet de la protection.

Pour chaque jeu de données

<i>Étape</i>	<i>Résultat</i>
1. Regarder le <i>protocole</i> : nombre de données par niveau de facteur à considérer dans l'analyse. En général, il s'agit des facteurs année, statut de protection, et habitat.	Tableau avec description du plan d'échantillonnage (génééré par la plateforme Biodiversité et Ressources)
2. Explorer les données et repérer les principales variations, les valeurs extrêmes, les grandes caractéristiques du jeu de données	<ul style="list-style-type: none">• Graphiques (boxplots et barplots)• Statistiques générales sur le jeu de données (fichier généré par la plateforme)
3. En fonction du <i>protocole</i> , expliciter les analyses et tests réalisables et ceux qui ne le sont pas.	Rédiger un document avec : <ul style="list-style-type: none">• analyses réalisables• analyses non réalisables et explications
4. Réaliser les analyses pour les métriques choisies	À faire par métrique (voir ci-dessous) Fiche par métrique

Cette première étape est fondamentale pour se familiariser avec les données. Des graphiques pertinents sont aussi importants que des tests statistiques. La plateforme PAMPA a été pensée pour faciliter cette phase d'exploration des données qui est souvent négligée dans une démarche de traitement des données.

Analyse statistique de métriques univariées

C'est le cas de la plupart des métriques relevant du but « Exploitation durable des ressources » et de certaines métriques du but « Conservation de la biodiversité ».

Étape	Résultats
5. Statistiques descriptives et graphiques : <ul style="list-style-type: none"> • Histogramme • <i>Boxplots</i> en fonction des facteurs date, statut de protection, habitat, voire site. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tableau avec statistiques descriptives • Graphiques correspondants (<i>calculés par la plateforme Biodiversité et Ressources</i>) • Identification et exclusion éventuelle de valeurs extrêmes (<i>refaire une sélection des observations dans la plateforme Biodiversité et Ressources</i>).
6. Analyse de variance à 1 ou 2 ¹⁴ facteurs dont au moins le statut de protection et date, habitat, ou site : <ol style="list-style-type: none"> a. Choix de la distribution b. Validation des résidus (normalité, tendance résidus vs. valeurs prédites). c. Signification globale du modèle d. Analyse de la variance e. Sélection du modèle f. Quantification des effets par facteur g. Test sur les différences et tendances prédites par le modèle 	<p style="text-align: center;"><u>Élément utilisé par étape</u></p> <ol style="list-style-type: none"> a. Graphique des distributions des données ajustées b. Graphique des résidus c. Test de Fisher global d. Table d'analyse de la variance e. Modèle retenu f. Tests des effets g. Tableau des moyennes ajustées et résultats des comparaisons multiples <p>(Tous ces éléments sont calculés par la plateforme Biodiversité et Ressources)</p>

¹⁴ La plateforme autorise jusqu'à trois facteurs (avec interactions d'ordre 1 seulement, c'est à dire entre deux facteurs), mais affiche dans ce cas un avertissement relatif à l'interprétation des interactions

L'utilisation de modèles linéaires généraux ou généralisés requiert que les données se conforment à certaines hypothèses. Lorsque l'on peut considérer que ces hypothèses sont respectées, les résultats de ces modèles apportent tous les éléments nécessaires à l'évaluation. Lorsque la distribution des données s'y prête, on recommande d'utiliser de préférence le modèle linéaire et de ne recourir au modèle linéaire généralisé que si le modèle linéaire ne peut être validé (voir les exemples d'interprétation dans le guide utilisateur de la plateforme de calcul Biodiversité et Ressources).

Dans les cas où le modèle linéaire se révèle inapproprié et qu'une autre distribution peut être acceptée, un modèle linéaire généralisé (GLM) peut remplacer le modèle linéaire (LM). L'interprétation des sorties d'un GLM reste très semblable à celle du LM (exemples d'interprétations dans le guide utilisateur de la plateforme de calcul Biodiversité et Ressources). Mais celle des tests sur les différences et tendances prédites par le modèle (comparaisons multiples), demeure néanmoins plus délicate pour certains types de GLMs.

La plateforme de calcul Biodiversité et Ressources fournit donc une aide au choix d'un modèle adapté, en fonction de la nature de la métrique étudiée et de sa distribution :

1. Aide à la sélection *a priori* d'une distribution appropriée (qui détermine le type de modèle utilisé). Les lois de distributions proposées sont :
 - normale (modèle linéaire).
 - log-normale (modèle linéaire sur données log-transformées).
 - gamma (GLM famille gamma, lien inverse)
 - binomiale négative (GLM famille binomiale négative, lien log ; données de comptage uniquement).
 - binomiale (GLM famille binomiale, lien logit ; par défaut pour les présences/absences).

2. Production systématique de graphiques diagnostics permettant la validation du modèle ajusté.

Tableau 2. Aide à l'analyse de variance pour les modèles linéaires et linéaires généralisés

- Exclusion d'observations et transformation log éventuelle

Le modèle linéaire suppose la normalité de la distribution de la variable modélisée et le modèle linéaire généralisé suppose que les données suivent une des lois disponibles pour les GLM. Des valeurs extrêmes pouvant être problématiques peuvent être exclues de l'analyse (à moins qu'elles n'aient un sens particulier auquel cas il faut choisir une autre méthode d'analyse). Ces valeurs extrêmes se détectent facilement sur les *boxplots*. Elles peuvent correspondre à certaines espèces dont la distribution erratique ou agrégative pose problème pour la modélisation.

Par ailleurs, en fonction de l'allure de l'histogramme, si la distribution est dissymétrique, on peut être amené à transformer les données en log (utiliser $\log(x+0.01 \cdot \text{moyenne de } x)$, par exemple) pour ramener cette distribution à une forme plus symétrique et rentrer dans le cadre du modèle linéaire.

En pratique, il faut examiner les graphiques prescrits pour choisir la distribution appropriée (normale, binomiale, gamma ou binomiale négative) et exclure les données ou faire une transformation log (proposée par la plateforme Biodiversité et Ressources).

- Ajustement du modèle.

Il requiert de spécifier la formule du modèle, et les observations sur lesquels le modèle est ajusté (le tableau des valeurs prises par la métrique modélisée aux différentes unités d'observation). La formule du modèle précise les facteurs explicatifs et les interactions entre ces facteurs considérées dans le modèle. L'interface de la plateforme demande seulement à préciser les facteurs explicatifs du modèle.

Les calculs de la plateforme considèrent automatiquement les interactions entre les facteurs pris deux à deux. Les interactions impliquant plus de deux facteurs sont généralement peu interprétables et leur estimation est instable.

Pour pouvoir considérer une interaction entre deux facteurs, il faut cependant veiller à ce que le plan d'échantillonnage comprenne au moins deux données pour chaque combinaison de niveau de ces deux facteurs.

Comme tout ce qui n'est pas pris en compte dans le modèle se retrouve dans les résidus, l'étape de validation des résidus permet de vérifier que négliger ces interactions ne vient pas en contradiction avec le respect des hypothèses du modèle.

En pratique, R ne renvoie pas de résultat à cette étape.

- Validation des résidus.

On vérifie ensuite que la distribution des résidus du modèle (résidu=donnée-valeur ajustée du modèle) est compatible avec les hypothèses requises par le modèle linéaire.

En pratique R permet de générer différents graphiques pour vérifier la distribution des résidus. Ils doivent être distribués de façon aléatoire

(cf. graphique des résidus vs valeurs ajustées du modèle) et suivre une loi normale dans le cadre des modèles linéaires (graphique qqnorm) (exemple dans le guide utilisateur de la plateforme de calcul Biodiversité et Ressources).

- Signification globale du modèle

Une fois les résidus vérifiés, on peut interpréter les résultats du modèle. Le test global de Fisher donne le niveau de significativité global du modèle. Le modèle est significatif si les facteurs pris en compte dans le modèle expliquent une partie significative de la variance des données. Si le modèle n'est pas fortement significatif, on ne peut en interpréter les résultats.

En pratique, R donne le risque de première espèce α associé au modèle, soit la probabilité de dire que le modèle est significatif alors qu'il ne l'est pas. Cette probabilité doit être inférieure à 0.05, mais préférablement à 0.01, car une probabilité proche de 0.05 indique que le modèle est peu explicatif.

- Analyse de la variance

L'analyse de variance stricto sensu c'est la décomposition de la variance selon les composantes expliquées par chacun des facteurs. Elle explicite la part de variance expliquée par chacun et teste si cette part est significative (par un autre test de Fisher).

En pratique, R fournit la table avec les probabilités α (notées en général p) pour le test de chaque composante.

- Sélection du modèle

Cette étape permet de simplifier le modèle en retirant les facteurs ou interactions entre facteurs qui n'expliquent pas de manière significative la variance des données (et ce au regard de la table d'anova). Elle est nécessaire, car permet d'éliminer ce qui n'explique rien dans le modèle ; le modèle est plus lisible et en pratique des interactions entre facteurs sont souvent enlevées à cette étape. Cependant, la plateforme ne réalise pas cette sélection automatiquement ; c'est à l'utilisateur d'interpréter les composantes significatives.

- Quantification des effets par facteur.

À ce stade, on s'intéresse aux effets par niveau de facteur qui sont les quantités à relier à l'évaluation de l'effet de la protection (Tableau 3). Pour tous les effets sélectionnés, et pour chaque niveau de facteur ou combinaison de facteurs, un test de type Student (t-test) est effectué pour tester si l'effet est significativement différent de 0.

En pratique, R renvoie pour chaque effet, l'estimation de cet effet, son écart-type et le résultat du t-test.

- Test sur les différences et tendances prédites par le modèle.

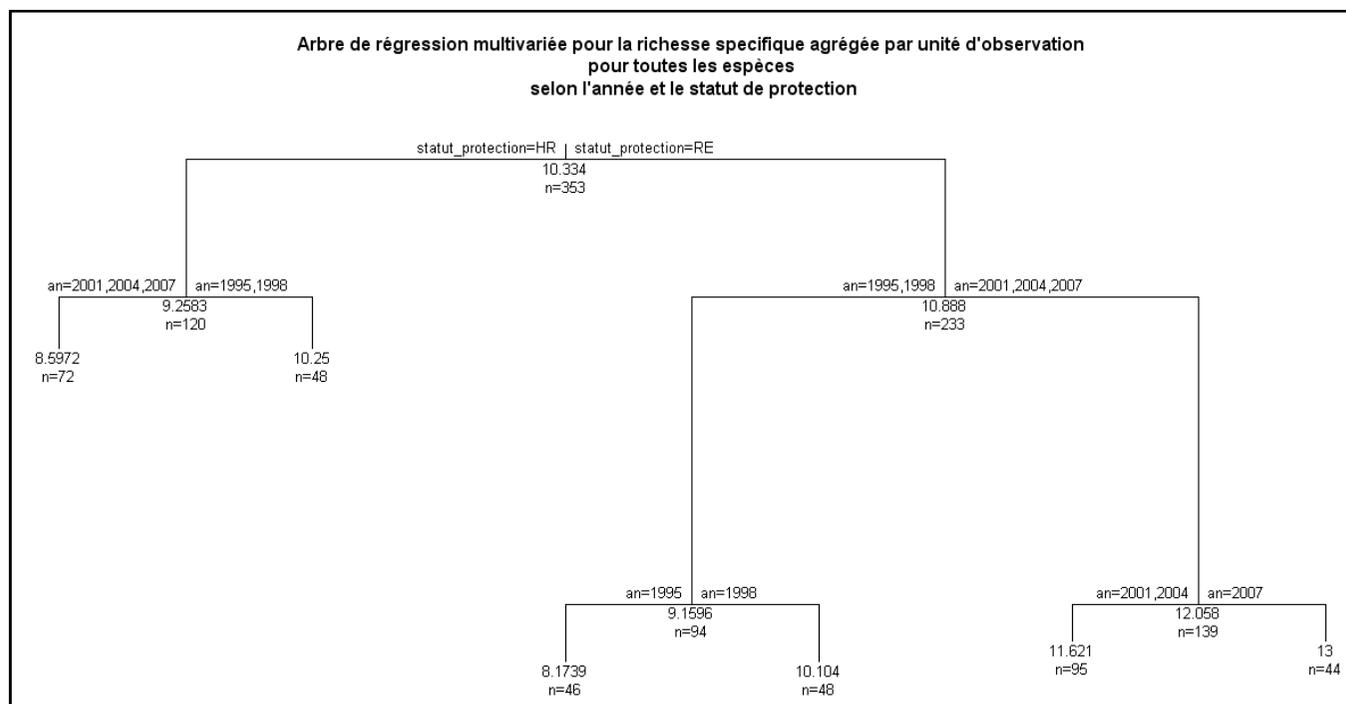
Nous cherchons à évaluer l'effet de la protection sur la métrique, cet effet s'exprime par des différences spatiales et temporelles (Tableau 3) et les effets ne nous intéressent pas en tant que tels. Cette étape permet de tester des effets uniquement sur les facteurs d'intérêt, en l'occurrence généralement ceux qui impliquent les facteurs année et statut de protection (ou site). A cet effet, sont calculées les moyennes ajustées du modèle pour les combinaisons de niveau des facteurs d'intérêt. La moyenne ajustée pour l'année 2010 en réserve est ainsi la somme de la moyenne générale des données, de l'effet 2010, de l'effet réserve et de l'effet interaction entre 2010 et réserve, ces trois effets étant estimés par le modèle. Comme le modèle est linéaire, ces moyennes sont des combinaisons linéaires des paramètres du modèle, et donc il est possible de réaliser des tests sur ces moyennes ajustées et sur toute combinaison linéaire de ces valeurs. Le test est fait simultanément sur l'ensemble des combinaisons, ce qu'on appelle un test de comparaison multiple. Les comparaisons multiples réalisées dans la plateforme pour un modèle à deux facteurs F1 et F2 correspondent aux différences de moyennes ajustées : a) entre les niveaux de F1 pour chaque niveau du F2 ; et b) entre les niveaux de F2 pour chaque niveau de F1. Ainsi, si F1 et F2 représentent l'année et le statut de protection, la plateforme teste si a) pour un statut donné, la métrique est significativement différente en fonction des années (il ne s'agit pas d'un test de tendance, mais de différence entre les années; et b) pour une année donnée, la métrique est significativement différente entre deux zones avec des statuts distincts. La nature des différences qui s'avèrent significatives permet d'interpréter des évolutions.

En pratique, R calcule les moyennes ajustées, puis les combinaisons de ces moyennes, puis il réalise les tests de comparaisons multiples.

Analyse statistique de métriques multivariées

Elles sont indispensables pour les objectifs 2.1 et 2.2 (Biodiversité) car souvent c'est l'évolution de l'assemblage spécifique qui nous intéresse. Mais ces analyses peuvent rapidement devenir complexes. Dans un premier temps, nous avons décidé de produire un diagnostic à partir d'une technique simple et visuelle, les arbres de régression multivariée qui permettent de tester le caractère significatif de plusieurs variables explicatives, qualitatives ou quantitatives, pour expliquer la partition d'un jeu d'observations en plusieurs groupes.

L'avantage de cette technique est que les variables explicatives sortent *par ordre d'importance*. Sur l'exemple de la richesse spécifique par observation UVC du Parc Marin de la Côte Bleue, l'arbre de régression sépare les unités d'observations d'abord selon le statut en vigueur: d'un côté HR, de l'autre RE. Ensuite, dans les deux branches de l'arbre, l'arbre discrimine en fonction des années, avec d'une part les années correspondant à avant ou peu de temps après la création de la réserve, et d'autre part un groupe d'années nettement postérieures à sa création. Cette procédure peut être appliquée facilement à une métrique multivariée, comme par ex. les densités d'abondance par espèce et par unité d'observation.



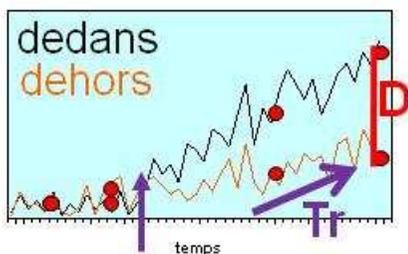
4. Détermination des couleurs à partir des valeurs des métriques : du test à la grille de lecture

Plusieurs approches sont possibles :

- détermination de seuils à dire d'expert. C'est une pratique assez répandue. Sur la base conjointe des expertises des scientifiques et des gestionnaires, et à partir de données historiques, les valeurs souhaitables, indésirables des métriques sont fixées. La méthode s'appuie de plus sur une représentation graphique des unités d'observation qui permet de faire varier visuellement la position du seuil pour discriminer au mieux les unités qui correspondaient à un état souhaitable des autres (PAMPA/WP1/Meth/13).
- détermination de seuils par une approche statistique basée sur la distribution des métriques par unité d'observation. Dans le même esprit que précédemment, il s'agit par des tests du type test de permutation d'ajuster le seuil de la métrique de manière à isoler les valeurs « souhaitables » des autres valeurs. Le critère de définition des états souhaitables repose sur l'expertise. Cette approche doit veiller à ne pas tomber dans l'écueil décrit ci-dessous au § 5.
- détermination de couleurs en continuité avec les analyses statistiques. Cette approche repose sur deux considérations : a) il est difficile de déterminer des seuils relatifs à des valeurs absolues des métriques ; b) si toutefois ces seuils pouvaient être déterminés, ils seraient complètement spécifiques au site, y compris si plusieurs sites sont concernés dans une AMP; et c) c'est souvent l'interprétation des directions et des tendances qui est la plus importante pour évaluer la performance d'une action de gestion. Cette approche est donc applicable à des différences spatiales ou temporelles sur les métriques. C'est ce qui est décrit ci-dessous.

Détermination de couleurs découlant d'un modèle statistique type anova

Supposons qu'on a réussi à tester un effet de la protection sur une métrique, et que cet effet a pu être quantifié en termes de différences spatiale et temporelle.



$$\begin{cases} D_t = Y_{i,t} - Y_{o,t} \\ Tr_t = Y_{o,t} - Y_{o,t-1} \end{cases}$$

, où $Y_{i,t}$ est la métrique en réserve à la date t ,
 $Y_{o,t}$ est la même métrique hors réserve à la date t .

Les différences D_t et Tr_t sont testées pour toutes les valeurs de t .

Les moyennes ajustées peuvent être graphiquement représentées accompagnées ou non des incertitudes qui les entourent (ci-dessous). Ces incertitudes sont en effet prises en compte dans les tests des différences et des tendances.

Il est nécessaire d'interpréter à la fois les directions des valeurs prises par les métriques et le caractère significatif de leurs variations.

Supposons la situation suivante :

<i>Date</i>	D_t	Tr_t
Avant1 (av1)	---	----
Après1 (ap1)	$D_2=+5\%$	$Tr_2=-10\%$
Après2 (ap2)	$D_3=0$	$Tr_3=+5\%$
Après3 (ap3)	$D_4=+15\%$	$Tr_4=0$ (<i>pas signif.</i>)

Comment interpréter ces résultats ?

D_2 est encourageant, surtout au vu de Tr_2

D_3 peut être du à une cause externe, tout comme Tr_3

Ainsi, pour interpréter D et Tr , il faut prendre en compte :

- d'où on part initialement (état zéro)
- depuis quand on est parti (ancienneté de la protection)
- où on veut aller (objectif de gestion) : à partir de quelle valeur le gestionnaire trouve que l'évolution de la situation est acceptable
- la réactivité attendue de la métrique
- de combien de dates (années) on dispose pour l'évaluation

De plus, il est possible que les effets soient réels, mais que le protocole ne permette pas de les détecter parce qu'ils sont faibles (problème d'efficacité de la métrique).

On propose ci-dessous deux exemples de règles d'interprétation en fonction des évolutions de D et de Tr .

Une approche simple :

	D augmente	D stable	D diminue
Tr augmente	RAS		Diagnostic à confirmer (année+1)
Tr stable	Surtout si protection récente		À confirmer mais mesures de précaution à prendre (réglementer)
Tr diminue	Problème à l'extérieur, indépendant de l'AMP (mais alerter)	Problème à l'extérieur ? (alerter)	À confirmer mais mesures de précaution à prendre (alerter et réglementer)

Ou plus sophistiquée :

	D augmente	D stable	D diminue	D<=0
Tr augmente	RAS	Ou stabilisé	Diagnostic à confirmer (année+1)	
Tr stable	Surtout si protection récente	Ou stabilisé ?	À confirmer mais mesures de précaution à prendre (réglementer)	
Tr diminue	Problème à l'extérieur, indépendant de l'AMP (mais alerter)	Problème à l'extérieur ? (alerter) Expliciter pourquoi pourrait être aussi orange	À confirmer mais mesures de précaution à prendre (alerter et réglementer)	
Tr chute avérée sur plusieurs années	Gros problème à l'extérieur, indépendant de l'AMP (mais alerter)	Problème probable à l'extérieur (alerter) <i>NB : Pourrait être aussi rouge</i>	Problème dedans et dehors	

Il est ensuite possible d'affiner en prenant en compte les années successives et les valeurs de D et Tr (en %).

Dans tous les cas, la grille d'interprétation doit avoir un code couleur et du texte complémentaire pour indiquer vers quelles actions chaque situation oriente. Lorsque la protection est ancienne, la situation peut s'être stabilisée, par exemple pour les îlots du lagon sud-ouest de NC ou pour Banyuls. Dans ce cas, les métriques ne vont plus augmenter. L'interprétation des tendances et différences doit être différente.

5. Écueils à éviter

- **Ne pas confondre pertinence et efficacité.**

Le fait qu'une métrique ne montre pas d'effet significatif de la protection sur un jeu de données ne signifie pas qu'elle n'est pas pertinente :

- la protection peut être effective, mais pas encore visible (trop récente, interférence d'événements climatiques ou anthropiques autres)
- le protocole de collecte n'est pas adapté pour mettre en évidence l'effet. Il s'agit là d'un problème d'efficacité et non de pertinence.

C'est pour cette raison que dans le projet, nous avons cherché à définir a priori la pertinence des métriques testées, et donc de faire une présélection sur la base de cette pertinence évaluée à dire d'expert scientifique. Cette pertinence peut bien évidemment être révisée a posteriori sur la base de l'analyse des jeux de données.

La démarche d'analyse doit donc viser à ne pas confondre ce qui relève de la pertinence et ce qui relève de l'efficacité, et ce grâce à l'évaluation du protocole et à la prise en compte du contexte du site.

- **Déterminer des seuils à partir des valeurs observées.**

Il faut éviter d'entrer dans un raisonnement circulaire qui consisterait à se baser sur les données observées pour déterminer des seuils qui dicteraient ensuite par construction que la métrique est effectivement dans les gammes de valeurs choisies.

La même information ne peut être utilisée deux fois dans l'évaluation.