

Rapport d'étude Zonéco (ADECAL)

INDICATEURS D'ÉVOLUTION DES RESSOURCES RECIFO-LAGONAIRES EXPLOITÉES POUR LA GESTION ET LE SUIVI DE LA PÊCHE PROFESSIONNELLE EN PROVINCE SUD DE NOUVELLE-CALÉDONIE

Nicolas GUILLEMOT

Mars 2011

AVANT PROPOS

Cette étude a été réalisée sur financement du Programme Zonéco de l'ADECAL (Agence de Développement de la Nouvelle-Calédonie).

La première phase de ce travail (5 mois) a été réalisée en accueil au sein des locaux du Département de l'Aquaculture et de la Pêche de la Province Sud (Direction du Développement Rural). La seconde phase (1 mois) a été effectuée dans les locaux de l'ADECAL.

L'auteur remercie les différents partenaires et collaborateurs de cette étude :

- pour l'ADECAL : Adrien Rivaton et Manuel Ducrocq,
- pour la DDR (Province Sud) : Bernard Fao, Thomas Requillart, Yves-Marie Anne, George Guillaume, ainsi qu'Hélène Minel et Gilles Piroddi,
- pour la DAFI (Province Sud) : Céline Decupper et Nathalie Bernard,
- pour l'IRD : Marc Léopold.

Ce rapport pourra être cité comme suivi :

Guillemot N. (2011) Indicateurs d'évolution des ressources récifo-lagonaires pour la gestion et le suivi de la pêche professionnelle en Province Sud de Nouvelle-Calédonie. Rapport d'étude Zonéco (ADECAL), Nouméa, 50p. + 91p. (annexes)

SOMMAIRE

Résumé

Avant-propos

I. Introduction.....	5
I.1. Contexte de l'étude.....	5
I.2. Base de données Bip Bip et genèse de l'étude	5
I.3. Objectifs de l'étude et plan de travail	6
II. Bip Bip : données disponibles, requêtes d'extractions, et potentialités d'analyse	9
II.1. Données disponibles	9
<i>Description du contenu de la base</i>	<i>9</i>
<i>Données disponibles pour étudier l'évolution des ressources</i>	<i>10</i>
II.2. Signification des données et analyses statistiques envisageables.....	11
<i>Utilité et limites des données disponibles.....</i>	<i>11</i>
<i>Analyses descriptives des niveaux d'exploitations de la ressource</i>	<i>12</i>
<i>Faisabilité de la recherche d'indicateurs et la mise en place de seuils.....</i>	<i>13</i>
II.3. Modalités d'extractions.....	13
<i>Outils</i>	<i>13</i>
<i>Requêtes d'extractions et calculs de variables synthétiques.....</i>	<i>15</i>
<i>Filtrage des données.....</i>	<i>17</i>
<i>Potentialités extractives du système en vue d'études connexes</i>	<i>18</i>
III. Analyses descriptives des niveaux d'exploitation et indicateurs potentiels.....	21
III.1. Evolution temporelle des captures et CPUE	21
III.2. Répartition spatiale des captures et des CPUE	23
<i>Méthodologie de cartographie et outils SIG.....</i>	<i>23</i>
<i>Résultats.....</i>	<i>24</i>
III.3. Identification d'indicateurs potentiels	24

IV. Calculs des seuils d'alerte	27
IV.1. Méthodologie pour le calcul de seuils	27
IV.2. Choix de l'échelle spatiale d'analyse	29
IV.3. Résultats et modalités de lecture des seuils.....	30
V. Diagnostics de l'évolution des ressources et implications de gestion	35
V.1. Diagnostic de l'évolution des ressources exploitées	35
<i>Lecture graphique des seuils et diagnostic général.....</i>	<i>35</i>
<i>Décomposition spatiale des seuils et analyses complémentaires</i>	<i>38</i>
V.2. Procédure de diagnostic détaillé et implications.....	40
<i>Les facteurs externes influençant les CPUE</i>	<i>40</i>
<i>Diagnostic annuel : questionnaire hiérarchique de prise de décision</i>	<i>41</i>
VI. Perspectives et améliorations.....	45
VI.1. Amélioration des données	45
VI.2. Amélioration de la représentation spatiale des données.....	46
VI.3. Autres indicateurs d'état des ressources et données complémentaires	48
<i>Distances de pêche</i>	<i>48</i>
<i>Suivis des débarquements / suivis biologiques.....</i>	<i>48</i>
VI.4. Extension de la démarche aux données socio-économiques	49
VI.5. Transfert des démarches et outils aux autres provinces	50
ANNEXES	51
ANNEXE 1	52
ANNEXE 2	63
ANNEXE 3	74
ANNEXE 5	114
ANNEXE 6	122
ANNEXE 7	137

I. Introduction

I.1. Contexte de l'étude

La Nouvelle Calédonie est compétente en termes de gestion et d'exploitation des ressources marines pour la zone des 200 milles marins (ZEE) ainsi que pour les îles éloignées. En revanche, la gestion et l'exploitation des ressources marines dans les eaux intérieures et territoriales (zone des 12 milles) sont du ressort des Provinces (Sud, Nord, et Loyautés). C'est à ce dernier type de ressources que nous nous intéresserons ici, et notamment aux ressources récifo-lagonaires exploitées à l'intérieur du lagon et sur le tombant externe du récif barrière qui le délimite.

Dans ce contexte institutionnel, le suivi et la gestion des pêcheries lagonaires de chaque Province lui sont propres, celle-ci décidant des orientations à prendre en termes de développement économique, de réglementation et de suivi des activités de pêche. Bien que les informations nécessaires à une telle gestion soient similaires entre Provinces, il en résulte toutefois des systèmes de collecte, de traitement et d'archivage des données différents. Ceci constitue un obstacle à la mise en commun, à la compilation et à l'analyse d'informations décrivant les pêcheries lagonaires à l'échelle du territoire. Notamment, l'élaboration d'une synthèse à partir des données provinciales, effectuée annuellement par la Nouvelle-Calédonie au titre de sa compétence en termes de suivi statistique des données économiques, s'en trouve affectée.

Parallèlement aux préoccupations intrinsèques de chaque Province concernant le suivi et la gestion des ressources marines qui leur sont propres, il existe donc une nécessité de standardisation de la collecte, de la structure informatique et de la gestion des données entre les différentes entités compétentes. En ce sens, les trois Provinces et le SMMPM (Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritime) ont souhaité mettre en place un cahier des charges commun pour la création de bases de données provinciales standardisées. Dans ce contexte, le programme Zonéco de l'ADECAL (Association pour le Développement de la Nouvelle-Calédonie) a validé en 2008 le financement d'un tel cahier des charges, réalisé en partenariat avec la CPS (Communauté du Pacifique Sud), et dont l'objectif était de standardiser l'ensemble des données saisies et de créer un module d'export des bases de données provinciales vers le SMMPM. Les objectifs affichés de ce cahier des charges étaient donc : 1) de faciliter la compilation annuelle des données par le SMMPM, 2) de permettre l'échange de données non nominatives entre les Provinces, 3) de faciliter l'analyse des données et la production de rapports.

I.2. Base de données Bip Bip et genèse de l'étude

Sur la base de ce cahier des charges, la Province Sud a achevé le développement de sa nouvelle base de données, dénommée Bip Bip (Base d'Information pour la Pêche), en avril 2010. Un développement parallèle est en cours en Province des Iles Loyauté ainsi qu'en Province Nord.

La mise en place de Bip Bip a permis la saisie de l'ensemble des cahiers de pêche de l'année 2009 (la saisie des cahiers 2010 étant en cours) et le rapatriement des données historiques depuis 1992, soit 22 800 fiches de pêche.

La structure et l'interface de cette base de données ont été élaborées afin de pouvoir, en routine :

- saisir et renseigner les autorisations de pêche de l'année en cours,
- saisir les caractéristiques des campagnes de pêche et des captures associées,
- importer les flottes, permis et visites de sécurité à partir du logiciel ICEO de la marine marchande,
- exporter les statistiques nécessaires au rapport annuel du SMMPM,
- effectuer des analyses et synthèses des données sous forme de rapports, à destination des services gestionnaires et/ou des professionnels en faisant la demande.

La base Bip Bip est donc désormais opérationnelle pour une utilisation en routine dans le cadre des missions de gestion et de suivi des activités de pêche par la Province Sud. Compte tenu de l'important volume de données économiques et halieutiques générées annuellement (80 000 données par an en Province Sud), ce type de base de données s'avère incontournable à terme en vue de l'extraction, de la synthèse, et de l'analyse de ces informations à des fins de gestion des activités et de politique des pêches. De plus, l'ensemble des données disponibles et leur structuration représentent une source d'information permettant désormais d'envisager des analyses descriptives approfondies du secteur de la pêche côtière à plusieurs niveaux de détail : par espèce, groupe d'espèce, saison, zone géographique, engin de pêche, pêcheur, ou encore type d'activité.

I.3. Objectifs de l'étude et plan de travail

Parmi les nombreuses missions des services provinciaux en termes de suivi, de gestion et d'accompagnement des activités de pêche, les deux principales actions pouvant influencer directement sur la nature et l'intensité de l'exploitation des ressources récifo-lagonaires (et donc sur leur état) sont :

- Les dispositifs d'aide (du ressort de la DDR), réévalués tous les ans, correspondant à un classement des activités selon trois types de filière qui régissent le niveau d'aide fourni par la Province aux opérateurs actifs ou souhaitant le devenir :

- 1/ filière exclue (ex. : ressource supposée en mauvais état, saturation des opérateurs, etc...) : aucune aide,
- 2/ filière en développement (ex. : ressource dont l'exploitation est considérée en rythme de croisière, ne nécessitant ni de mesure de restriction ni mesure d'encouragement particulière),
- 3/ filière prioritaire (ex. : manque d'opérateurs sur une activité ou une ressource présentant un important potentiel d'exploitation) : aide à l'installation d'opérateurs.

- La réglementation des pêches (établie et mise à jour conjointement entre la DDR et la DENV dans le cas de la Province Sud).

A l'heure actuelle, le classement des filières par la DDR est essentiellement fondé sur l'expertise des agents de la Province Sud et sur leur connaissance empirique des activités de pêche professionnelle et des stocks exploités. Il n'existe en revanche pas de référence et de seuils formels permettant de compléter cette expertise et d'aider les services provinciaux dans leurs décisions de gestion. En réponse à cela, et au-delà des intérêts directs de Bip Bip

pour les missions administratives routinières de la Province Sud, les potentialités de cette nouvelle base de données permettent d'envisager de nouveaux outils d'aide à la gestion.

En particulier, il est apparu intéressant d'étudier la faisabilité de Bip Bip à produire des descripteurs halieutiques de l'évolution des ressources exploitées, en tant qu'aide à la gestion, ainsi que les seuils d'alertes qui pourraient y être associés. La présente étude constitue donc une étude pilote dans ce domaine, puisqu'elle cherche à identifier les potentialités d'une base de données du type de Bip Bip en termes d'analyses descriptives des niveaux d'exploitation par la pêche et en termes d'analyses statistiques halieutiques pour la recherche d'indicateurs d'évolution des ressources récifo-lagonaires exploitées.

Il convient de bien rappeler que les outils développés ici ne sauraient ni suffire en soit à la prise de décisions de gestion, ni se substituer à l'expertise des services compétents. Elles fournissent uniquement des compléments d'information et d'analyse susceptibles d'assister ces services en vue de décisions de gestion réactives et pertinentes.

Les objectifs détaillés répondant à cette problématique sont donc :

- Examiner les données disponibles, leur structure et leur qualité à des fins d'analyses statistiques axées sur les ressources exploitées.
- Effectuer les analyses descriptives nécessaires au suivi et au diagnostic de l'évolution des ressources exploitées en Province Sud, à des fins d'aide à la gestion des activités qui en dépendent.
- Construire les requêtes d'extraction de données, à partir des outils informatiques existants au sein de la Province Sud, qui permettront aux services provinciaux de réaliser ces analyses descriptives en routine.
- Rechercher des indicateurs pertinents d'évolution des principales ressources exploitées et, si cela est possible à partir des données disponibles, établir les seuils d'alerte correspondants pour ces indicateurs.
- Si des indicateurs opérationnels ont pu être dégagés, détailler leurs modalités d'utilisation en routine par les gestionnaires, et livrer ces indicateurs et leurs valeurs-seuil.
- Présenter les clés d'interprétation des indicateurs identifiés, et notamment les procédures à suivre lorsque des seuils d'alerte sont franchis (analyses complémentaires et questionnement hiérarchique avant une prise décision).
- Utiliser le travail réalisé sur la base de données pour émettre des recommandations sur la qualité et la quantité des données actuellement disponibles, en vue d'éventuelles améliorations de leur collecte ou de leur traitement informatique et statistique.
- Discuter le transfert de ce type d'approche et d'analyses à d'autres bases de données que Bip Bip, et notamment évoquer les conditions nécessaires à son implémentation dans les autres Provinces.

Le plan de travail adopté pour cette étude répond directement aux objectifs annoncés (Figure 1).

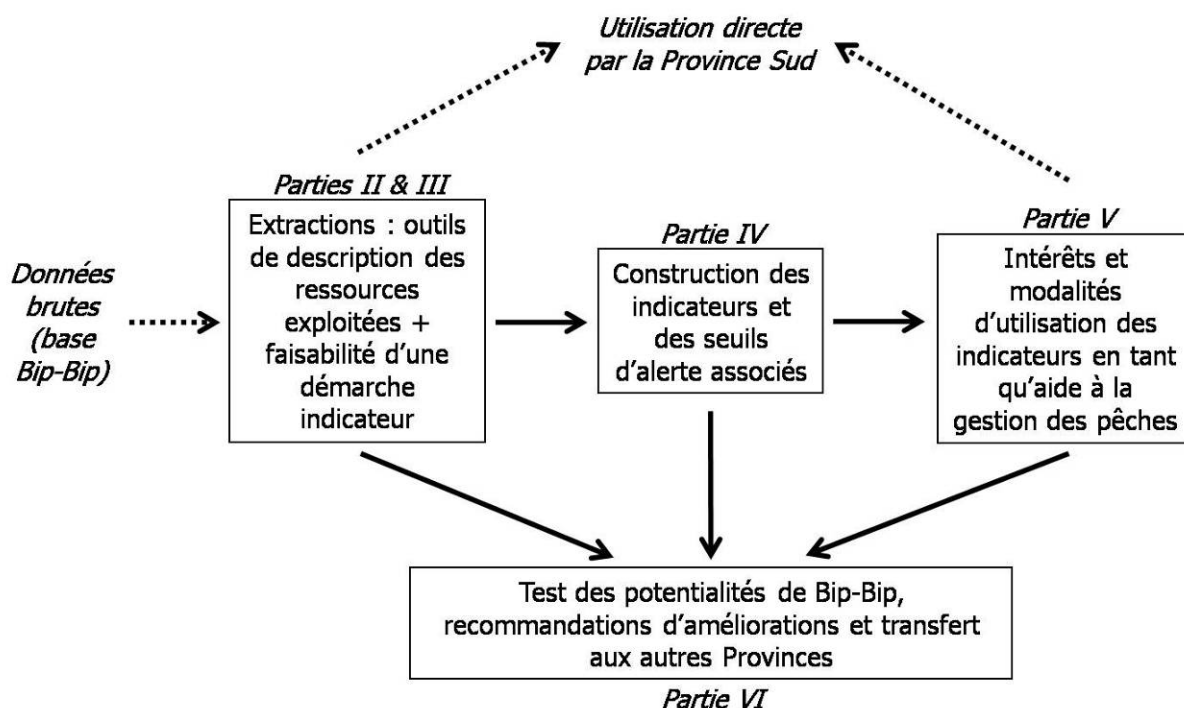


Figure 1 : Démarche générale de l'étude et correspondance avec le plan du présent document.

La première partie de ce rapport se penchera sur la présentation des données disponibles dans Bip Bip, sur la qualité des informations qu'elles fournissent pour étudier de l'évolution des ressources récifo-lagonaires exploitées, et sur les modalités d'extraction de données en vue d'analyses descriptives ou statistiques ultérieures.

La seconde partie portera sur la mise en place d'analyses descriptives des niveaux d'exploitation en tant qu'aide au suivi et à la gestion des ressources exploitées, et sur l'identification d'indicateurs potentiels à partir de ces analyses.

La troisième partie présentera, à l'aide des résultats de la partie précédente, les méthodes des calculs mises en place pour la construction d'indicateurs de l'évolution des ressources exploitées et des seuils d'alertes qui y seront associés.

La quatrième partie se penchera sur l'utilisation de ces indicateurs pour le diagnostic des ressources exploitées, et sur les analyses complémentaires à mettre en œuvre pour leur interprétation, notamment lorsque des seuils d'alerte sont franchis.

La cinquième partie évoquera les recommandations (améliorations de Bip Bip ou des méthodes de collecte de données, autres analyses et indicateurs potentiels) pouvant être formulées à l'issue de cette étude et aux vues des obstacles rencontrés lors des phases d'analyses. Cette partie discutera également les modalités de transfert des méthodes utilisées vers les autres Provinces.

II. Bip Bip : données disponibles, requêtes d'extractions, et potentialités d'analyse

L'objectif de cette partie est tout d'abord de présenter les données de BIP BIP utilisables dans le cadre de la caractérisation de l'évolution des ressources exploitées et de la recherche d'indicateurs opérationnels de ces évolutions. On cherchera notamment à évaluer et identifier, aux vues de la quantité et de la qualité des informations disponibles, les analyses auxquelles elles donnent accès en vue de répondre aux objectifs de l'étude, et notamment pour le calcul d'indicateurs et des seuils d'alerte associés. Il s'agira enfin de décrire les modalités d'extractions (requêtes) des données et des variables nécessaires aux analyses envisagées.

Cette première phase de travail constitue un prérequis indispensable aux résultats finaux de l'étude (indicateurs, recommandations, etc.), mais en est également un résultat à part entière. Elle a en effet permis de tester les potentialités de Bip Bip et de définir des outils permettant de valoriser ces potentialités, notamment les requêtes d'extractions de données livrées à la Province Sud pour une utilisation routinière future.

II.1. Données disponibles

Description du contenu de la base

La base de données Bip Bip contient l'ensemble des données collectées par l'intermédiaire des cahiers de pêche rendus par les pêcheurs sur une base annuelle. L'ensemble des cahiers historiques collectés par la Province Sud a été saisi en mars 2010, correspondant donc à des données allant de 1992 à 2009.

Les cahiers de pêche contiennent l'ensemble des informations déclarées par les pêcheurs pour chacune de leur campagne en mer. La campagne en mer constitue donc l'unité d'observation la plus fine disponible pour décrire ces activités, et il s'agira par la suite de l'unité statistique considérée pour les analyses descriptives et le calcul d'indicateurs à partir des données de Bip Bip. Une campagne se définit comme la période entre le départ et le retour de la pêche, et présente donc une durée variable entre les campagnes puisque le nombre de jour passé en mer dépend du type d'embarcation, de l'engin utilisé, de la saison, des conditions météorologiques, ou encore du choix du pêcheur, parfois pour des raisons indépendantes de l'activité de pêche en elle-même.

Pour chaque campagne, sont donc disponibles :

Les caractéristiques de la campagne (date, nombre de jours de mer, nombre de jours de pêche effectifs, engin utilisé, nombre de pêcheurs embarqués, zone de pêche visitée)

Des données économiques concernant les dépenses détaillées et les recettes des ventes pour la campagne en question. Ces données ne seront pas décrites en détail ici puisqu'elles ne seront pas utilisées.

Des informations sur les quantités pêchées (en kg), détaillées par espèce (nom communs).

Au niveau temporel, compte tenu de la durée variable des campagnes et du rendu de l'ensemble des cahiers de pêche sur une base annuelle par les pêcheurs, le pas de temps

minimum disponible actuellement pour le calcul de variables décrivant les activités de pêche et les niveaux d'exploitation est l'année.

Au niveau spatial, la résolution spatiale maximale à laquelle peuvent être décrites les activités de pêche pour une année donnée est définie par la grille prédéterminée fournie aux pêcheurs (Figure 2), et à partir de laquelle ils indiquent les zones visitées lors de chaque campagne de pêche.

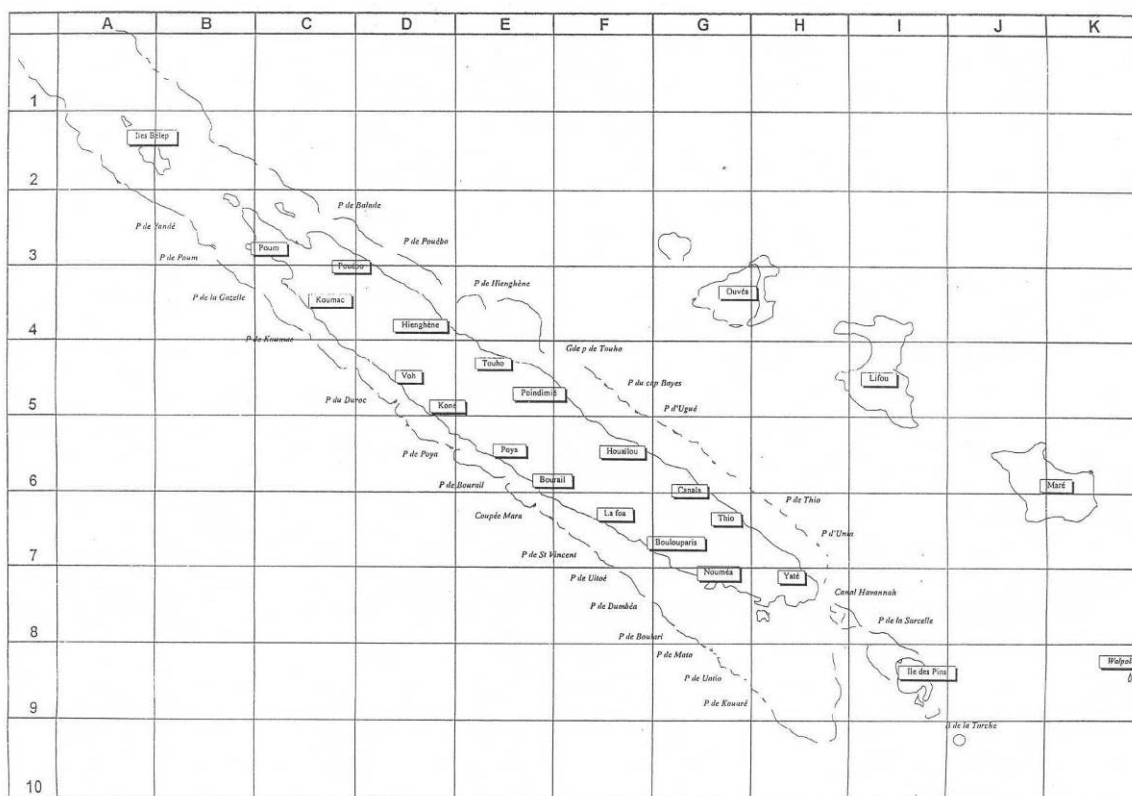


Figure 2 : Grille fournie au pêcheur pour la localisation géographique de leur activité de pêche lors de chaque campagne.

Données disponibles pour étudier l'évolution des ressources

En vue d'étudier les ressources exploitées et l'évolution de leurs niveaux d'exploitation, nous nous intéresserons ici aux données de type 1 et 3. Pour chaque campagne, ces données donnent directement accès à des mesures :

- de l'effort de pêche (en « nombre de jours de pêche » ou en « nombre de jours de pêche × nombre de pêcheur embarqué »),
- des captures (en kg de produits capturés) totales et par espèce.

A partir de ces données, il est possible de calculer d'autres variables pertinentes pour l'étude des niveaux d'exploitation par la pêche, et notamment les Captures Par Unité d'Effort (CPUE) qui fournissent des informations standardisées sur le rendement de pêche lors d'une campagne donnée. Compte tenu des données disponibles, deux types de CPUE peuvent être calculée : des « kg/nombre de jour de pêche » et des « kg/nombre de jour de pêche/nombre de pêcheur embarqué ». Le nombre de pêcheur embarqué est très variables entre embarcations, ce qui peut biaiser les mesures de CPUE si elles sont considérées par

jour de pêche uniquement. Afin de limiter la variabilité artificielle des CPUE liée à une corrélation au nombre de pêcheur embarqué et en vue d'obtenir un indicateur robuste pour étudier l'évolution des ressources exploitées, il a donc été choisi dans cette étude de mesurer les CPUE en « kg/nombre de jour de pêche/nombre de pêcheur embarqué ».

Il convient de noter qu'au sein des différentes administrations en charge de la filière pêche, et notamment les Provinces, l'unité de base considérée est fréquemment le navire. Compte tenu des impératifs en termes de précision des données nécessaires pour les analyses effectuées ici, il a été décidé de conserver le niveau le plus fin de CPUE, pour un transfert de résultats aux services gestionnaires qui les utiliseront. Le cas échéant, l'information pourra être dégradée à l'échelle du navire à des fins de communication externe des conclusions de cette étude.

On notera par ailleurs qu'il a été choisi de ne pas examiner les données par type d'engin de pêche, en raison de la forte redondance entre engins de pêche et espèces ciblées dans le cas de la pêche professionnelle. En effet, la grande majorité des pêcheurs sont spécifiquement armés pour une seule et même technique et pêchent quasi-exclusivement avec cette technique. Les cas d'emploi d'une seconde technique (ex. coup de traine en allant sur le lieu de pêche principal) représentent des quantités négligeables en regard des quantités pêchées par les engins principaux. De plus, les engins de pêche utilisés par les professionnels sont hautement sélectifs, et il existe donc peu de recouvrement entre les espèces ciblées par chaque engin. Ceci est notamment à relier à l'interdiction de pêche au fusil qui est un engin hautement polyvalent en termes d'espèces ciblées. De plus, il convient de noter que les données dans leur état actuel dans Bip Bip ne permettent pas d'avoir accès aux informations sur les captures par engin dans les cas où, au sein d'une même campagne, un pêcheur a pêché de deux manières différentes, rendant donc non pertinente l'extraction de donnée par engin dans certains cas. Il s'agit ici d'une amélioration future importante à mettre en œuvre dans le cadre de Bip Bip (cf partie VI).

En définitive, les données contenues dans Bip Bip fournissent donc, pour chaque campagne, des mesures de l'effort, des captures, et des CPUE, avec leur détail par espèce pêchée, par zone de pêche, et pour tout croisement « espèce x zone de pêche ».

II.2. Signification des données et analyses statistiques envisageables

Utilité et limites des données disponibles

Afin de comprendre la portée des informations disponibles dans Bip Bip pour l'étude de l'état des ressources exploitées et de leur évolution, il convient de rappeler quelques éléments de contexte.

Tout d'abord, il n'existe pas à l'heure actuelle de données biologiques suffisantes concernant les principales espèces récifo-lagonaires exploitées pour permettre de déterminer leur état de santé dans une zone donnée (sous-, sur- ou pleine exploitation) sur la base de leurs seuls niveaux d'exploitations, ou pour permettre des évaluations de stock pertinentes pour ces espèces en Province Sud.

Par ailleurs, il est estimé qu'en Province Sud, la pêche professionnelle représente environ un quart des prélèvements par la pêche, la portion restante étant prélevée par les

activités de pêche dites non professionnelles (pêche de plaisance, pêche vivrière et pêche à caractère commercial mais non déclarée). En ce sens, les volumes de captures enregistrés dans Bip Bip ne peuvent constituer une approximation des prélèvements totaux réalisés par la pêche dans son ensemble, et ne peuvent en aucun cas fournir des données valides pour effectuer une estimation des stocks ou une extrapolation des captures totales (tous types de pêche confondus) en Province Sud. La mesure des captures n'en reste pas moins un indicateur pertinent pour suivre l'évolution de la filière pêche professionnelle et l'évolution du niveau absolu d'exploitation des ressources ciblées par ce type de pêche.

En l'absence de données biologiques de référence et compte tenu de la non-représentativité des données de pêche professionnelles en regard de l'ensemble des activités de pêche exercées en Province Sud, l'utilisation des CPUE revêt un intérêt particulier. En normalisant les captures par l'effort, et en donnant une mesure du rendement d'un pêcheur, les CPUE sont susceptibles de fournir indice d'abondance de la ressource. En tant que telles, elles sont classiquement utilisées en halieutique en tant qu'indicateur d'état des ressources : à caractéristiques d'exploitation donnée (embarcation, technique, savoir-faire, etc.), la quantité de produit pêchée par unité de temps fournit en effet une indication pertinente de l'abondance de la ressource *in situ*. Cet indicateur n'est pas sans faille car des facteurs autres que l'abondance de la ressource peuvent influencer le niveau des CPUE (ces limites seront discutées plus en détail en partie V), mais elle constitue, en l'absence de suivi biologiques régulier, l'un des indicateurs les plus pertinents pour évaluer l'évolution de l'état des ressources exploitées.

L'ensemble de ces remarques souligne que l'utilisation des niveaux de captures et de CPUE de la pêche professionnelle est susceptible de fournir des indications utiles quant à l'évolution des activités de pêche et de l'état des ressources associées, si l'on en connaît les limites et les contraintes citées précédemment.

Aux vues de ces remarques les données de capture et de CPUE disponibles pour la présente étude ont permis d'envisager deux grands types d'analyses susceptibles de fournir une assistance à la gestion des ressources et des activités de pêche : 1) des analyses descriptives permettant d'examiner des tendances (dans le temps et dans l'espace) pour ces deux paramètres d'intérêt ; 2) des analyses statistiques visant à calculer des seuils d'alerte pour l'évolution de ces paramètres et permettant d'indiquer aux gestionnaires une situation anormale dans les niveaux d'exploitation (et donc possiblement dans l'état des ressources associées).

Analyses descriptives des niveaux d'exploitations de la ressource

Evolutions temporelles des paramètres – Il s'agira de produire des tableaux de données et des graphiques synthétiques décrivant l'évolution interannuelle des niveaux de captures (somme des captures annuelles) et de CPUE (moyenne annuelle des CPUE), pour chacune des ressources considérées dans cette étude. Les graphiques devront également intégrer les informations statistiques nécessaires à l'étude et à l'interprétation de ces évolutions, notamment le nombre de campagne par an (i.e. le nombre d'unité d'observation sur lesquelles sont calculées les sommes et les moyennes) ainsi que la dispersion intra-annuelle des données lorsque cela est nécessaire (écart-type pour la moyenne dans le cas des CPUE).

Répartition spatiale des paramètres – Les milieux récifo-lagonaires sont caractérisés par une très forte hétérogénéité spatiale (à plusieurs échelles) des habitats et des conditions

environnementales, à laquelle correspond donc une importante hétérogénéité spatiale de la répartition des espèces et de leur abondance. Parallèlement, de nombreux facteurs (socio-économiques ou liés à la ressource) conditionnent la zone dans laquelle un pêcheur donné va exercer son activité (ex. : distance à la coté et aux points de mise à l'eau et de débarquement, lieu de résidence, espèce ciblée, engin utilisé, taille de l'embarcation). L'analyse d'activités de pêche et notamment de niveaux d'exploitation en tant qu'indicateur d'état des ressources ne peut donc s'affranchir d'une composante spatiale. Comme mentionné précédemment, les déclarations des pêcheurs tiennent compte d'une grille de zone de pêche. En parallèle de l'étude de l'évolution temporelle des captures et des CPUE, il s'agira donc de cartographier leur répartition spatiale entre les différentes zones de pêche.

Faisabilité de la recherche d'indicateurs et la mise en place de seuils

Comme évoqué précédemment, il n'est actuellement pas possible en Nouvelle-Calédonie de disposer de valeurs biologiques de référence indiquant l'état de santé d'une ressource à partir de ses niveaux d'exploitation. Il ne sera donc pas question ici d'indicateur de niveau de santé des ressources. En revanche, le fait de disposer de données historiques de qualité et quantité suffisante permet d'envisager la mise en place d'indicateurs d'évolution, et la mise en place de seuils d'alerte liés à cette évolution. Les seuils en question auront pour vocation de détecter (avec des marges d'incertitude variables) des anomalies avérées dans les niveaux d'exploitation d'une année donnée par rapport aux niveaux historiques. Les analyses statistiques utilisées pour le calcul de tels seuils sont des analyses de sensibilité, dérivées des analyses de puissance.

Grâce à ces analyses de sensibilité, il sera donc possible de déterminer, pour une année et une ressource donnée, si le niveau d'exploitation de cette ressource est significativement plus bas que ce qu'il a été historiquement, compte tenu des caractéristiques de cette ressource et des activités de pêche qui l'exploite.

La méthodologie exacte pour la mise en œuvre de ces analyses est décrite en partie IV), et sera menée sur les variables qui seront apparues les plus adaptées à l'issue des analyses descriptives.

II.3. Modalités d'extractions

Outils

Toutes les données de pêche sont importées en routine dans Bip Bip *via* une interface développée par la Province Sud (DAFI) sous Oracle. Cette interface est composée de formulaires correspondants aux champs présents dans les cahiers et dans les autorisations de pêche (Figure 3). Elle ne permet toutefois pas d'effectuer directement des extractions de données à partir de la base. Afin de pouvoir accéder aux données brutes de Bip Bip, ainsi qu'à des informations synthétiques issues de ces données brutes, la Province Sud a couplé à la base Bip Bip un logiciel SAP (Systems, Applications, and Products for data processing) nommé Business Object. Par ce biais, les utilisateurs de Business Object (BO) peuvent extraire des données simples et/ou des données synthétiques calculées (moyennes, sommes, variances, etc...) *via* une interface de type « clique bouton ». Cette interface

permet également la production et la mise en forme de graphiques, tableaux, ou diagrammes présentant les données issues de Bip Bip sous forme de rapports. Bien que l'interface de BO soit facile d'accès, la définition de requêtes d'extractions complexes, telles que celles qui seront utilisées ici, nécessite une certaine expertise et une grande rigueur dans l'utilisation des variables et leur combinaison, sous peine d'obtenir des données exportées erronées (et notamment les variables synthétiques calculées), et donc d'engendrer des résultats faux et des décisions de gestion inadaptées.

The screenshot shows the 'BIP BIP > Base d'information des pêches' web application. It features a search bar at the top with the text 'papillon'. Below the search bar, there are tabs for 'Recherche autorisations' and 'Créer une autorisation'. The main form is divided into two columns for data entry. The left column includes fields for 'Nom', 'Immatriculation', 'Propriétaire', 'Chargé d'exploitation', 'Locataire', 'Constructeur' (with a dropdown 'Sélectionner un constructeur'), 'Matériau' (with a dropdown 'Aluminium'), 'Statut' (with a dropdown), and 'Commentaire'. The right column includes fields for 'N° arrêté provincial', 'Catégorie de navigation', 'Code MMSI', 'Nombre de matelots' (set to 2), 'Longueur' (set to 4.3), 'Jauge brute' (set to 1.38), 'Date cess. d'activité', and 'Date de vente'. Below the form, there is a section titled 'Cartes' with a table showing data for the years 2010 and 2009. The table has columns for 'Annee', 'Numero', 'Type', 'Date délivrance', 'Renouvellement', 'Statut', 'Marées', 'Dépenses', 'Recettes', 'Bénéfices', and 'Tonnage EPE'. The 2010 row shows a 'Côtère' vessel with a '30/04/2010' delivery date, 'non' renewal, 'active' status, 41 marées, 1,446,823 dépenses, 2,709,585 recettes, 1,262,962 bénéfices, and 4477 tonnes EPE. The 2009 row shows a 'Côtère' vessel with a '15/01/2009' delivery date, 'non' renewal, 'inactive' status, 9 marées, 135,178 dépenses, 649,340 recettes, 514,162 bénéfices, and 1130 tonnes EPE. Below the 'Cartes' section, there is a 'Moteurs' section with a table showing data for the 'principal' engine. The table has columns for 'Usage', 'Puissance', 'Marque', 'Carburant', 'Mise en service', and 'Fin de service'. The 'principal' row shows a '15' horsepower engine, 'essence' fuel, and 'Mise en service' date.

Annee	Numero	Type	Date délivrance	Renouvellement	Statut	Marées	Dépenses	Recettes	Bénéfices	Tonnage EPE
2010	1392	Côtère	30/04/2010	non	active	41	1.446.823	2.709.585	1.262.962	4477
2009	1221	Côtère	15/01/2009	non	inactive	9	135.178	649.340	514.162	1130

Usage	Puissance	Marque	Carburant	Mise en service	Fin de service
principal	15		essence		

Figure 3 : Capture d'écran d'un formulaire de saisie de la base de données Bip Bip.

Dans la présente étude, le SAP BO a été utilisé de deux manières différentes. D'une part, il s'agissait d'extraire des jeux de données brutes de Bip Bip en vue d'analyses statistiques ultérieures et menées par ailleurs avec des logiciels spécifiques (cf. partie IV). D'autre part, il s'agissait de calculer des variables synthétiques simples (moyennes et sommes, par catégorie de ressource et pour différents paramètres) et de produire des graphiques utiles à la fois à la description des activités de pêche et des niveaux d'exploitation des ressources, mais également à la représentation des résultats et des seuils issus des analyses statistiques effectuées ultérieurement.

La définition de l'ensemble des requêtes d'extractions a constitué une part importante du travail réalisé. L'objectif était à la fois d'obtenir les données nécessaires à la présente étude, mais également de livrer des requêtes d'extractions propres et utilisables en routine par les services provinciaux en vue de répliquer les analyses dans le futur, de manière rapide et automatisée, au fur et à mesure des besoins des gestionnaires.

Requêtes d'extractions et calculs de variables synthétiques

On définit par « requête » l'opération informatique permettant à BO de générer un tableau de données ou un graphique à partir des données brutes contenues dans Bip Bip. On définit par « rapport » la page de présentation par BO des résultats de la requête exécutée. Trois phases interviennent dans la définition d'une requête.

La première phase consiste, dans l'onglet « requête » de l'interface de BO (Figure 4), à sélectionner les variables qu'utilisera la requête pour générer les données synthétiques en sortie (A, Figure 4). Il peut s'agir de variables d'intérêt direct dans le cas des données qui seront représentées dans le rapport (ex. captures, CPUE, etc.), ou de variables utilisées indirectement dans la requête en tant que lien entre deux ou plusieurs variables d'intérêt direct (ex. : identifiants de campagne, etc.). Parmi les variables pouvant être sélectionnées et utilisées dans la construction d'une requête, sont disponibles (B, Figure 4) : 1) l'ensemble des champs contenus dans les tables de Bip Bip, et rangées selon leur table d'appartenance, 2) des variables calculées correspondant à des opérations impliquant plusieurs champs de Bip Bip. Une phase préparatoire a été effectuée avec la DAFI afin de créer sous Oracle les variables calculées nécessaires aux analyses de cette étude.

Selon la structure des données sélectionnées, et notamment si celles-ci sont contenues dans des tables disjointes au sein de Bip Bip, il peut être nécessaire de créer plusieurs sous-requêtes afin de respecter la structure de la base de données (C, Figure 4).

La seconde phase consiste à définir des filtres sur les variables sélectionnées (D, Figure 4), afin de restreindre les données aux valeurs souhaitées. Le détail du filtrage des données nécessaire à cette étude fait l'objet d'une partie à part entière (voir ci-dessous).

La troisième phase est l'exécution de la requête et l'examen du rapport au sein de BO. L'ensemble des rendus obtenus (Figure 5) est exportable, sous forme de fichier MS Excel dans le cas des tableaux de données et sous forme de fichier image dans le cas des graphiques et diagrammes.

La totalité des requêtes construites a été livrée à la Province Sud, et copiées sur leur serveur, afin de permettre leur utilisation en routine et l'implémentation régulière des analyses descriptives présentées en partie III.

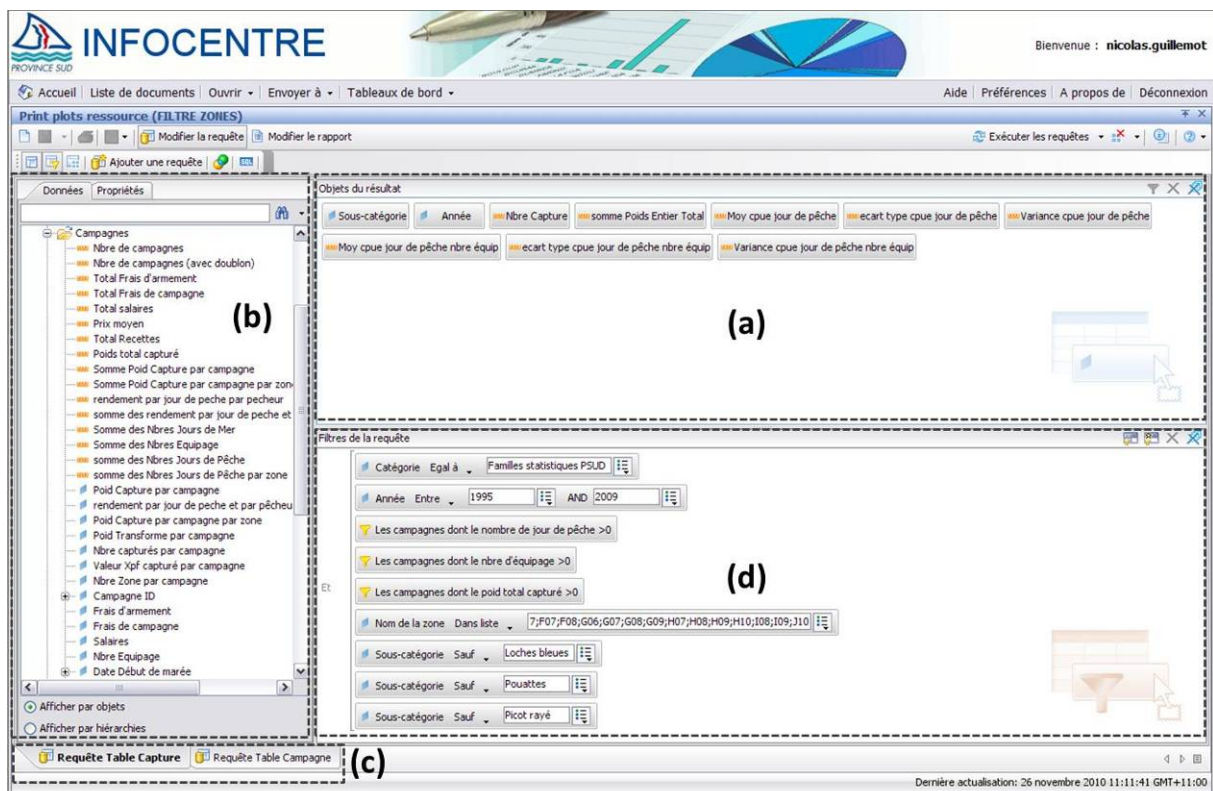


Figure 4 : Capture d'écran de la page de construction des requêtes dans BO, et étapes de définition de paramètres d'une requête.

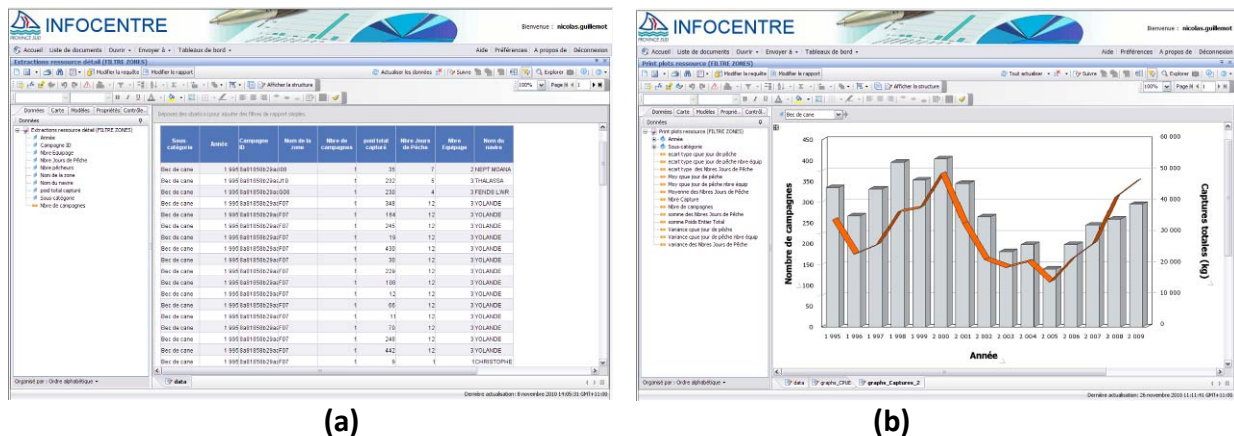


Figure 5 : Captures d'écran de la page de rapport des requêtes dans BO, pour l'extraction (a) d'un tableau de données, (b) d'un graphique.

Filtrage des données

En préalable à l'extraction des données, un certain nombre de filtres ont été définis afin de limiter les données brutes contenues dans Bip Bip aux données pertinentes à l'étude en cours. Les filtres appliqués ont porté sur :

- Les espèces considérées.

Parmi les 90 catégories initiales déclarées par les pêcheurs, 47 ont été retenues comme prioritaires pour la mise en place d'analyses routinières et la recherche d'indicateurs, sur la base des volumes de captures et de vente réalisés historiquement, et sur la base de l'expertise des agents de la Province Sud et des espèces qu'ils souhaitent étudier en particulier. Ces 47 espèces ont ensuite été regroupées en catégories de ressources afin d'homogénéiser les disparités dans la précision déclarative des pêcheurs (ex. pour les holothuries, certains pêcheurs déclarent leurs captures à l'échelle de l'espèce taxonomique tandis que d'autres indiquent seulement « holothuries »), et afin d'obtenir des groupes cohérents. Au final, 23 catégories ont été considérées (Tableau 1). Cette sélection par le volume de capture et le regroupement en catégories de ressources ont également permis de ne sélectionner que des espèces pour lesquelles la quantité de donnée était suffisante à la réalisation d'analyses statistiques robustes.

Tableau 1 : Liste des catégories d'espèces prioritaires considérées dans cette étude.

Catégories d'espèces retenues	
Becs de cane	Mulets
Bénitiers	Perroquets
Bossus	Picot gris
Carangues	Picots rayés
Crabes	Pouattes
Dawas	Poulpes
Holothuries	Rougets de nuit
Langoustes/Cigales	Tazards du lagon
Loches	Trocas
Loches bleues	Vivaneaux roses
Loches Saumonées	Vivaneaux rouges
Maquereaux	

- La période considérée.

L'ensemble des données disponibles s'étend de 1992 à 2009. En raison d'un trop faible nombre de données disponibles en 1992, 1993 et 1994 en regard des données disponibles pour les années suivantes, seules les données allant de 1995 à 2009 ont été prises en compte ici.

- Les zones considérées.

Certains pêcheurs de la Province Sud vont parfois pêcher au-delà des limites de responsabilité de la Province en termes de gestion de l'espace côtier. S'agissant ici d'indicateurs d'évolution des niveaux d'exploitation en tant qu'information sur l'état des

ressources, il a été choisi de restreindre les analyses aux zones de pêches localisées à l'intérieur de la zone de compétence de la Province Sud. Cette zone est donc limitée au nord-ouest par Poya et au nord-est par Thio. Seules les zones contenues dans ce domaine ont été considérées par la suite.

- La qualité des données.

Au cours des extractions et des analyses réalisées, il a été constaté quelques aberrations ou manque de données pour certains cahiers de pêche (soit issues d'un renseignement incomplet par le pêcheur soit issue d'erreur de saisie réversible). Lorsque les données ne pouvaient être corrigées, les campagnes correspondantes n'ont pas pu être prises en compte. Il s'agit notamment des campagnes pour lesquelles l'un des champs suivant n'était pas disponible ou nul : nombre de jour de pêche, nombre de pêcheurs embarqués, quantité capturée, ou encore zone de pêche fréquentée.

Ces filtres ont été systématiquement utilisés pour toutes les requêtes d'extractions de données utilisées, et intégrés à ces dernières (Figure 6). Ils restent toutefois modifiables facilement *a posteriori* si les espèces, les limites spatiales ou les limites temporelles (années) souhaitées sur les données devaient être changées.

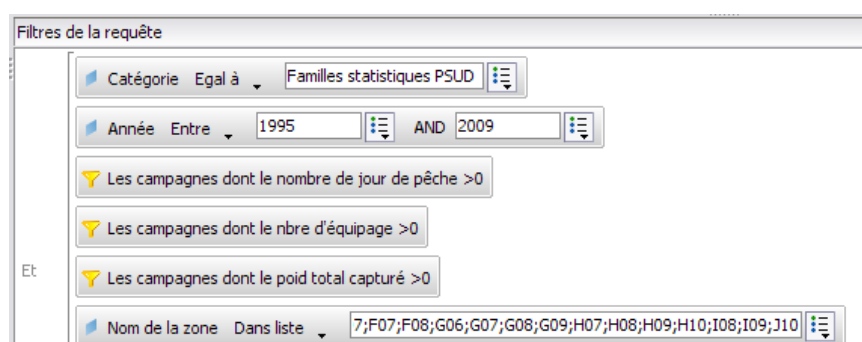


Figure 6 : Capture d'écran montrant les filtres appliqués aux données pour toute requête d'extraction des données de Bip Bip via le SAP BO.

Potentialités extractives du système en vue d'études connexes

En marge des requêtes strictement nécessaires aux analyses qui seront présentées dans cette étude, les potentialités d'extraction de données synthétiques à partir du couple Bip Bip/BO ont pu être testées au fur et à mesure des besoins de la Province Sud en termes de données et au cours de la période de travail effectué. Sans détailler ces travaux, il a notamment été possible de : produire la liste historique des navires (et de leurs caractéristiques) pêchant dans une sélection de zones d'intérêt particulier pour les gestionnaires ; de produire des graphiques synthétiques « à la volée », illustrant les variations de différents paramètres d'exploitation des ressources dans le cadre de présentations et de communications externes ; de définir des requêtes d'extraction pour l'export des données nécessaires aux statistiques annuelles demandées par le SMMPM ; ou encore d'extraire des données socio-économiques (notamment des variables synthétiques

sur les valeurs de vente et recettes annuelles des différentes filières) et leur représentation graphiques à destination des services provinciaux en faisant la demande.

Au-delà des données extraites en elle-même, ceci montre que le système informatique mise en place (base de donnée Oracle + SAP) est un outil puissant, tant en termes d'extractions de données que de réactivité, pour la valorisation, la synthèse et la présentation de données de suivi des pêches telles que celles contenues dans Bip Bip.

III. Analyses descriptives des niveaux d'exploitation et indicateurs potentiels

Cette partie présente, à travers des exemples, les différents intérêts de disposer de produits graphiques et cartographiques décrivant les niveaux d'exploitation et leur évolution spatio-temporelle. Ces rendus fournissent en effet des outils pertinents en termes d'aide à la gestion des pêches et des ressources exploitées, mais également en tant que préalable nécessaire à la recherche d'indicateurs statistiques de l'évolution des niveaux d'exploitations (cf. partie IV).

III.1. Evolution temporelle des captures et CPUE

Les Annexes 1 et 2 présentent les graphiques d'évolution interannuelle des captures et des CPUE, respectivement, pour l'ensemble des ressources considérées dans cette étude. Ces graphiques intègrent le nombre de campagnes par an, sur la base de laquelle les valeurs de captures et de CPUE annuelles ont été calculées. Dans le cas des CPUE les écart-types pour la moyenne sont également indiqués afin d'évaluer la variabilité intra-annuelle (i.e. entre les campagnes) de ce paramètre.

Le principal objectif de ces graphiques est l'analyse de tendances des niveaux de captures et de CPUE pour une ressource donnée, et notamment la détection de tendance baissières sur le moyen et long terme, pouvant nécessiter des actions de gestion de la part des services provinciaux. L'exemple du picot gris (Figure 7), pour laquelle des mesures de gestion ont été récemment prises (interdiction de l'usage du filet à poche à partir de 2009) en fournit un exemple type, avec une baisse importante et régulière des captures et, dans une moindre mesure, des CPUE depuis 1998.

Ces graphiques permettent également d'évaluer les variabilités intra- et interannuelles des captures et des CPUE. Outre leur importance pour des analyses statistiques approfondies (cf. partie IV), la connaissance du degré de variabilité peut avoir des répercussions directes sur la prise de décision de gestion, puisqu'elle influencera la propension du gestionnaires à estimer si une variation ponctuelle peut être significative à court terme ou si plusieurs années de données sont nécessaires pour la confirmer. Par exemple, dans le cas de ressources pour lesquelles les niveaux d'exploitation sont très variables d'une année sur l'autre, il sera beaucoup plus difficile de détecter des tendances fiables et donc d'évaluer les mesures de gestion à adopter en réponse à ces variations. La variabilité des paramètres décrivant les pêcheries constitue un obstacle récurrent en halieutique, et il est donc primordial de pouvoir disposer d'une mesure de cette variabilité sur le long terme. Les stocks halieutiques présentent en effet des fluctuations d'effectifs importantes, notamment dans les milieux à richesse spécifique élevée tels que les milieux récifo-lagonaires, et l'utilisation d'observations ponctuelles peut aisément mener à des prises de décisions inadaptées.

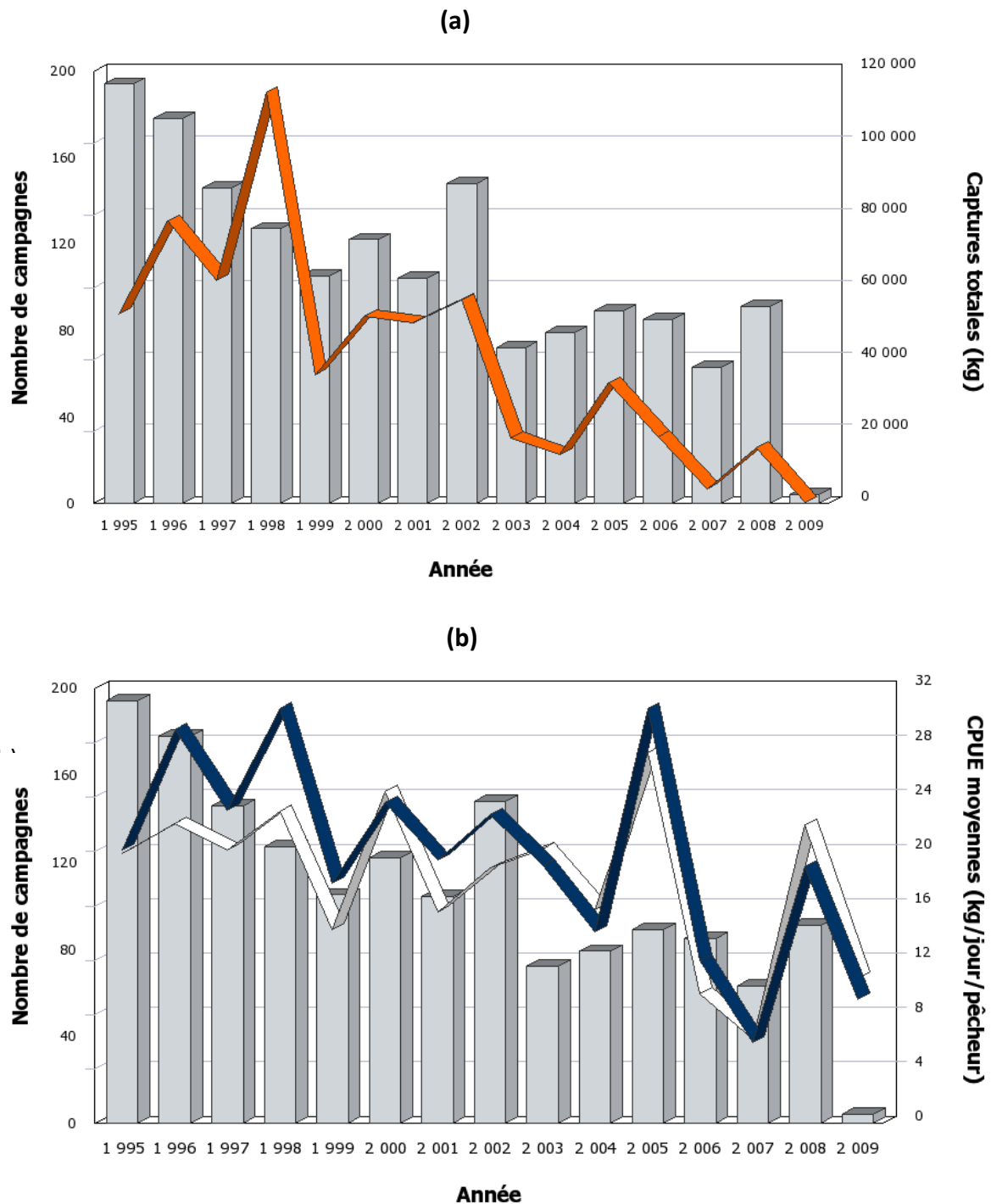


Figure 7 : Evolution temporelle des captures (a) et des CPUE (b ; courbe bleue : CPUE moyennes, courbe blanche : écart-type pour la moyenne) et du nombre de campagnes par an, dans le cas du picot gris.

Par ailleurs, disposer de ce type de rendus synthétiques peut permettre d'analyser les conséquences de facteurs extérieurs (i.e. indépendants de l'état des ressources) sur une filière. Il peut s'agir par exemple d'examiner l'impact potentiel de facteurs économiques (variation des prix de vente) sur les niveaux d'exploitation, ou encore les conséquences de changements réglementaires récents. L'exemple du picot fournit là encore un bon exemple,

puisque l'on peut observer que le nombre de campagne en 2009 a chuté jusqu'à devenir quasi nul, signifiant que l'interdiction du filet à poche a engendré un arrêt quasi complet l'exploitation de cette espèce sans transition vers d'autres engins sur le court terme.

Enfin, et outre leur intérêt en soi, l'ensemble des données et graphiques descriptifs réalisés ici seront directement utilisés afin de calculer et de représenter les seuils d'alerte construits ultérieurement (cf. partie IV).

III.2. Répartition spatiale des captures et des CPUE

Comme évoqué précédemment, la description des niveaux d'exploitation des ressources récifo-lagonaire ne peut se faire de manière pertinente sans examiner leur répartition spatiale. A défaut d'autres indications concernant la localisation des captures et de l'effort de pêche, l'utilisation de la grille de zone de pêche utilisée dans les cahiers de pêche remis par les pêcheurs peut permettre de cartographier les données issues de Bip Bip.

Méthodologie de cartographie et outils SIG

La grille utilisée par les services provinciaux n'étant disponible qu'en format papier (cf. Figure 2), il a été nécessaire de la numériser et de la géoréférencer afin de pouvoir l'intégrer dans un Système d'Information Géographique (SIG) et de pouvoir cartographier les données de pêche. En parallèle de cette numérisation, les données de captures et de CPUE par zone ont été extraites de Bip Bip *via* les requêtes décrites dans la partie précédente, puis reliées aux informations géographiques de la grille (sur la base des identifiants de zone) en vue d'analyses thématiques des niveaux d'exploitation (Figure 8).

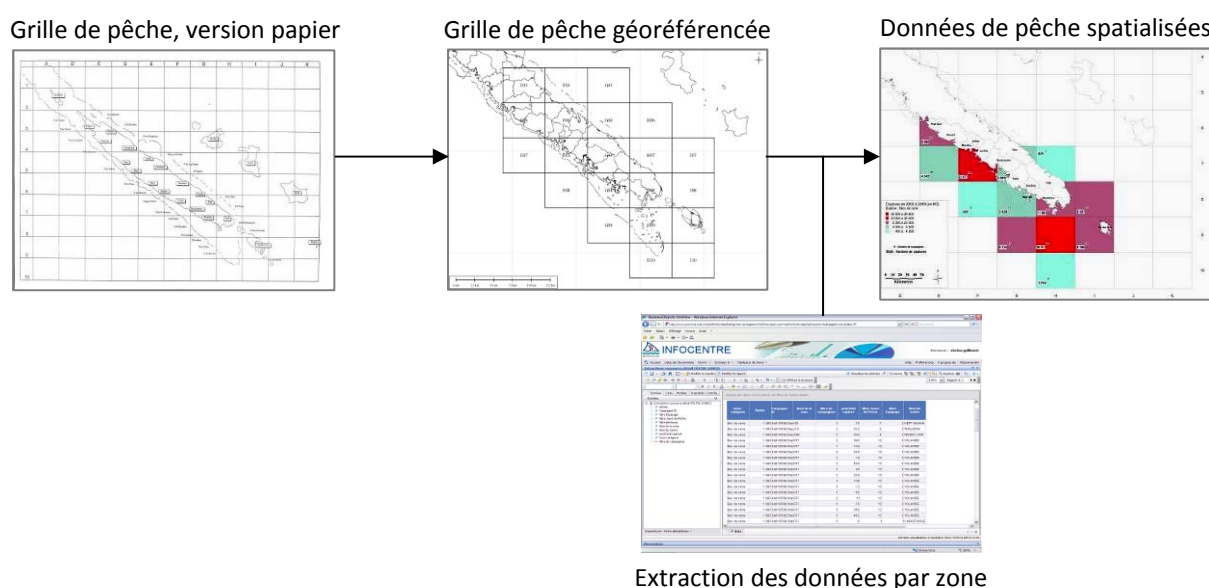


Figure 8 : Démarche schématique pour la représentation cartographique des données de pêche contenues dans Bip Bip.

L'ensemble du travail de cartographie a été réalisé sous MapInfo 7[©] en partenariat avec la DTSI (Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie) et le service SIG de la DDR (Province Sud). Les supports et méthodes permettant la cartographie de données issues de Bip Bip sont donc désormais présents au sein des services gestionnaires pour une utilisation en routine et pour la production de produits cartographiques représentant les données de pêche en Province Sud.

Résultats

Les Annexes 3 et 4 présentent les cartes de répartition spatiale des niveaux de captures et de CPUE récents (moyenne sur les 5 dernières années), respectivement, pour l'ensemble des ressources considérées dans cette étude.

L'examen de ces cartes démontre la forte hétérogénéité dans la répartition spatiale des captures et des CPUE, quel que soit la ressource considérée. En termes de gestion, l'intérêt principal des rendus cartographiques est de pouvoir déterminer, lorsqu'une tendance générale a pu être identifiée à l'échelle de la Province, quelles sont les zones qui sont le plus susceptibles d'être impactées par cette tendance (cf partie V). Compte tenu de la grande diversité des contextes socio-économiques, humains et naturels (diversité des habitats à plusieurs échelles) existant au sein de la Province Sud, une connaissance spatialisées des activités de pêche et de la pression qu'elles exercent sur les ressources semblent incontournable. Bien que la réglementation des pêches soit actuellement décidée à l'échelle de la Province dans son ensemble, le développement de ce type d'outils cartographiques à l'avenir pourrait permettre d'envisager des mesures de gestion spatialisées, plus efficaces car ciblées sur les zones à l'origine des problèmes de gestion soulevés.

Présentée à ce stade sous forme d'outil descriptif des niveaux d'exploitation à une période donnée, la représentation graphique des niveaux d'exploitation aura par ailleurs une importance primordiale dans l'interprétation approfondie des seuils d'alerte et les conséquences d'un franchissement de ces seuils en termes de gestion (cf. partie V).

III.3. Identification d'indicateurs potentiels

Les analyses descriptives présentées ci-dessus fournissent des informations permettant de choisir le paramètre le plus adéquat pour constituer un indicateur d'évolution de l'état des ressources sur lequel fonder des seuils d'alerte.

Il a déjà été évoqué en partie II l'intérêt des CPUE en tant que proxy des niveaux d'abondance *in situ* d'une ressource. En dehors de cela, l'un des critères fondamentaux pour le choix d'un indicateur pertinent est sa robustesse, c'est-à-dire sa propension à varier principalement en fonction du facteur d'intérêt (ici, l'état des ressources *in situ*) et peu en fonction de facteurs externes qui pourraient brouiller l'information livrée par l'indicateur. S'agissant des captures et des CPUE, il apparaît clair que l'évolution des captures présente des amplitudes de variation interannuelle plus importantes que les CPUE. Les cas de la loche ou encore de l'holothurie (Figure 9 et 10) fournissent de bons exemples de cette différence de variabilité entre capture et CPUE, celle-ci se vérifiant pour la grande majorité des ressources considérées.

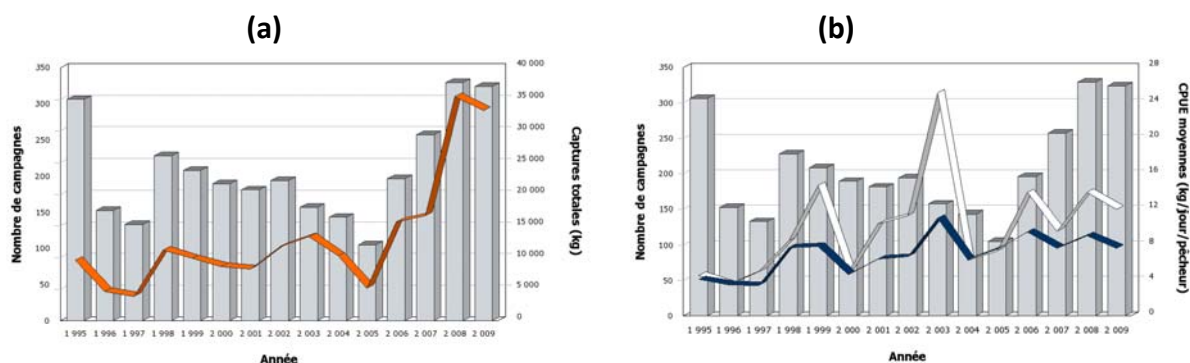


Figure 9 : Comparaison des niveaux de variabilité interannuelle des captures (a) et des CPUE (b ; courbe bleue) dans le cas de la loche.

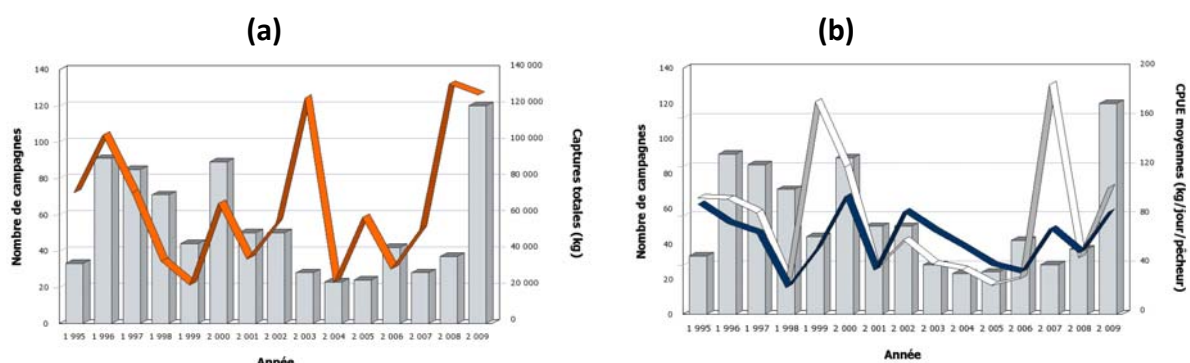


Figure 10 : Comparaison des niveaux de variabilité interannuelle des captures (a) et des CPUE (b ; courbe bleue) dans le cas de l'holothurie.

Cette forte variabilité des captures pose problème en vue d'une approche indicateur car elle est reliée à l'influence de nombreux facteurs autres que l'état de la ressource. Notamment, les facteurs susceptibles de faire significativement varier le volume annuel des captures mais influençant beaucoup moins les CPUE moyennes réalisées par les pêcheurs sont :

- le nombre d'opérateurs exploitant la ressource (sujet à l'influence de nombreux facteurs socio-économiques et conjoncturels),
- des mesures réglementaires autres que les mesures portant sur les engins de pêche,
- des facteurs économiques tels que le prix de vente ou le prix du carburant,
- le contexte administratif et notamment la mise en place d'aide à l'exploitation de certaines ressources, ou d'aide aux activités de pêche en général. La mise en place d'aides au carburant par la Province Sud en 2008-2009 en fournit un bon exemple : comme on peut l'observer pour la majorité des ressources (Annexes 3 et 4, Figures 9 et 10), il en a résulté une augmentation importante du nombre de campagnes et du volume des captures dans les données pour cette période (liés à un taux de retour plus important des cahiers de pêche, nécessaires à l'obtention de l'aide), sans que ceci n'affecte significativement les niveaux des CPUE pour cette même année (ex. : Figure 9 concernant la loche).

De plus, si la plupart de ces facteurs sont susceptibles d'agir sur la variabilité interannuelle des niveaux de capture, ils influencent aussi les variations entre les campagnes

au sein d'une année donnée. Cette variabilité intra-annuelle accrue constitue un inconvénient en regard des conditions d'application des analyses sensibilité destinées à la recherche de seuils d'alerte, puisqu'elle agit négativement sur la précision des seuils calculés (cf. partie IV)

En définitive, captures et CPUE présentent des caractéristiques d'évolution différentes et donnent accès à des informations différentes sur les activités de pêche et les niveaux d'évolution. Les captures fournissent de bons indicateurs du fonctionnement de la filière et de son évolution dans le temps, mais ils constituent potentiellement des indicateurs faussés en ce qui concerne l'état des ressources exploitées. A l'inverse, les CPUE constituent des indicateurs plus robustes de l'état des ressources, puisque leur variation s'affranchit de certains facteurs socio-économiques et conjoncturels affectant les captures. Bien que les CPUE ne constituent pas un indicateur parfait (puisqu'elles sont elle aussi influencées par certains facteurs indépendants de l'état des ressources, cf. partie V), elles restent donc le meilleur paramètre disponible ici en vue de la mise en place d'un système d'alerte sur l'évolution des ressources. Il a donc été choisi, pour la suite de cette étude et le calcul de seuils d'alerte, de se focaliser essentiellement sur ce paramètre.

IV. Calculs des seuils d'alerte

Cette partie présente la méthodologie utilisée pour le calcul des seuils d'alertes d'évolution de l'indicateur principal retenu dans la partie précédente : les CPUE. Elle fournit également les résultats de ces calculs (valeurs des seuils et résultats associés) et discute leur validité pour les différentes catégories de ressource considérées.

Comme évoqué précédemment, et compte tenu des données disponibles, il n'existe pas en Nouvelle-Calédonie de données biologiques de référence qui permettent de définir l'état de santé d'une ressource sur la base de ses niveaux d'exploitation. En vue de la mise en place de seuils d'alerte d'évolution de ces niveaux d'exploitation, la seule référence sur laquelle il est possible de se fonder est donc fournie par les niveaux historiques de ces variables. Il s'agira donc ici de définir des seuils de variations qui ont pour but de détecter des anomalies de variation des niveaux d'exploitation par rapport à leur tendance historique observée dans les données, *via* des analyses de sensibilité. Il convient ici d'insister sur le fait que ces seuils ne correspondent pas à des seuils de sur- ou sous-exploitation mais uniquement à des alertes de variations anormales.

IV.1. Méthodologie pour le calcul de seuils

L'analyse de sensibilité est une analyse statistique dérivée des analyses de puissance, qui permet de répondre à la question suivante : pour une variable donnée (ici, les CPUE d'une ressource donnée), quelle amplitude de variation doit être observée pour pouvoir dire qu'une valeur (ici, les CPUE en 2009) est significativement différente du reste des autres valeurs (ici, la série historique de CPUE) ? En d'autres termes, elle permet de savoir au-delà de quelle valeur-seuil de CPUE il est possible de conclure à un niveau significativement anormal de la CPUE en regard de son évolution historique.

Cette amplitude de variation limite au-delà de laquelle une anomalie d'évolution des CPUE est avérée (et dont sont directement déduits les seuils d'alerte), dépend essentiellement de deux types de facteurs :

- Les caractéristiques de l'évolution historique observée des CPUE, qui prend en compte :

- ✕ le nombre d'année de données considérée : plus il sera important et plus le calcul du seuil sera robuste. Le nombre d'année considéré pour chaque ressource peut varier selon la disponibilité et la qualité des données disponibles pour les ressources en question,

- ✕ le nombre de campagnes (unité d'échantillonnage) disponibles pour chaque année : plus il sera élevé et plus le calcul de l'indicateur sera robuste,

- ✕ la moyenne des CPUE sur la période considérée,

- ✕ la variabilité intra-annuelle des données : plus le niveau des CPUE entre les campagnes d'une même année sera homogène, plus l'indicateur sera précis (ex. : à l'inverse, si les CPUE réalisées au cours des différentes campagnes sont très disparates, il sera plus difficile d'obtenir un seuil utilisable en raison d'une grande variabilité de données).

- Le niveau de précaution que l'on souhaite adopter pour affirmer qu'une anomalie existe. Ce niveau de précaution représente la probabilité de conclure à une anomalie d'évolution à partir des données, alors qu'il n'y en a pas en réalité. Plus ce niveau est élevé,

et plus le seuil est fiable mais plus il est éloigné de la moyenne des CPUE (et donc nécessite une variation importante de celle-ci pour être franchi).

L'ensemble de ces facteurs sont pris en compte dans les analyses de sensibilité et ont donc un impact sur la valeur du seuil qui va être calculée. Tandis que les caractéristiques de l'évolution historique sont fixées par les données et ne peuvent être changées, le niveau de précaution souhaité peut en revanche être fixé librement et selon les objectifs de l'analyse. Pour une ressource donnée, et compte tenu de ses caractéristiques propres, on pourra donc faire varier la valeur du seuil d'alerte selon le niveau de précaution choisi.

Afin de disposer de deux niveaux d'alerte graduels, il a été choisi de calculer les seuils d'évolution selon deux niveaux de précaution différents, définis après concertation avec les services provinciaux qui en auront l'usage. Les deux valeurs choisies sont donc 70% et 95%. Ils ont été choisis afin de pouvoir définir deux niveaux d'alertes de variation anormale des CPUE :

- un seuil de pré-alerte (couleur orange) : lorsque le niveau des CPUE passe sous ce seuil, il y a une anomalie probable du niveau de CPUE (statistiquement, 70% de chance d'avoir raison en concluant à une anomalie d'évolution des CPUE par rapport à leur tendance historique),

- un seuil d'alerte (couleur rouge) : lorsque le niveau des CPUE passe sous ce seuil, il y a une anomalie certaine du niveau de CPUE (statistiquement, 95% de chance d'avoir raison en concluant à une anomalie d'évolution des CPUE par rapport à leur tendance historique).

Pour chacune des catégories de ressources considérées dans cette étude, les analyses de sensibilité pour le calcul de seuils d'alerte ont été effectuées grâce au logiciel de statistique gratuit GPOWER[®] (Figure 11). Ce logiciel permet d'obtenir, une fois renseignées les caractéristiques statistiques des données ainsi que le niveau de précaution souhaité, l'amplitude de variation nécessaire pour conclure à une anomalie d'évolution des CPUE, pour une ressource donnée. Cette amplitude de variation donne alors directement accès aux seuils correspondants, en deçà desquels le niveau de CPUE peut être considéré comme significativement différent du niveau historique et de ses variations passées. Les caractéristiques historiques des données pour chaque ressource ont été obtenues *via* les requêtes d'extraction effectuées sous BO (cf. partie II) et, le cas échéant, par des synthèses de données effectuées avec MS Excel[®].

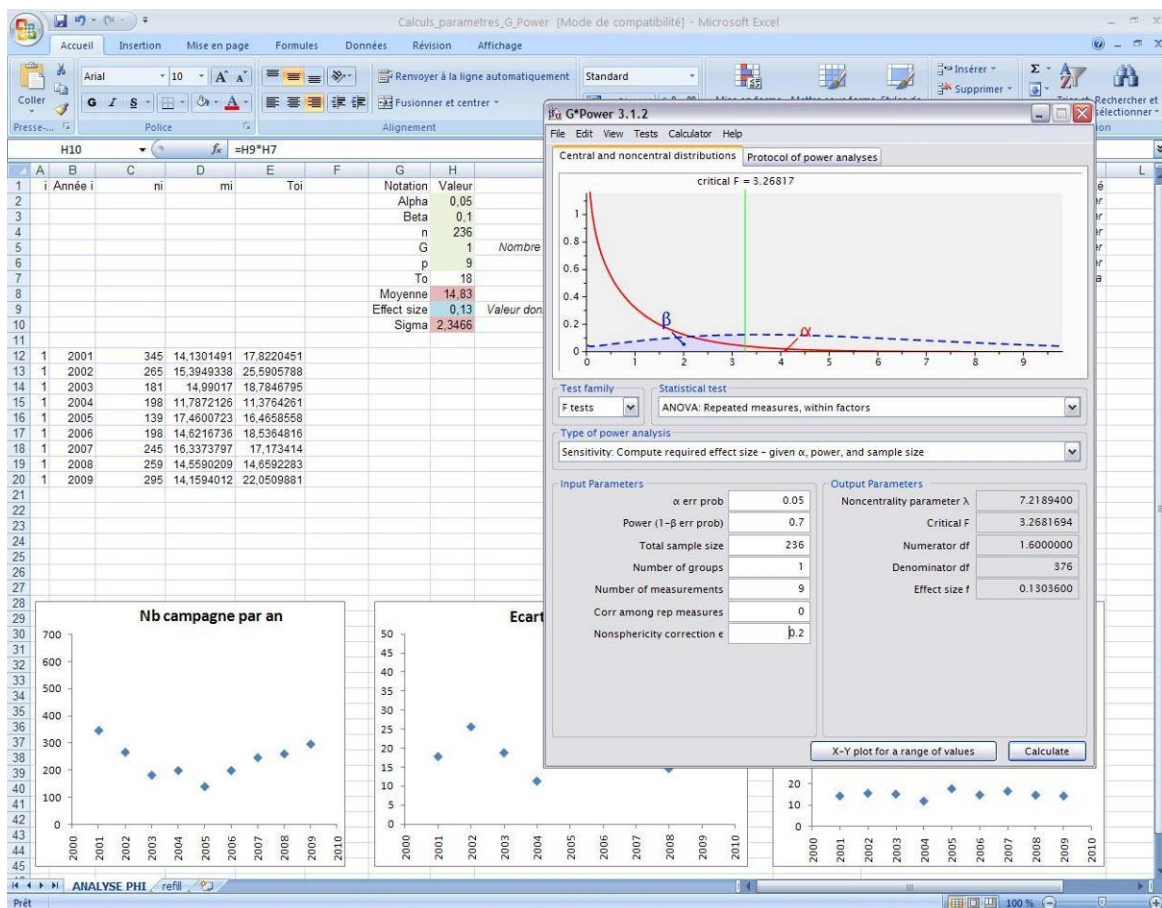


Figure 11 : capture d'écran du logiciel G-POWER et des tableaux Excel utilisés pour le calcul des seuils de détection d'anomalie.

IV.2. Choix de l'échelle spatiale d'analyse

Comme évoqué lors de l'analyse descriptive de l'évolution spatio-temporelle des niveaux d'exploitation (partie II), la nature des activités de pêches et des milieux naturels en zone récifo-lagonaire rend indispensable la prise en compte de la répartition spatiale de l'information analysée. Dans le cas des calculs de seuils, et compte tenu de la diversité des niveaux moyens de CPUE entre zones, il serait donc plus pertinent de pouvoir calculer des seuils propres à chaque zone de pêche (ou à des regroupements des zones de pêche similaires), plutôt que des seuils plus globaux à l'échelle de la Province Sud dans son ensemble.

Toutefois, l'examen des données par zone a montré que la quantité d'information par zone était trop faible pour permettre le calcul de seuils pertinents, dont la valeur dépend entre autre du nombre d'années de données et surtout du nombre de campagnes par an. Bien que des statistiques plus simples (telles que celles utilisés en partie II : sommes, moyennes, écart-type) puissent être réalisées à l'échelle de la zone, trop peu de zones comptabilisent, chaque année, un nombre suffisant de campagne pour autoriser des statistiques plus poussées telles que des analyses de sensibilité.

Pour tenter de palier à ce problème, nous avons cherché à savoir s'il était possible de mener les analyses de sensibilité par regroupement de zones géographiques. Plusieurs types

de regroupement ont été testés, afin de voir s'il était possible de dégager des groupes de zone ayant des niveaux de CPUE significativement différents, ce qui justifierait le calcul de seuils spécifiques à ces regroupements. Les regroupements testés devaient pouvoir rester cohérents en termes de gestion spatiale des activités de pêche, et incluait donc des distinctions Nord et Sud (Corne Sud et Ile des Pins *versus* Lagon ouest entre l'île Ouen et Poya) et/ou Est et Ouest (lagon ouest *versus* lagon est). Les profils d'évolution des CPUE entre les différents regroupements de zone ont été testés *via* des analyses de variance à mesures répétées. Il s'est avéré qu'à cette échelle (regroupement de plusieurs zones contiguës) les différences des niveaux de CPUE n'étaient pas significatives (compte tenu de la variabilité importante de données), et ce quelle que soit la ressource considérée. Bien qu'il ait été constaté une forte hétérogénéité à l'échelle de la zone de pêche (cf. partie III), le regroupement en zones plus larges (et donc *a fortiori* à l'échelle de la Province) ne présente donc pas d'intérêt pour une distinction géographique dans le calcul des seuils d'alerte (alors qu'il aurait été intéressant de pouvoir le faire à l'échelle de la zone si les données l'avaient permis).

Le fait que les données, dans leur état actuel, ne permettent pas de déterminer des seuils à une échelle spatiale inférieure à l'échelle de la Province est un résultat important et constituera un point crucial d'amélioration future des indicateurs d'évolution des niveaux d'exploitation, notamment en vue de pouvoir calculer des seuils par zone de pêche. Compte tenu de cette limitation, ce sont donc uniquement les seuils globaux, à l'échelle de l'ensemble de la Province Sud, qui seront considérés par la suite.

IV.3. Résultats et modalités de lecture des seuils

Le tableau 2 présente, pour l'ensemble des ressources considérées, les valeurs des seuils orange et rouge, ainsi que l'ensemble des paramètres nécessaires à leur calcul. De manière synthétique, les seuils propres à l'évolution des CPUE de chaque ressource peuvent être représentés sous forme de graphiques.

La figure 12 présente un exemple de présentation dans le cas du bec de cane. L'Annexe 5 fournit l'ensemble des graphiques réalisés pour les ressources considérées dans cette étude.

Bien que les données disponibles pour chacune des ressources aient été de qualité et quantité suffisantes pour implémenter des analyses de sensibilité et pour calculer des seuils d'alerte, cela ne signifie pas que les seuils obtenus soient systématiquement utilisables à des fins d'aide à la gestion. Aux vues des résultats obtenus, on peut distinguer trois types de seuils en termes d'utilité opérationnelle :

- Seuils pertinents : les valeurs de seuil obtenues sont en adéquation avec l'évolution historique des CPUE, l'amplitude qu'ils délimitent est de l'ordre de grandeur de l'amplitude des variations historiques observées, ils sont donc tolérants à la variabilité interannuelle historique de cette ressource et fournissent des niveaux d'alerte pertinents.

→ *Espèces concernées* : bec de cane, bossu, carangue, crabe, holothurie, langouste & cigale, loche, loche saumonée, mullet, perroquet, picot gris, rouget de nuit, vivaneau rouge.

Tableau 2 : Valeurs des seuils d'alerte calculés pour chaque ressource, et valeur des paramètres nécessaires à leur calcul.

Ressource	Années prises en compte				Nombre d'année	Nombre moyen de campagne par an	Moyenne CPUE	Ecart type	Amplitude variation détectable à 70%	Amplitude variation détectable à 95%	Seuil 70%	Seuil 95%
	Depuis	Jusqu'à	Exclue									
Bec de cane	1996	2009	-	14	14	277	15,8	19,2	2,9	4,2	13,0	11,6
Bénitier	2002	2009	-	8	8	19	3,6	3,8	2,3	3,4	1,3	0,3
Bossus	1996	2009	-	14	14	332	13,3	15,1	2,1	3,0	11,2	10,3
carangue	1996	2009	2005	13	13	64	9,3	12,4	4,0	5,7	5,4	3,6
Crabes	1999	2009	2006	10	10	164	14,7	13,0	2,6	3,9	12,1	10,8
Dawas	2001	2009	-	9	9	130	22,0	23,0	5,1	7,3	16,9	14,6
Holothuries	1996	2009	1999	13	13	57	59,4	67,8	23,1	33,2	36,3	26,1
Langoustes/Cigales	1996	2009	-	14	14	141	7,2	8,3	1,7	2,6	5,5	4,7
Loches	1996	2009	-	14	14	200	7,0	10,4	1,9	2,7	5,2	4,3
Loches Saumonées	2001	2009	2006	8	8	42	7,3	6,0	2,3	3,4	5,0	3,9
Maquereaux	1996	2009	-	14	14	168	59,5	79,9	15,2	22,4	44,4	37,2
Mulets	1996	2009	2005	13	13	137	24,6	33,5	7,0	10,4	17,5	14,2
Perroquets	1996	2009	-	14	14	133	14,6	17,1	3,8	5,5	10,8	9,1
Picot gris	1996	2009	2009	13	13	108	20,4	18,4	4,4	6,4	16,0	14,0
Poulpes	1996	2009	2002	13	13	21	4,1	5,0	2,9	4,2	1,3	0,0
Rougets de nuit	2001	2009	-	9	9	75	13,5	11,0	3,2	4,6	10,3	8,8
Tazard du lagon	1997	2009	2004	12	12	29	5,1	8,0	3,9	5,5	1,2	-0,5
Trocas	2001	2009	-	9	9	41	45,8	83,2	33,3	48,3	12,5	-2,5
Vivaneaux roses	2004	2009	-	6	6	23	10,4	14,9	8,0	11,8	2,4	-1,4
Vivaneaux rouges	1996	2009	2008	13	13	65	24,6	20,9	6,5	9,4	18,1	15,2

* en raison d'une qualité moindre des données, certaines années n'ont pas été prises en compte dans les calculs de seuil (le gain de précision fourni par leur prise en compte en tant qu'année supplémentaire étant inférieur au gain fourni par leur non prise en compte)

- Seuils limites : les valeurs seuils obtenues délimitent une amplitude qui est clairement inférieure à l'amplitude des variations observées historiquement, ils sont donc trop peu tolérants et des franchissements peuvent survenir régulièrement sans qu'ils ne reflètent une véritable tendance baissière ou une situation anormale. Ceci peut être dû à une faible variabilité intra-annuelle des CPUE (induisant une bonne précision du calcul de seuil) couplée à une variabilité interannuelle importante. Ce cas de figure peut se présenter pour des ressources dont le recrutement (et donc l'abondance) est très variable d'une année sur l'autre, et donc à des niveaux de CPUE au sein desquels il est difficile de dégager des tendances de long terme à cause d'un bruit de fond trop marqué. C'est typiquement le cas du maquereau. Pour ce cas de figure, les seuils peuvent être utilisés à titre informatif afin de situer grossièrement le niveau des CPUE, mais les conclusions quant à la détection d'une anomalie d'évolution pour une année donnée sont à prendre avec beaucoup de précautions car ils peuvent n'être dus qu'à un événement ponctuel ne correspondant pas à une tendance pérenne dans l'évolution des CPUE.

→ *Espèces concernées* : dawa, maquereau.

- Seuils inutilisables : les valeurs de seuil obtenues délimitent une amplitude qui est beaucoup plus importante que l'amplitude observée historiquement, et sont très éloignées des seuils moyens, ce qui en fait des seuils trop tolérants pour être utilisés de façon pertinente. Ceci peut être dû à une forte variabilité intra-annuelle des données pour ces ressources, empêchant le calcul de seuils suffisamment précis lors de l'analyse de sensibilité. Dans les cas extrêmes, il a même été obtenu des seuils négatifs, qui n'ont pas de signification dans la réalité et perdent donc toute utilité. Dans ces cas de figure, un franchissement des seuils interviendrait pour des niveaux de CPUE bien trop bas pour avoir un intérêt en termes d'aide à la gestion. Dans l'état actuel des activités de pêche, et donc des données disponibles, pour ces ressources il n'est pas possible de définir formellement des seuils d'alerte d'anomalie d'évolution de CPUE. Le diagnostic de leur tendance et les options de gestion en résultant ne pourront donc se fonder que sur l'expertise des services gestionnaires.

→ *Espèces concernées* : bénitier, poulpe, tazard du lagon, troca, vivaneau rose.

Ces résultats montrent que même lorsque les données disponibles remplissent les critères nécessaires aux calculs de seuils, les caractéristiques intrinsèques des activités de pêche et des ressources (et leurs conséquences en terme de variabilité des CPUE) peuvent rendre impossible l'obtention de seuils suffisamment précis pour être utilisables d'un point de vue opérationnel.

Malgré tout, on constate que 13 des 20 ressources considérées dans cette étude ont pu faire l'objet de calcul de seuils pertinents (et 15 sur 20 en incluant les cas des seuils limites). De plus, ces 13 ressources représentent en moyenne 75 % des captures annuelles réalisées par la pêche professionnelle en Province Sud (et 88 % en incluant les cas des seuils limites). En définitive, il apparaît donc que la qualité et la quantité des données disponibles dans Bip Bip permettent le calcul et l'utilisation de seuils d'alerte sur les CPUE pour la majorité des principales ressources exploitées.

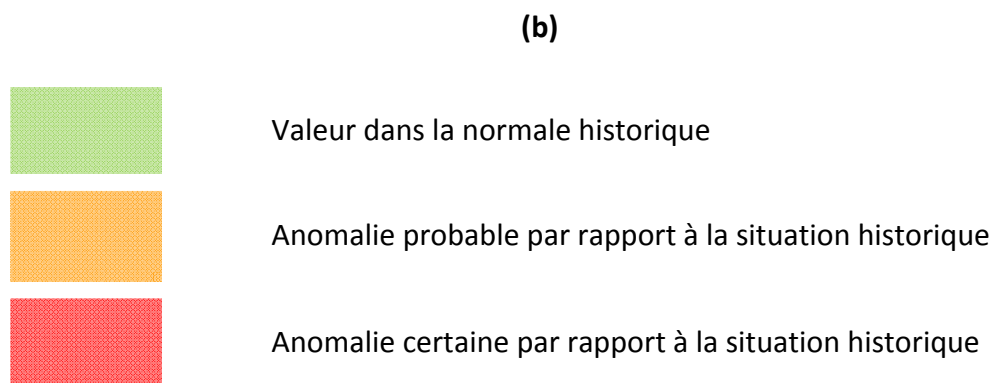
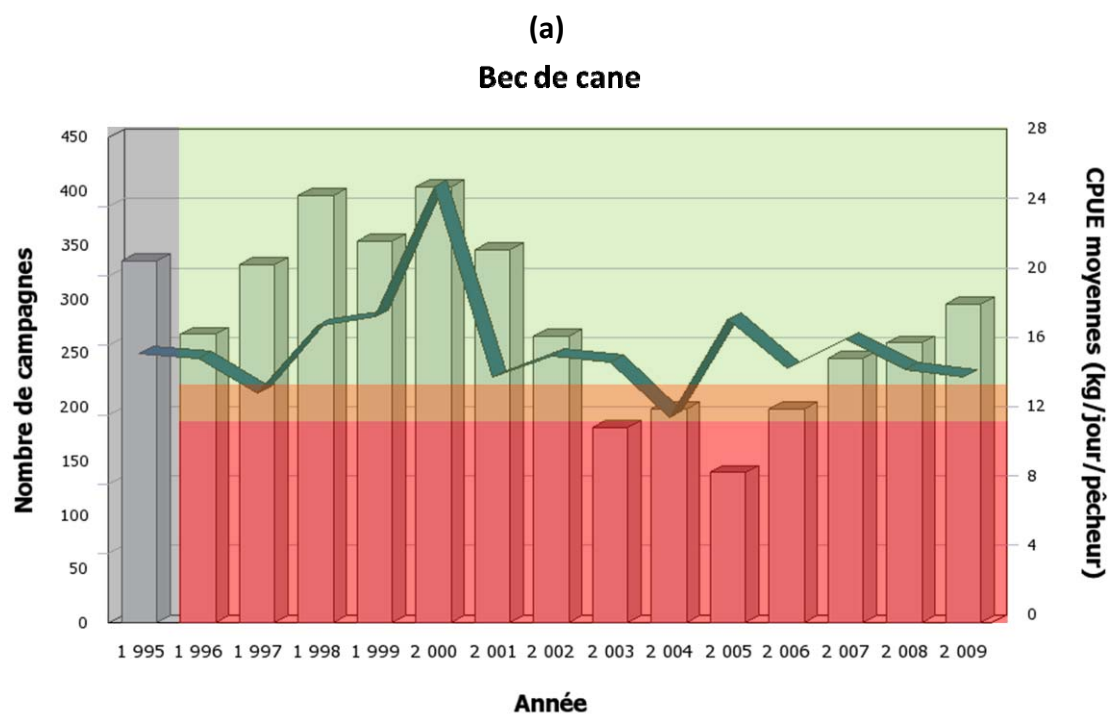


Figure 12 : (a) Evolution historique interannuelle des CPUE pour le bec de cane, nombre de campagne par an pour cette ressource, et visualisation des seuils d'alerte correspondants ; (b) Code couleur pour la lecture des seuils d'alerte pour les CPUE.

V. Diagnostics de l'évolution des ressources et implications de gestion

V.1. Diagnostic de l'évolution des ressources exploitées

Lecture graphique des seuils et diagnostic général

La partie précédente a présenté le calcul des seuils d'alerte et leurs résultats. Les deux types de seuils ont permis de définir trois situations en termes d'évolution de l'état d'une ressource (dont le niveau de CPUE est un indicateur) : situation dans la normale historique (vert), situation probablement anormale (orange), et situation anormale avérée (rouge).

Chaque année, une fois les dernières données saisies et les CPUE moyennes annuelles calculées, ces seuils permettront donc de réaliser un diagnostic de la situation de chaque ressource vis-à-vis de ce système d'alerte. Compte tenu des dernières données disponibles, il est ici possible de réaliser ce diagnostic pour l'année 2009. Les ressources pour lesquelles des seuils valides ont été calculés se répartissent ainsi :

- Situation verte : bec de cane, bossu, carangue, crabe, holothurie, langouste & cigale, loche, loche saumonée, mulot, rouget de nuit, vivaneau rouge, *dawa* (seuil incertain).
- Situation orange : perroquet, *maquereaux* (seuil incertain).
- Situation rouge : picot gris.

Les figures 13, 14 et 15 présentent un exemple pour chacune de ces situations : carangue (vert), perroquet (orange), et picot gris (rouge), l'ensemble des graphiques étant consultable en Annexe 5.

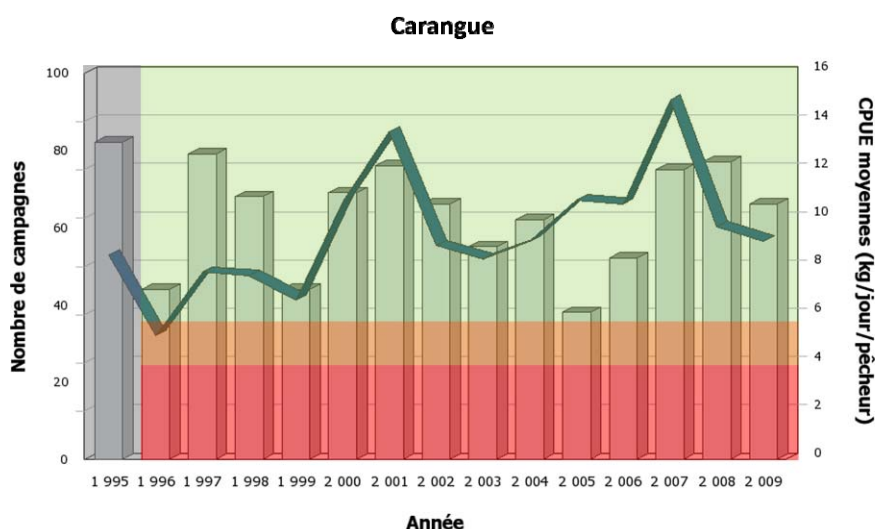


Figure 13 : Carangue - évolution historique des CPUE et matérialisation des seuils d'alerte.

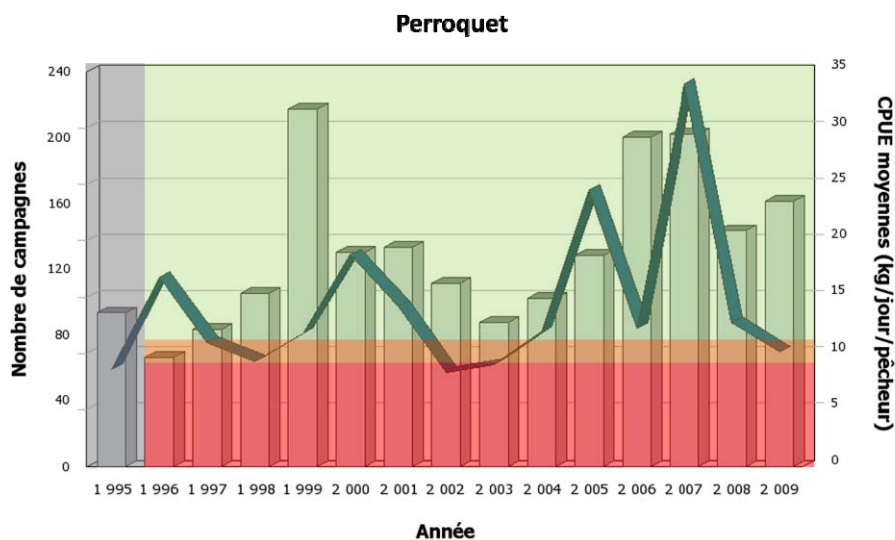


Figure 14 : Perroquet - évolution historique des CPUE et matérialisation des seuils d'alerte.

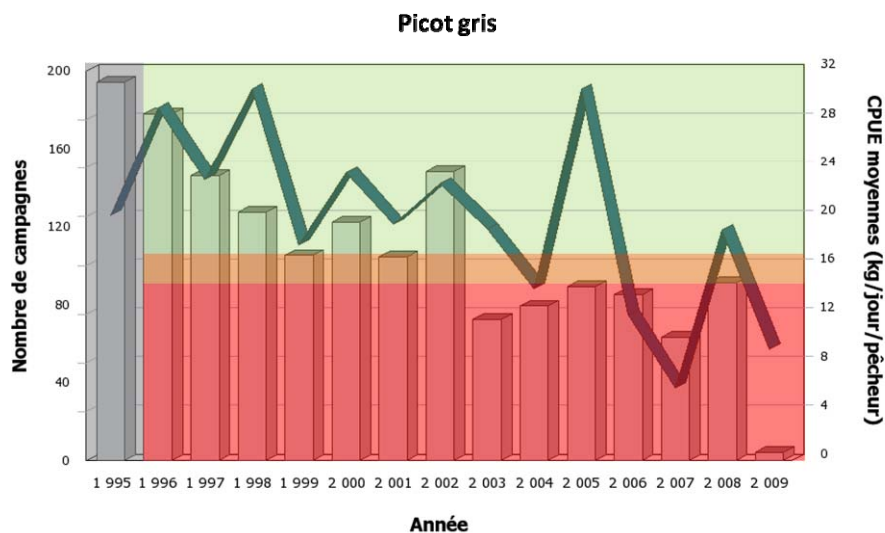


Figure 15 : Picot gris - évolution historique des CPUE et matérialisation des seuils d'alerte.

Parmi l'ensemble des ressources considérées, le picot gris constitue la seule ressource dont le diagnostic soit en situation rouge en 2009. En l'occurrence, la situation alarmante de la ressource en picot gris a déjà été identifiée par les services gestionnaires depuis deux ans, des mesures de gestion (interdiction du filet à poche) ayant été prises à compter de 2009. Dans ce cas précis, cette alerte n'aura donc pas de nouvelle répercussion en termes de réflexions de gestion, comme cela devra évidemment être le cas lors d'un franchissement de seuil rouge à l'avenir (cf. ci-dessous).

Par ailleurs, le perroquet constitue la seule ressource dont le diagnostic soit en situation orange (avec le maquereau, mais pour lequel les seuils calculés sont incertains). Dans le cas présent, il n'a pas été initié de processus de décision particulier, la fin de la saisie des données 2010 et le diagnostic pour cette année étant attendu moins d'un mois après celui réalisé ici, ce qui permettra d'obtenir une mise à jour des informations concernant

cette ressource. En temps normal, ce franchissement d'un seuil orange devra en revanche initier une réflexion visant à évaluer les causes probables de cette évolution anormale de CPUE (cf. ci-dessous).

Dans une optique de diagnostic présent et futur de l'état des ressources, il convient ici de mentionner ou de rappeler un certain nombre de points afférents à la lecture et à l'interprétation des seuils :

- Utilisation des seuils pour le diagnostic des niveaux d'exploitation passés.
Le calcul des seuils réalisé dans cette étude s'appuie sur l'historique des données jusqu'à 2009 et prend en compte les caractéristiques des données sur l'ensemble de cette période. Il n'est donc pas possible d'utiliser les seuils ainsi déterminés pour effectuer un diagnostic d'une situation passée, puisque ces seuils intègrent les données des années ultérieures, non existantes encore à l'époque.
- Validité des seuils calculés en 2010.
Les seuils établis au cours de cette étude ne nécessitent pas d'être réactualisés annuellement. Ils prennent en compte les caractéristiques historiques des niveaux d'exploitation sur 16 années de données (au maximum) et peuvent donc être considérés comme des seuils de référence pour leurs ressources respectives, et ce de manière pérenne pour les années à venir. De plus, il serait dangereux en termes de gestion de chercher à réactualiser les seuils d'alerte à chaque fois que de nouvelles données annuelles sont disponibles. En effet, en cas de tendance baissière, la prise en compte progressive des données engendrerait un abaissement progressif de la valeur du seuil, parallèlement à la baisse des CPUE. Celui-ci ne serait donc jamais franchi (ou beaucoup trop tard), ce qui remettrait en cause l'utilité même du système d'alerte établi. La seule situation susceptible de rendre caduques les seuils calculés ici est l'apparition de changements technologiques ou réglementaires impactant le niveau moyen des CPUE réalisées par les pêcheurs (ex. l'interdiction d'un engin et l'utilisation consécutive d'un engin moins performant par les pêcheurs, abaissant artificiellement le niveau de CPUE sans que cela ne soit dû à la ressource). Dans ce cas, il sera nécessaire de calculer de nouvelles valeurs de seuils, adaptés aux nouveaux niveaux d'exploitation résultant de ce changement (cf. partie suivante).
- Rôle du système d'alerte pour l'adoption d'une décision de gestion.
Comme déjà évoqué précédemment, les informations livrées par le diagnostic des ressources sur la base des seuils présentés ici doivent être considérées comme une aide à la gestion, et non comme un moyen de gestion direct. Il s'agit d'indicateurs statistiques, permettant de formaliser des tendances dans les données et dont les incertitudes et les limitations sont discutées dans ce rapport. En tant que tels, une prise de décision de gestion pertinente ne saurait se reposer uniquement sur le diagnostic qui en découle, mais bien sur l'ensemble des paramètres des filières concernées et sur l'ensemble des expertises disponibles pour décider des mesures de gestion adaptées.

Décomposition spatiale des seuils et analyses complémentaires

La définition de seuils d'alerte permet d'émettre un diagnostic quant à l'état présumé d'une ressource à l'échelle de la Province Sud. Toutefois, comme évoqué précédemment, la répartition spatiale des ressources et des activités de pêche est très hétérogène et tout diagnostic pertinent doit prendre en compte cette structuration spatiale. A défaut de disposer de seuils spécifiques à chaque zone de pêche, qu'il n'est pas possible de calculer dans l'état actuel des données (cf. partie IV), il apparaît donc nécessaire d'examiner la répartition spatiale des CPUE et notamment leur niveau vis-à-vis des seuils génériques obtenus à l'échelle de la Province.

L'Annexe 6 présente, pour chaque ressource, une représentation cartographique permettant de visualiser la situation récente de chaque zone de pêche (moyenne des CPUE sur les 5 dernières années) par rapport aux seuils établis.

Les informations fournies par ce type de carte sont essentielles afin d'identifier à quelles zones de pêche est due l'existence d'une anomalie dans les données à l'échelle de la Province. En effet, en cas de franchissement d'un seuil, l'existence d'une tendance baissière sur la quasi-totalité des zones de pêche ou, à l'inverse, le cantonnement de cette tendance baissière à une seule zone, pourront avoir des conséquences très différentes en termes de gestion. Par exemple, dans le cas du picot gris, on peut constater que le franchissement du seuil rouge observé dans les graphiques généraux ne survient pas dans la totalité des zones de pêche dans lesquelles cette espèce est exploitée, et notamment pas dans les zones G8, G9 et H9 composant le lagon devant Nouméa et la Corne Sud. De manière encore plus marquée, dans le cas du perroquet, le franchissement du seuil orange apparaît comme essentiellement dû au franchissement de ce seuil dans la seule zone F7 (les zones rouges adjacentes correspondant à un nombre négligeable de campagnes), tandis que les niveaux d'exploitation récents dans les autres zones restent en situation verte.

Par ailleurs, ces cartes permettent également d'apporter des compléments d'informations concernant les ressources pour lesquelles aucun franchissement de seuil n'a été observé. Il est en effet envisageable qu'une ressource dont le niveau de CPUE à l'échelle de la Province est normal présente localement des tendances baissières ou des niveaux de CPUE anormalement bas et cantonnés à une zone précise. C'est par exemple le cas pour le bossu : malgré des niveaux de CPUE normaux (situation verte) à l'échelle de la Province, on constate que la zone F7 présente des niveaux récents de CPUE inférieurs au seuil d'alerte orange pour cette ressource (les zones rouges périphériques correspondant à un nombre de campagne négligeable en regard des autres zones). Si le diagnostic générale pour ce type ressource n'est pas alarmant, il peut toutefois être intéressant d'investiguer les raisons de cette anomalie locale et d'évaluer son importance pour l'évolution future de cette ressource.

La visualisation spatiale des niveaux d'exploitation et de leur position vis-à-vis des seuils d'alerte fournit donc une information intéressante en vue de restreindre géographiquement les tendances observées à l'issue de l'examen des graphiques à l'échelle de l'ensemble de la Province Sud. Toutefois, l'utilisation de seuils génériques pour diagnostiquer le niveau de CPUE récent d'une zone de pêche donnée, pose le problème de l'influence des caractéristiques naturelles de cette zone en regard du reste de la Province Sud, et notamment de sa productivité biologique. En effet, si une zone de pêche est naturellement moins productive que la moyenne des zones (i.e. l'abondance de la ressource

y est moindre bien que suffisante pour être ciblée par la pêche), il est probable que les niveaux de CPUE réalisés sur cette zone soient inférieurs aux seuils définis à partir de l'ensemble des zones. Il en résulte alors une situation orange ou rouge pour cette zone, qui ne correspond pourtant pas nécessairement à une anomalie d'évolution des CPUE dans cette zone ou à une tendance baissière significative. Avant de pouvoir conclure que cette zone est une des zones responsables de l'anomalie observée à l'échelle de la Province, il convient donc d'examiner ses niveaux historiques de CPUE. Ceci est nécessaire afin de déterminer si sa situation orange/rouge en 2009 est le résultat d'une diminution récente des CPUE, si elle est en réalité due à une productivité naturelle moindre de cette zone, ou encore si cette situation n'est pas interprétable en raison d'un trop faible nombre de données ou de leur trop grande variabilité interannuelle sur cette zone.

L'analyse complémentaire proposée ici afin d'évaluer la pertinence du classement des zones de pêche selon les seuils d'alerte est la cartographie de l'évolution historique des CPUE par zone. L'Annexe 7 présente les cartes correspondantes pour une sélection de 5 ressources, identifiées par la Province Sud comme prioritaires pour ce type d'analyse à l'heure actuelle : picot gris, perroquet, holothurie, rouget, et maquereaux.

Afin d'illustrer l'utilisation de ce type de carte pour le diagnostic de l'état des ressources par zone de pêche, l'exemple du picot gris (seul cas de figure de franchissement de seuil rouge en 2009) sera commenté ici (Figure 16).

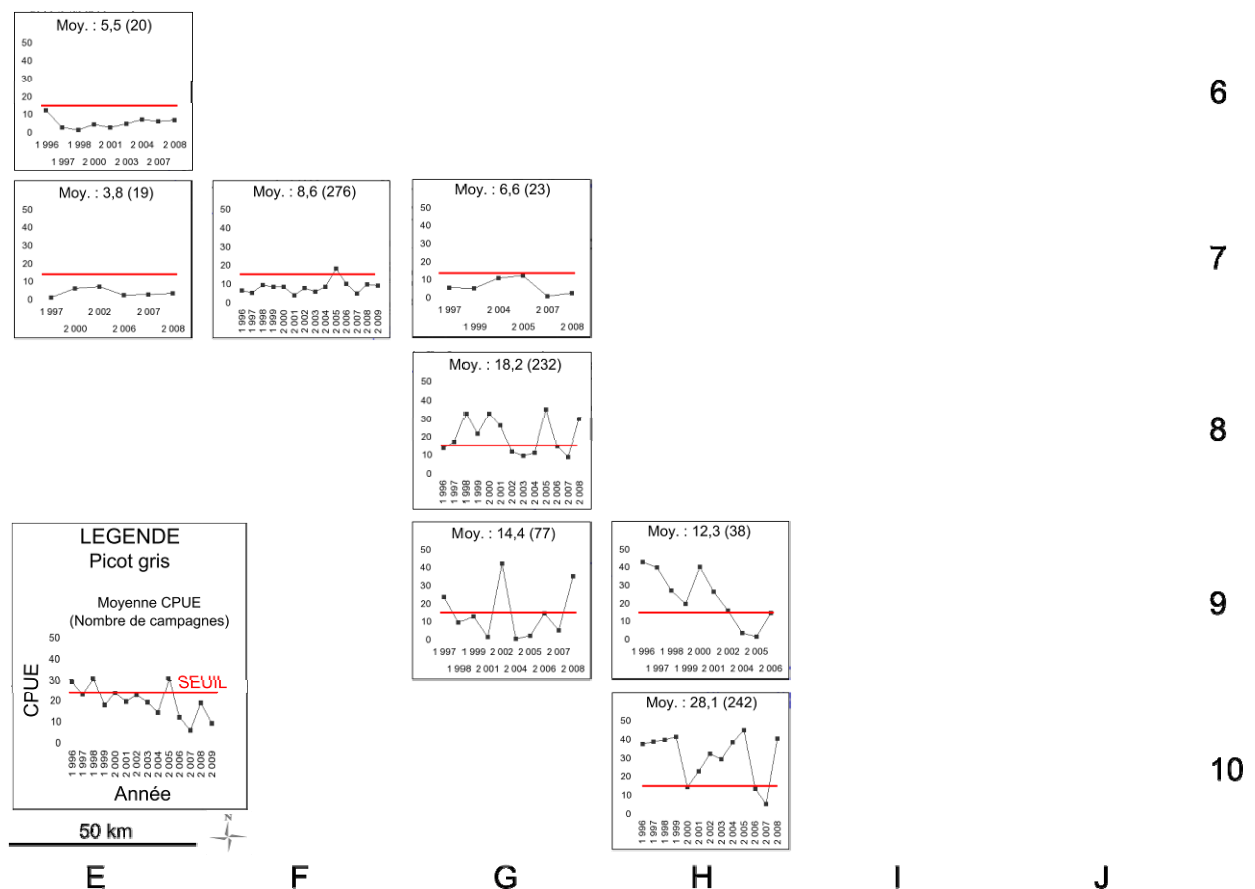


Figure 16 : Cartographie de l'évolution des CPUE par zone de pêche dans le cas du picot gris, et positionnement de cette évolution par rapport aux seuils d'alerte calculés à l'échelle de la Province Sud.

L'examen de la figure 16 montre que parmi les cinq zones présentant des niveaux récents inférieurs au seuil rouge (E6, E7, F7, G7 et H8), quatre d'entre elles (E6, E7, F7 et G7) présentent un historique dont les valeurs ont toujours été inférieures à ce seuil quelque soit l'année considérée, et sont restées remarquablement stables dans temps. Ce niveau historiquement plus faible des CPUE associées à l'exploitation du picot gris dans ces zones peut potentiellement être relié à une productivité naturelle inférieure des écosystèmes qui y sont localisés. Quoiqu'il en soit, il apparaît donc clair que la tendance baissière des CPUE détectée à l'échelle de la Province n'est pas dû à l'évolution des CPUE sur ces zones, bien que leur valeur récente ait pu être identifiées comme inférieure au seuil rouge.

A l'inverse, en H8, on constate que les valeurs récentes inférieures au seuil rouge sont le résultat d'une baisse importante des CPUE au cours de la dernière décennie. Les niveaux de CPUE observés avant 2000 montre en particulier que la productivité de cette zone autorisait des rendements bien supérieurs au seuil considéré et aux niveaux récents observés.

A travers cette exemple, il apparaît ici que l'utilisation de la cartographie de l'évolution historique des CPUE permet de préciser géographiquement le diagnostic émis suite à l'examen des graphiques généraux. Elle permet notamment de distinguer les zones dont les valeurs sont en dessous du seuil en raison de niveaux naturellement bas et les zones où le seuil a été récemment franchi en raison d'une tendance baissière de la ressource. Dans le cas du picot, le problème de ressource détecté initialement s'avère être majoritairement cantonné à une seule des huit zones dans lesquelles cette espèce est exploitée en Province Sud.

V.2. Procédure de diagnostic détaillé et implications

La partie précédente a permis de présenter les modalités et limites d'interprétation des niveaux de CPUE en regard des seuils d'alerte. Suite à ces résultats, et en vue de fournir aux services provinciaux un outil d'aide à la gestion opérationnel, il s'avère nécessaire de détailler le processus de réflexion qui devra être associé à la lecture des seuils. Il s'agit donc de décrire le schéma de questionnement qui devra accompagner chaque diagnostic annuel, pour une ressource donnée, et ses implications en termes de décisions de gestion. Ce schéma sera présenté sous forme de conduite hiérarchisée à tenir en cas de franchissement d'un seuil d'alerte et en vue d'identifier les causes probables de ce franchissement.

Ce protocole d'analyse devra être à tout moment accompagné de l'expertise des services gestionnaires, qui seule décidera au final des décisions de gestion à prendre, même si celles-ci ont été initié par l'utilisation des seuils d'alerte.

Les facteurs externes influençant les CPUE

Nous avons évoqué en partie III le fait que les captures étaient trop sensibles à des paramètres indépendants de l'état des ressources pour être utilisables en vue de calculer des seuils d'alerte pour l'évolution de cet état. Bien que les CPUE fournissent un indicateur plus robuste, elles n'en restent pas moins potentiellement influençables par certains facteurs extérieurs, qu'il sera indispensable de prendre en compte lors des réflexions consécutives au franchissement d'un seuil et avant de conclure à un problème d'état de la ressource.

En particulier les facteurs qui peuvent entraîner une variation anormale d'une CPUE sans qu'il n'y ait de problème au niveau de la ressource sont :

- Un changement significatif de l'identité des opérateurs. Les pêcheurs ciblant une ressource donnée à l'échelle de la Province Sud exercent leur activité dans des zones différentes, avec un savoir-faire différent et des moyens à la mer différents. En ce sens, la moyenne des CPUE observée chaque année est la résultante de l'ensemble de ces pratiques, et certains opérateurs y contribuent parfois fortement pour une ressource donnée. Ainsi, si certains opérateurs fortement contributifs cessent momentanément ou durablement leur activité de pêche sur une ressource, le niveau annuel moyen de CPUE de cette ressource peut s'en retrouver affectée de manière significative, à plus ou moins long terme.
- Un phénomène météorologique exceptionnel. L'occurrence de conditions météorologiques en dehors des normales peut perturber temporairement les activités de pêche, et notamment les captures et les rendements associés (en impactant sélectivement certaines saisons de pêche par exemple). Le cyclone Erica en 2003 en constitue un exemple type : à la suite de ce cyclone, il a été constaté des perturbations importantes des activités de pêche par les services provinciaux, modifiant les activités de pêche professionnelle pendant une partie de l'année.
- Un changement réglementaire. L'adoption d'une mesure visant à réguler l'exploitation d'une espèce (ex. : interdiction saisonnière, interdiction totale, limitation de la taille minimale de capture, etc.) ou l'utilisation d'un engin peut avoir des répercussions directes sur les niveaux de CPUE, en modifiant les pratiques et le rendement des pêcheurs concernés.
- Un changement technologique. Une évolution technologique (ex. : apparition d'un nouvel engin plus performant) ou, à l'inverse, des problèmes momentanés liés à l'approvisionnement ou à l'utilisation d'un engin donné, peuvent avoir des conséquences sur les niveaux de CPUE pour les espèces concernées par ces engins.

Diagnostic annuel : questionnement hiérarchique de prise de décision

Sur la base des réflexions présentées plus haut dans cette partie, la figure 17 propose une vision synthétique de la conduite à tenir si le franchissement d'un seuil est constaté au cours du diagnostic annuel réalisé sur une ressource.

En préalable à toute réflexion, la première étape à entreprendre en cas de franchissement d'un seuil sera un contrôle des données. En ciblant les données sur la ressource considérée et les opérateurs qui y sont associés, il s'agira d'éliminer toute erreur de saisie ou de renseignement des données qui pourrait être à l'origine d'une valeur erronée des CPUE pour l'année diagnostiquée.

En référence aux considérations listées ci-dessus, la seconde phase de questionnement consistera à examiner l'ensemble des causes possibles qui pourraient expliquer l'anomalie observée autrement que par un problème d'état des ressources. Dans l'éventualité où l'un de ces facteurs externes est à l'origine de l'anomalie observée, les conséquences sur le diagnostic annuel en cours et sur le système d'alerte dans son ensemble peuvent être variées.

S'il s'agit d'un évènement ponctuel ayant affecté exceptionnellement le niveau des CPUE pour l'année diagnostiquée, qu'il soit d'ordre réglementaire (ex. interdiction exceptionnelle sur un engin ou une espèce précise), météorologique, technologique (ex. problème d'approvisionnement de matériel pour un engin donné) ou lié à l'identité des opérateurs (arrêt momentané d'activité d'un ou plusieurs opérateurs fortement contributifs au niveau annuel des CPUE), le diagnostic de cette ressource sera impossible pour l'année en question uniquement. Les niveaux de CPUE ne seront en effet pas comparables aux niveaux historiques et donc aux seuils à partir desquels ils ont été calculés.

S'il s'agit d'un changement significatif et pérenne, le problème est plus conséquent car il peut signifier une remise en cause de la validité même des seuils calculés et de leur pertinence pour diagnostiquer les niveaux présents et futurs des CPUE. Au-delà de l'impossibilité d'effectuer un diagnostic pour l'année en cours, il pourra alors être nécessaire de réévaluer les seuils propres aux ressources affectées par ce changement. Il faut ici noter que plusieurs années de données pourront être nécessaires avant de pouvoir obtenir des seuils réactualisés valides, leur calcul nécessitant un historique de données suffisant pour être pertinents (le recul nécessaire dépendra de la ressource en question et du contexte d'exploitation de cette ressource le cas échéant).

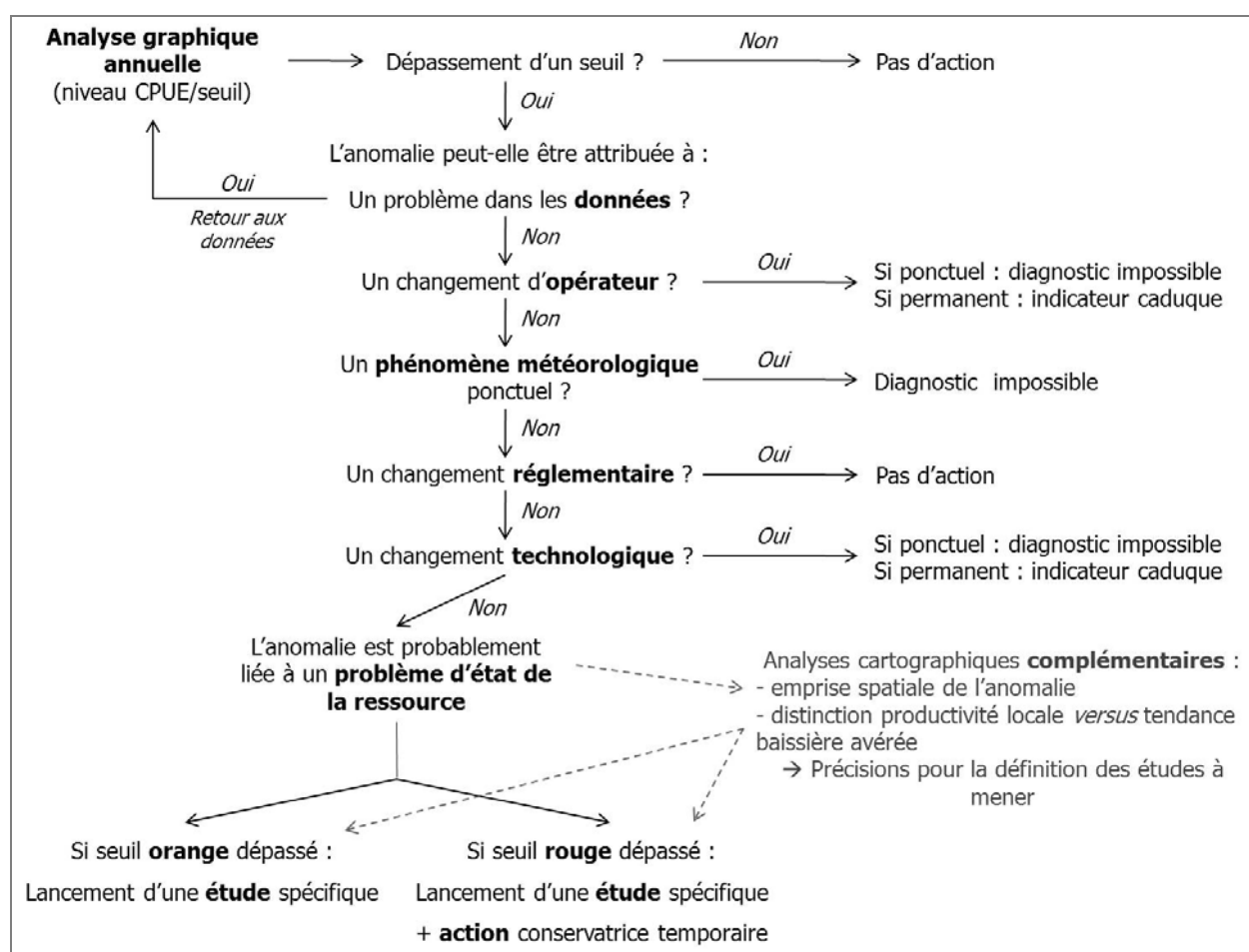


Figure 17 : Schéma synthétique de la conduite hiérarchisée à tenir en cas de franchissement d'un seuil pour une ressource donnée.

Si l'influence de l'ensemble des facteurs évoqués précédemment sur l'anomalie constatée a été écartée, alors on peut en conclure qu'un problème d'état de la ressource est probablement à l'origine du franchissement de seuil. Dans ce cas, les conséquences de ce franchissement, en termes de gestion, seront différentes selon la nature du seuil franchi :

Seuil orange – L'objectif du seuil de pré-alerte est de faire en sorte que la ressource en question n'atteigne pas le seuil rouge. La suspicion d'anomalie associée à un franchissement de ce seuil devra déclencher une étude spécifique afin d'identifier la nature exacte du problème sur la ressource et à terme, si ce problème le justifie, de décider de mesures de gestion visant à inverser la tendance baissière des niveaux d'exploitation. L'étude spécifique à déclencher en cas de franchissement d'un seuil dépendra de la ressource concernée et de l'emprise spatiale de l'anomalie constatée. Parmi les différentes études possibles en vue d'acquérir des données complémentaires sur cette espèce et son état de santé actuel, on peut citer, entre autres, la réalisation de protocoles d'échantillonnage scientifiques pour l'analyse des spectres de tailles et des courbes de croissance de l'espèce en question. L'objectif de ce type d'étude sera de situer les niveaux actuels de cette ressource par rapport à des références biologiques, et d'estimer son état de santé. C'est en effet l'état de santé de la ressource qui permettra, si nécessaire, de définir des mesures de gestion et/ou de protection adaptées. Il convient de noter ici que la conduite d'une étude spécifique visant à comprendre les paramètres biologiques de la ressource impactée et à déterminer les causes à l'origine d'une diminution des CPUE peut être longue et prendre de un à deux ans selon les cas.

- Seuil rouge – Le franchissement de ce seuil par les niveaux de CPUE d'une ressource atteste d'une anomalie d'évolution avérée de l'état de cette ressource. De même que précédemment, ce constat devra déclencher le lancement d'une étude spécifique visant à identifier plus clairement l'origine de cette anomalie et à évaluer l'état de santé correspondant de la ressource, en vue de la définition de mesures de gestion pertinentes. Contrairement à un franchissement du seuil orange, il est toutefois recommandé que les cas de situation rouge soient accompagnés, dès leur constat, de mesures de gestion conservatrices visant à limiter la tendance anormale sans attendre la réalisation d'études complémentaires. En l'absence de données biologiques et d'indications concernant l'état de santé de la ressource, il sera toutefois difficile d'implémenter directement une mesure de réglementation sur la ressource concernée. Une mesure conservatrice intéressante pourra alors être le classement de cette ressource en filière exclue (ou toute autre mesure permettant de diminuer l'intensité de l'exploitation de cette ressource) : ceci permettrait de relâcher la pression de pêche exercée et de laisser le temps aux études spécifiques d'être réalisées sans que l'état de la ressource menacée ne soit aggravé entre temps.

Enfin, et préalablement à la définition des mesures et d'études spécifiques, il s'agira de mettre en œuvre les analyses cartographiques complémentaires détaillées plus haut. Ces analyses permettront de préciser l'emprise spatiale de cette anomalie, en identifiant les zones dont les données sont à l'origine de ce franchissement, et, parmi ces zones, lesquelles correspondent à une véritable tendance baissière et non pas à un niveau de productivité inférieur à la moyenne (cf. l'exemple du picot gris présenté ci-dessus). Les compléments

d'information fournis par la composante cartographique apparaissent donc ici primordiaux afin de définir de manière adéquate les mesures compensatoires à adopter et/ou les études spécifiques qu'il sera nécessaire d'enclencher.

VI. Perspectives et améliorations

Outre leurs intérêts directs à des fins d'aide à la gestion des ressources récifo-lagonaires exploitées par la pêche professionnelle en Province Sud, les résultats de cette étude ont démontré les potentialités d'une base de données de type Bip Bip pour la mise en œuvre d'analyses statistiques complexes et de seuils d'alerte sur l'évolution des ressources. En ce sens, la démarche utilisée et les obstacles rencontrés permettent d'émettre un certain nombre de recommandations portant à la fois sur le système actuel de collecte et de traitement de données, ainsi que sur la mise en place futur d'autres types d'indicateurs.

VI.1. Amélioration des données

Comme évoqué lors du calcul des seuils d'alerte, la qualité des données utilisées possède une importance cruciale dans l'obtention de résultats fiables et utilisables à des fins de gestion. Pour la plupart des ressources considérées, la qualité des données s'est avérée suffisante pour un calcul de seuils à l'échelle de la Province Sud. La poursuite de l'amélioration de la quantité, de la qualité et de la représentativité des données pourraient toutefois permettre d'améliorer la précision des analyses effectuées et pourraient permettre d'en affiner les résultats, notamment *via* le calcul de seuils d'alerte par zone géographique, encore impossible dans l'état actuel des données. Outre la mise en place d'un système de seuils, l'amélioration des données bénéficierait également à la pertinence d'analyses descriptives et à la détection de tendance dans les niveaux d'exploitation.

Dans ce contexte, plusieurs points ont pu être identifiés, qui permettraient l'amélioration des données disponibles à l'avenir :

- Homogénéisation de l'unité d'observation de base : la campagne.

La rigueur dans le renseignement des cahiers de pêche est apparue très variable entre les pêcheurs, et notamment en fonction du taux d'activité du pêcheur. Les pêcheurs réguliers tendent à remplir leurs fiches de pêche avec précision tandis que les pêcheurs occasionnels les remplissent plus approximativement. Une tendance claire est notamment le fait pour certains pêcheurs de compiler les données de plusieurs campagnes sur une même fiche, qui correspond donc à une seule « super campagne ». Un bon exemple est fourni par un navire qui, en 2007, n'a déclaré qu'une seule campagne de 150 jours de pêche, correspondant donc à un résumé de l'ensemble de ses campagnes de l'année. Bien que cela n'impacte pas le volume des captures annuelles, ce type de déclaration biaise toute analyse statistique (et notamment le calcul de moyennes) en ne permettant de connaître ni le nombre de campagnes réellement effectuées ni la variabilité intra-annuelle des données. Par ailleurs, aucune spatialisation des données n'est possible puisque les zones par campagne ne sont de fait pas connues non plus.

Il apparaît donc ici important d'encourager les pêcheurs à déclarer leur activité sur la base d'une campagne réelle, et non pas en regroupant les données de chaque campagne.

- Renseignement exhaustif des fiches de pêche rendues.

Une portion significative des fiches de pêche ne sont que partiellement renseignées (captures et/ou nombre de jours de pêche et/ou nombre d'équipage, etc... manquants). Or pour l'ensemble des calculs liés au CPUE, si l'une des variables nécessaire est nulle, la fiche de pêche en question ne peut être prise en compte. Ce grand nombre de « 0 » dans les données engendre une perte importante du volume de données susceptible d'être pris en compte pour les analyses. Il est d'autant plus dommage de devoir écarter des données lorsque la fiche de pêche a été correctement remplie et rendu à l'exception d'un champ non renseigné. Il apparaît donc primordial d'encourager les pêcheurs à renseigner chacune des fiches de pêche de manière exhaustive, sous peine de rendre cette fiche inutilisable.

- Taux de couverture des cahiers de pêche.

En 2009, le taux de couverture des cahiers de pêche en Province Sud était estimé à 73 % (88 cahiers saisis sur 119 autorisations de pêche). Bien que ce taux de retour soit suffisant pour permettre des analyses statistiques telles que celles présentées ici, il convient évidemment de recommander un effort continu en vue d'améliorer encore ce taux de retour des déclarations de pêche et donc la qualité des données utilisées pour le suivi et la gestion des pêcheurs et des ressources.

- Affinage des données au niveau de l'espèce taxonomique.

Comme évoqué en partie II, les différentes espèces exploitées ont été regroupées en catégories (Tableau 1). Ce regroupement a permis d'obtenir, pour chaque catégorie, un volume de données suffisant pour réaliser les analyses souhaitées. Il a également permis d'homogénéiser les déclarations des pêcheurs, qui sont très hétérogènes en termes de précision dans la description des espèces pêchées. Le calcul de seuils pour chacune des catégories d'espèces considérées fournit des informations pertinentes, mais il pourrait être intéressant à l'avenir d'affiner les différentes analyses à l'échelle des espèces taxonomiques, notamment dans le cas de catégories regroupant un grand nombre d'espèces différentes et parfois d'intérêts halieutiques contrastés (ex. : holothuries, bossus, loches, perroquets).

VI.2. Amélioration de la représentation spatiale des données

L'identification des zones de pêche à partir de la grille utilisée historiquement dans les cahiers de pêche a permis d'examiner la répartition spatiale des niveaux d'exploitation, de leurs variations dans le temps, et de leur situation par rapport à des seuils d'alerte. Cependant, la taille et la disposition de la maille définissant les zones de pêche utilisées présentent un certain nombre d'inconvénients.

D'une part, la taille des zones est trop grande pour rendre compte de la répartition des activités de pêche autrement que de manière grossière. Bien qu'elles permettent d'avoir une idée de la structure spatiale des paramètres suivis, la taille des zones n'est en effet pas en adéquation avec l'hétérogénéité à petite échelle des habitats, des ressources et donc des pratiques de pêche en milieu corallien, qui devraient être suivies *a minima* à l'échelle du kilomètre.

D'autre part, la disposition des zones ne prend pas en compte certains facteurs structurant naturellement les peuplements récifo-lagonaires et donc les activités qui les

exploitent, et notamment le gradient de biotopes côte-large. Ainsi, dans la plupart des cas, on retrouve au sein d'une même zone : de la mangrove, des fonds de lagon, des îlots et des récifs intermédiaires, des récifs-barrière et des fonds extérieurs au lagon, correspondant chacun à des biotopes et des activités de pêche très différentes. En ce sens, la qualité de la représentation cartographique des données pourrait être grandement améliorée par l'utilisation d'un découpage plus adapté. Deux alternatives sont envisageables en vue d'améliorer la spatialisation des données de pêche :

- Au niveau de la collecte des données brutes.

Il s'agirait ici de définir un nouveau carroyage à intégrer aux cahiers de pêche et sur la base duquel les pêcheurs identifieront leurs zones de pêche. L'adoption d'un nouveau carroyage, différent de celui utilisé historiquement, pose un problème de continuité des données collectées. Pour pouvoir analyser conjointement les anciennes données et celles issues du nouveau carroyage, il sera donc indispensable que les nouvelles zones de pêche correspondent à un sous-découpage des anciennes. Afin d'améliorer la prise en compte de la structuration côte-large des activités et de ressources, une solution pourrait être de partager en deux les carrés des zones de pêche par une diagonale parallèle au trait de côte. Quel qu'en soit la forme, il convient de noter que le nouveau carroyage ne devra pas être trop précis, sous peine de voir les pêcheurs refuser de divulguer leurs zones de pêche habituelles de manière trop détaillée.

- Au niveau du traitement des données *a posteriori*.

Il existe pour la Province Sud des cartes décrivant les principaux habitats et ensembles géomorphologiques récifo-lagonaires. Il est par ailleurs possible de déterminer, pour les principales espèces exploitées, les ensembles géomorphologiques au sein desquels elles sont présentes, sur la base de leurs caractéristiques biologiques et écologiques connues. Il peut également être possible d'attribuer à chaque engin de pêche un ou des habitats d'utilisation. Par exemple, les captures effectuées à l'aide d'une senne n'ont pas lieu d'être cartographiées sur les fonds de lagon de profondeur supérieur à 10m. De même, les captures de mullets n'ont pas lieu d'être cartographiées sur le récif barrière ou sur les fonds de lagon profonds. Que ce soit *via* l'espèce, *via* l'engin ou *via* la combinaison de ces deux éléments, il est donc possible de relier chacune des données de pêche contenues dans Bip Bip à un nombre restreint d'habitats. Les données de captures et d'effort (et donc de CPUE), une fois réaffectées à leurs habitats correspondants, peuvent ensuite être cartographiées sur la base des cartes d'habitat ou de géomorphologie disponibles.

Retravailler les données spatiales *a posteriori* présente l'avantage de ne pas modifier le carroyage utilisé pour la collecte de données, et donc de garder une continuité dans ces données ainsi que dans les habitudes des pêcheurs en termes d'identification des zones de pêche. De plus, contrairement à un changement de carroyage qui demandera plusieurs années avant de pouvoir être pleinement intégré aux analyses, cette méthode est applicable dès maintenant et peut permettre de cartographier les données historiques disponibles tout autant que les données futures. Elle fournirait par ailleurs un rendu cartographique particulièrement pertinent puisqu'il intégrerait les habitats récifo-lagonaires exploités et autoriserait une précision cartographique supérieure à celle qu'il est possible d'obtenir par un carroyage issu des cahiers de pêche (quand bien même celui-ci serait remanié). Cette alternative apparaît toutefois plus exigeante en termes d'expertise cartographique et d'analyse SIG, et sa mise en place requiert une étude à part entière. Il appartiendra donc aux

services gestionnaires de choisir ou pas de mener cette étude selon leur degré de priorité à obtenir une cartographie fine des activités de pêche.

VI.3. Autres indicateurs d'état des ressources et données complémentaires

Distances de pêche

Les analyses présentées ici ont examiné l'évolution spatio-temporelle des niveaux d'exploitation des ressources récifo-lagonaires. Toutefois, leurs résultats ne rendent pas compte du trajet effectué par le pêcheur pour assurer ces niveaux d'exploitation, et notamment de la distance totale parcourue lors d'une campagne. Ceci est susceptible de poser un problème en termes d'interprétation des tendances observées. On peut par exemple imaginer une situation dans laquelle l'évolution des captures et des CPUE est stable dans le temps, mais où les pêcheurs doivent aller pêcher de plus en plus loin pour pouvoir maintenir ces niveaux d'exploitation. Le seul examen de l'évolution temporelle de ces niveaux conclurait à une stabilité de l'état de la ressource et des activités qui en dépendent, alors qu'il existe en réalité un problème de rarification de la ressource. Il apparaît donc important de pouvoir disposer d'une mesure de la distance parcourue par les pêcheurs pour chaque campagne de pêche. Dans l'état actuel des données, ce type de mesure n'est pas disponible, la taille des zones de pêche utilisées étant trop grande pour permettre d'observer un changement dans la distance de pêche parcourue par un pêcheur donné, ou par les pêcheurs exploitant une ressource donnée.

L'affinage de la définition des zones de pêche proposé précédemment pourrait permettre de pallier en partie à ce problème. Cependant, une solution intéressante pourrait être l'utilisation de la consommation de carburant en tant qu'approximation de la distance parcourue lors d'une campagne. A embarcation, engin de pêche et pêcheur donné, la distance parcourue est effectivement proportionnelle à la distance parcourue. Les données concernant la consommation détaillée de carburant par les pêcheurs sont disponibles depuis 2009 seulement, suite à la mise en place par la DDR d'une aide au carburant en 2008. Il n'est donc pas possible dans l'immédiat d'analyser l'évolution temporelle de ce paramètre, mais il devrait le devenir dans les années à venir. Il pourra alors être intéressant d'envisager, une fois le recul sur les données de carburant suffisant, la mise en place d'un indicateur de type « quantité de carburant consommé », dont la lecture en parallèle de l'évolution des niveaux d'exploitation pourra en améliorer l'interprétation. Dans une approche plus intégrative, il pourra également être possible de considérer directement des CPUE corrigées par la quantité de carburant consommé, i.e. en « kg/litre de carburant/pêcheur ».

Suivis des débarquements / suivis biologiques

Comme présenté en début d'étude, il n'existe pas en Nouvelle-Calédonie de suivi régulier des caractéristiques biologiques des captures, tels que des suivis aux débarquements (avec mesures des tailles notamment). L'utilisation des niveaux d'exploitation afin de suivre l'évolution de l'état des ressources sur le long terme donnent des indications pertinentes, mais il serait important à terme de pouvoir les compléter par

des suivis biologiques permettant de situer ces niveaux d'exploitation par rapport à des références d'état de santé des stocks. Si les évaluations de stock et l'estimation de MSY (Maximum Sustainable Yield) sont lourdes en expertise, le suivi des caractéristiques biologiques des captures peut toutefois donner des indications sur l'évolution des ressources et permettre d'affiner les analyses purement statistiques telles que celles présentées ici. Ce type de données sera de plus indispensable à terme afin de mettre en place des études d'estimation des stocks pertinentes, et il semble urgent d'initier les séries historiques de données qui y sont nécessaires.

VI.4. Extension de la démarche aux données socio-économiques

La présente étude a essentiellement porté sur l'utilisation de données de pêche en tant qu'indicateurs potentiels de l'évolution d'état des ressources. Toutefois, la démarche utilisée ici et la disponibilité dans Bip Bip de nombreuses autres données laissent envisager la possibilité d'étendre les analyses descriptives et la recherche d'indicateurs à d'autres types de données, et notamment à des données socio-économiques décrivant la filière pêche professionnelle en Province Sud. Il s'agirait non plus de se focaliser sur des aspects de gestion des ressources, mais sur des aspects de gestion des filières et des pêcheurs en termes de performance économique. Dans cette optique, deux types de démarche pourraient être mises en œuvre.

D'une part, il peut être envisageable, après examen des données et si celles-ci le permettent, de mettre en place des seuils d'alerte d'évolution anormale sur certains paramètres économiques des différentes filières (ex. : recettes moyennes par campagne, prix de vente, chiffre d'affaire annuel, etc.). La démarche pourrait être similaire à celle présentée ici, avec des analyses descriptives préalables et des analyses de sensibilité pour la mise en place de seuils. Cette démarche ayant été éprouvée au cours de la présente étude pilote, son implémentation à d'autres variables pourrait être rapidement mise en œuvre. Elle permettrait d'obtenir un système d'alerte sur la performance économique des différents opérateurs et des activités associées aux différentes ressources exploitées, à des fins de gestion des filières.

D'autre part, les données disponibles dans Bip Bip concernant à la fois les caractéristiques des niveaux d'exploitation, des activités de pêche et de leur valeur économique peuvent permettre d'envisager des typologies d'activité de pêche. Notamment, la mise en œuvre d'analyses factorielles intégrant différents paramètres des filières (à choisir selon les objectifs de la typologie en question) devrait permettre de dégager des profils d'activité, et de comparer les performances et les caractéristiques de ces différents profils. L'identification de tels profils et de leur positionnement dans les activités de pêche professionnelles actuelles présenteraient des avantages certains dans un contexte d'attribution d'aide au développement de certaines filières, et en vue de conseiller les différents opérateurs sur les options potentiellement les plus porteuses au niveau économique.

VI.5. Transfert des démarches et outils aux autres provinces

La rédaction d'un cahier des charges pour la création de bases de données provinciales construites sur un même schéma avait pour but initial d'harmoniser l'extraction des données annuelles nécessaires aux statistiques réalisées par le SMMPM et de faciliter l'échange de données standardisées entre Provinces.

Au-delà de ce contexte de fond, l'un des objectifs de cette étude était, *via* l'évaluation des potentialités de Bip Bip pour le calcul d'indicateurs d'état des ressources exploitées, de souligner d'autres intérêts que pourraient avoir les Provinces à implémenter ce type de base dans le cadre de leur mission de gestion des activités de pêche et des ressources associées. Il s'est avéré que la mise en place de Bip Bip au sein de la Province Sud a permis de réaliser des analyses statistiques avancées sur les données de pêche professionnelle, et surtout d'automatiser l'extraction des données correspondantes afin d'assurer leur utilisation en routine par les services provinciaux. Il a également été possible de proposer un système d'alerte fondé sur l'évolution interannuelle des CPUE, fournissant un outil supplémentaire d'aide à la gestion des ressources par les services responsables. Il apparaît donc clair que l'implémentation de bases de données similaires à Bip Bip au sein des autres Provinces permettrait d'ouvrir des possibilités équivalentes en termes d'outils d'aide à la gestion. En ce sens, la mise en place d'une telle base et le transfert de la démarche présentée ici est clairement recommandé au sein des autres Provinces, afin de pouvoir disposer de moyens standardisés pour l'étude et l'analyse des données de pêche professionnelles à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. De plus, les intérêts, inconvénients et applications des résultats présentés dans le cadre de cette étude pilote devrait bénéficier à sa mise en place future au sein d'autres services, la recherche de démarches pertinentes et leurs phases de test ayant été éprouvés dans le cas de la Province Sud.

Dans l'optique d'un transfert de ce type de travail à destination des autres Provinces, il convient cependant de mentionner que les résultats et seuils obtenus à partir des données de pêche professionnelle en Province Sud ne sauraient être appliqués tels quels ailleurs. Ces résultats sont en effet le produit de deux éléments clé des données :

- les caractéristiques et les spécificités des activités de pêche exercées en Province Sud, celles-ci étant nécessairement très différentes entre les Provinces,
- la qualité des données disponibles : comme mentionné auparavant, la nature et la précision des analyses qu'il est possible de réaliser à partir d'un jeu de donnée sont tributaires de la quantité et de la qualité de ces données (et notamment de la série historique de données disponible).

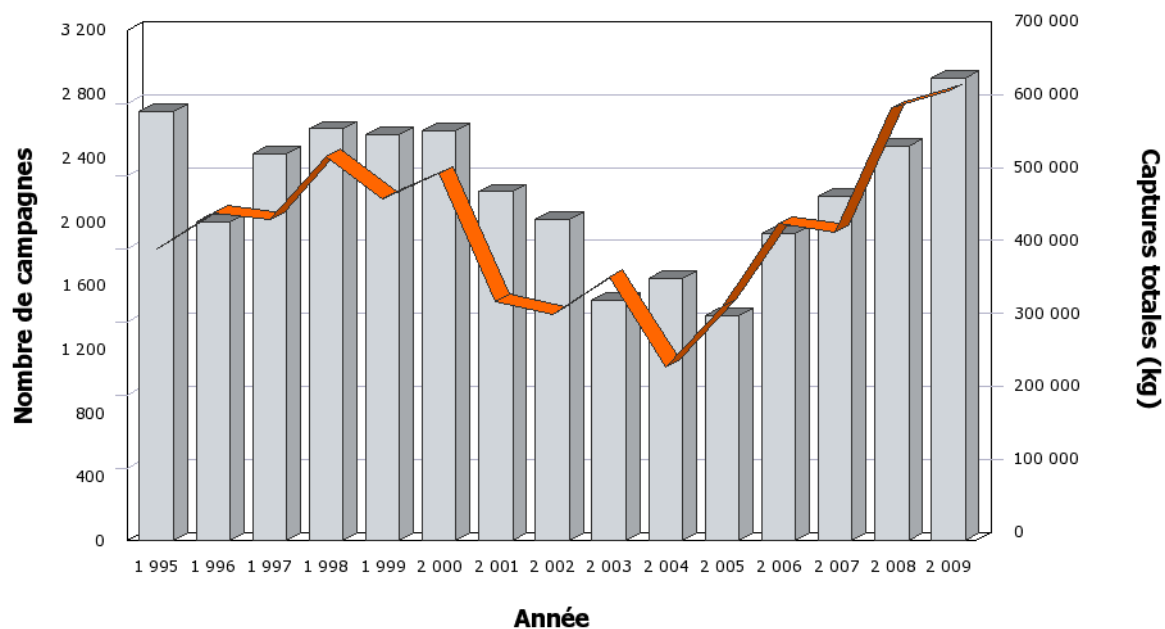
En ce sens, la faisabilité d'analyses similaires à partir d'autres jeux de données devra être réévaluée et ajustée au contexte et aux caractéristiques intrinsèques des données disponibles au sein des différentes Provinces. Cette adaptation de la démarche, qui nécessitera un travail d'analyse des futures bases de données une fois celles-ci installées, devrait toutefois être facilitée par l'expérience acquise au cours de cette première étude pilote.

ANNEXES

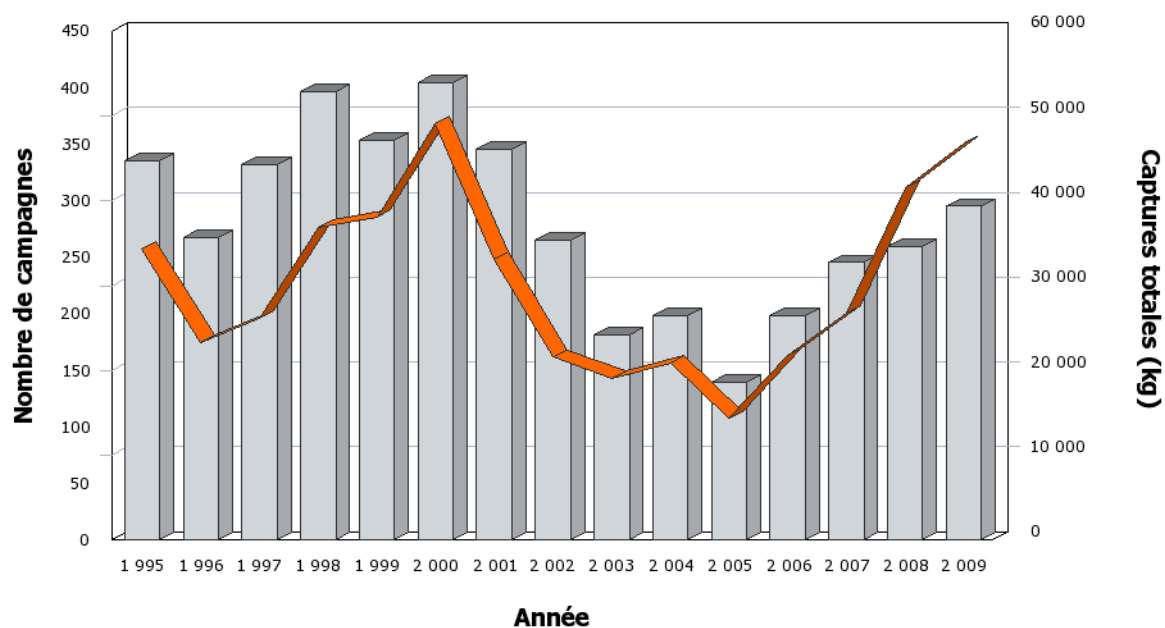
ANNEXE 1

Représentation graphique de l'évolution annuelle des captures (kg) sur l'ensemble de la période historique de données, pour chaque ressource

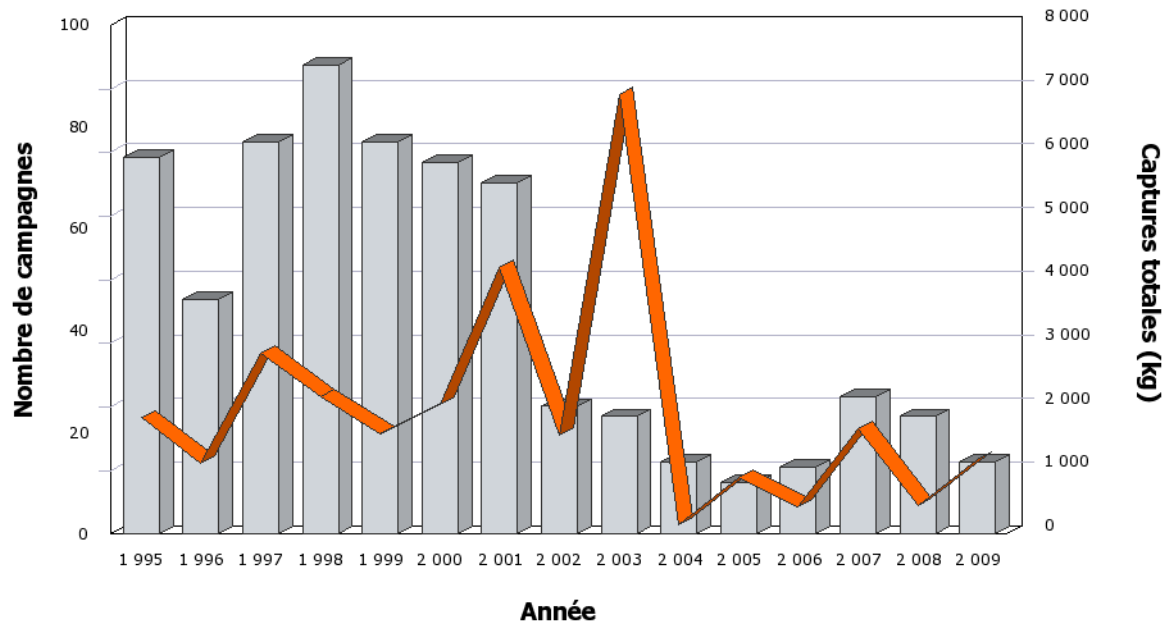
Toutes ressources



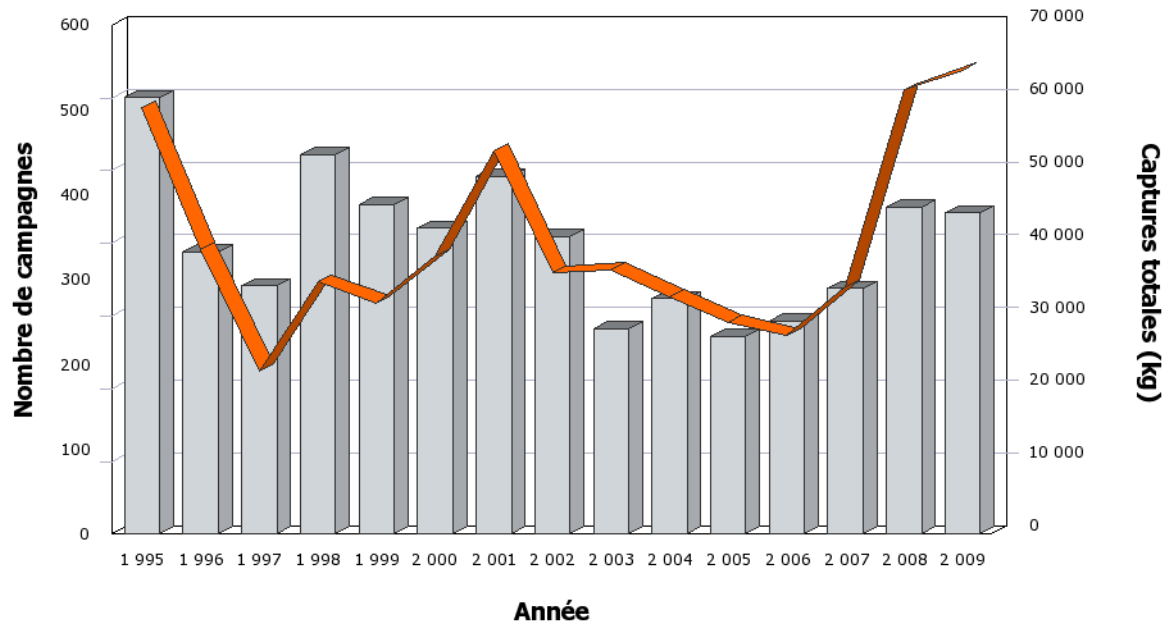
Bec de cane



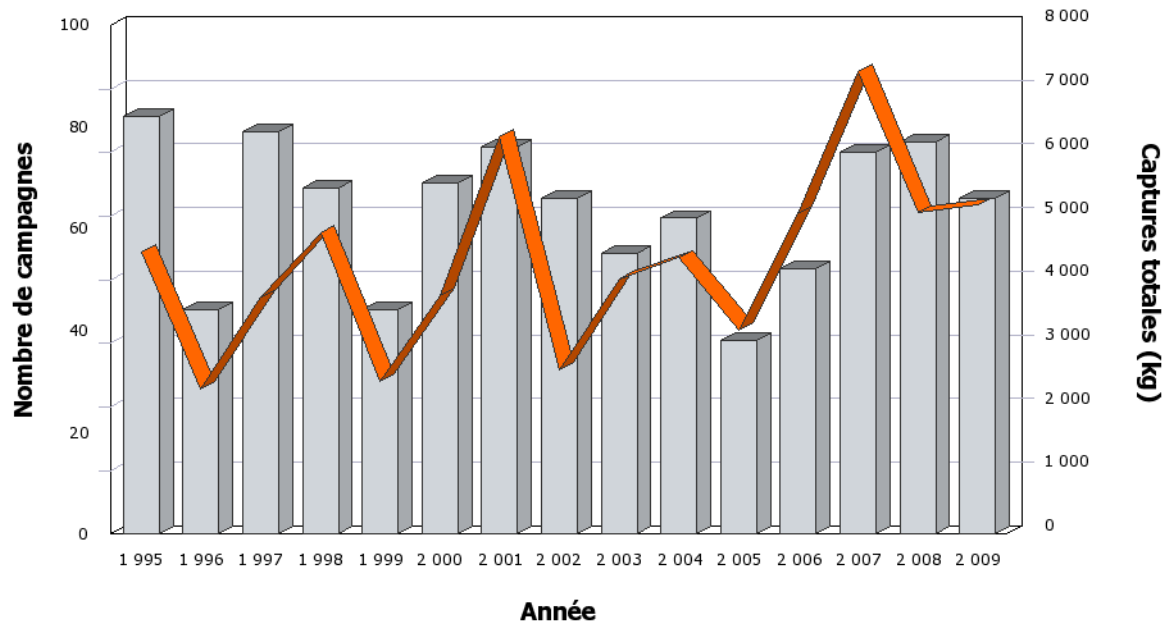
Bénitier



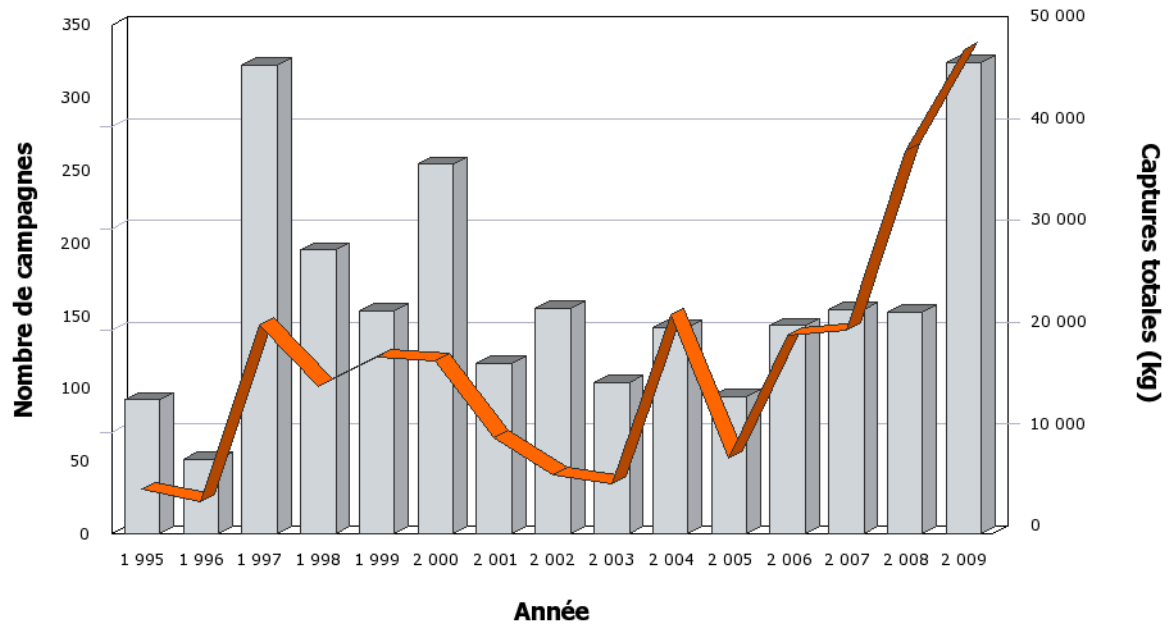
Bossu



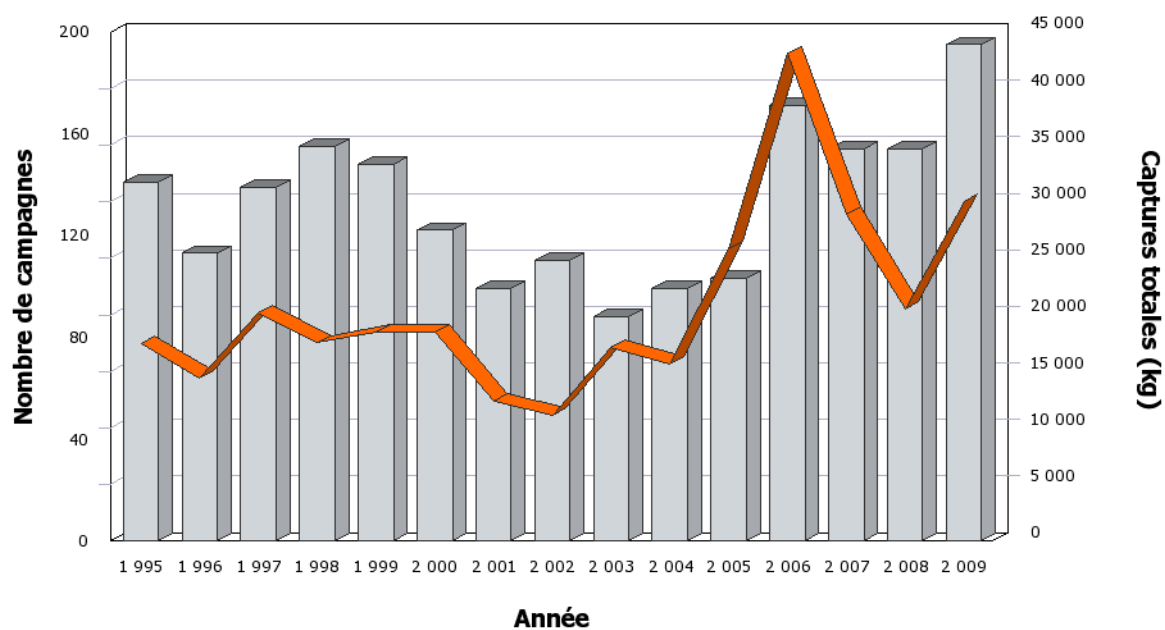
Carangue



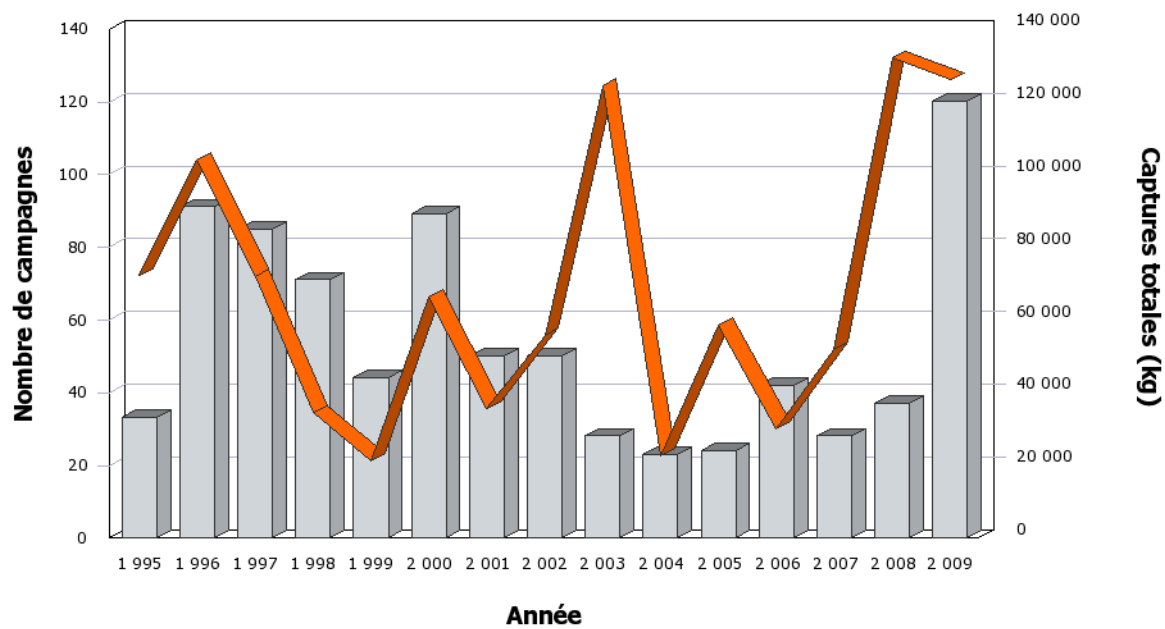
Crabe



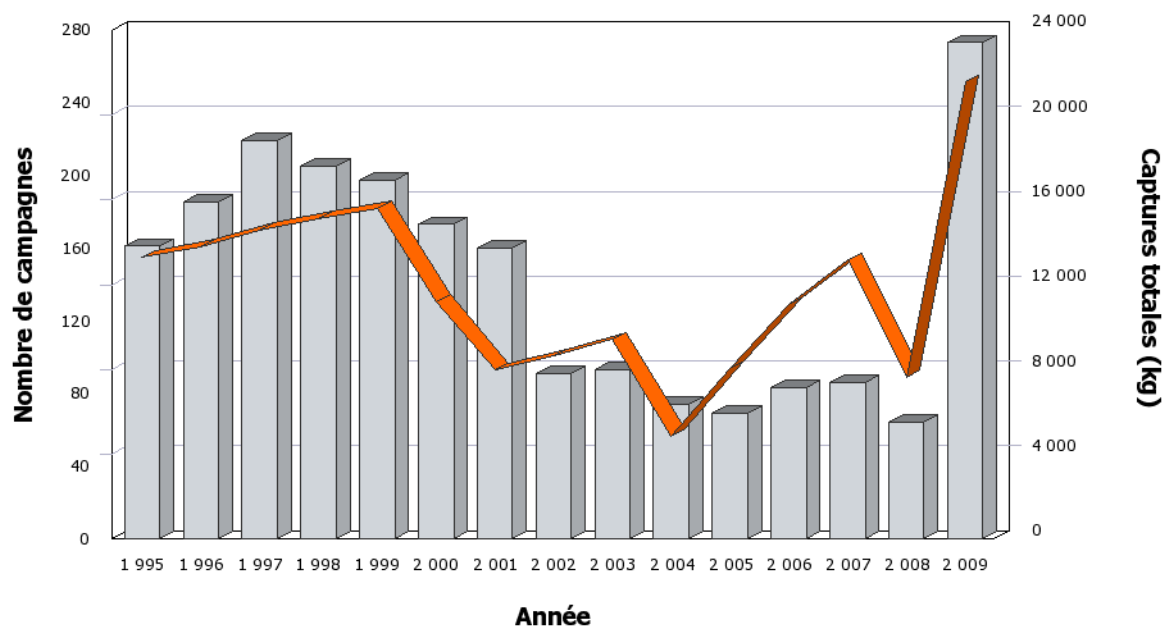
Dawa



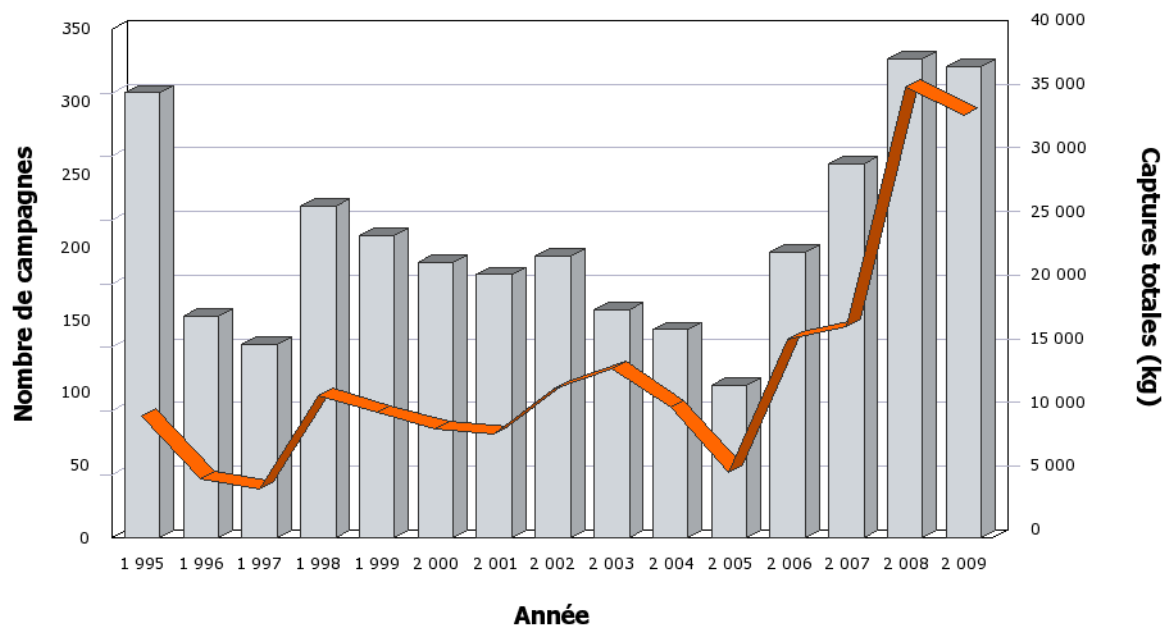
Holothurie



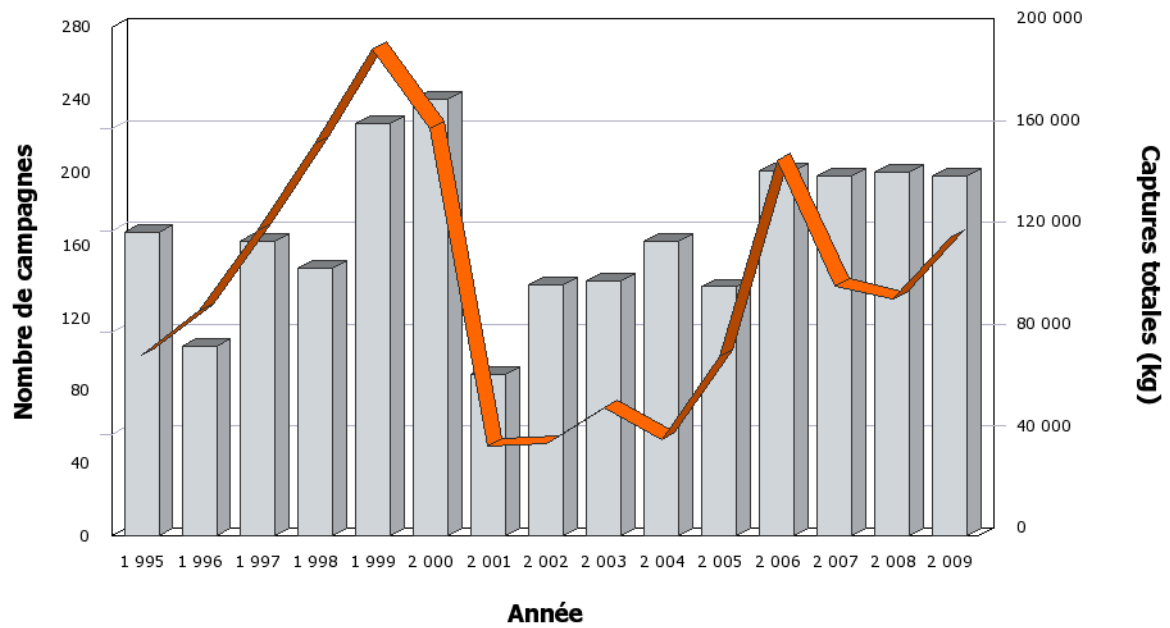
Langouste/Cigale



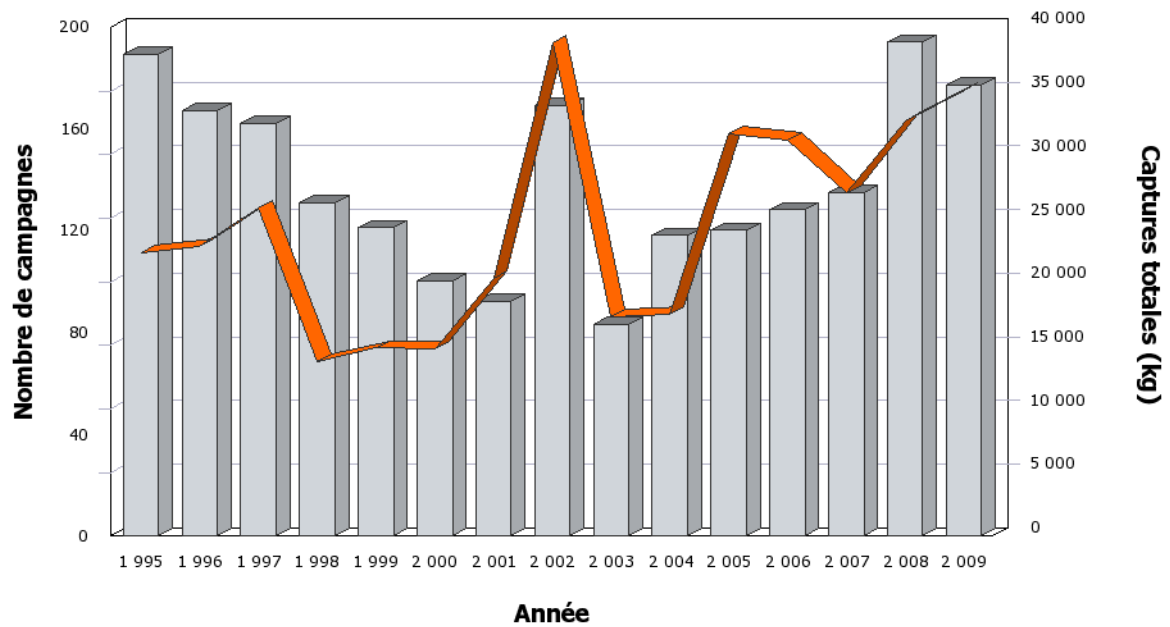
Loche



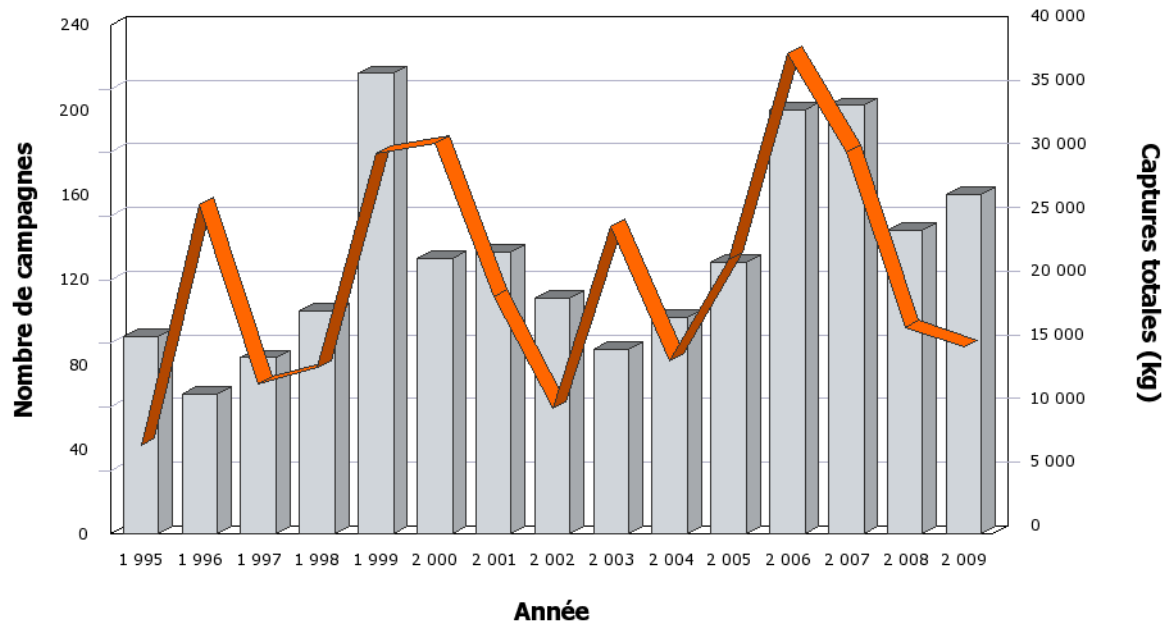
Maquereaux



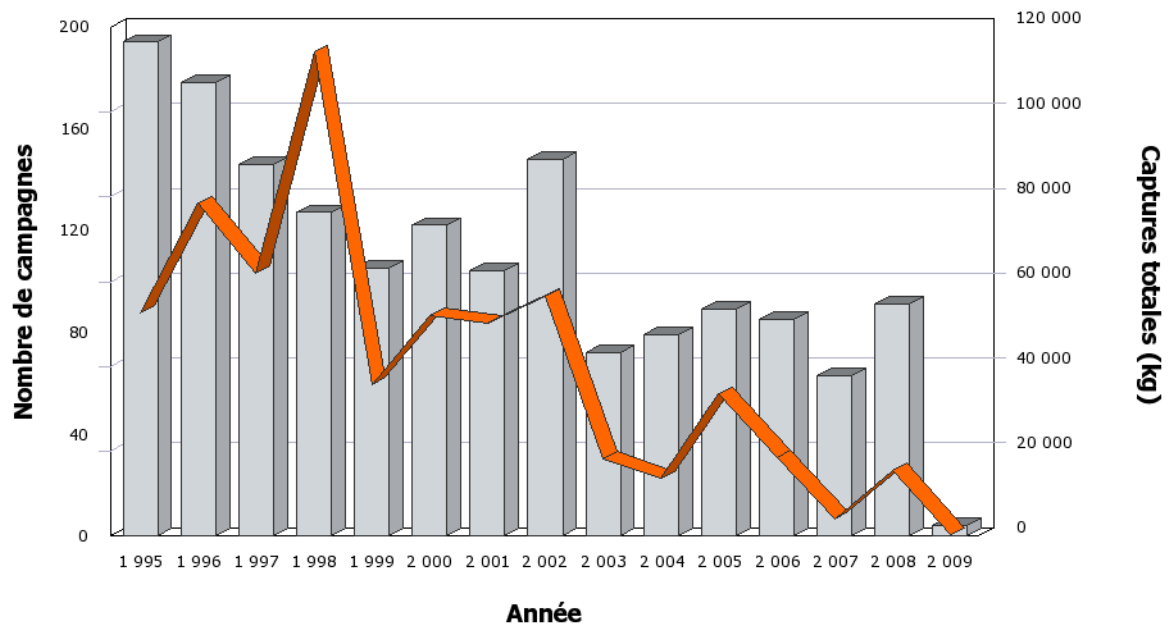
Mulet



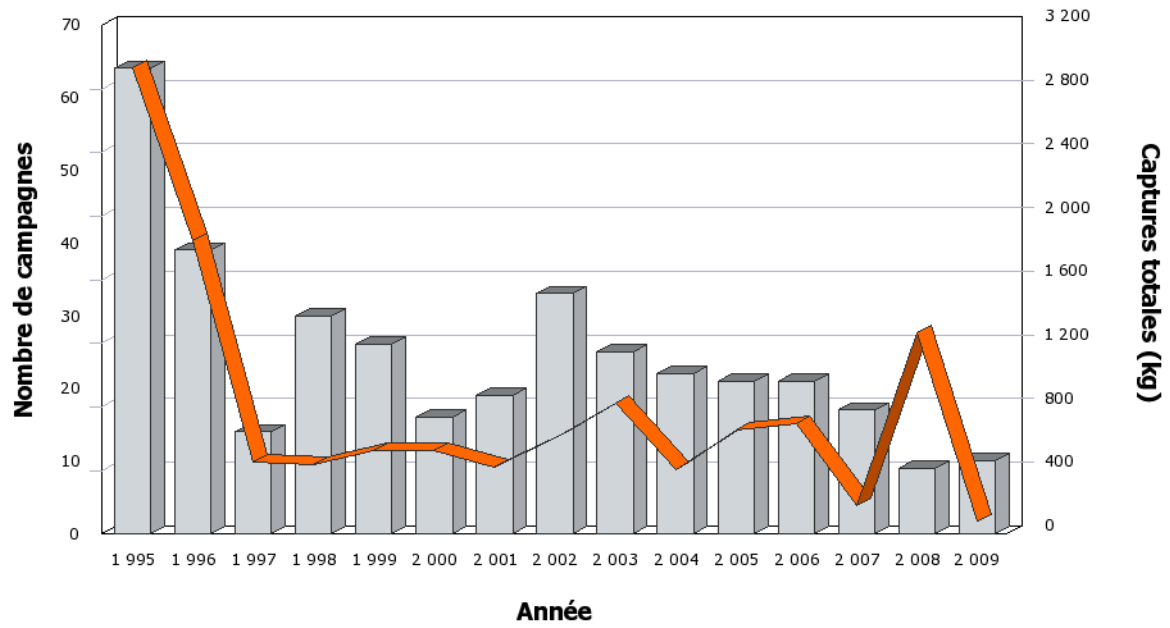
Perroquet



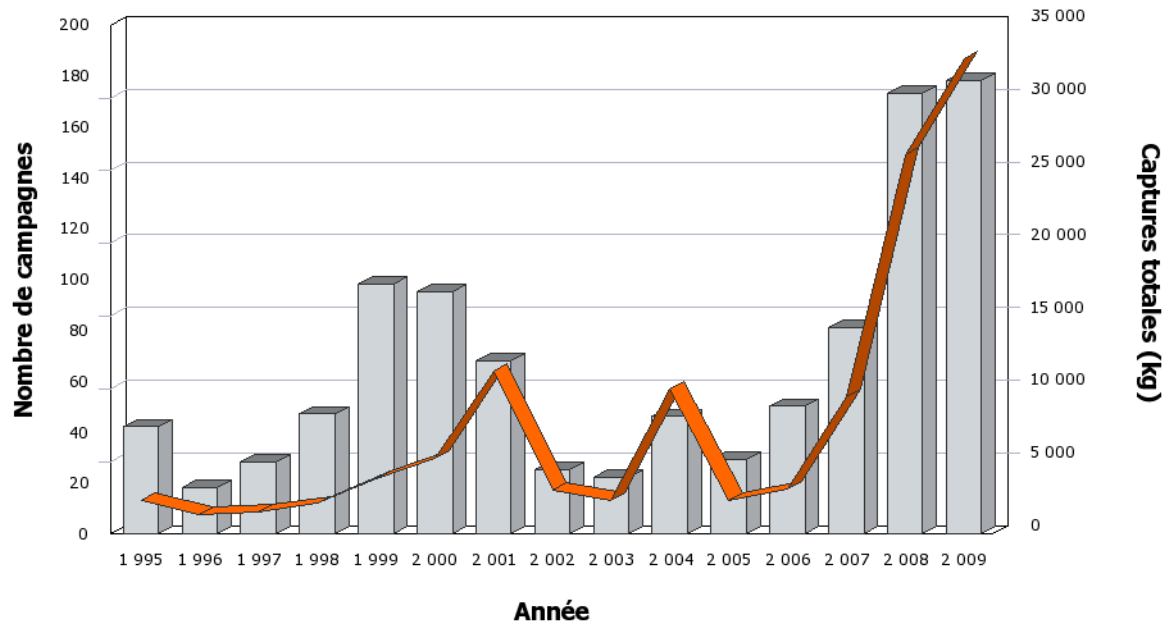
Picot gris



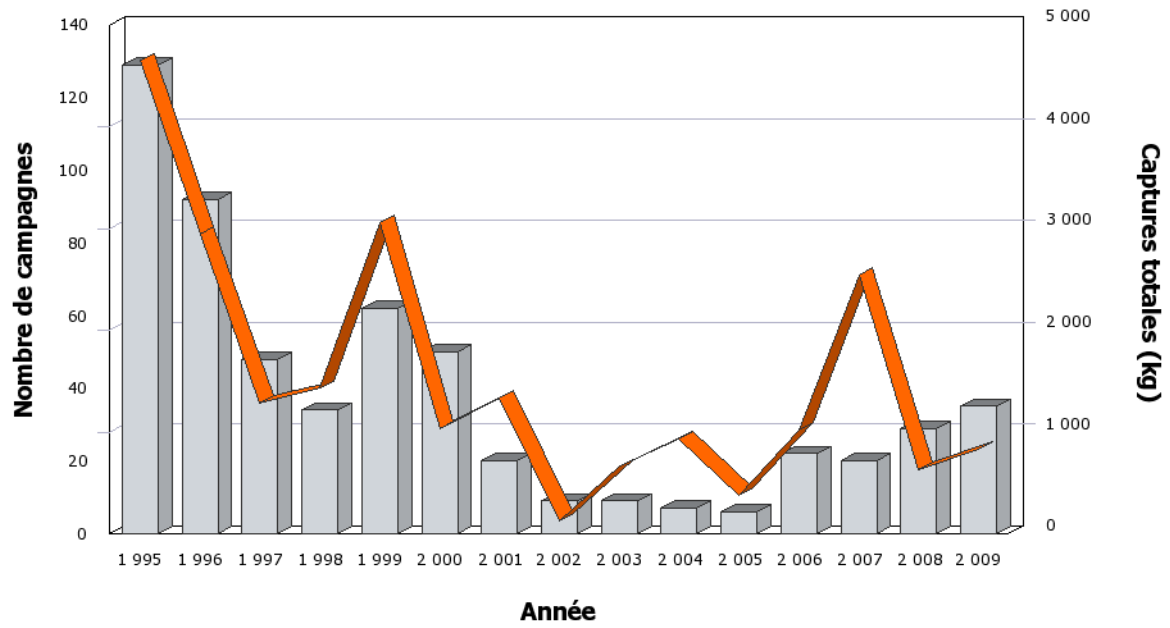
Poulpe



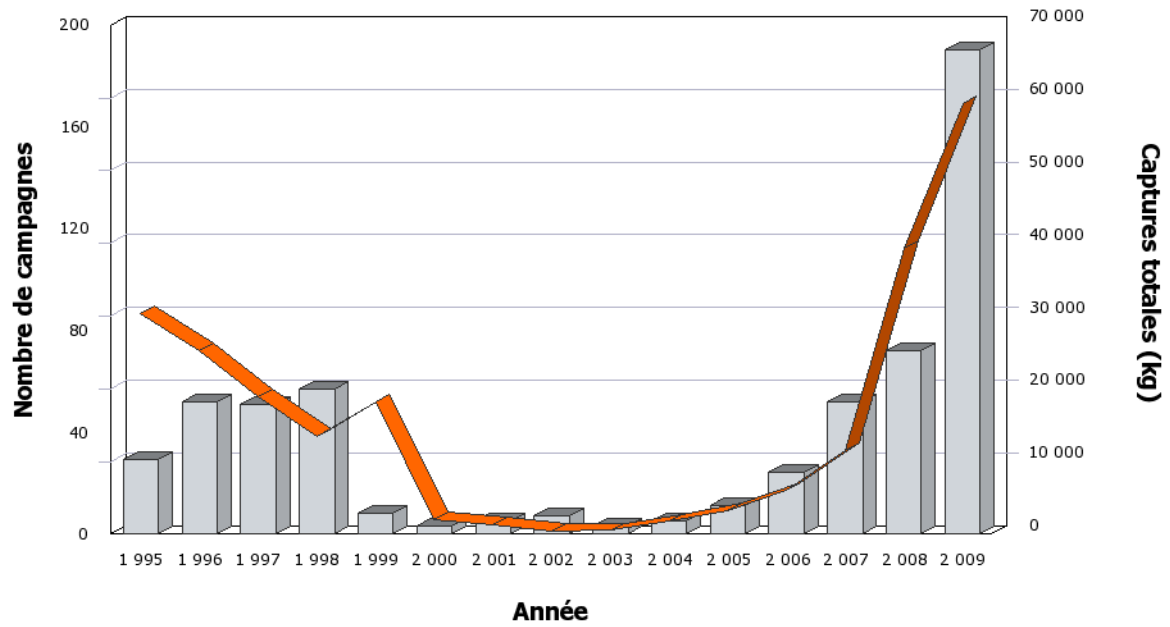
Rouget



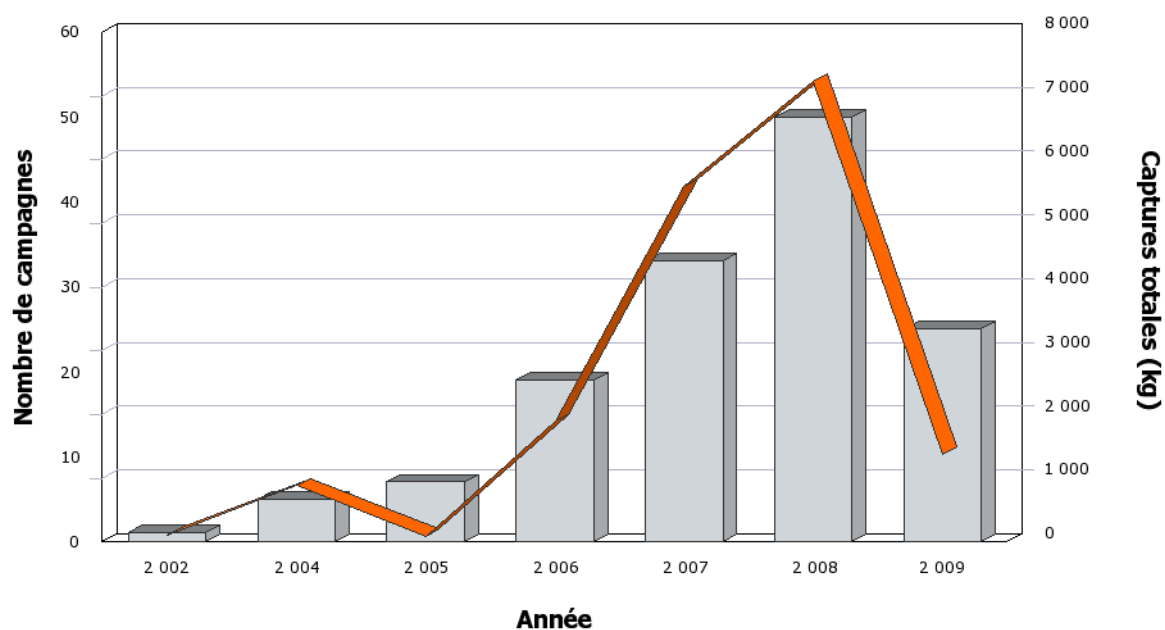
Tazard



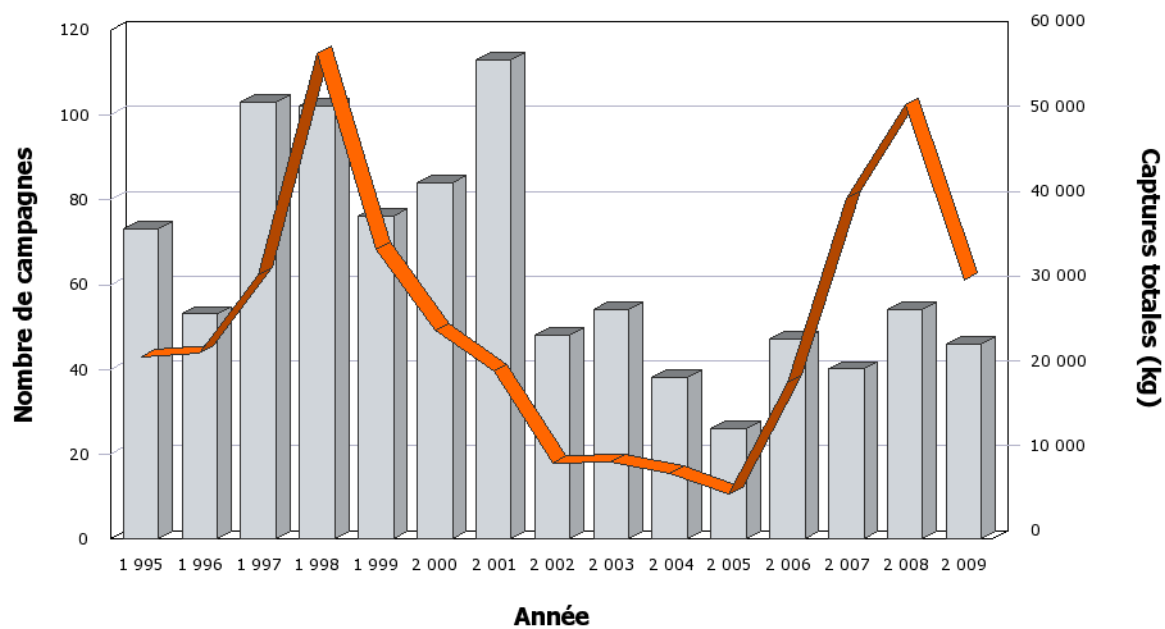
Troca



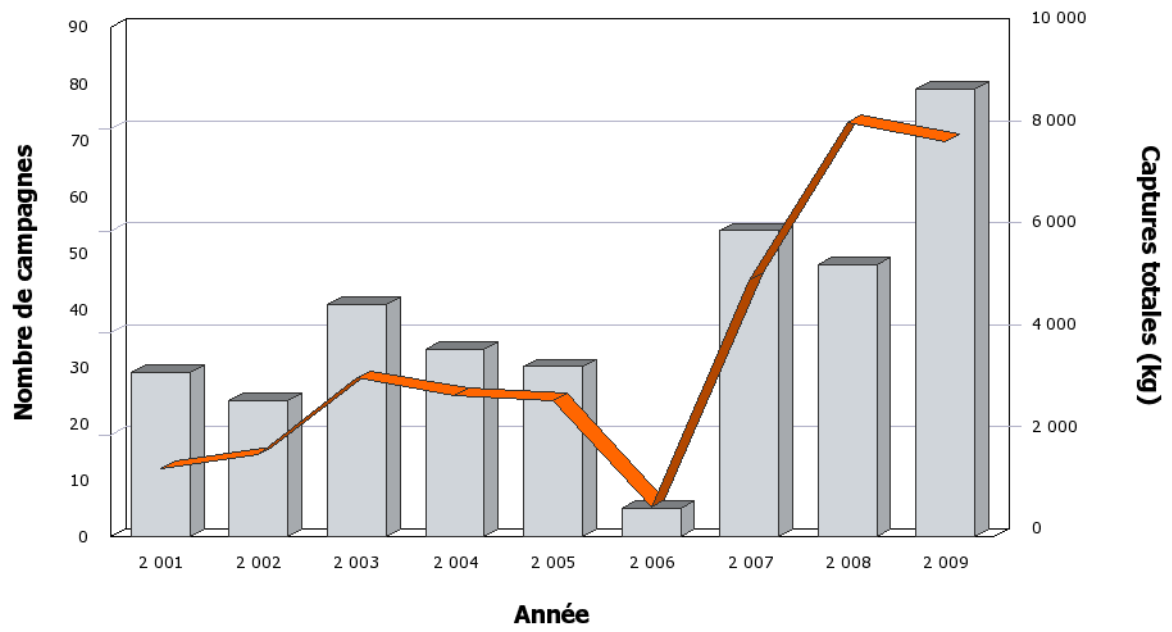
Vivaneau rose



Vivaneau rouge



Loche saumonée

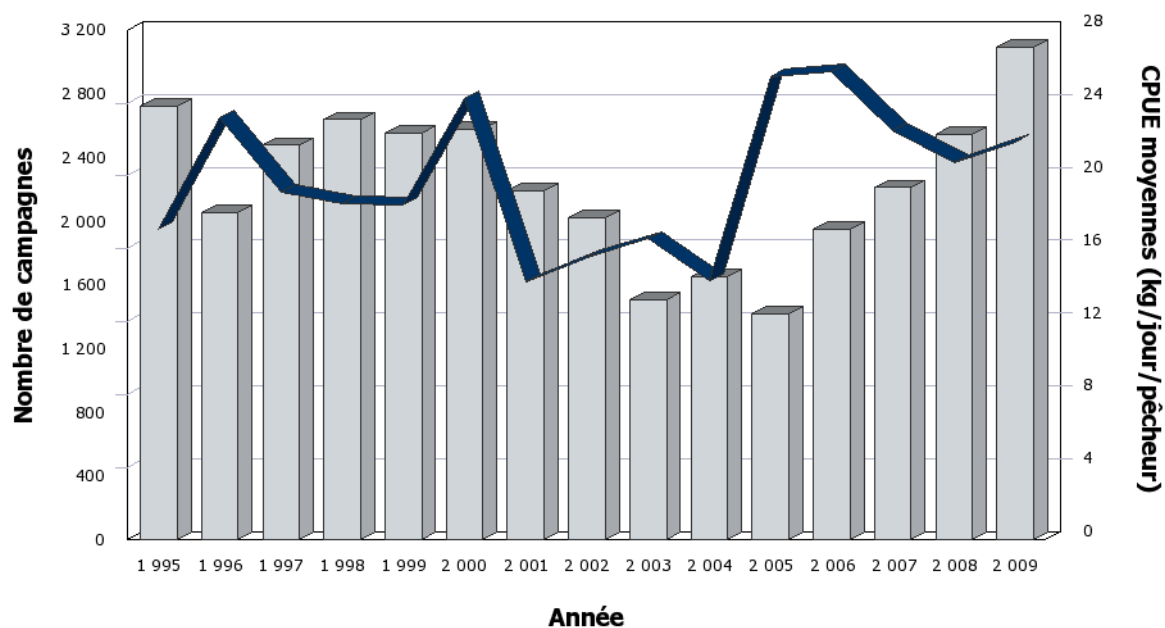


ANNEXE 2

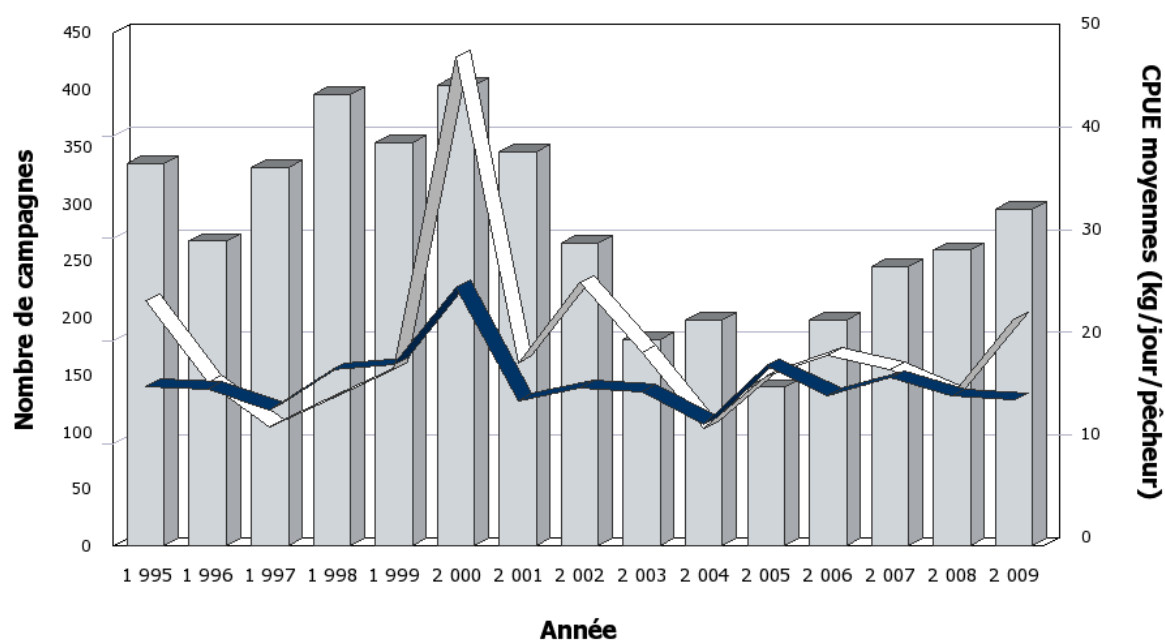
Représentation graphique de l'évolution annuelle des CPUE moyennes (kg/jour de pêche/pêcheur) sur l'ensemble de la période historique de données, pour chaque ressource

[Courbe bleue : CPUE moyennes ; courbe blanche : écart-type pour la moyenne]

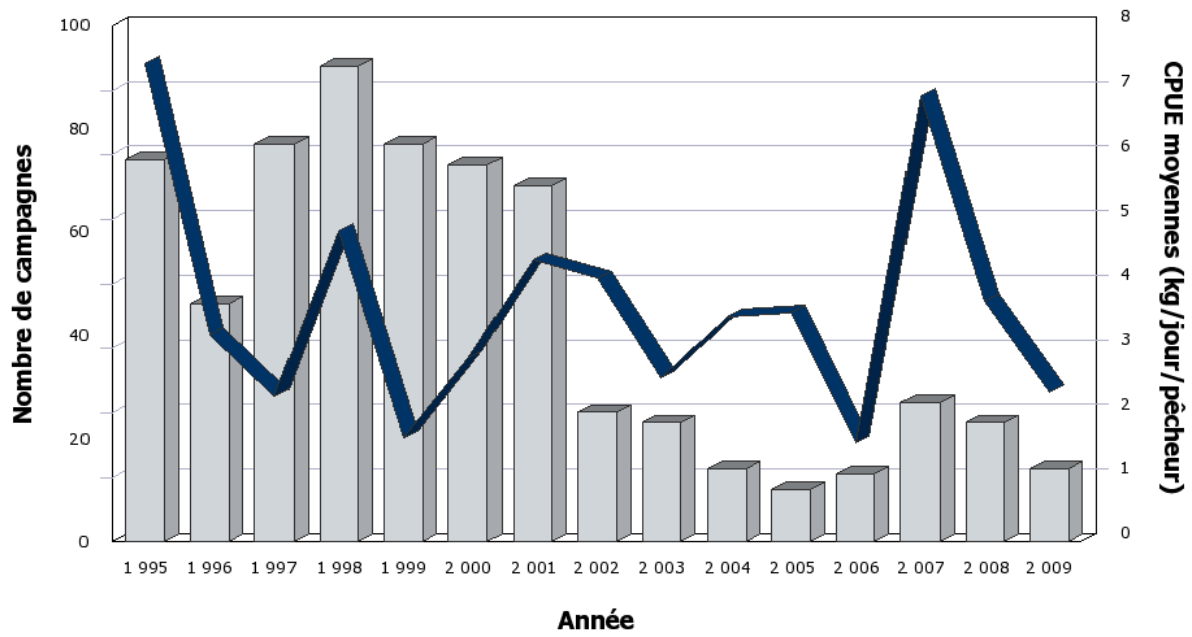
Toutes ressources



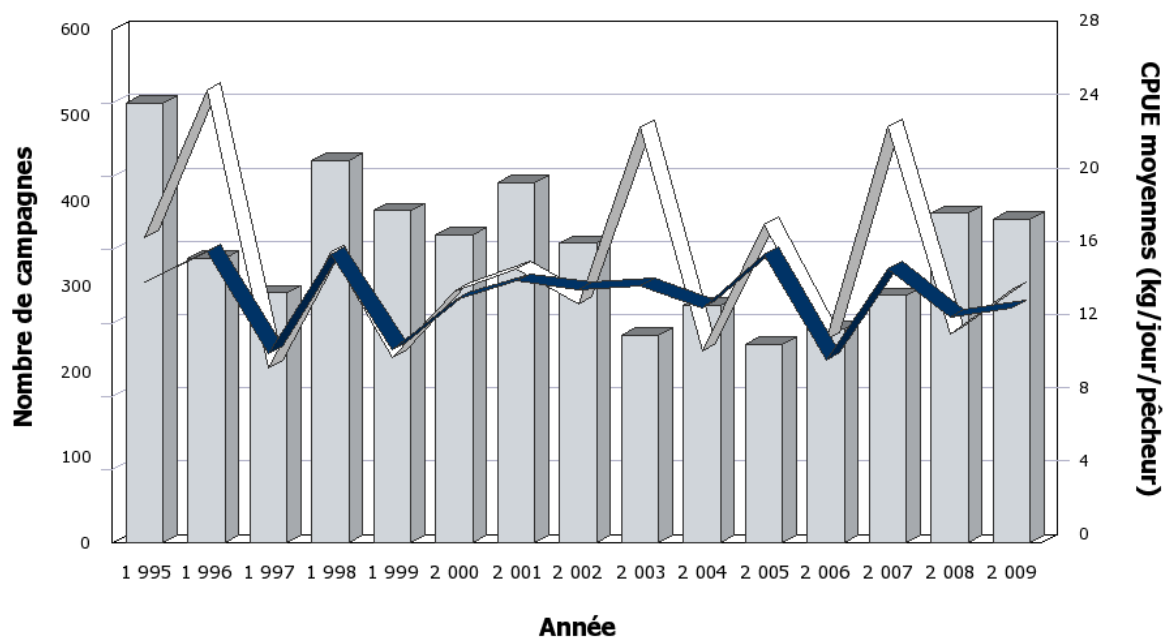
Bec de cane



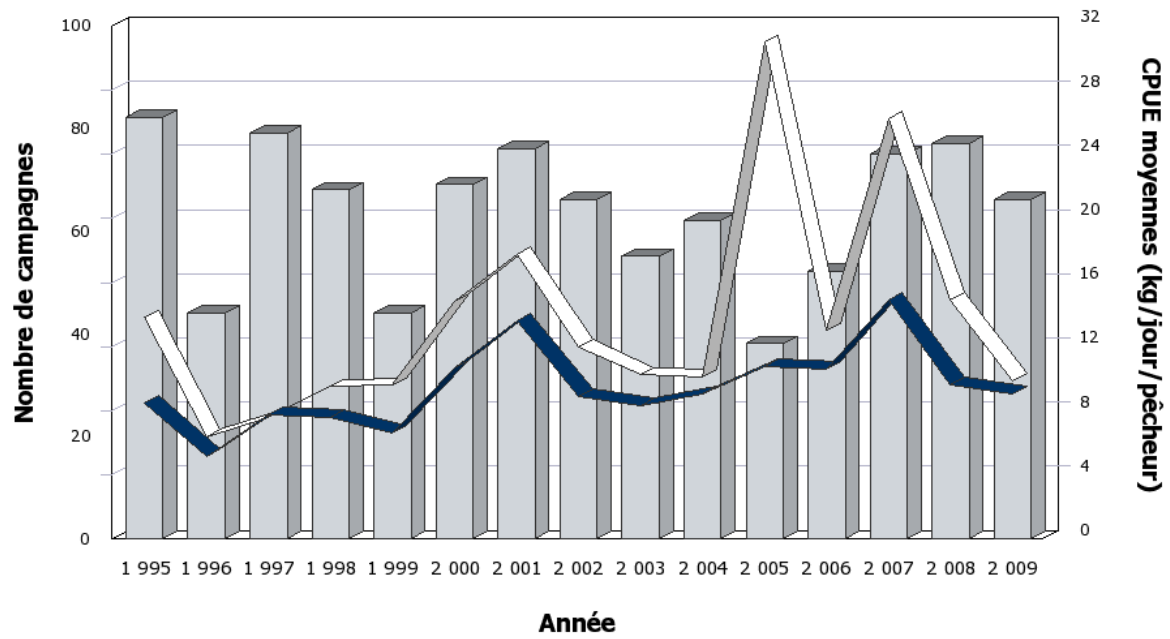
Bénitier



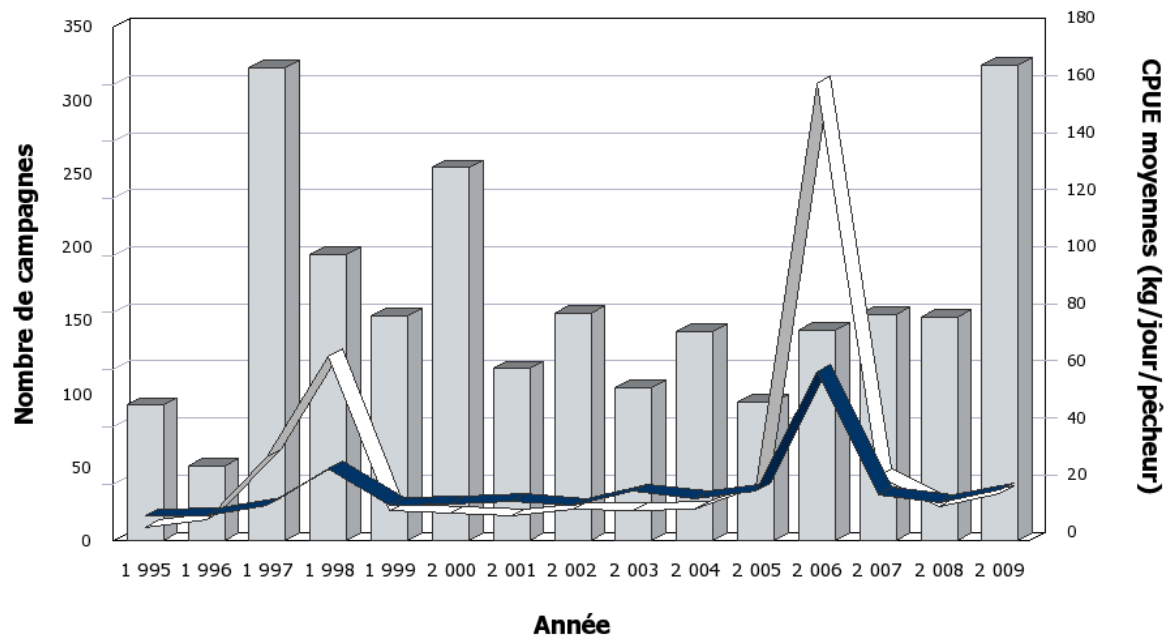
Bossu



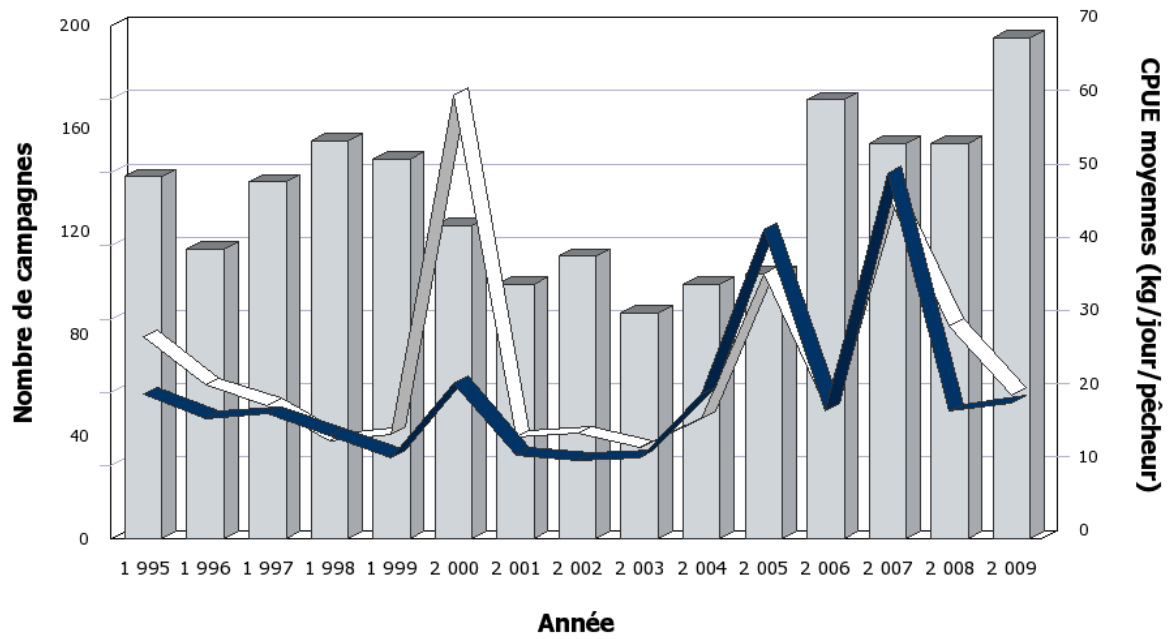
Carangue



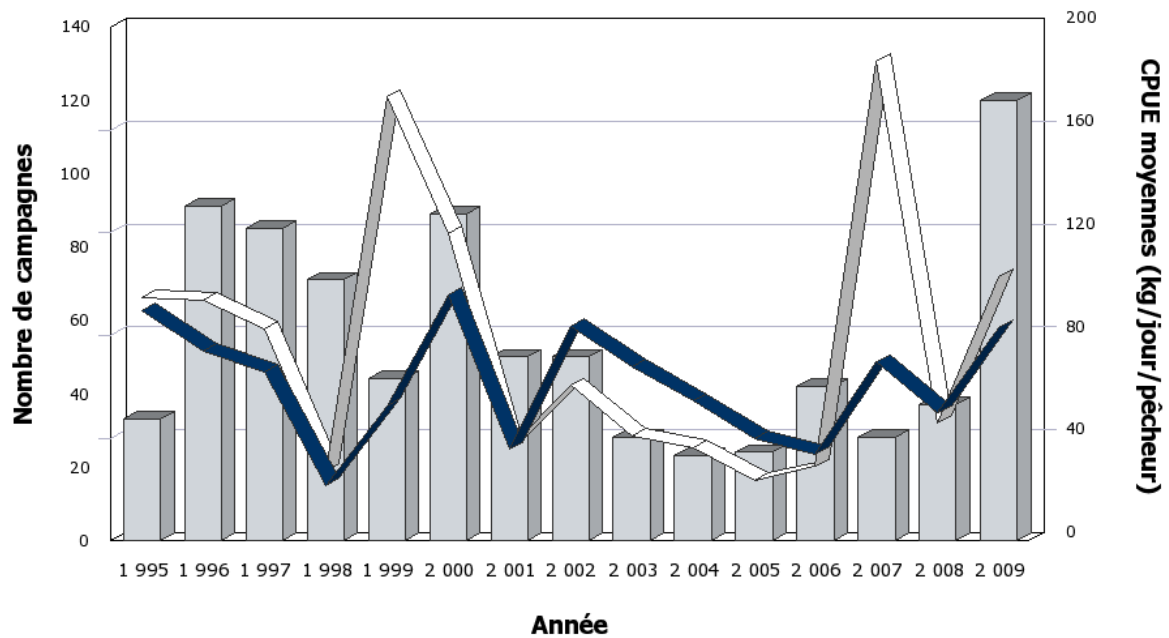
Crabe



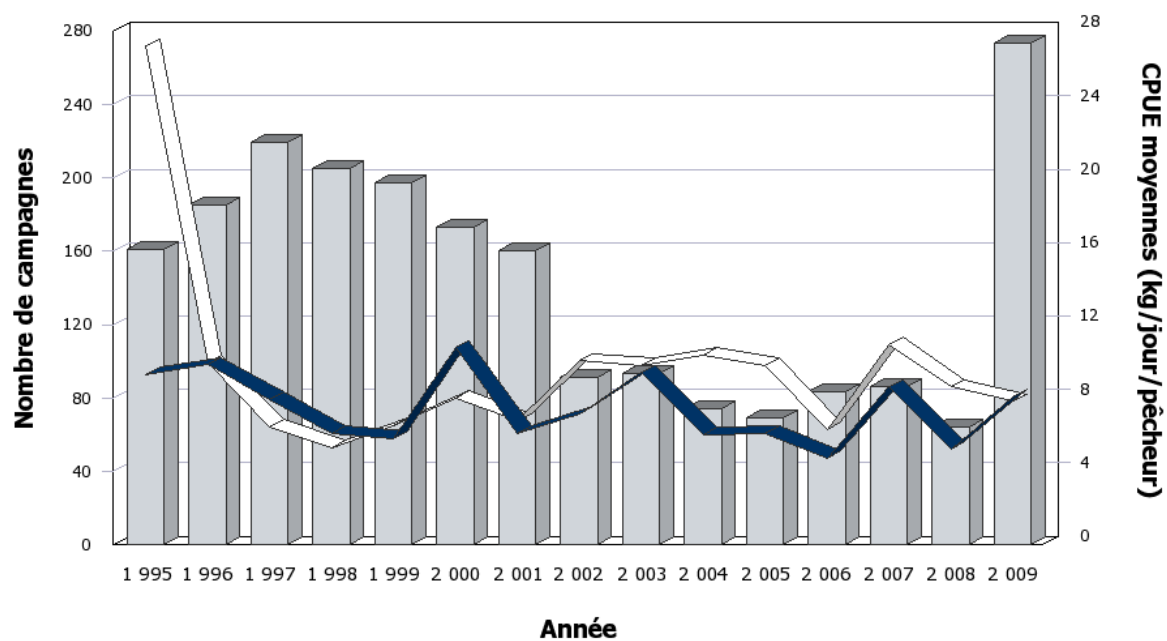
Dawa



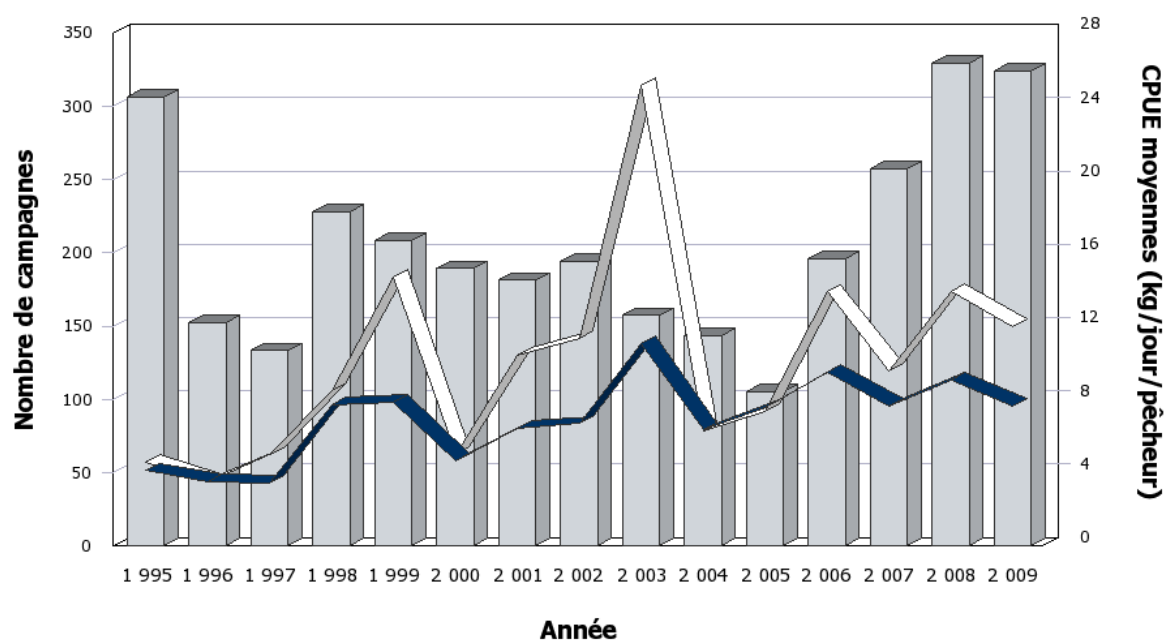
Holothurie



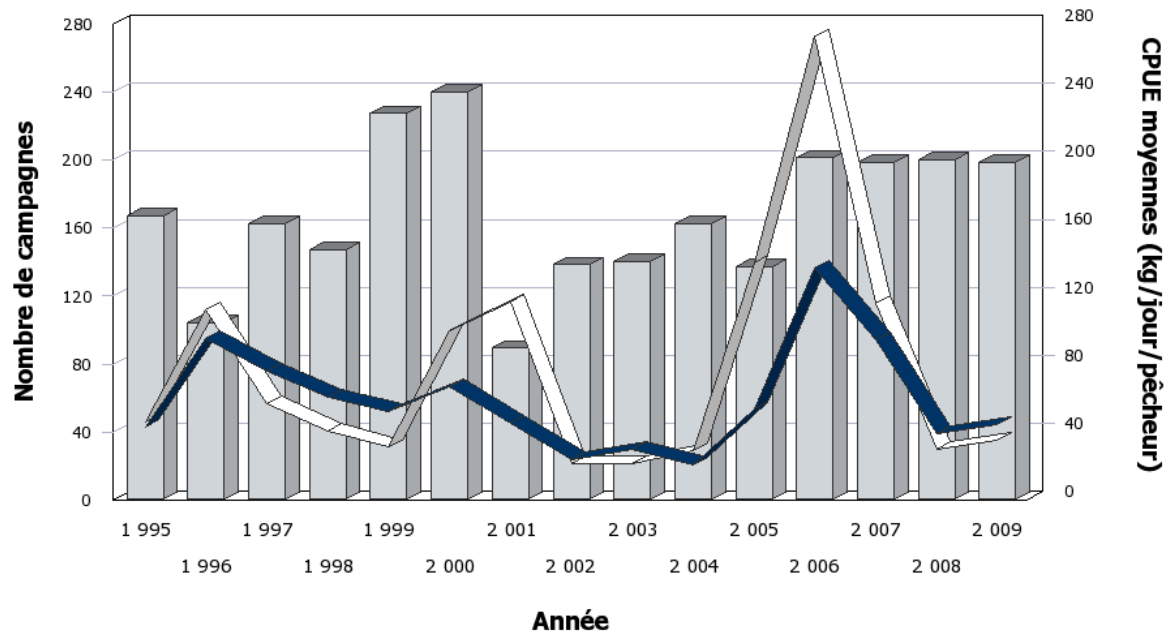
Langouste/Cigale



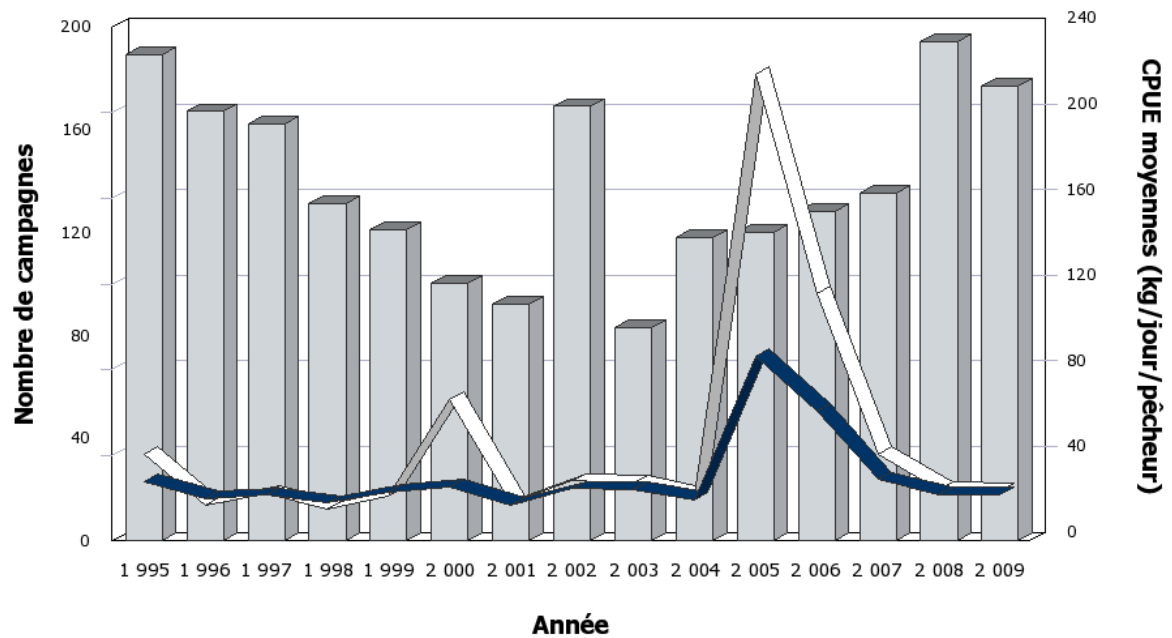
Loche



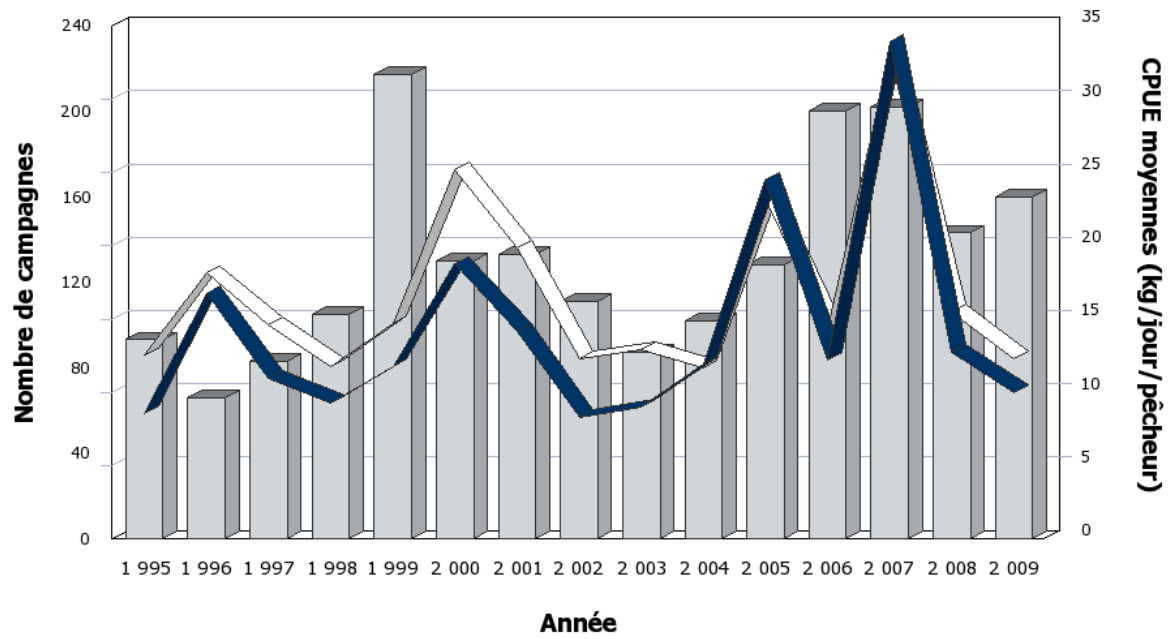
Maquereaux



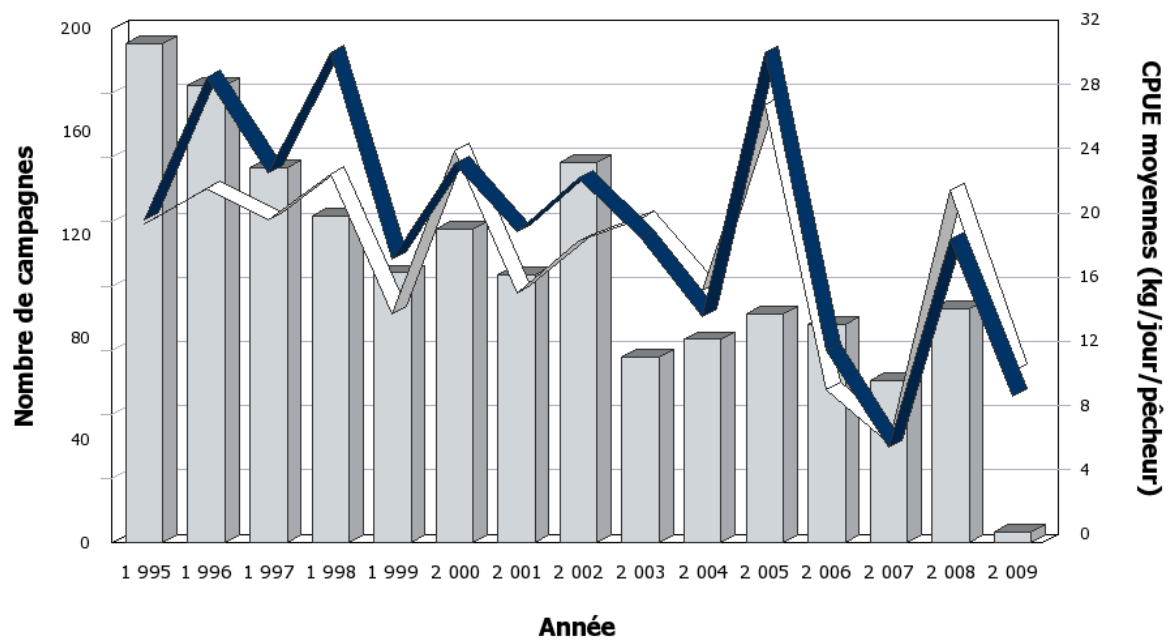
Mulet



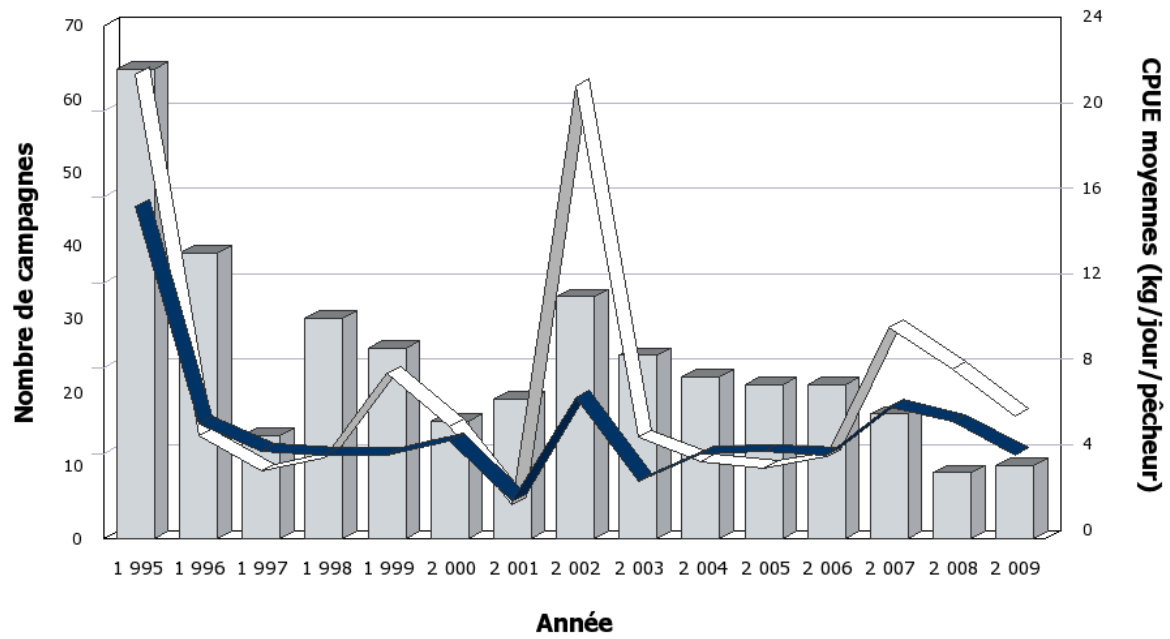
Perroquet



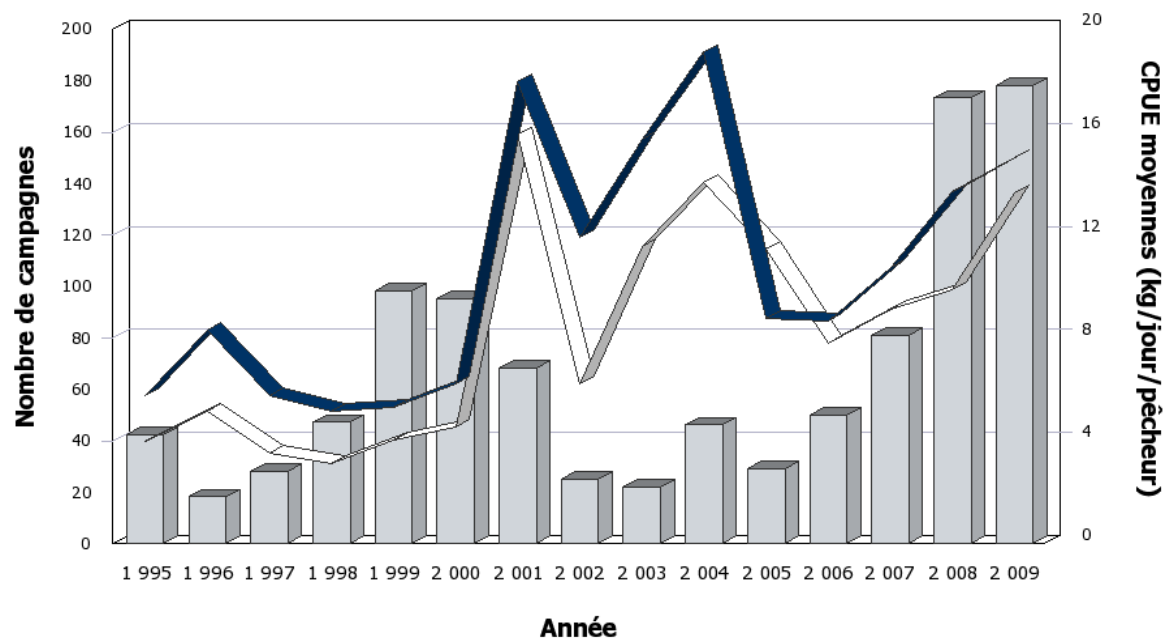
Picot gris



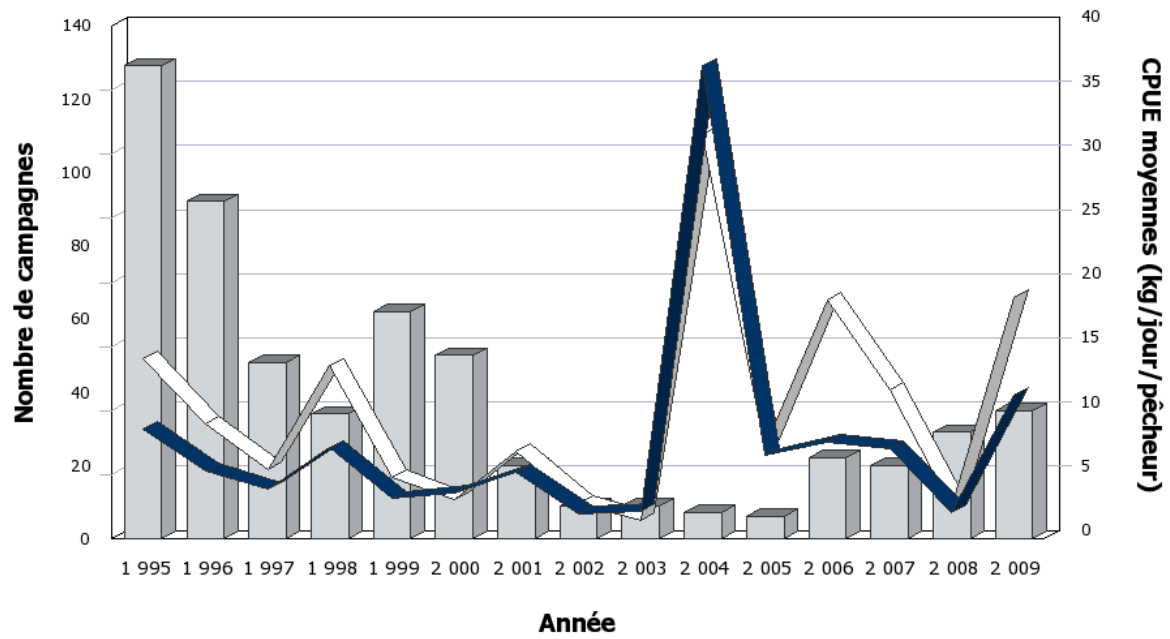
Poulpe



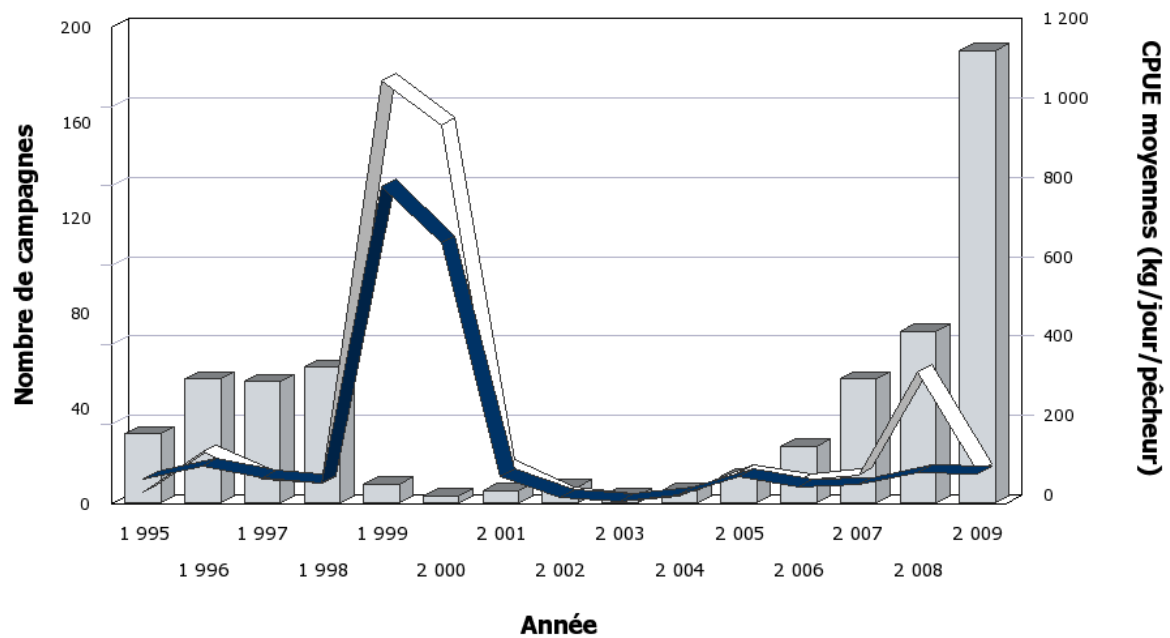
Rouget



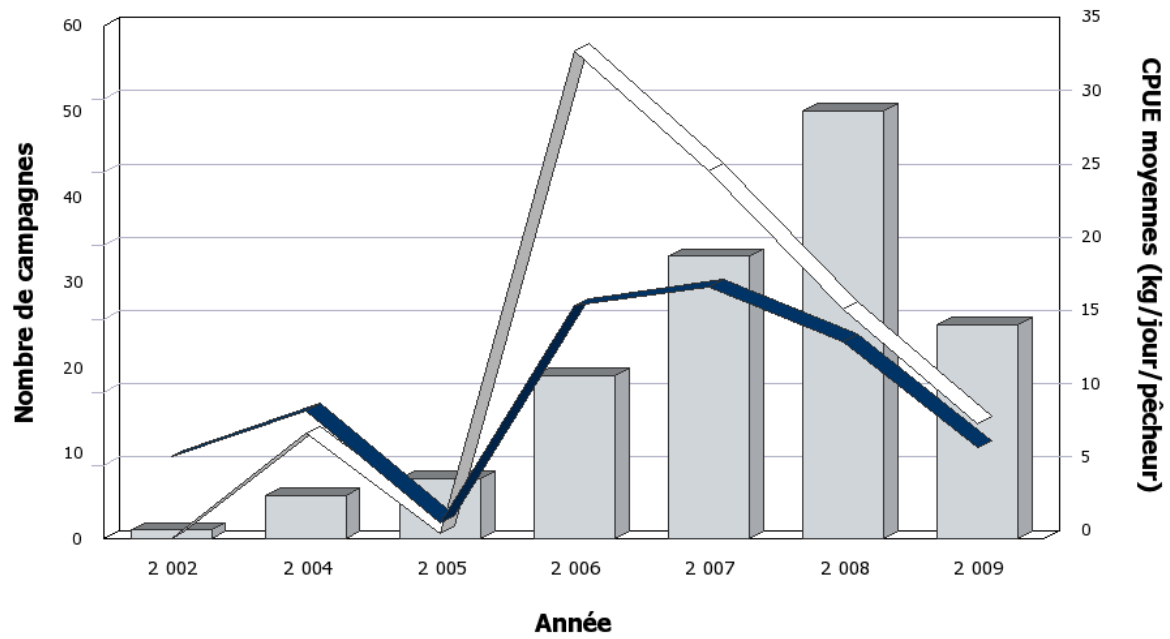
Tazard



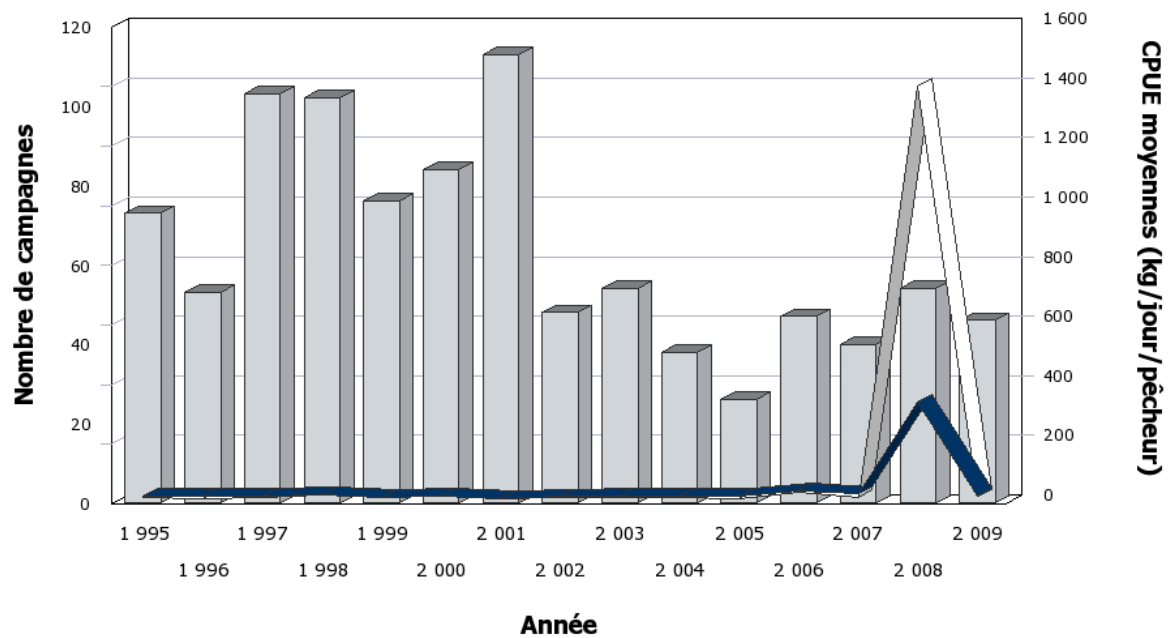
Troca



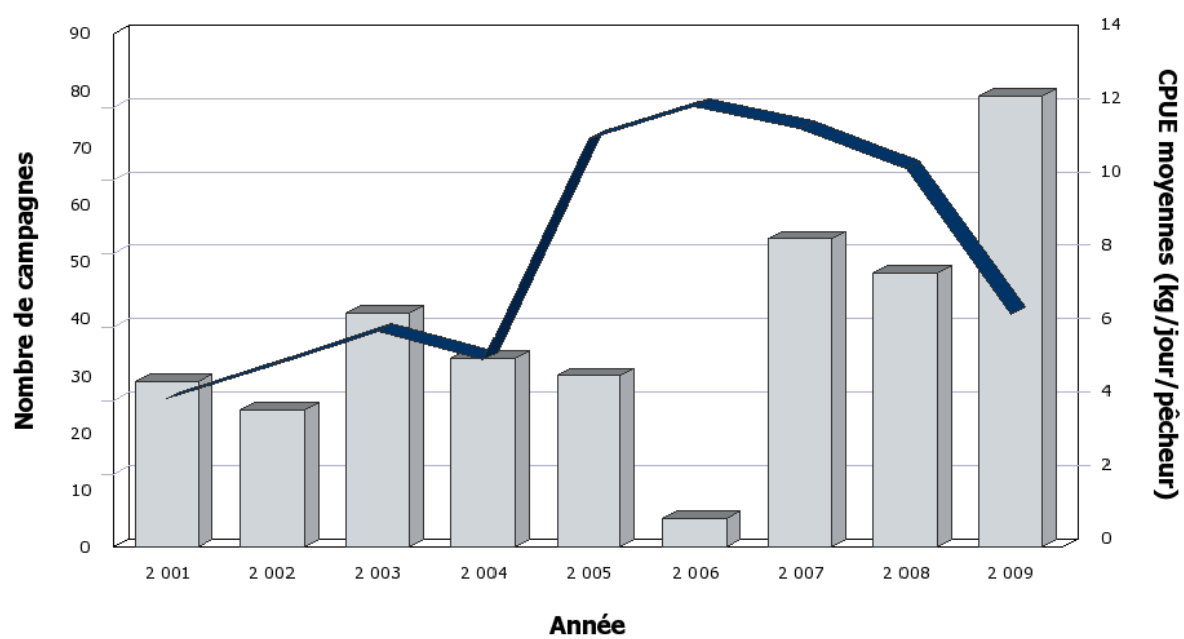
Vivaneau rose



Vivaneau rouge

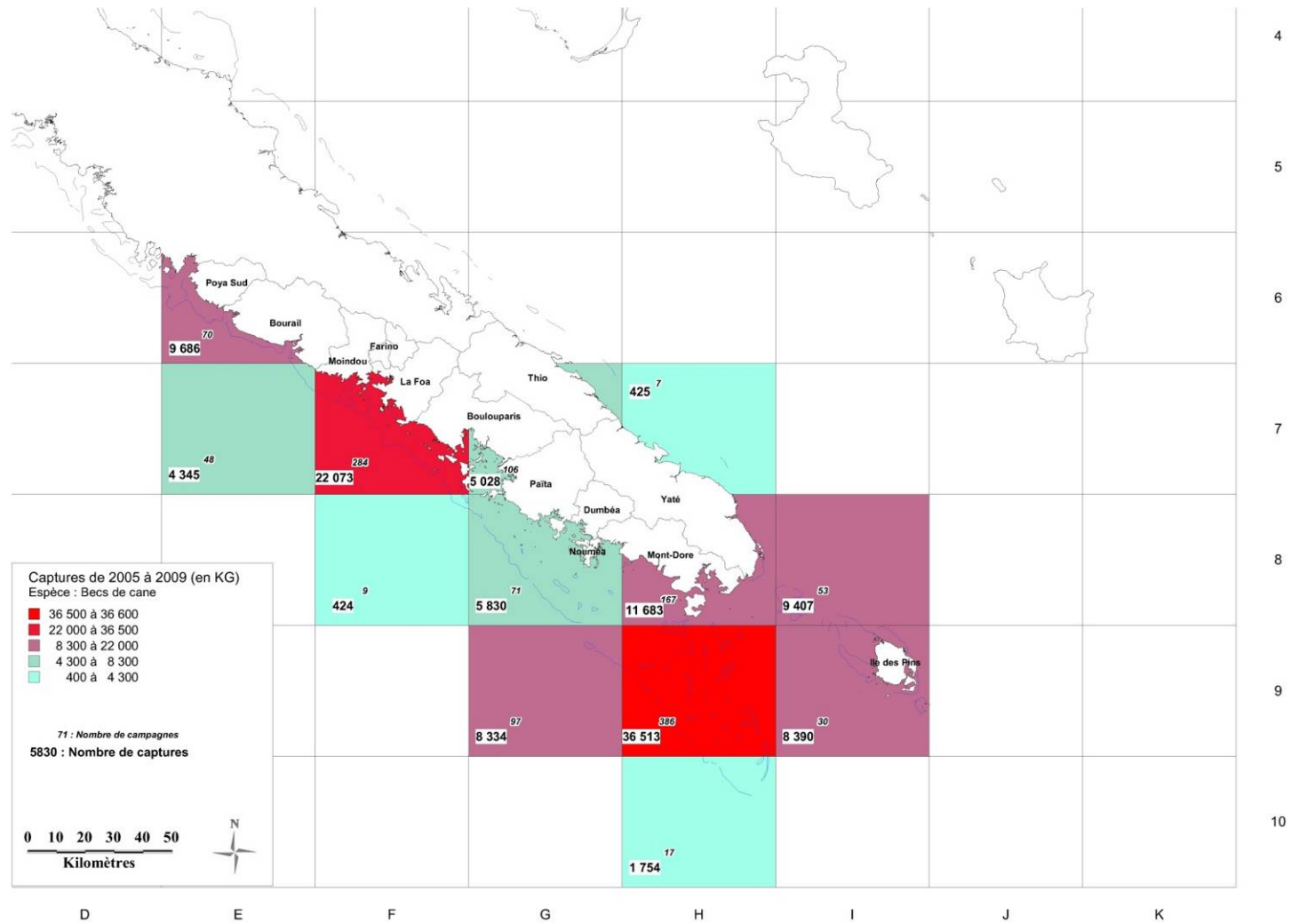


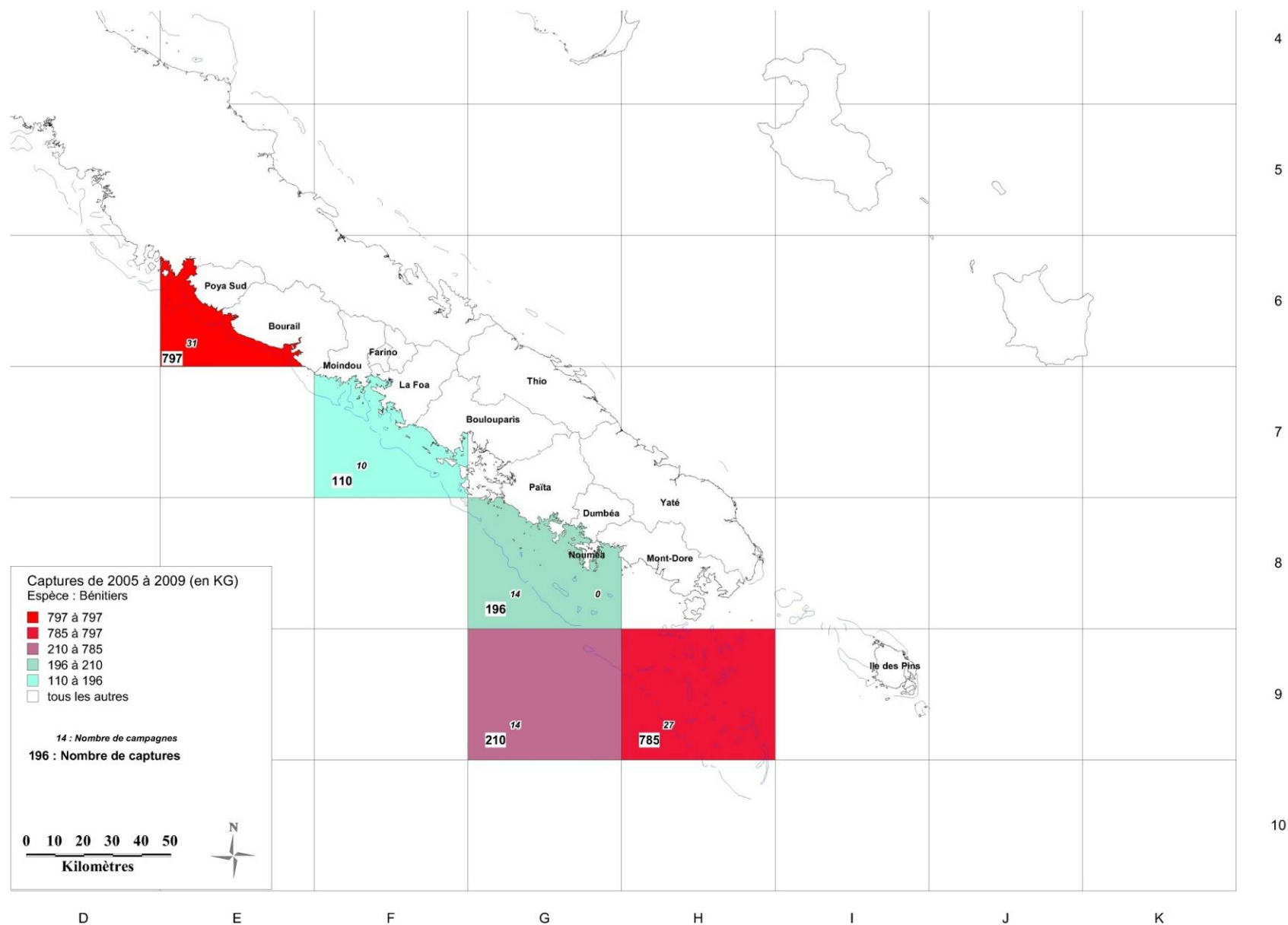
Loche saumonée

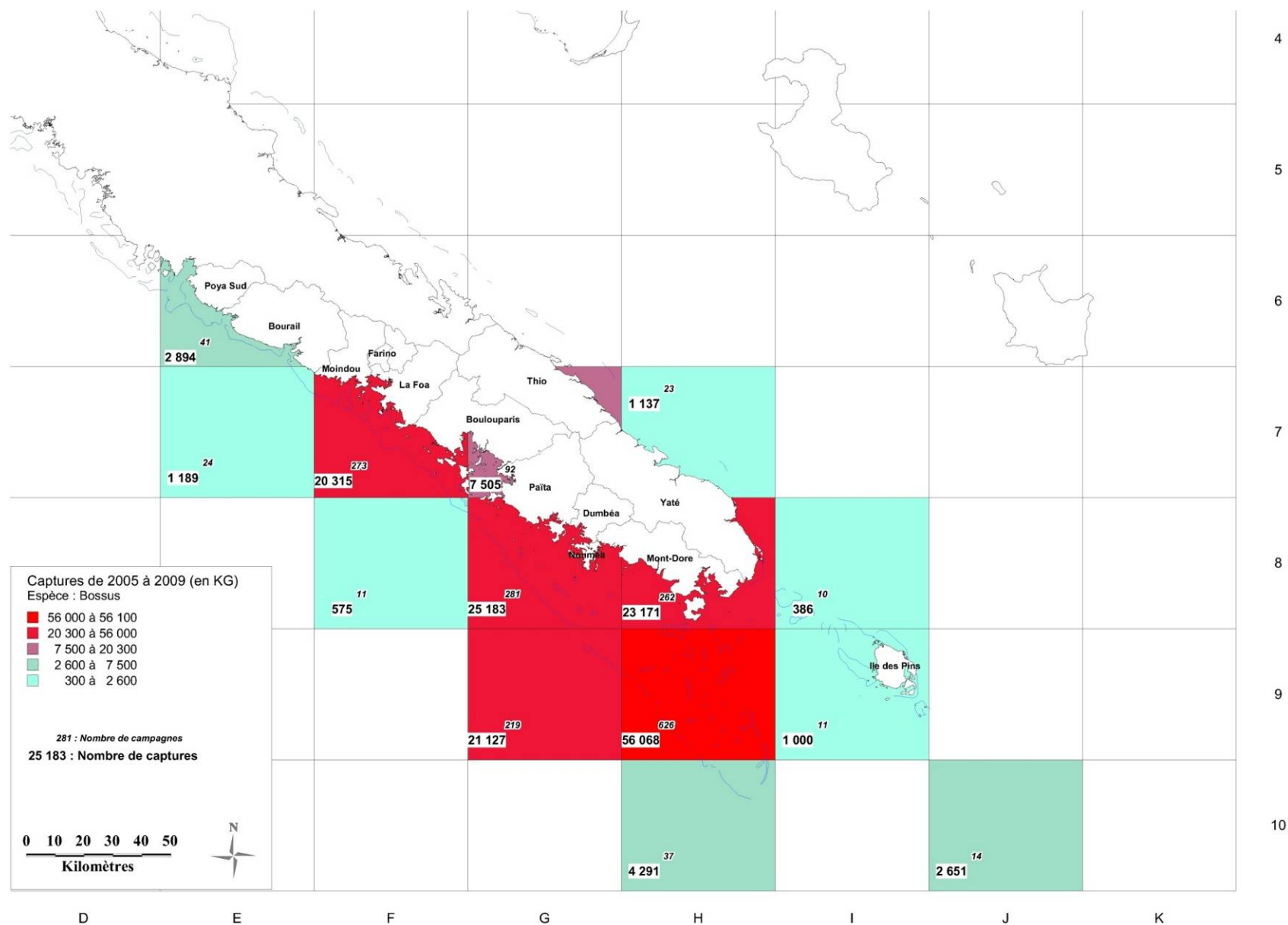


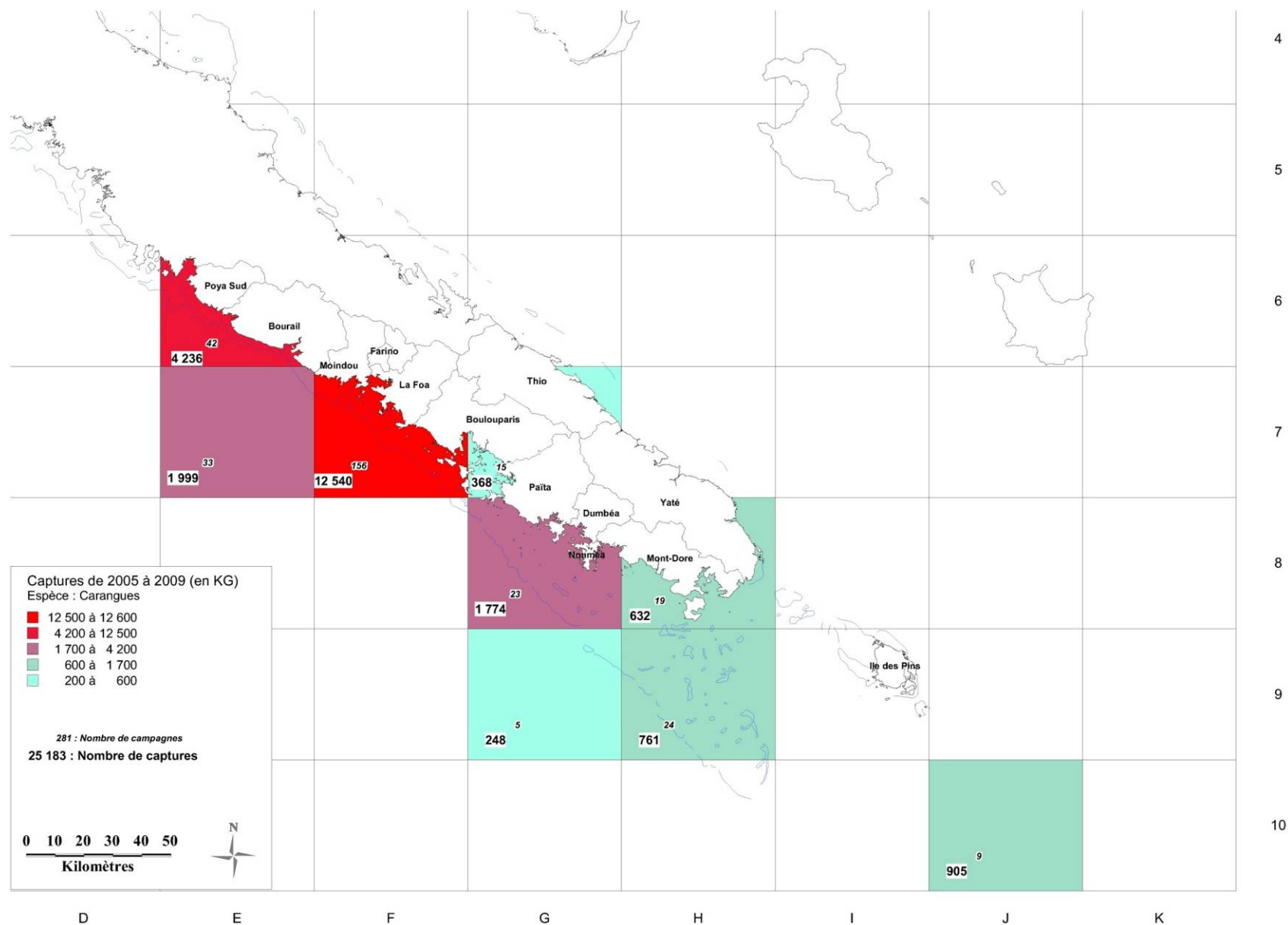
ANNEXE 3

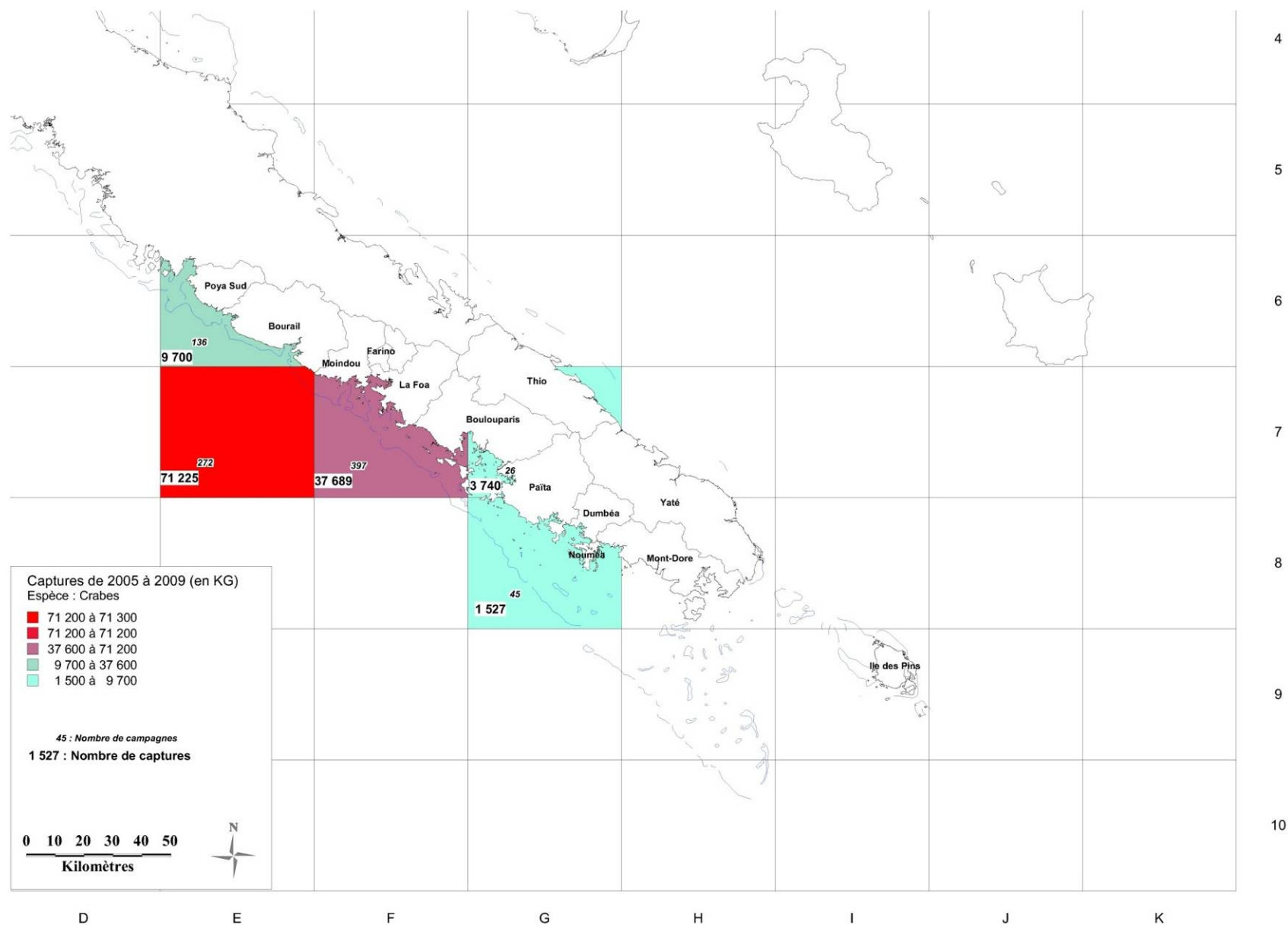
Représentation cartographique de l'hétérogénéité spatiale des captures (kg, moyenne sur les 5 dernières années), pour chaque ressource

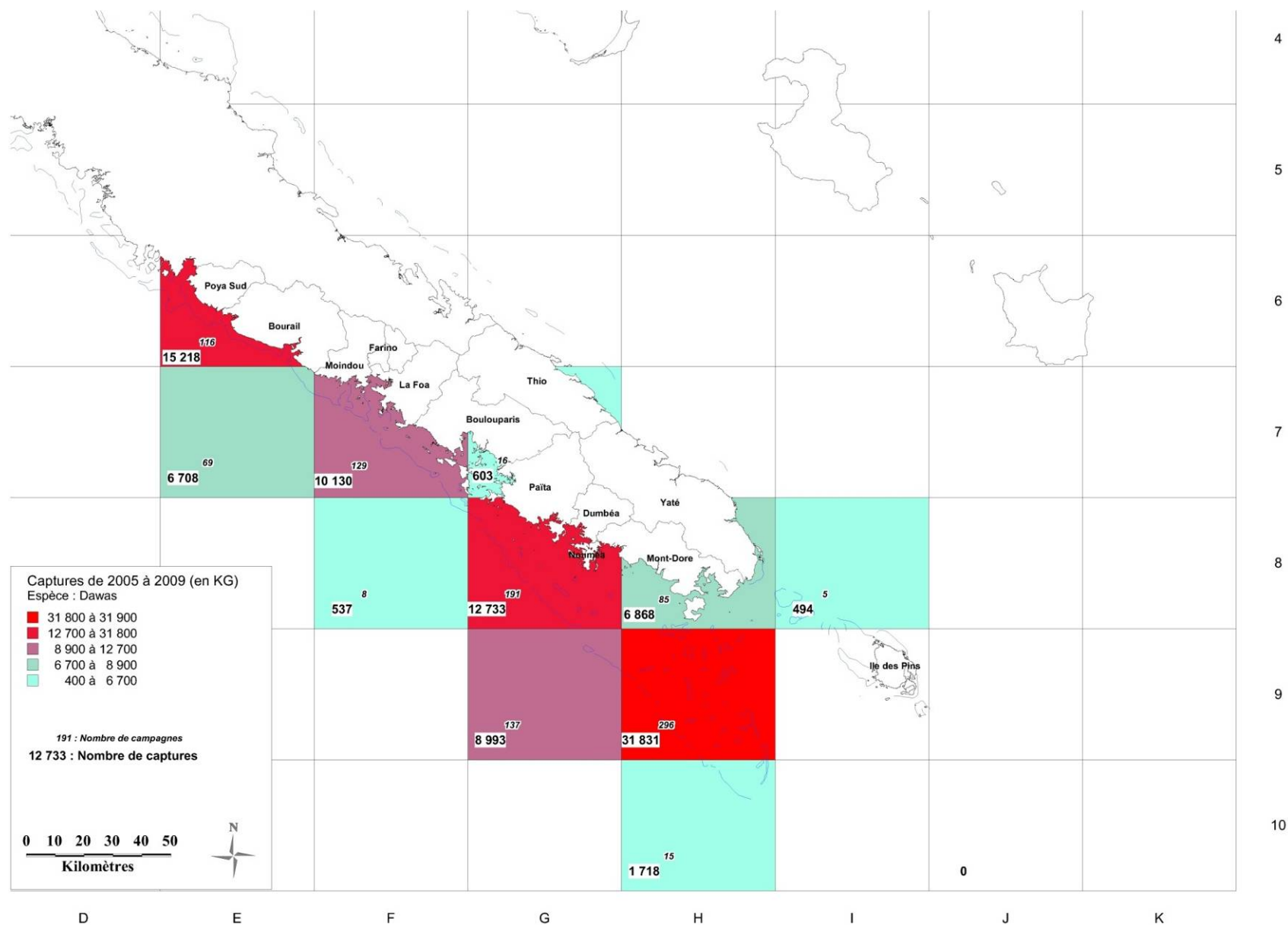


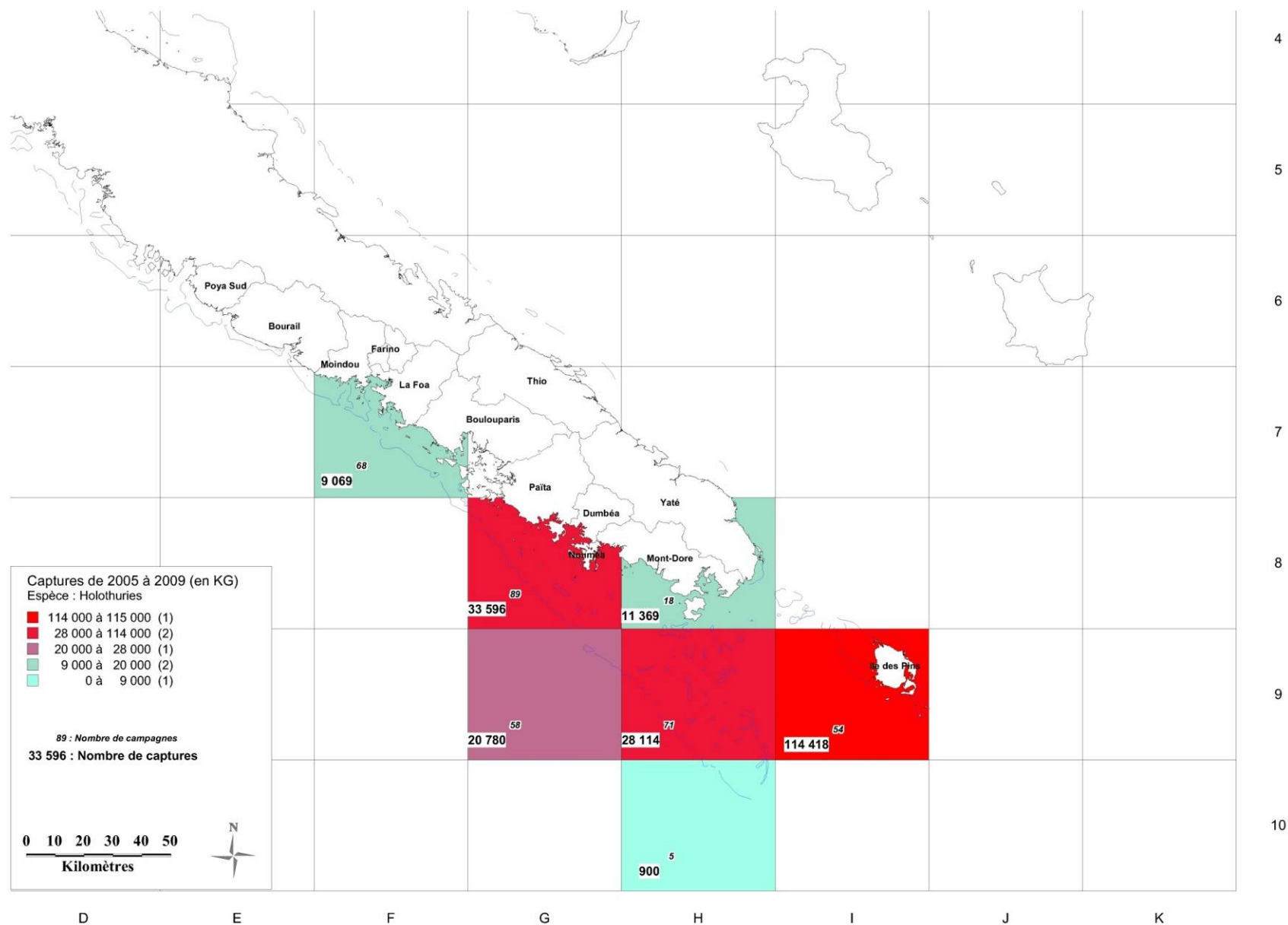


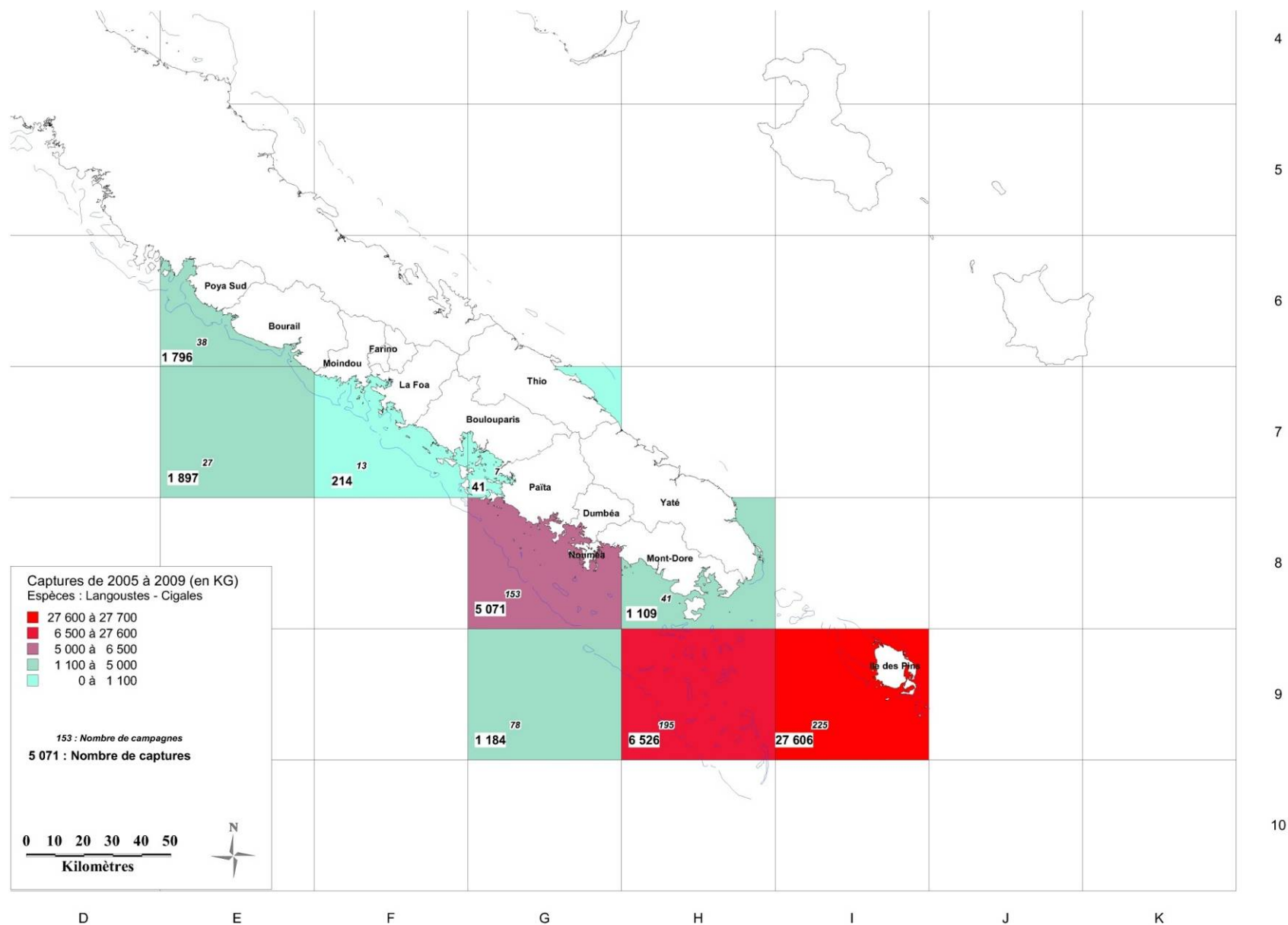


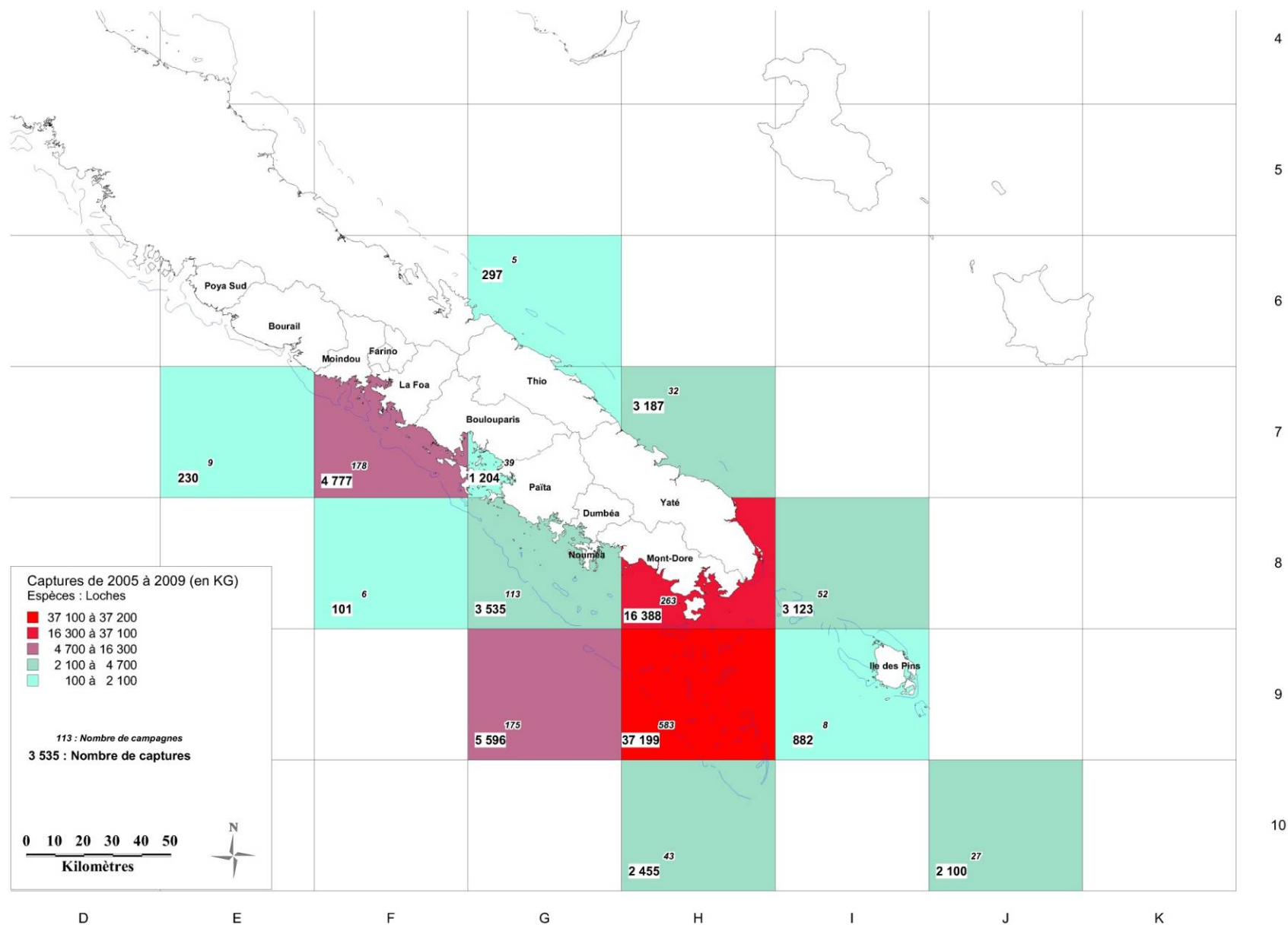


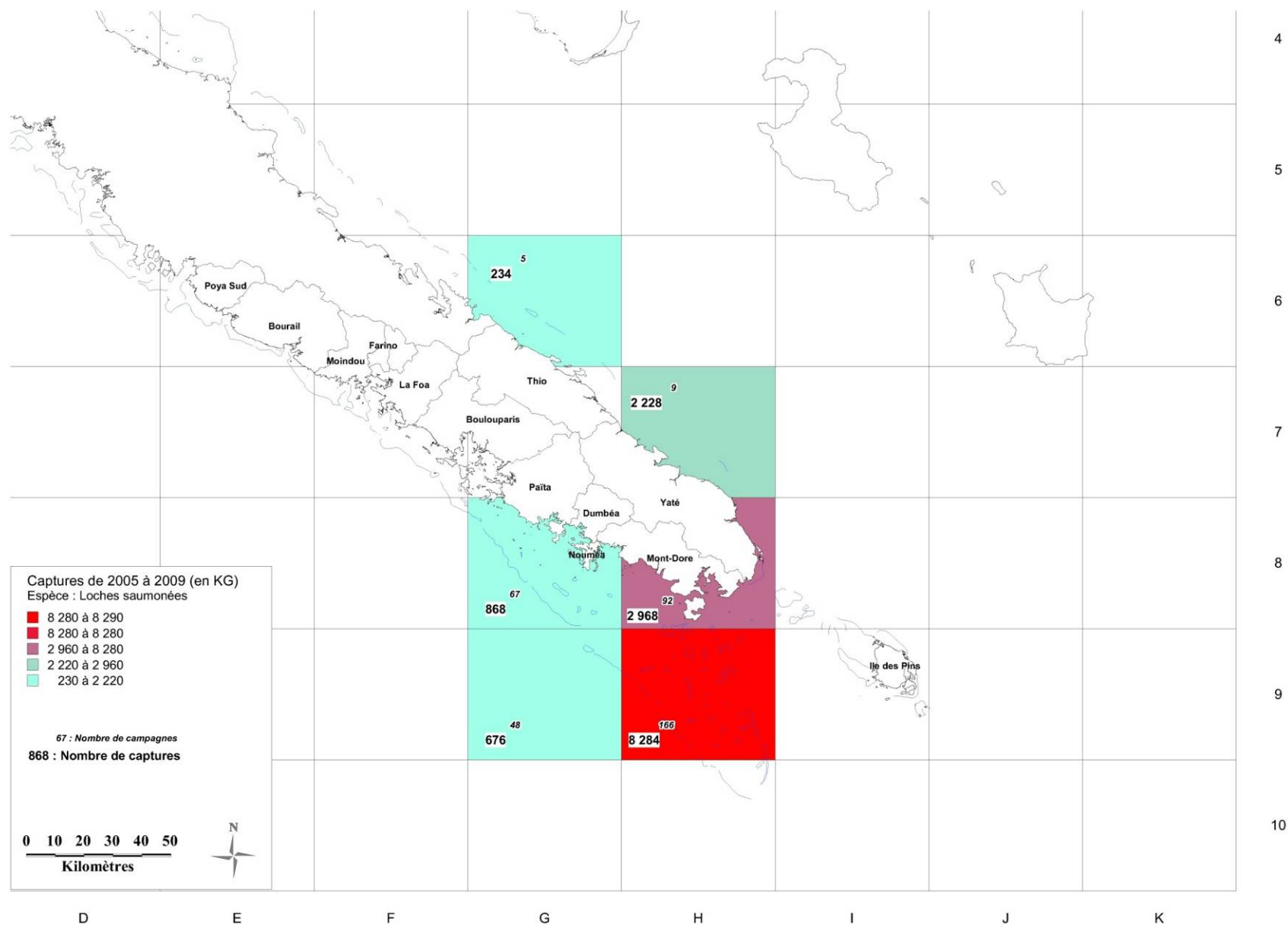


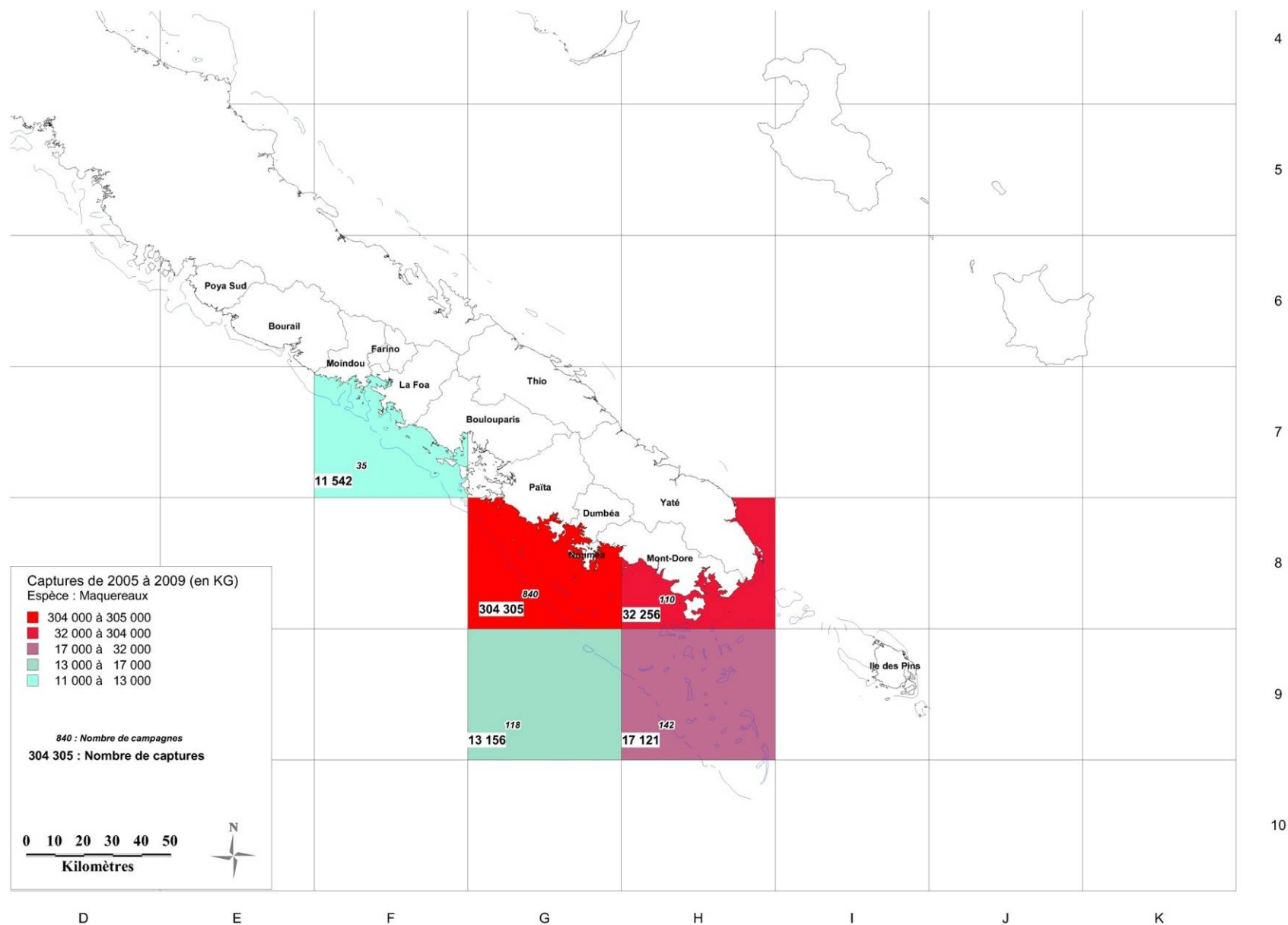


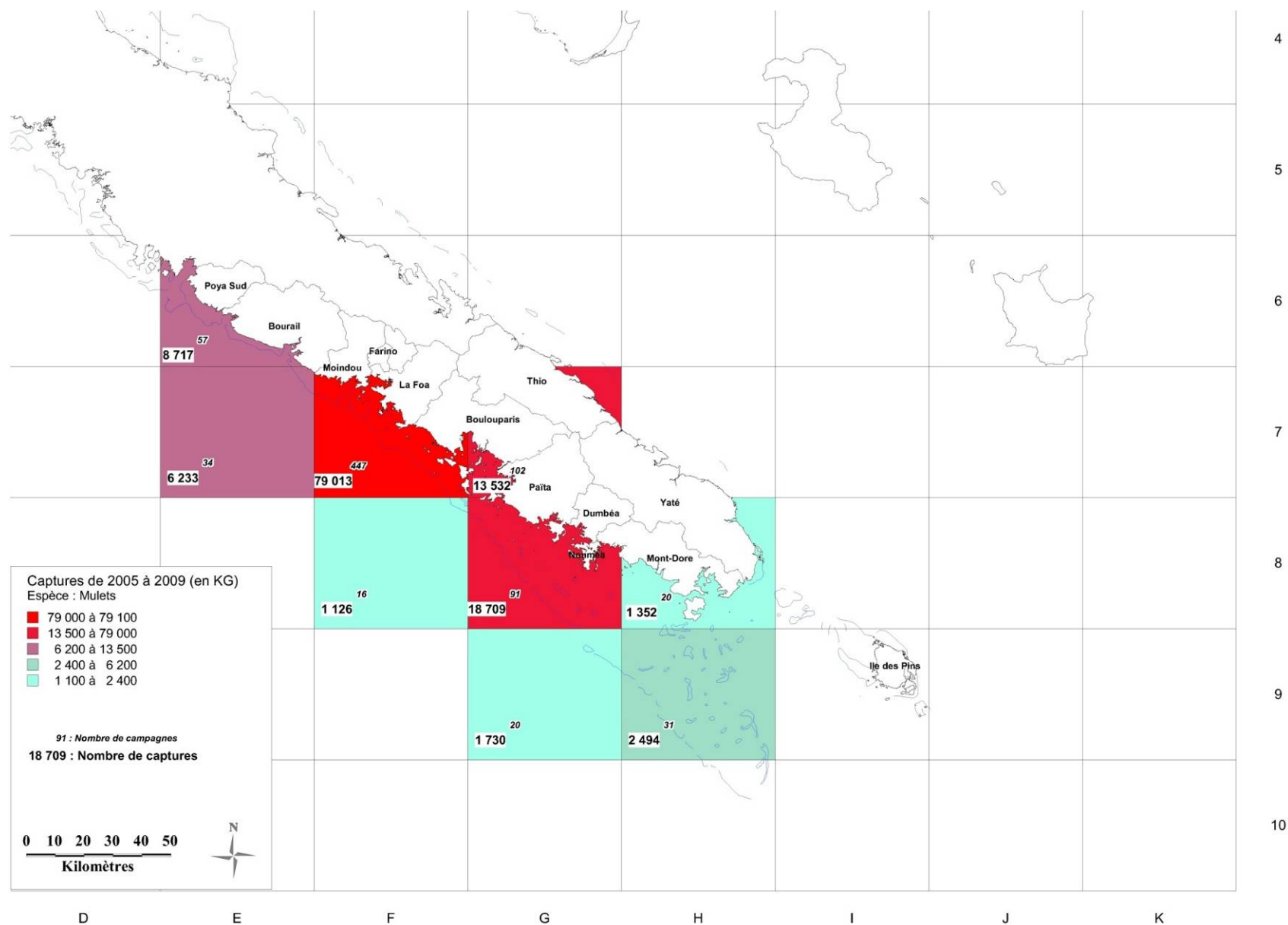


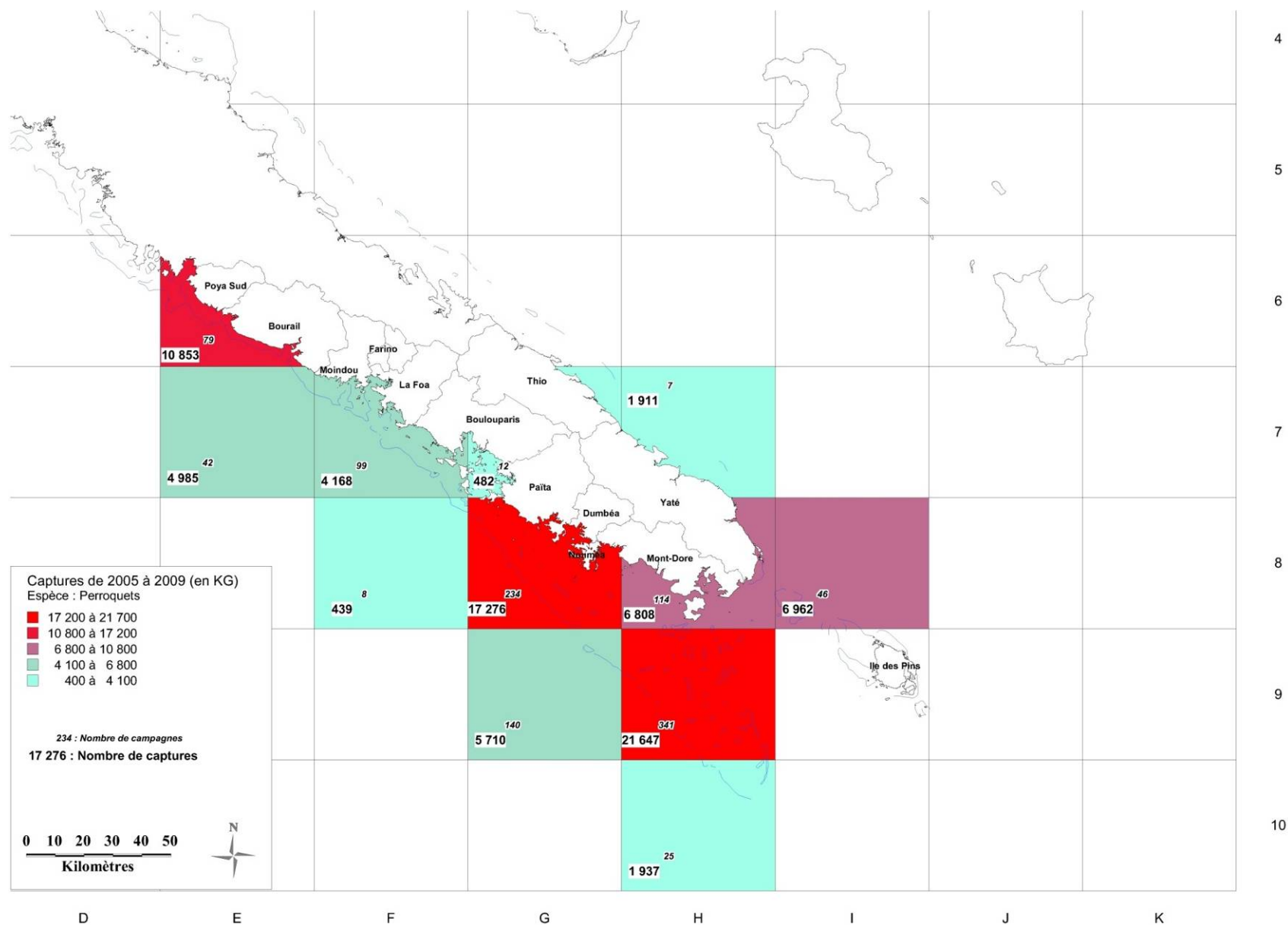


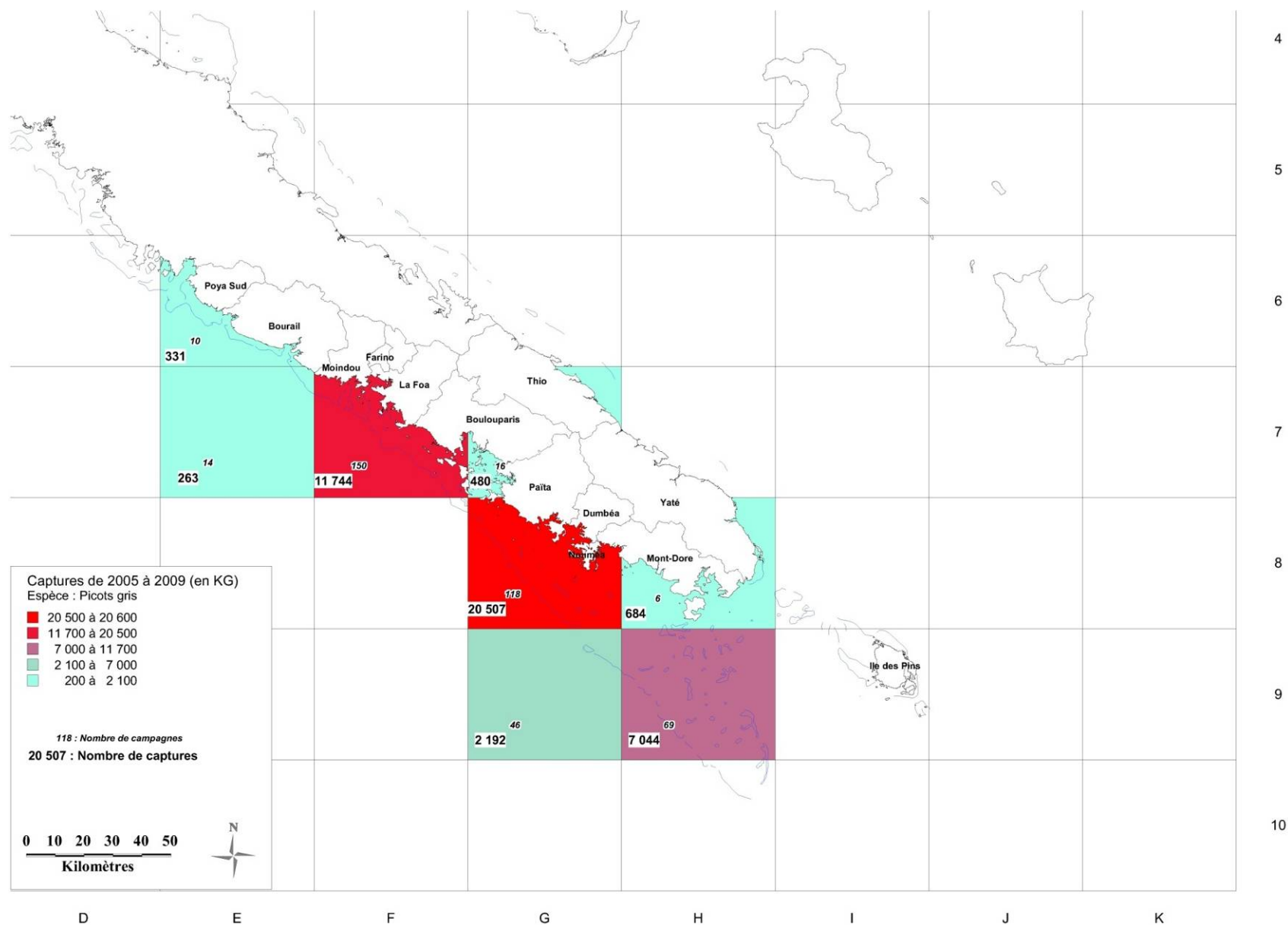


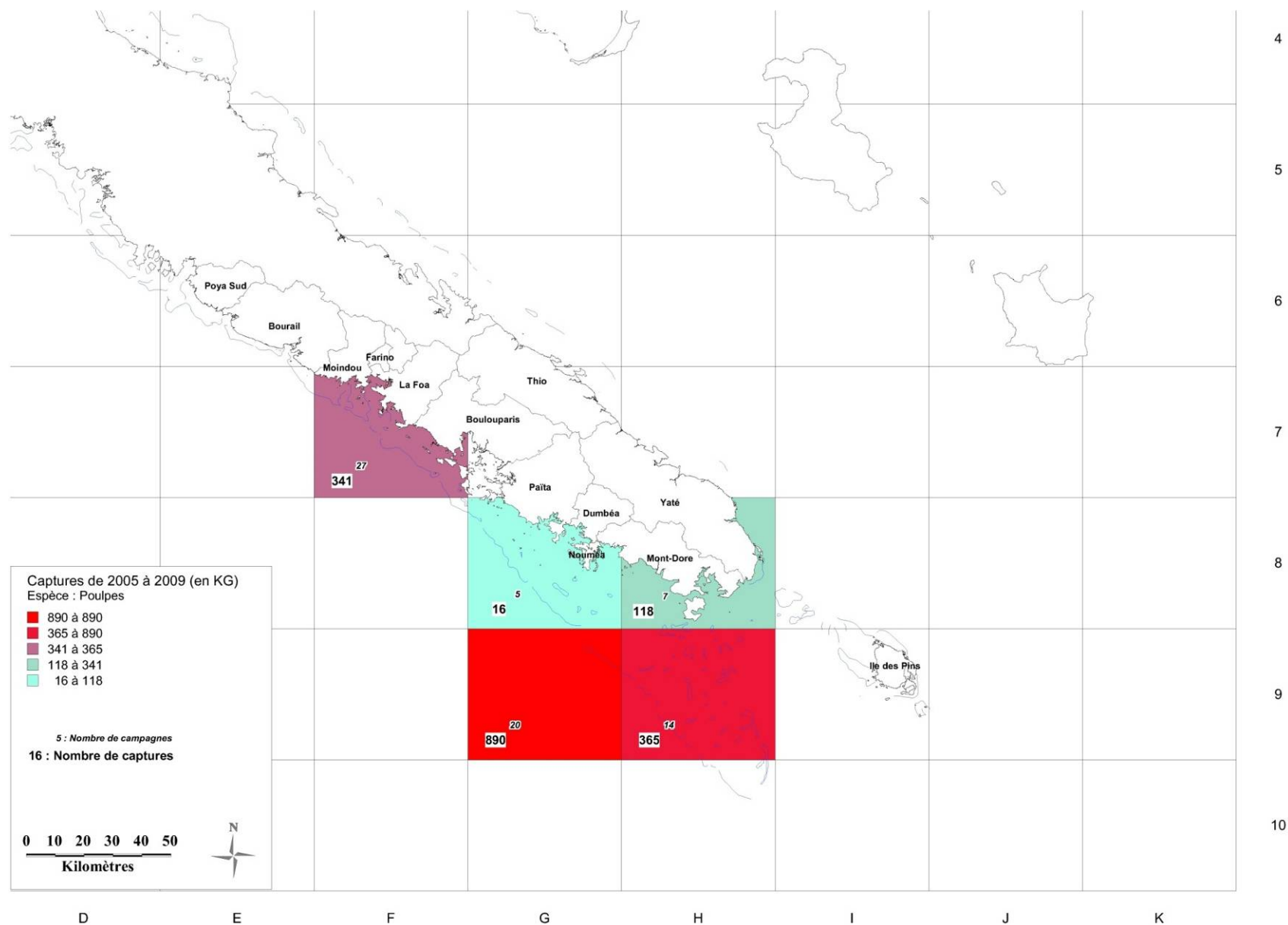


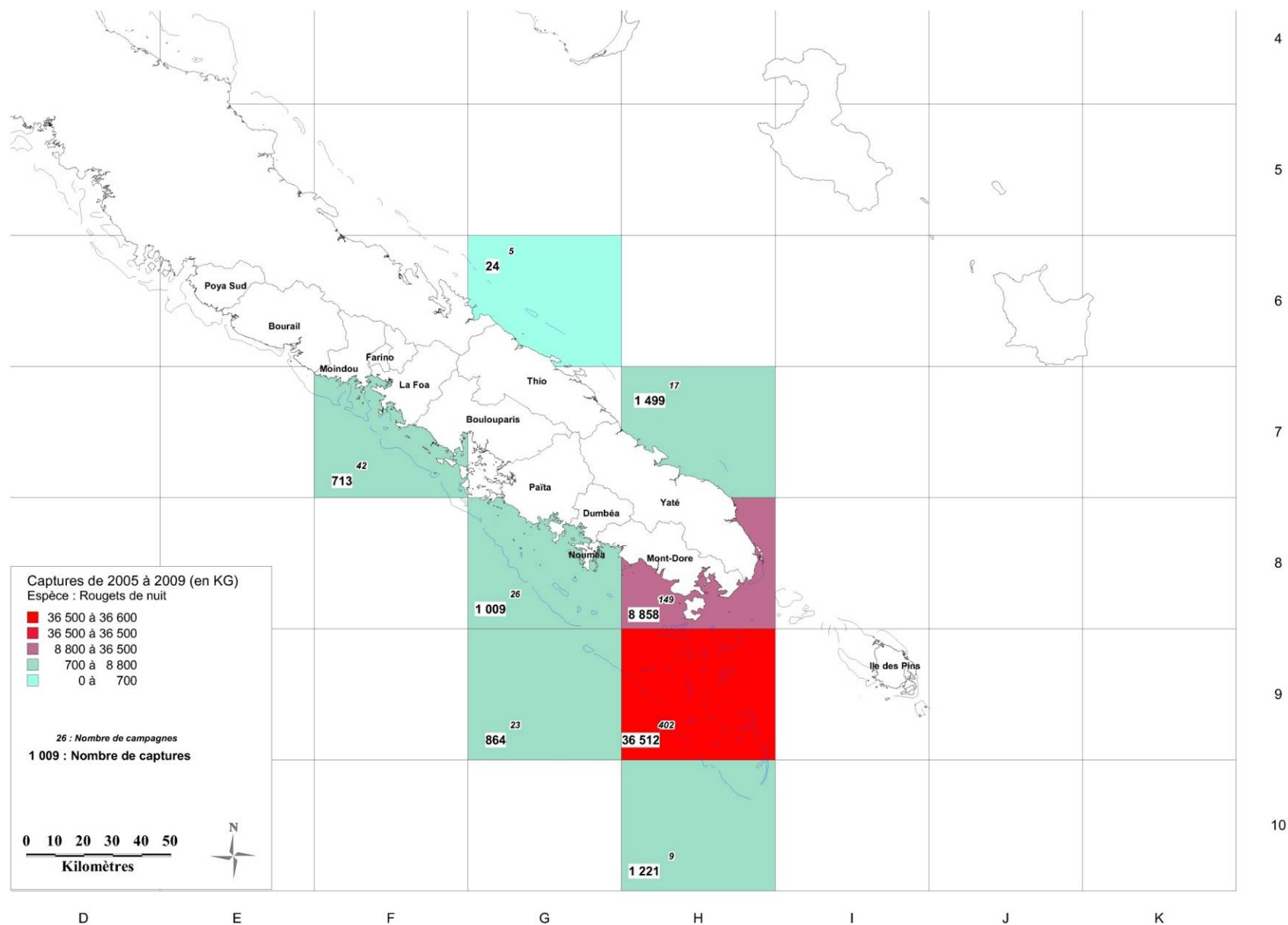


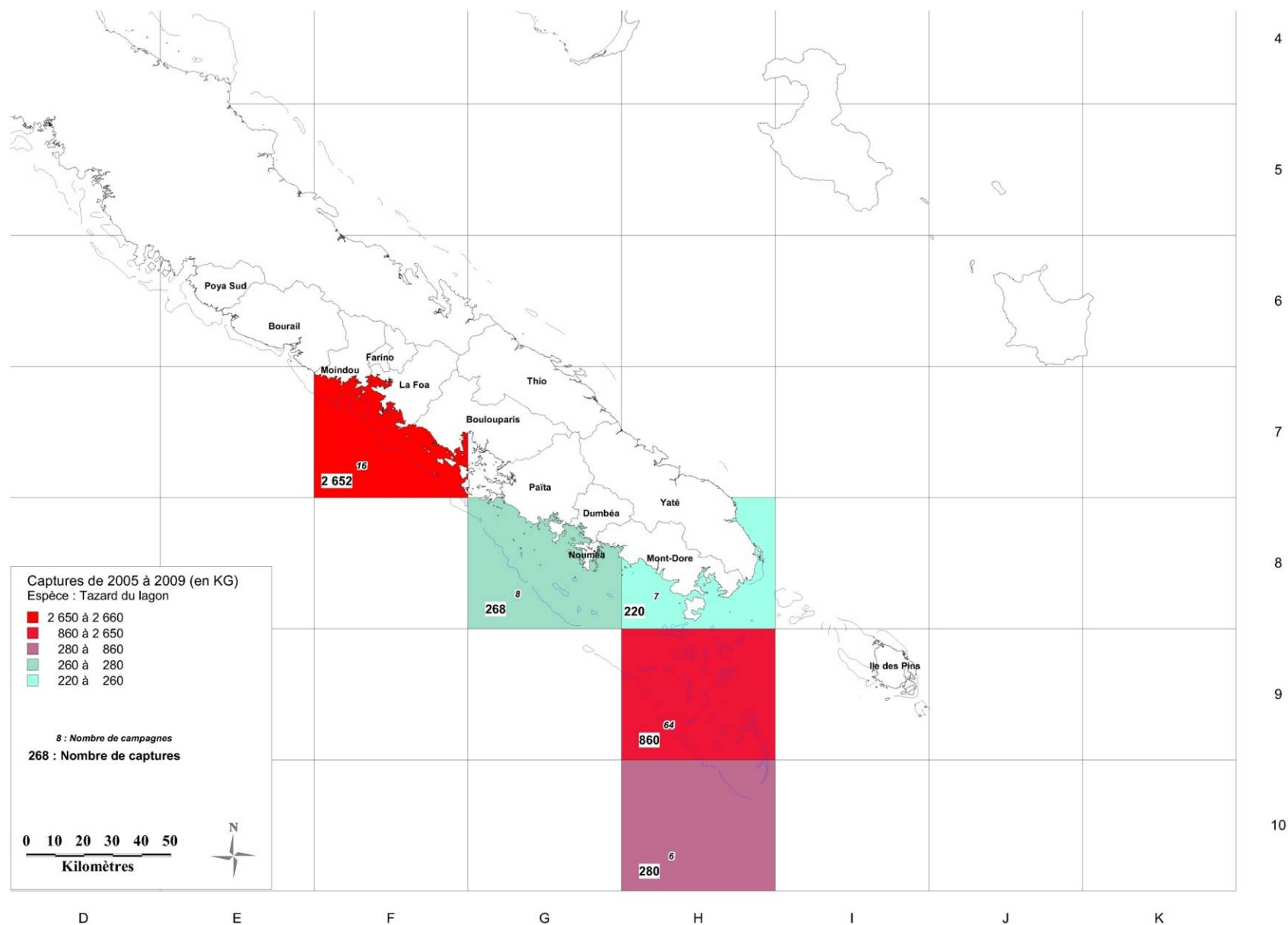


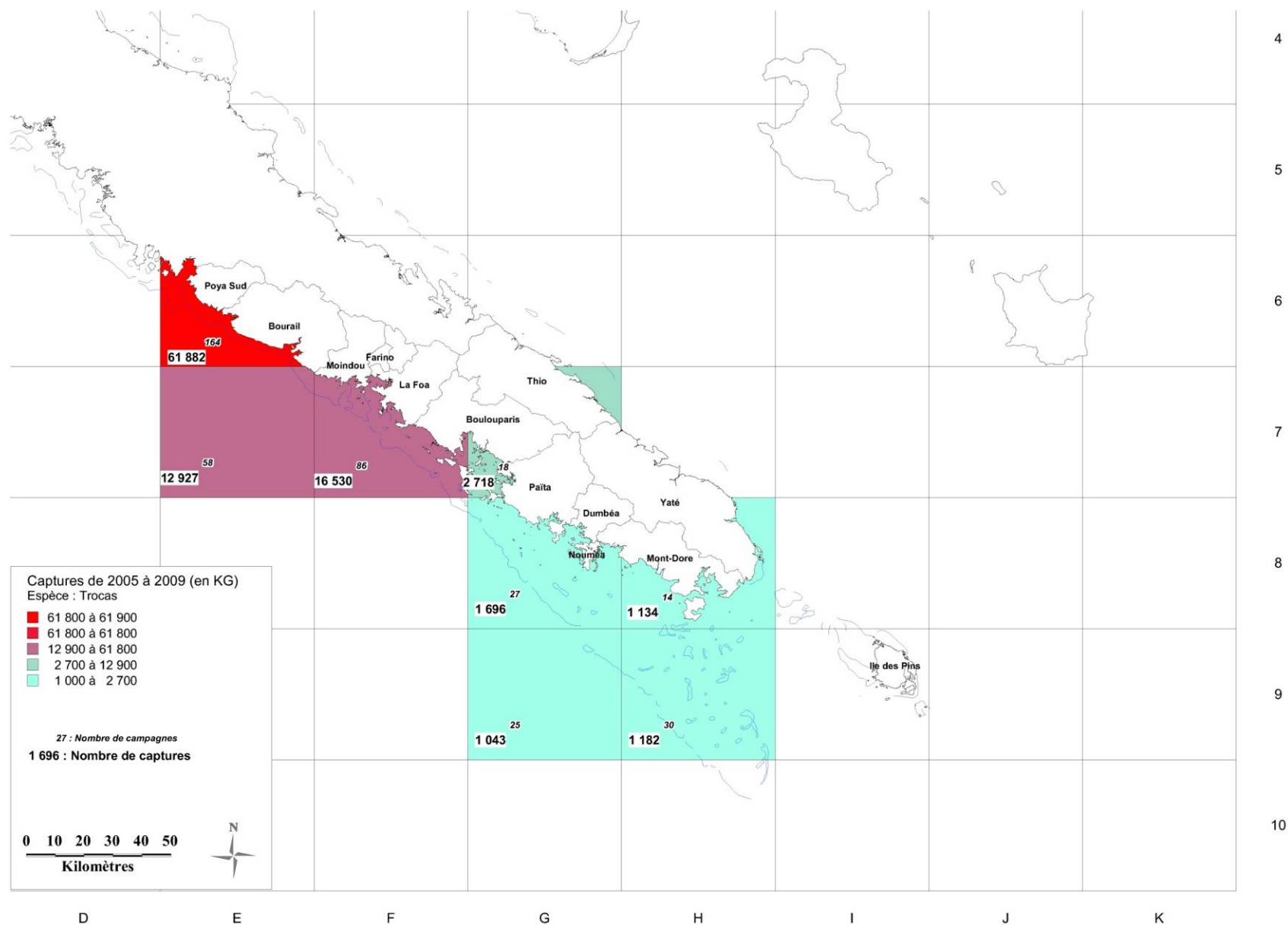


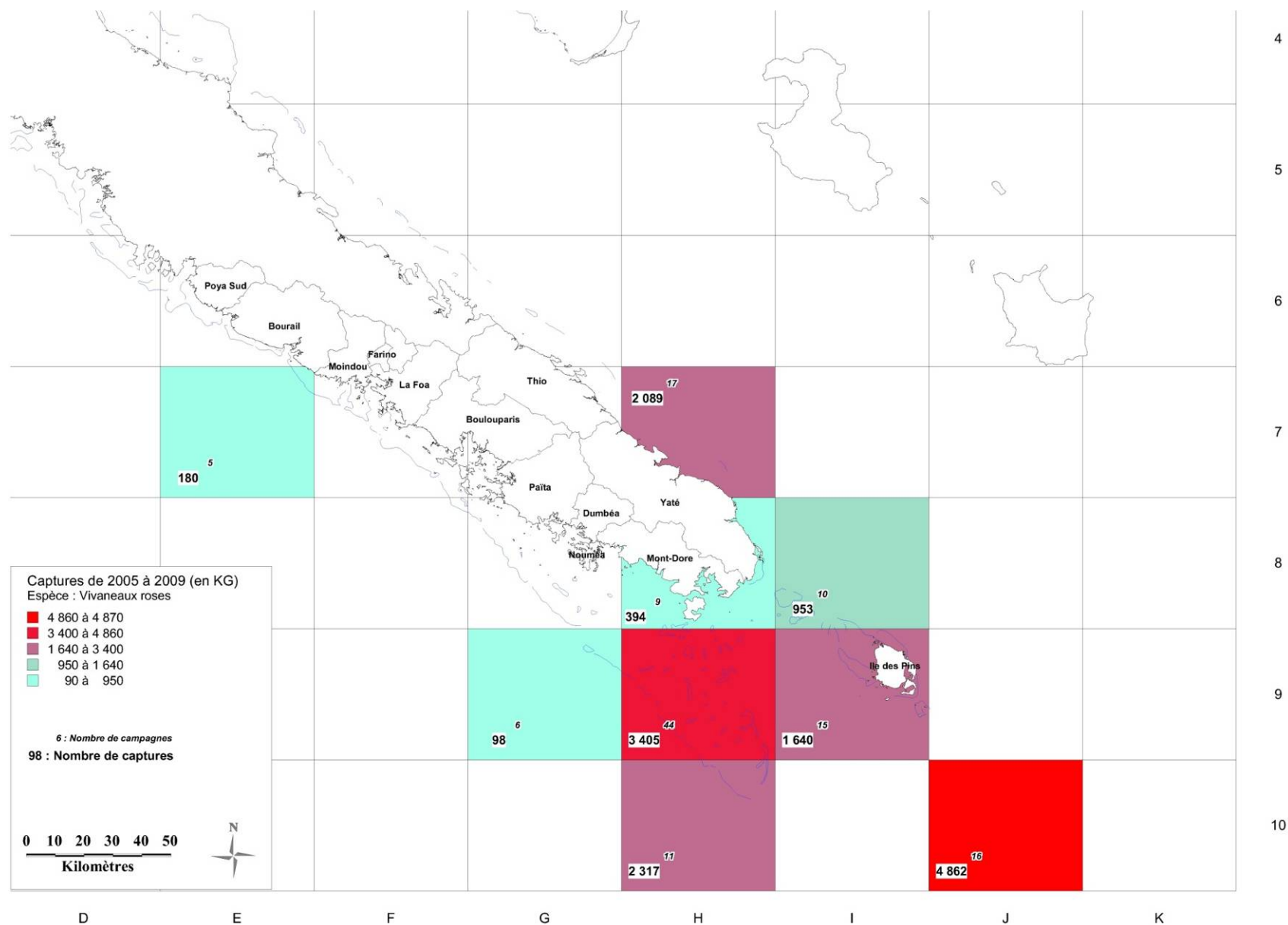


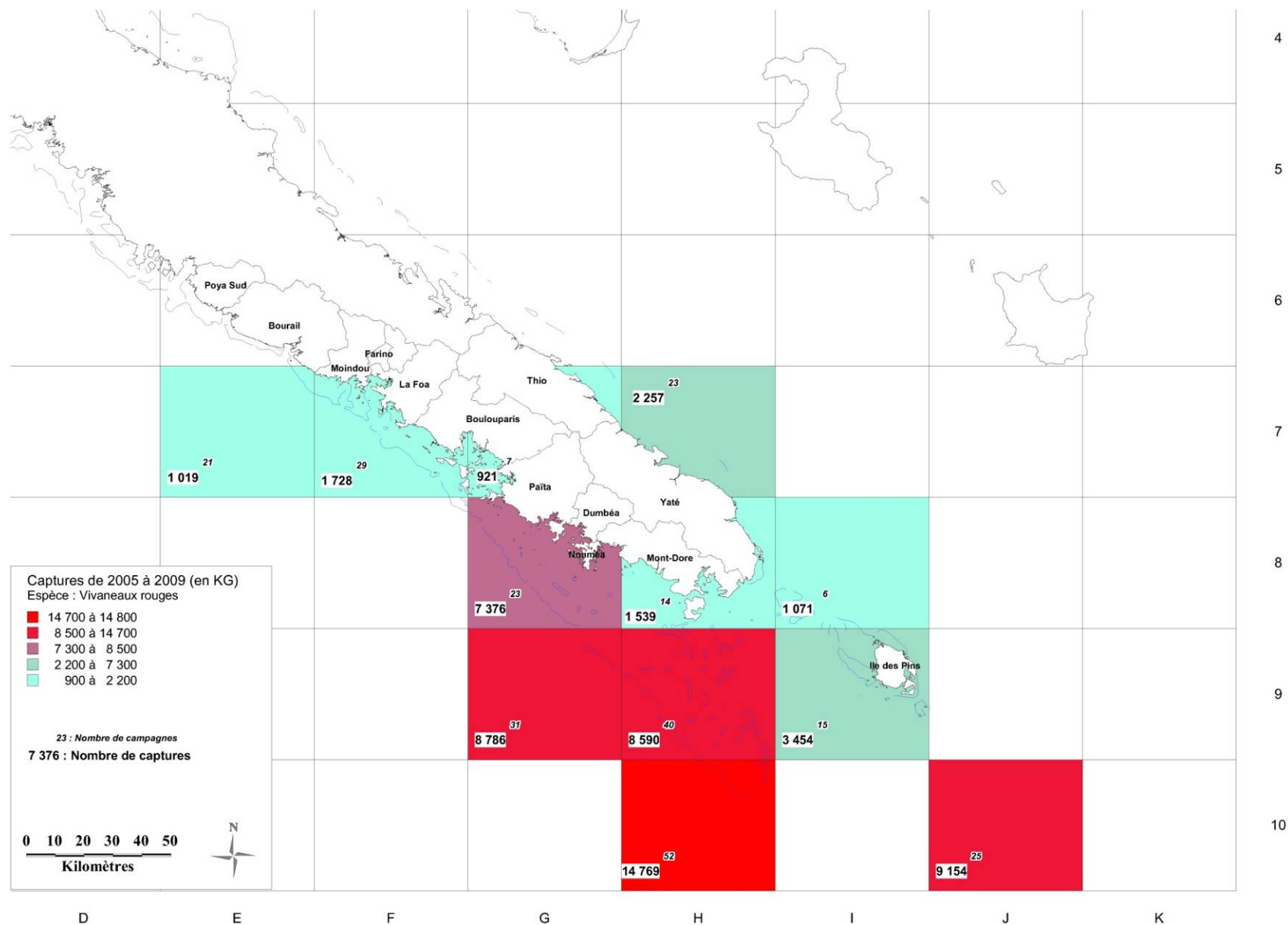






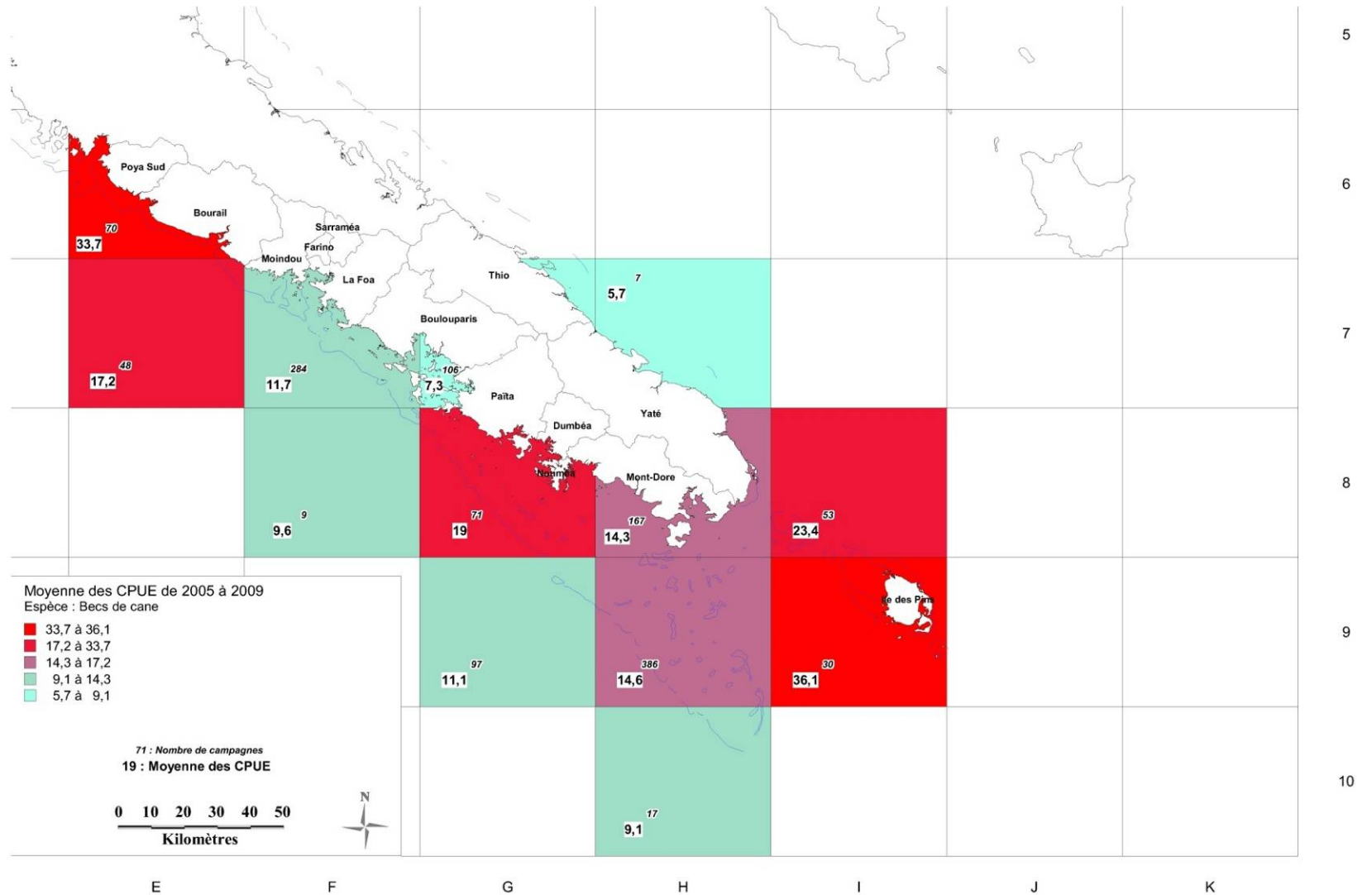


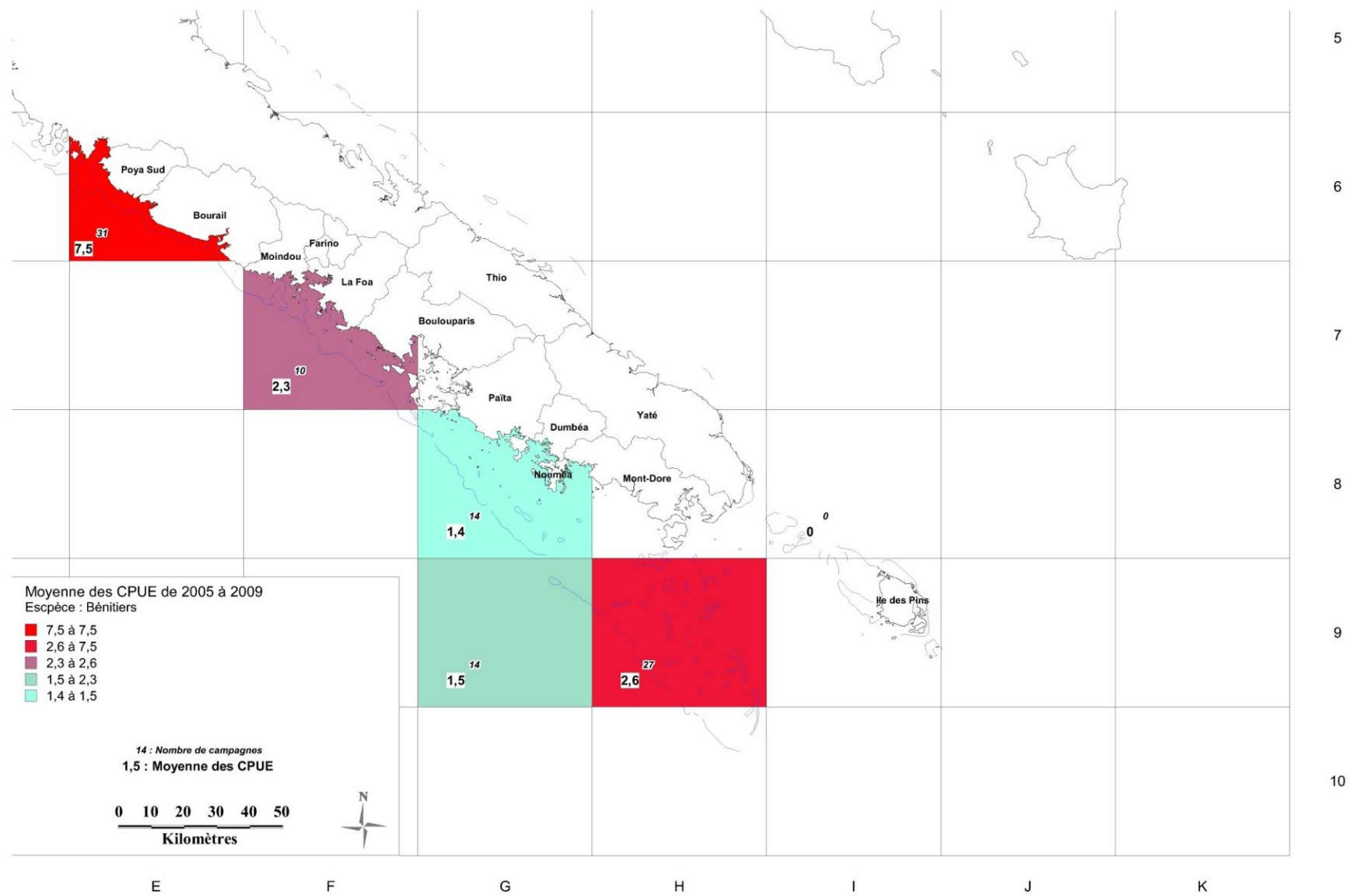


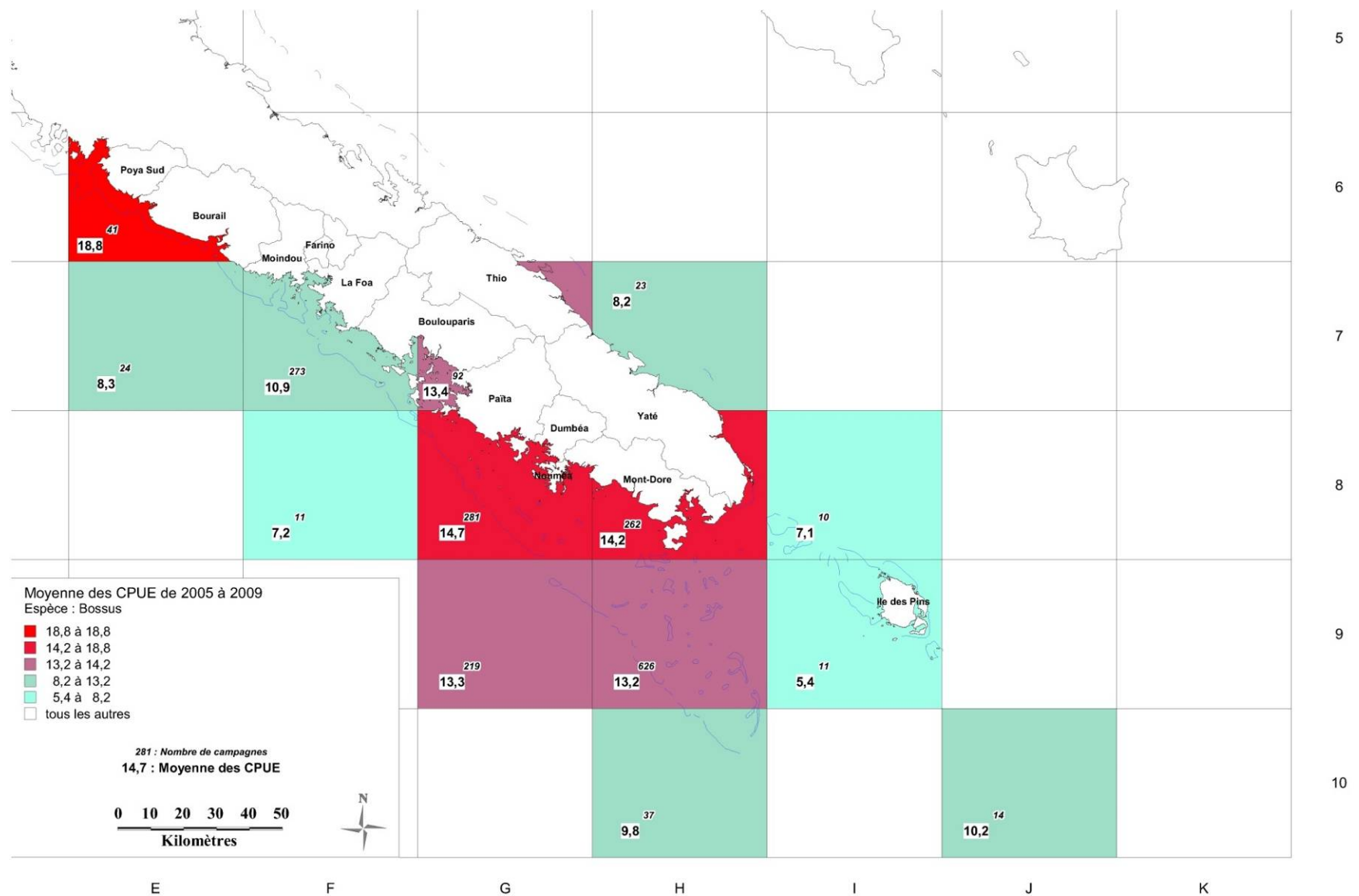


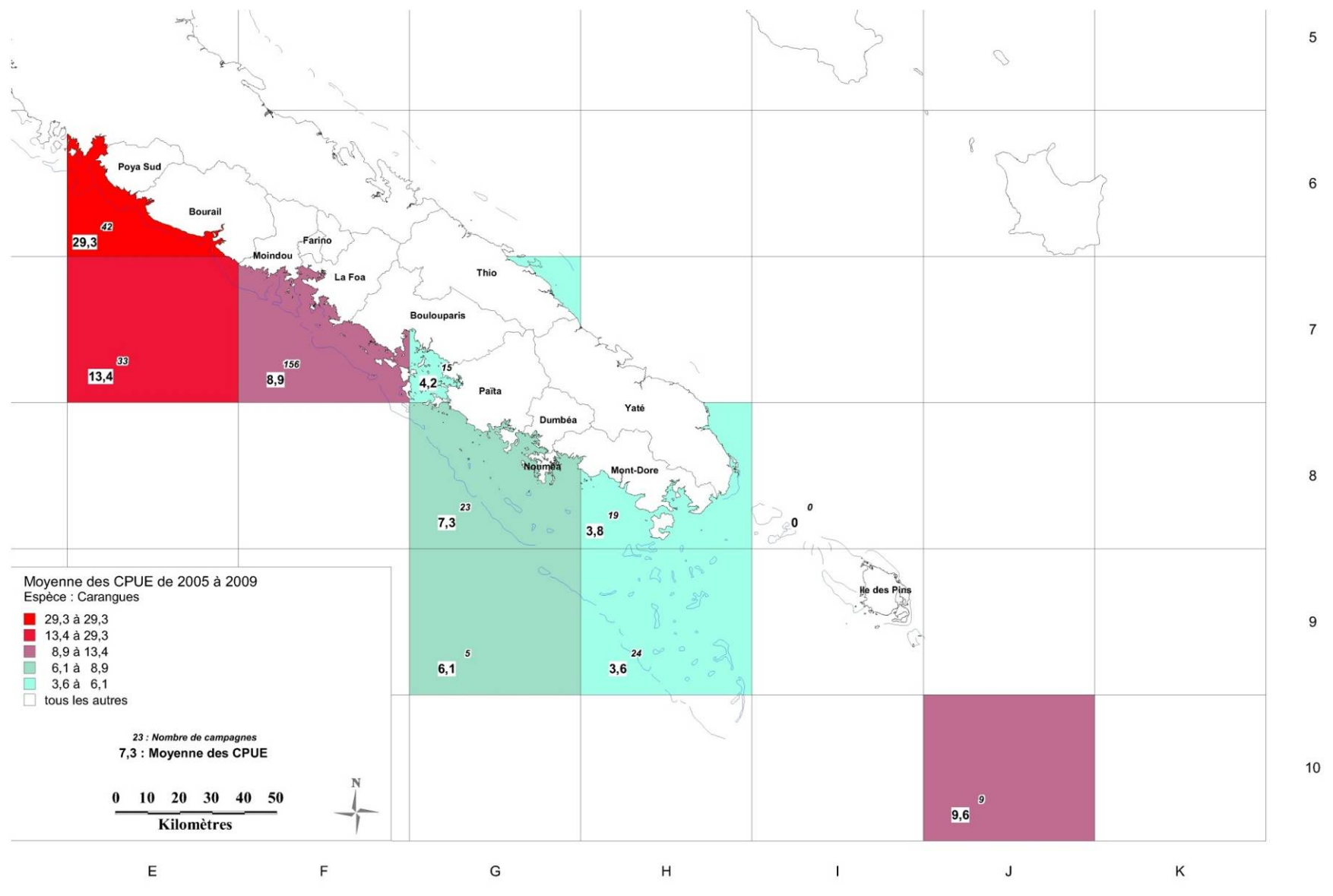
ANNEXE 4

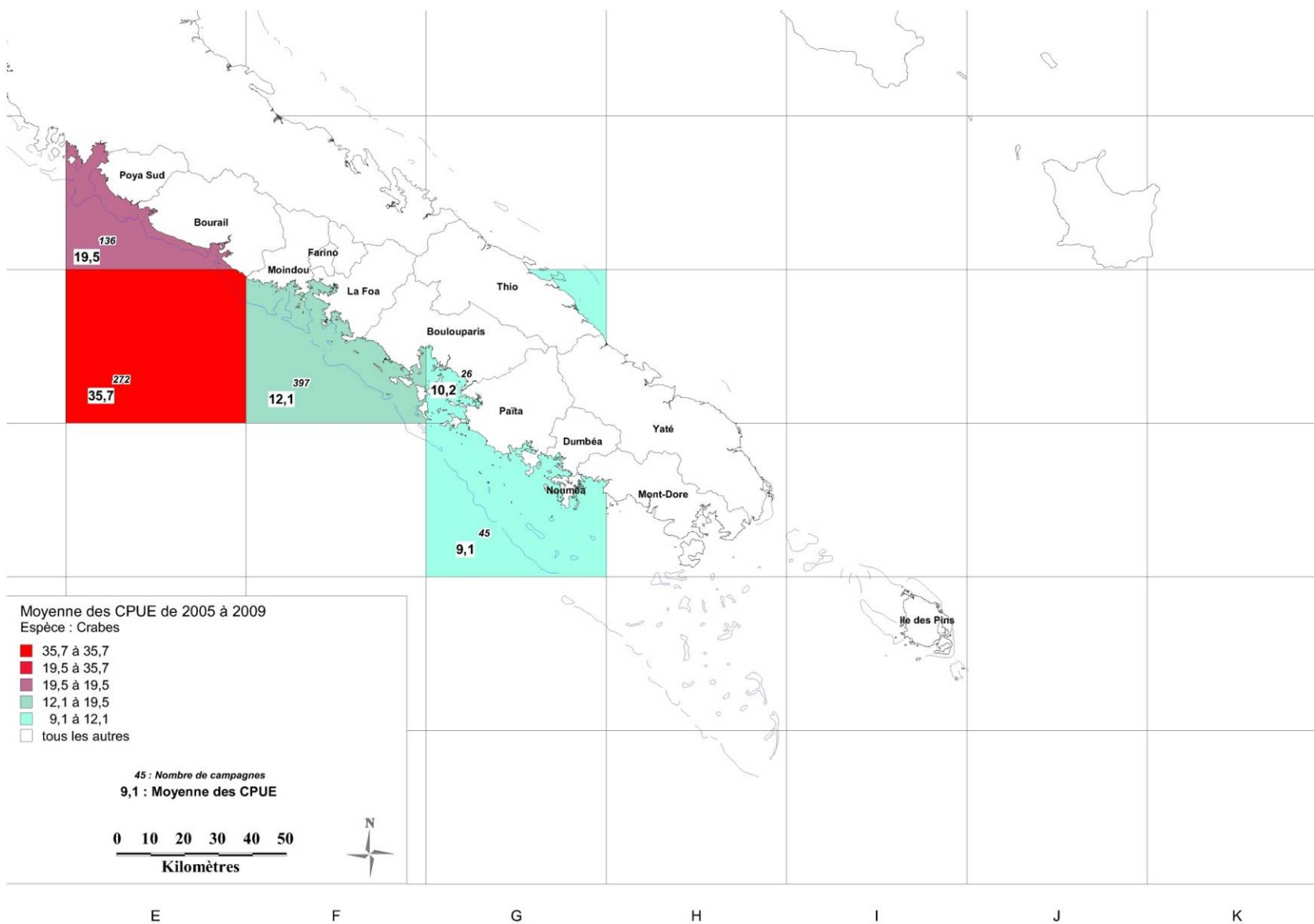
Représentation cartographique de l'hétérogénéité spatiale des CPUE (kg/jour de pêche/pêcheur, moyenne sur les 5 dernières années), pour chaque ressource

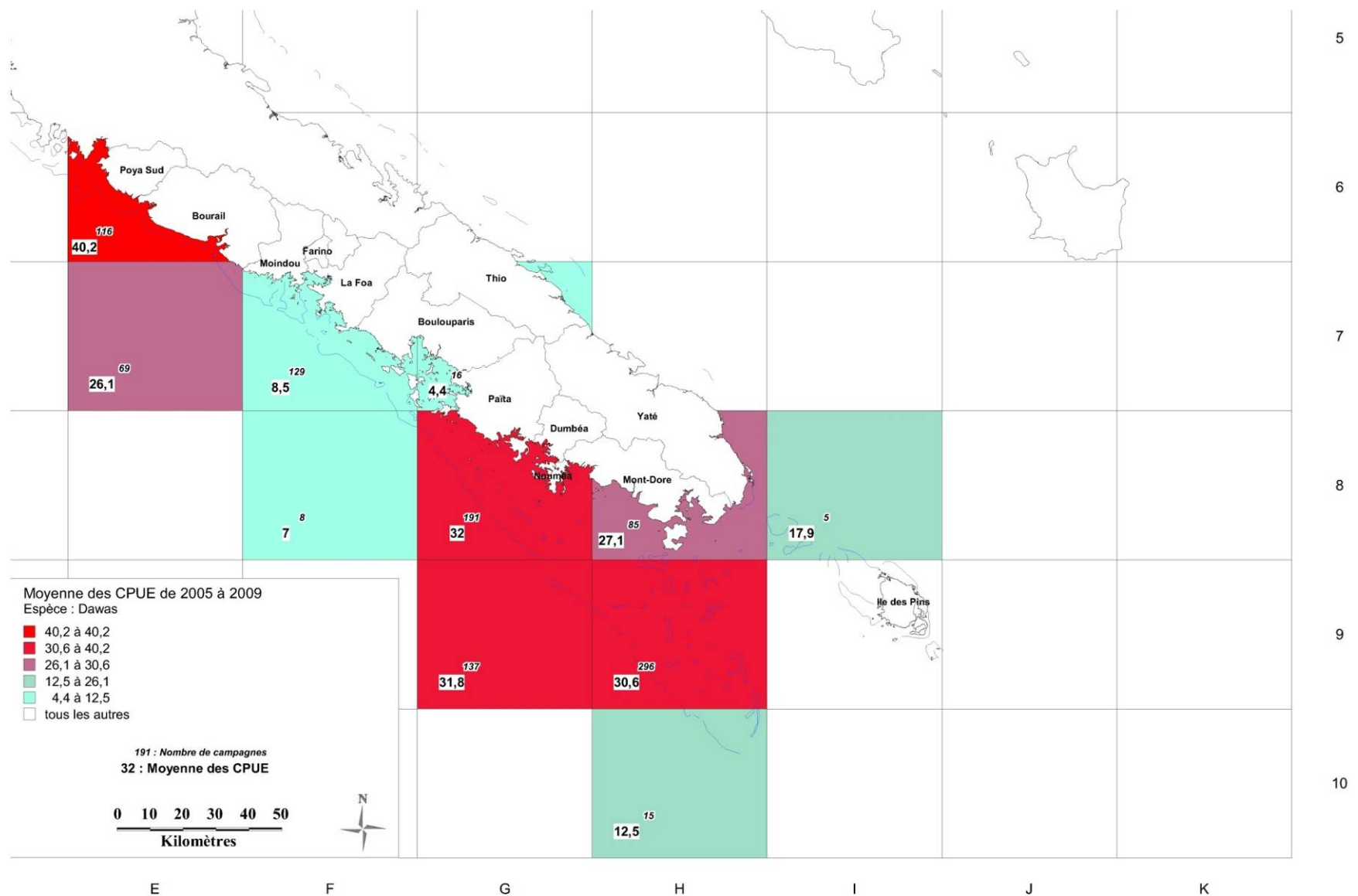


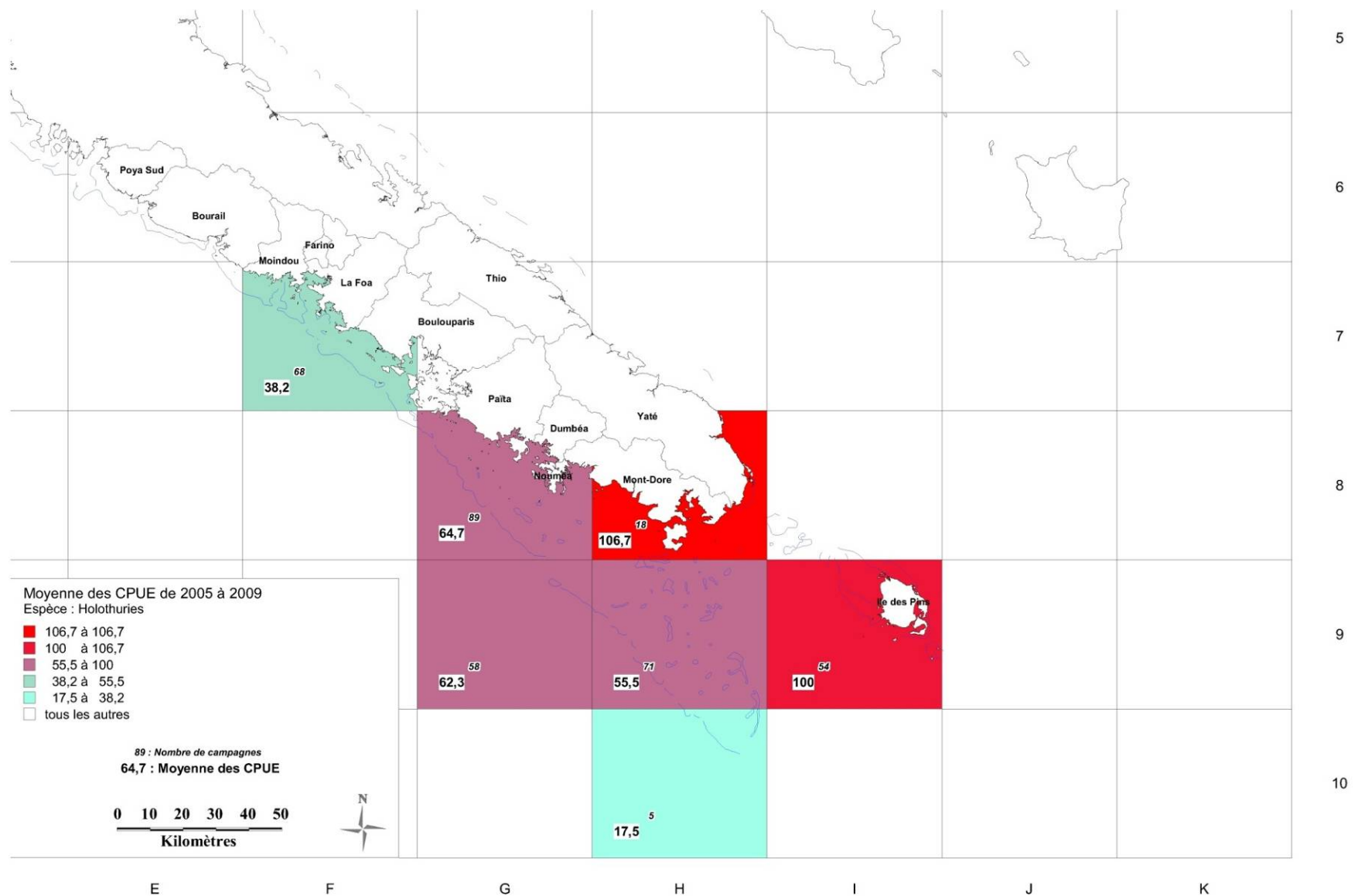


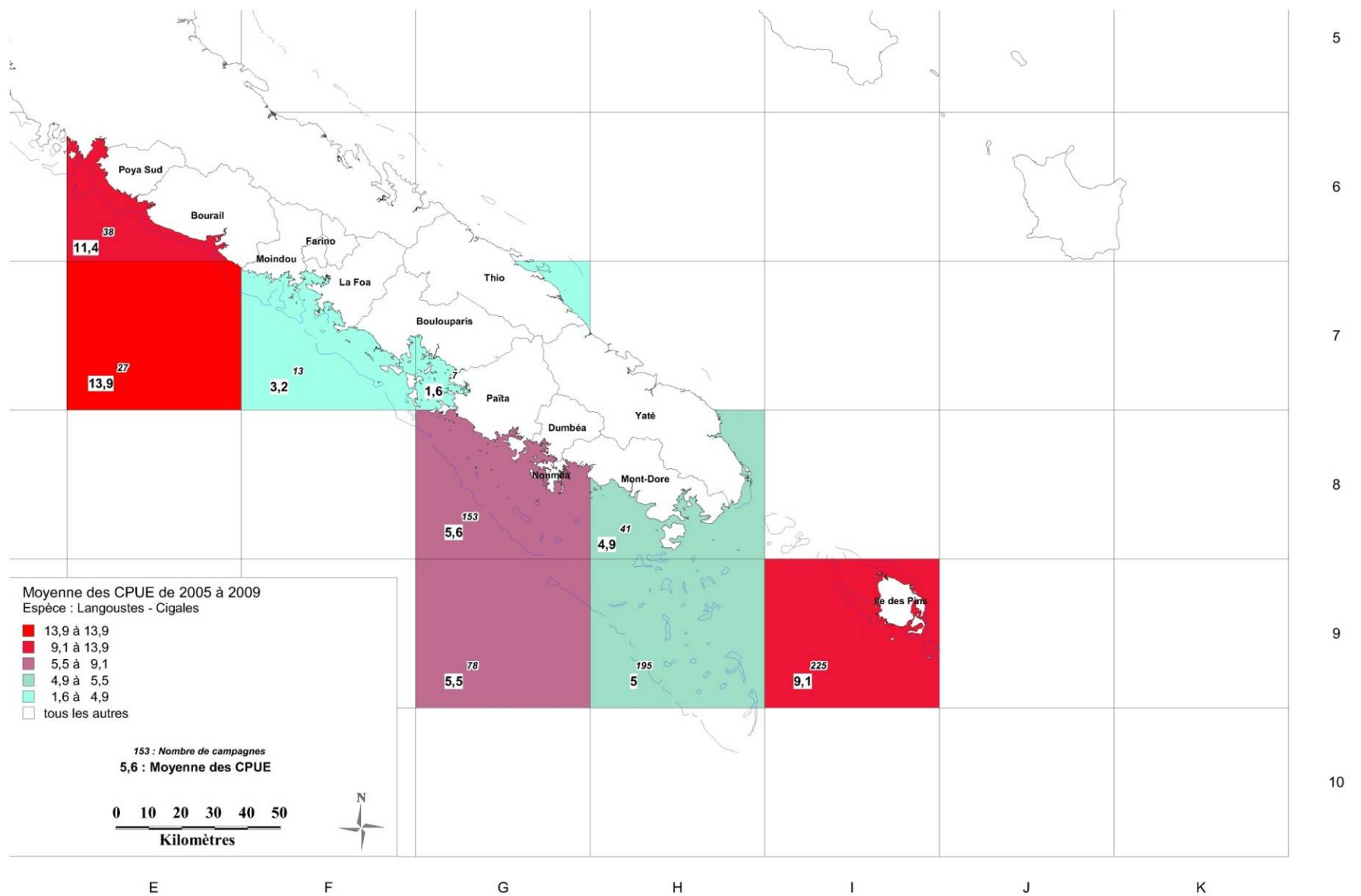


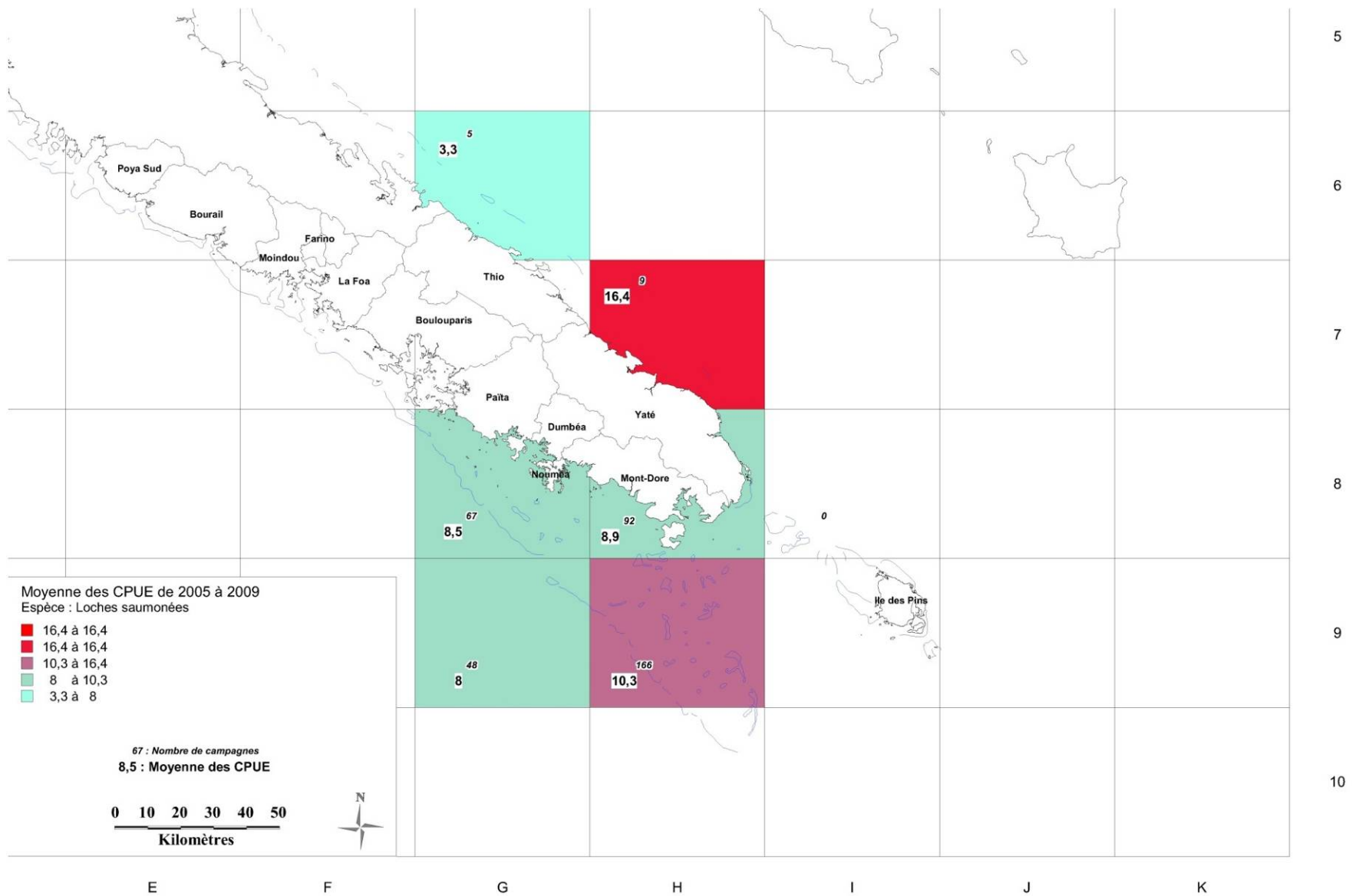


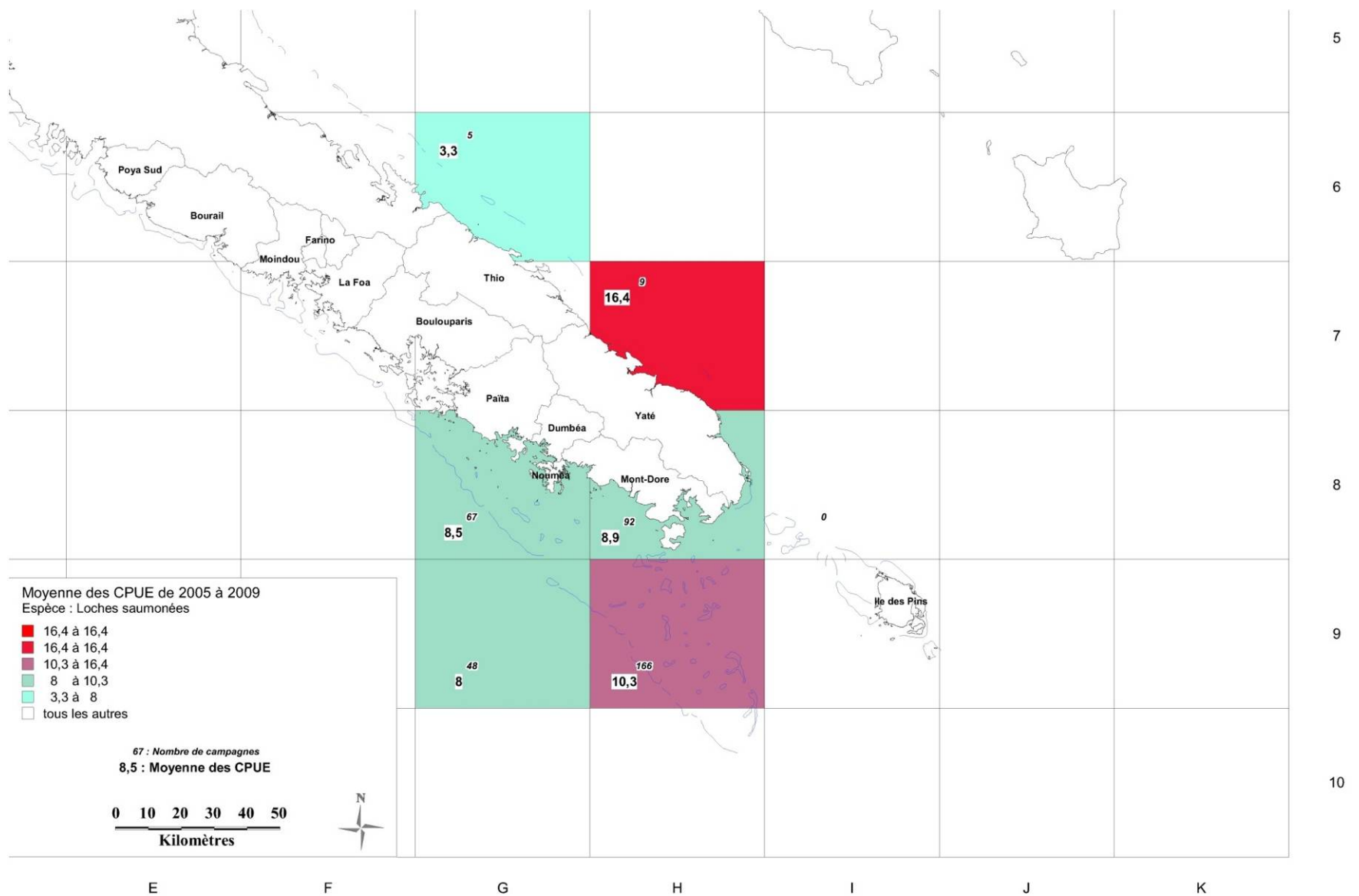


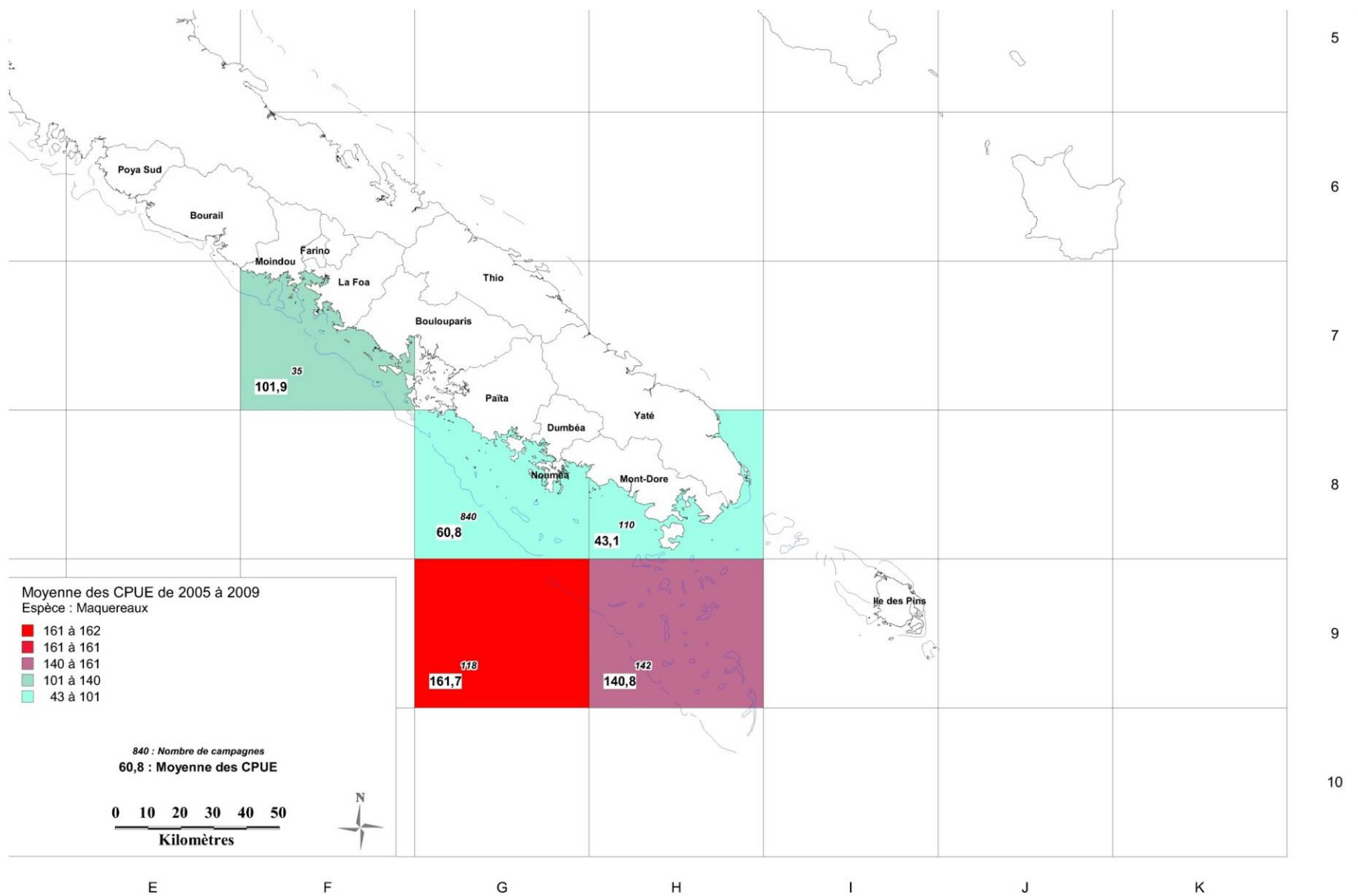


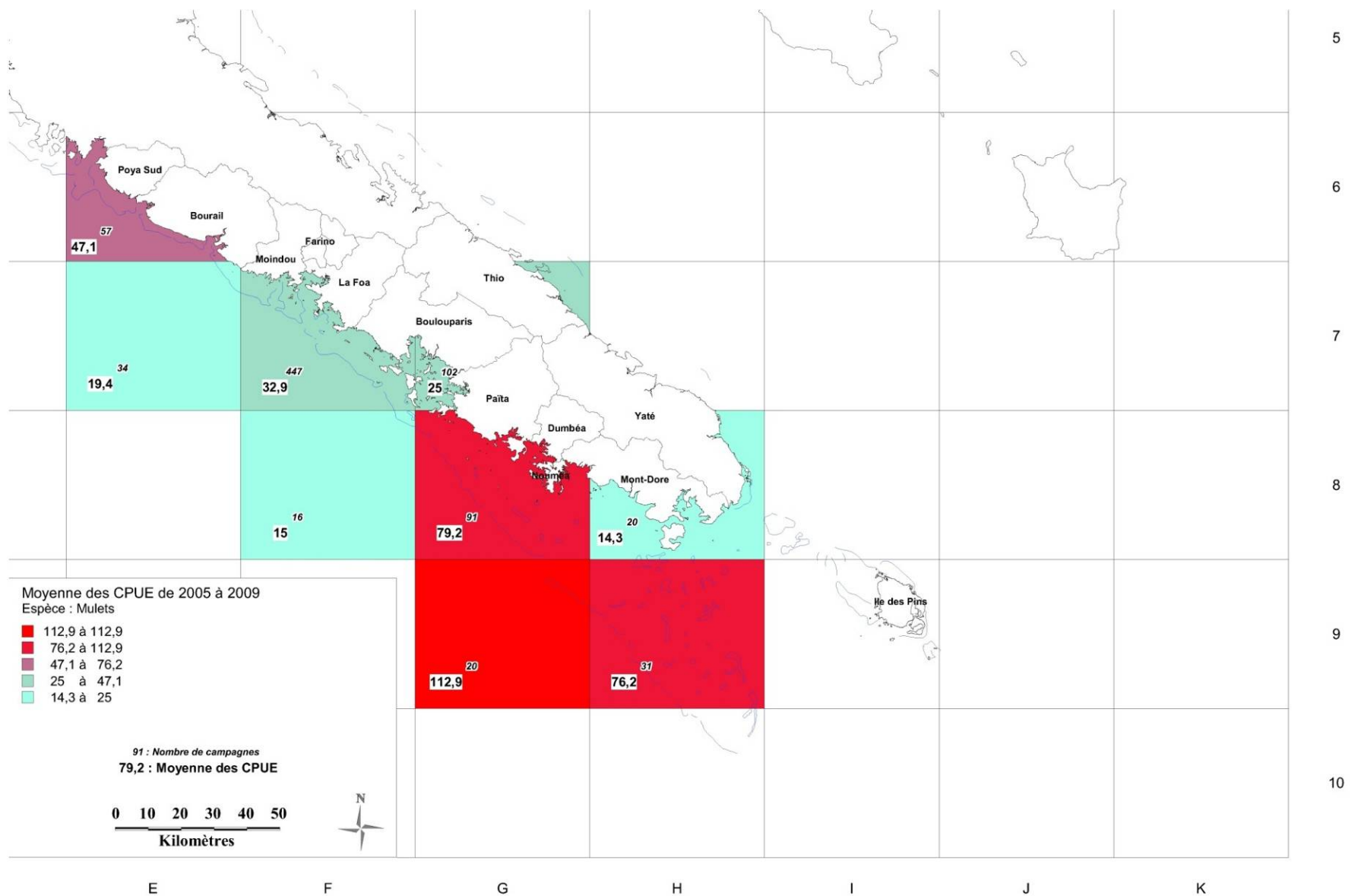


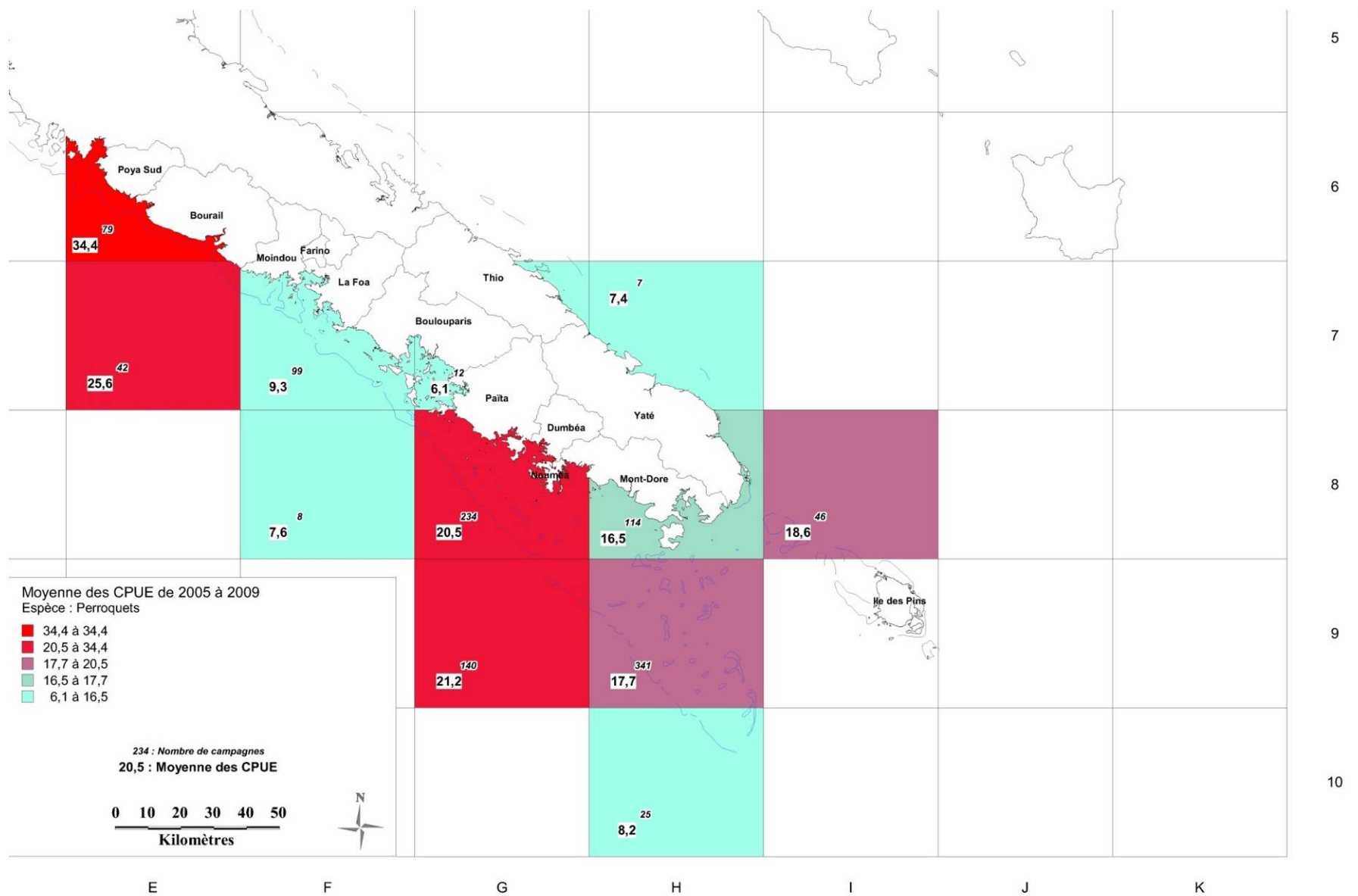


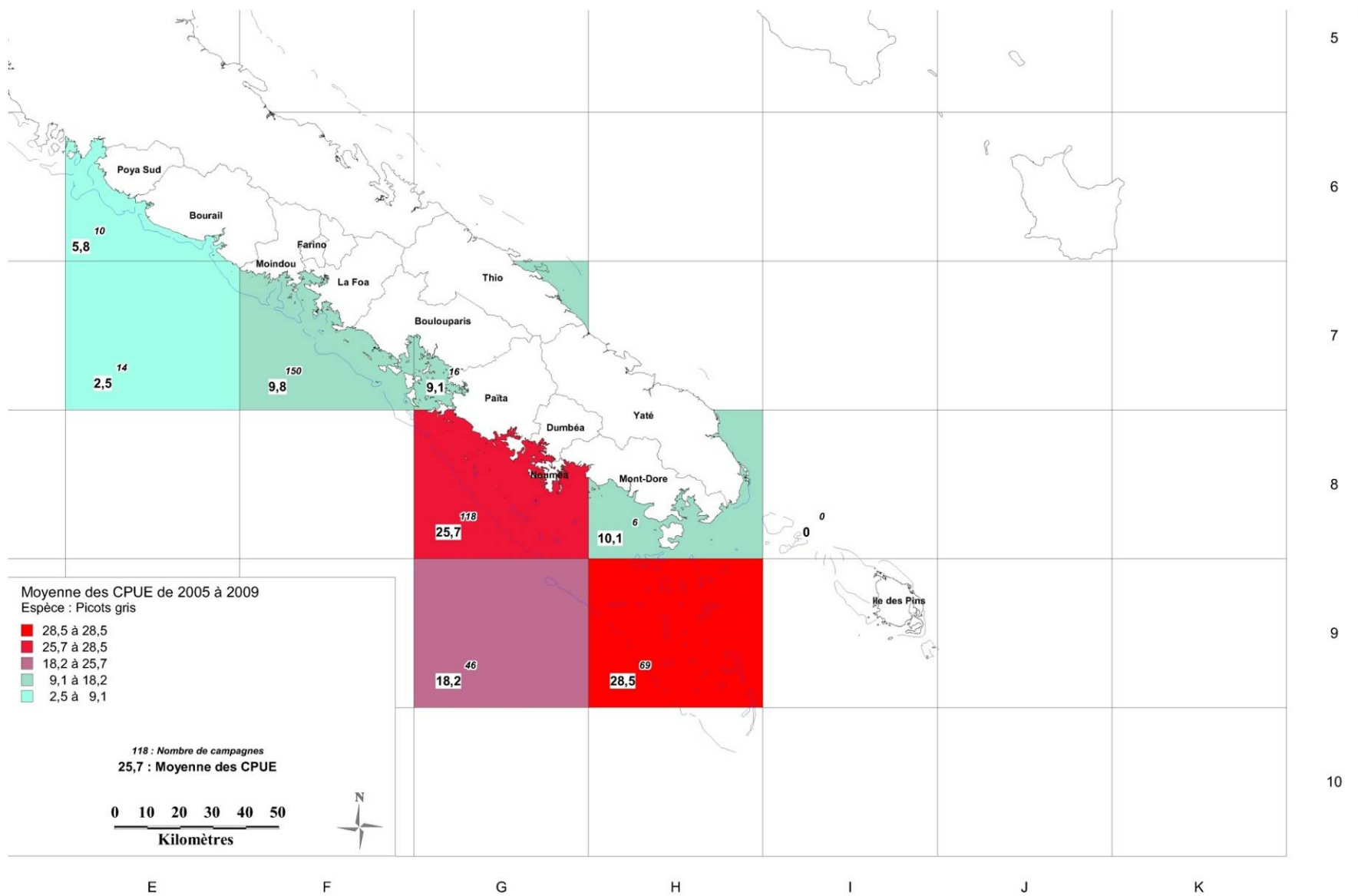


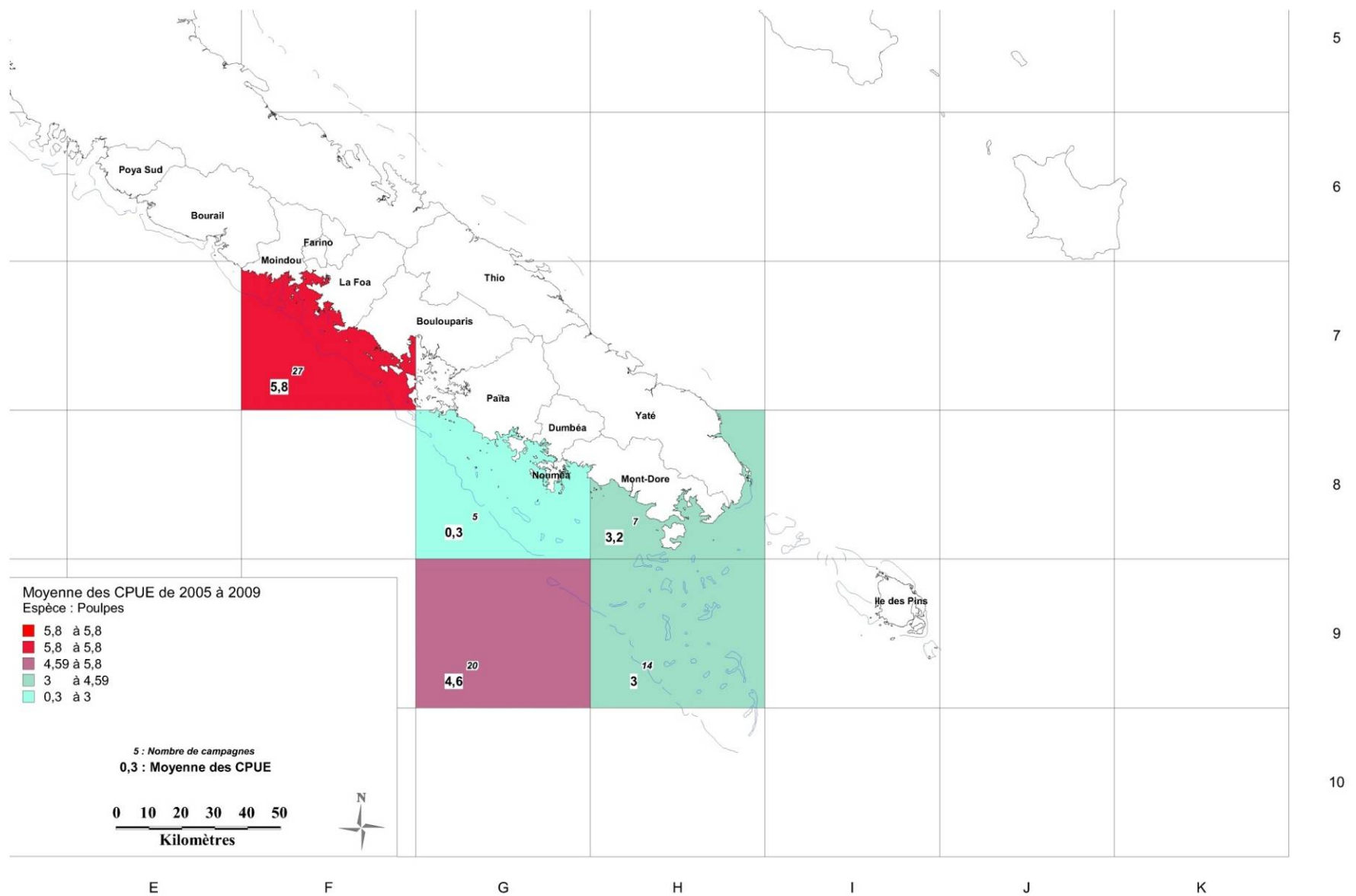


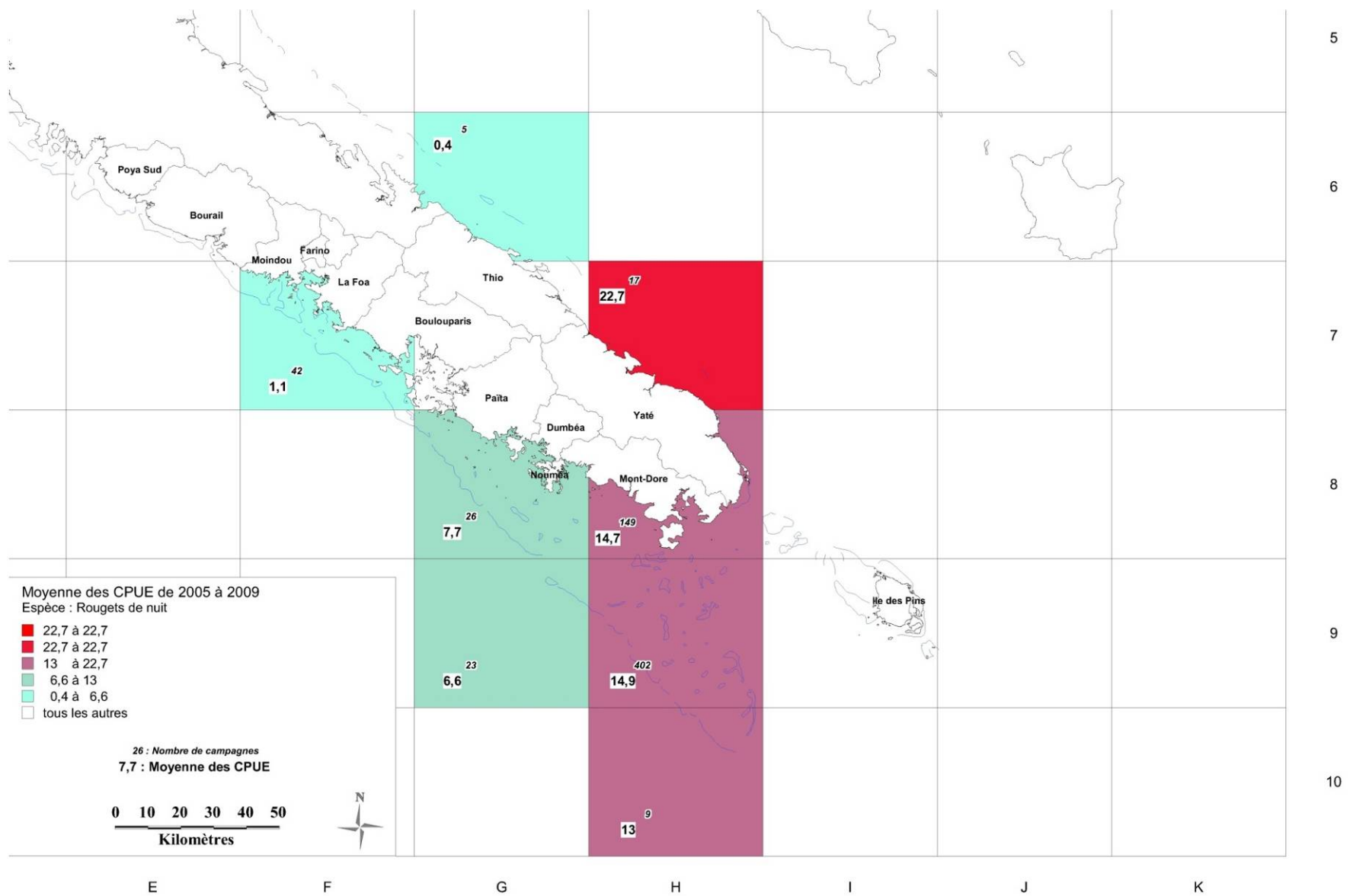


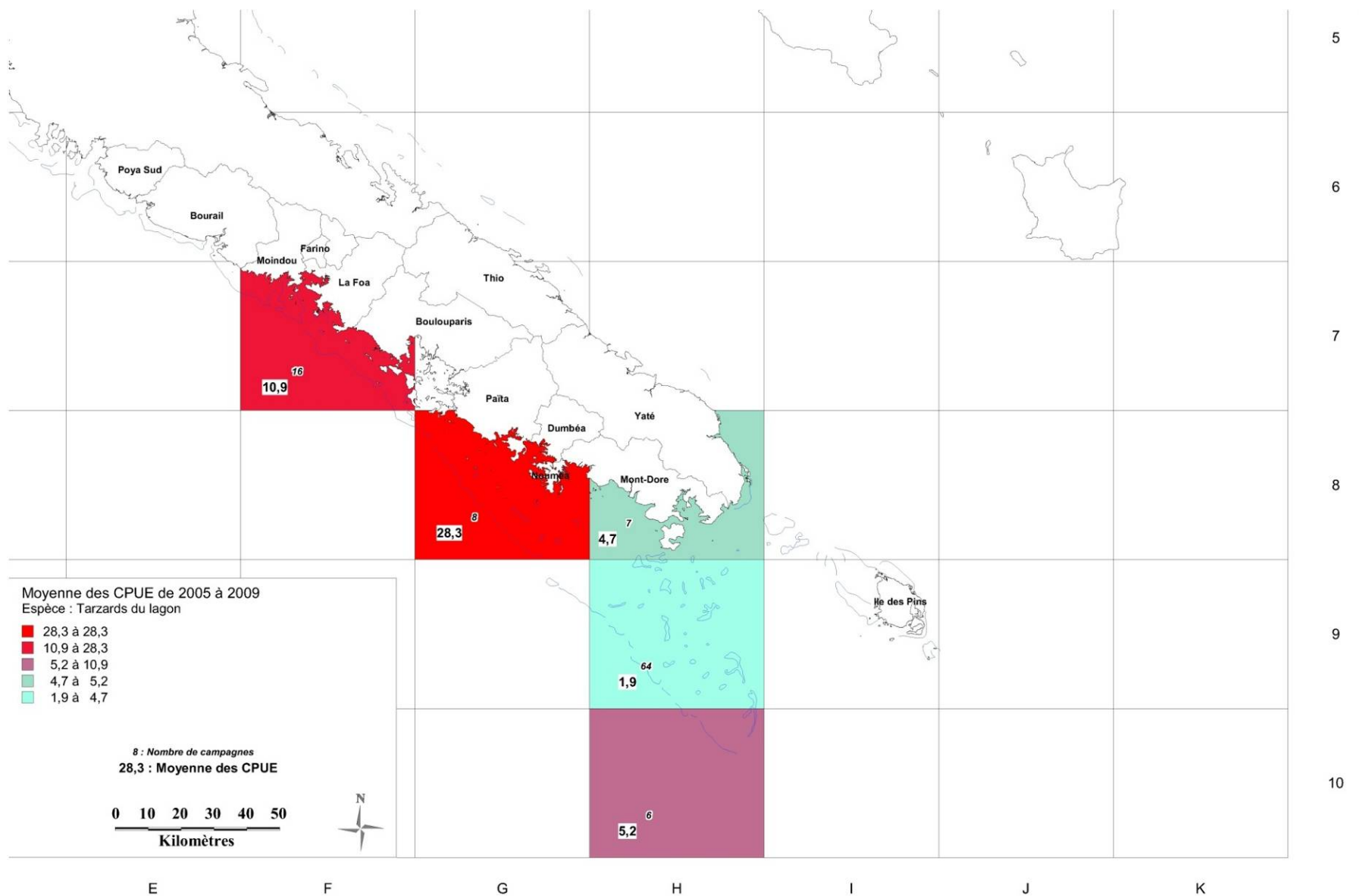


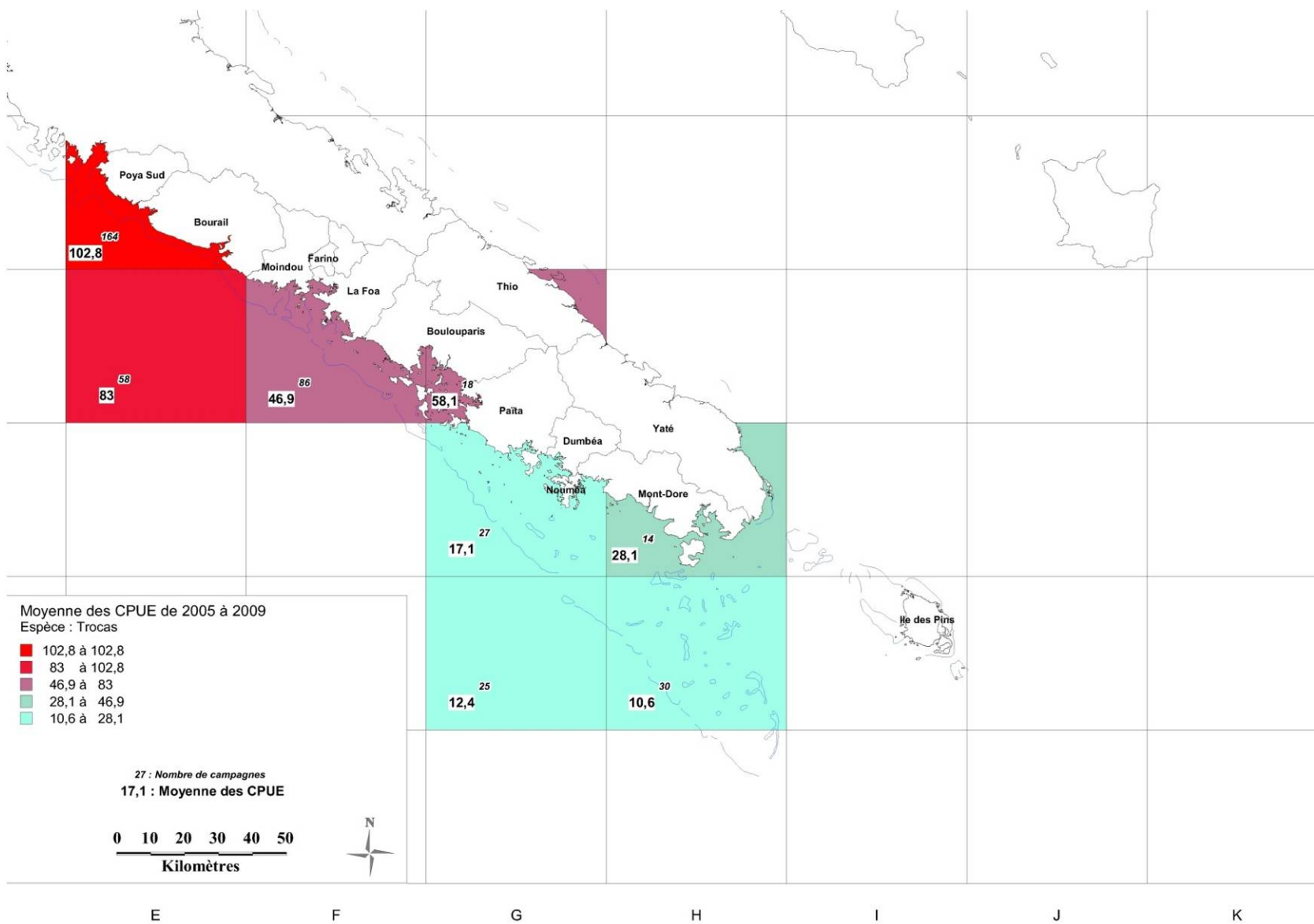


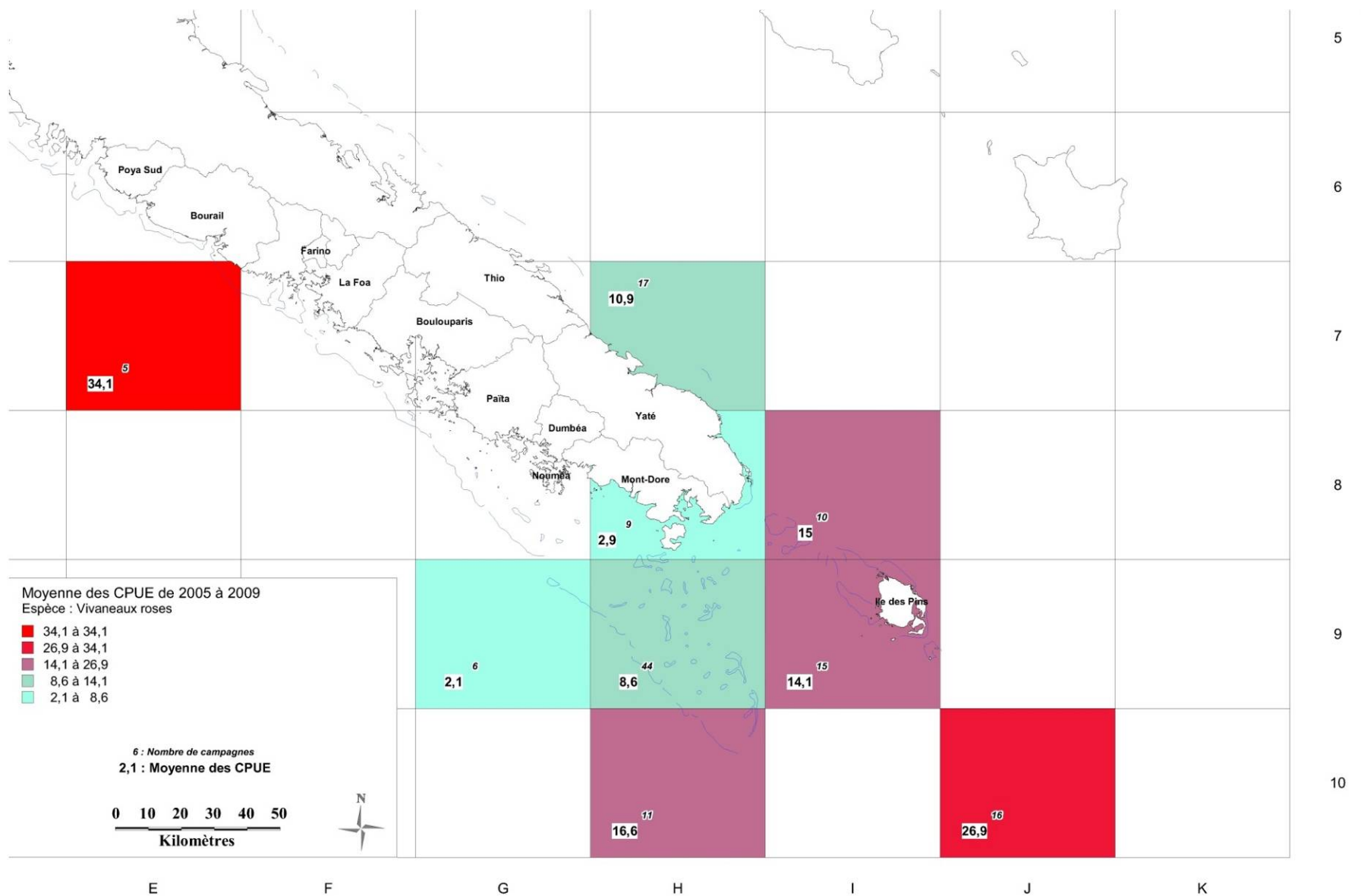


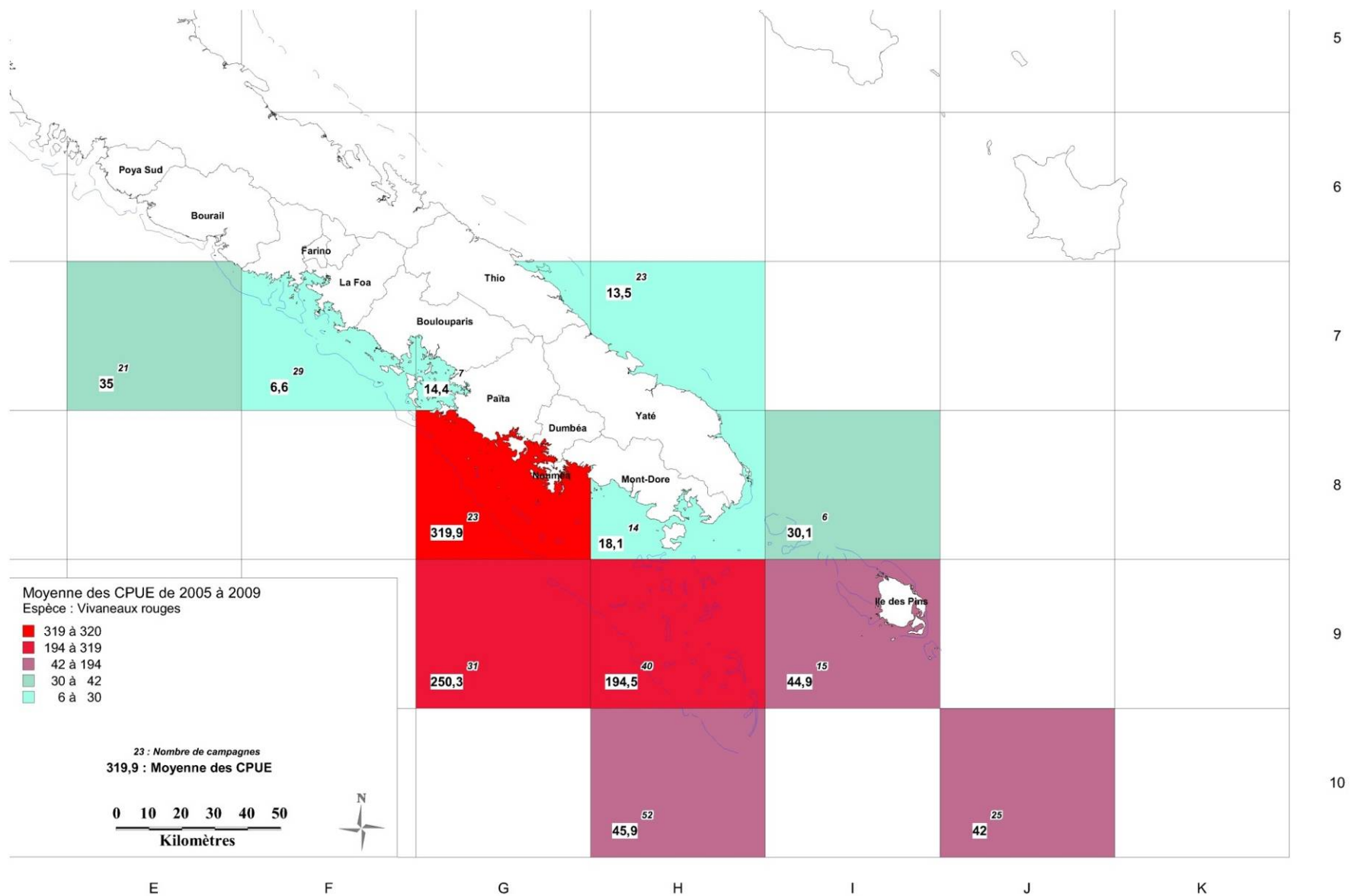










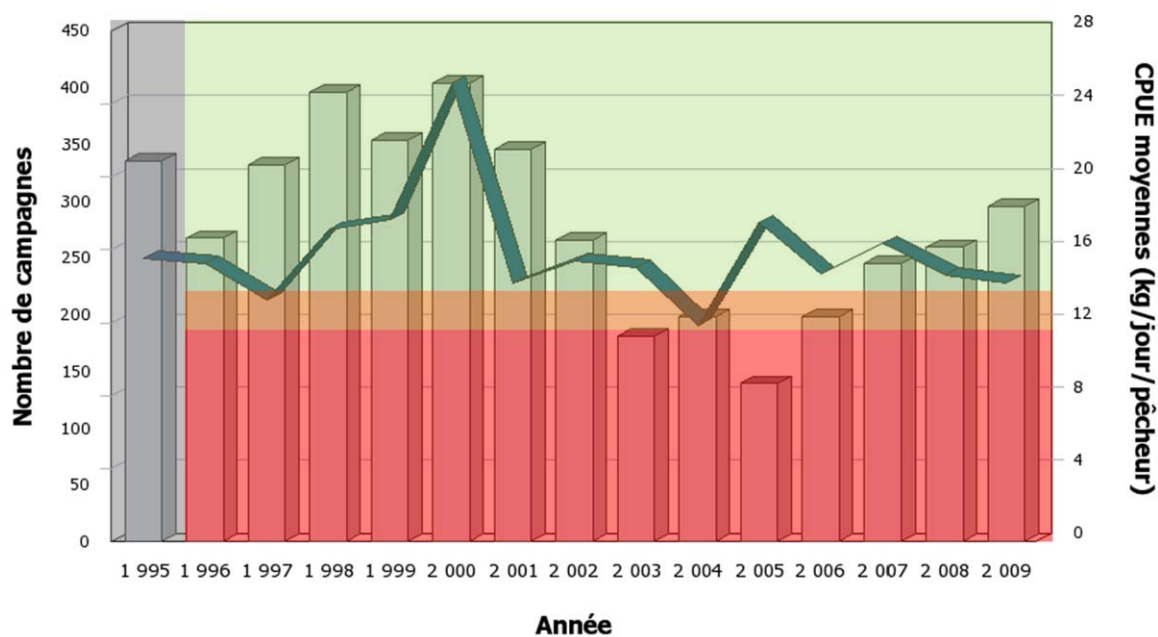


ANNEXE 5

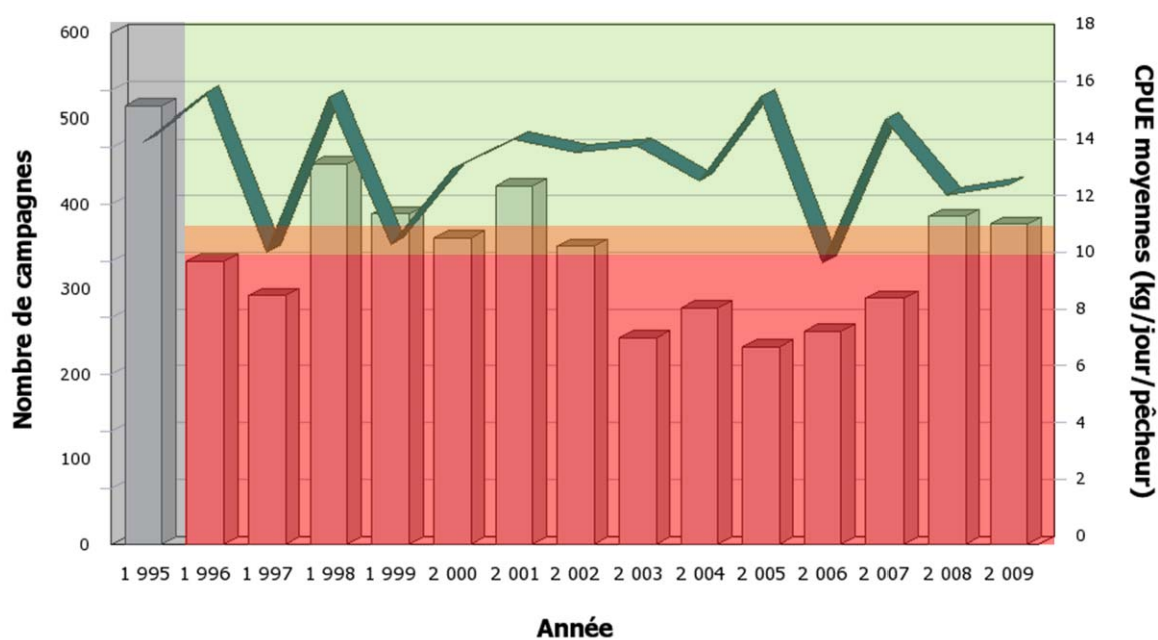
Représentation graphiques des seuils d'alerte sur les CPUE (kg/jour de pêche/pêcheur), pour chaque ressource

[Pour les ressources dont les seuils d'alerte sont pertinents (scénarios 1 et 2)]

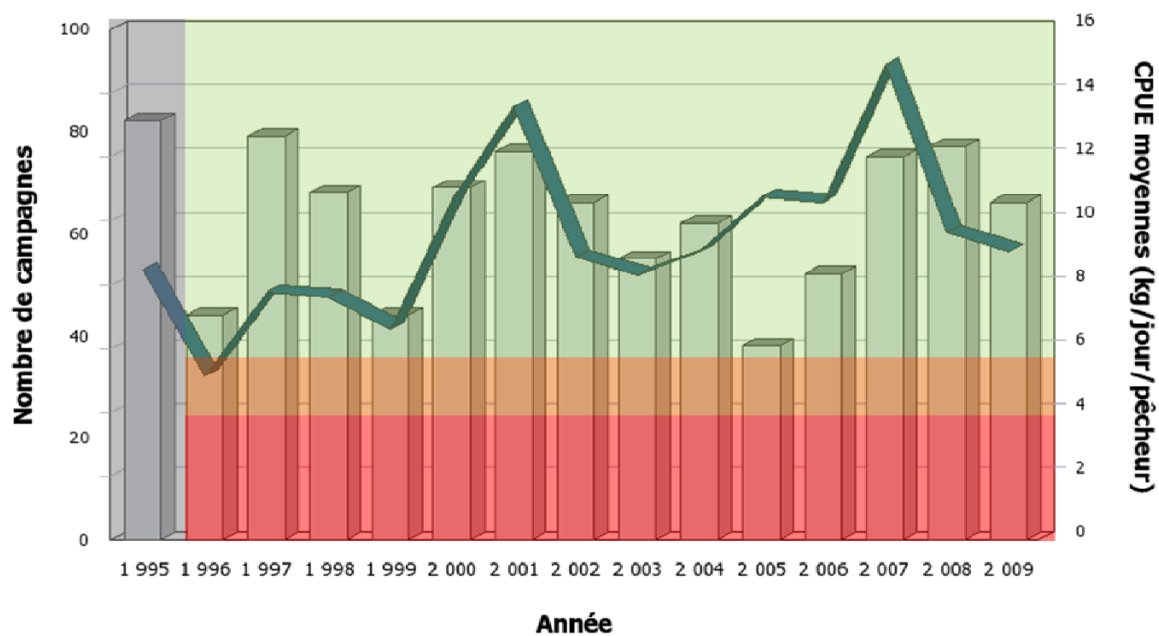
Bec de cane



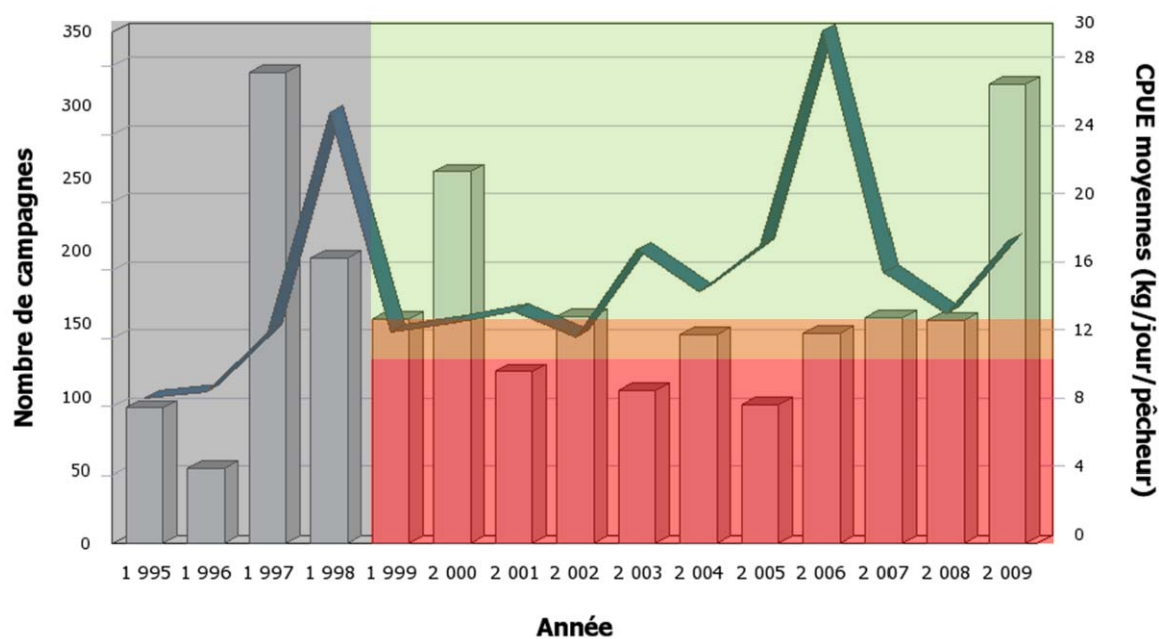
Bossu



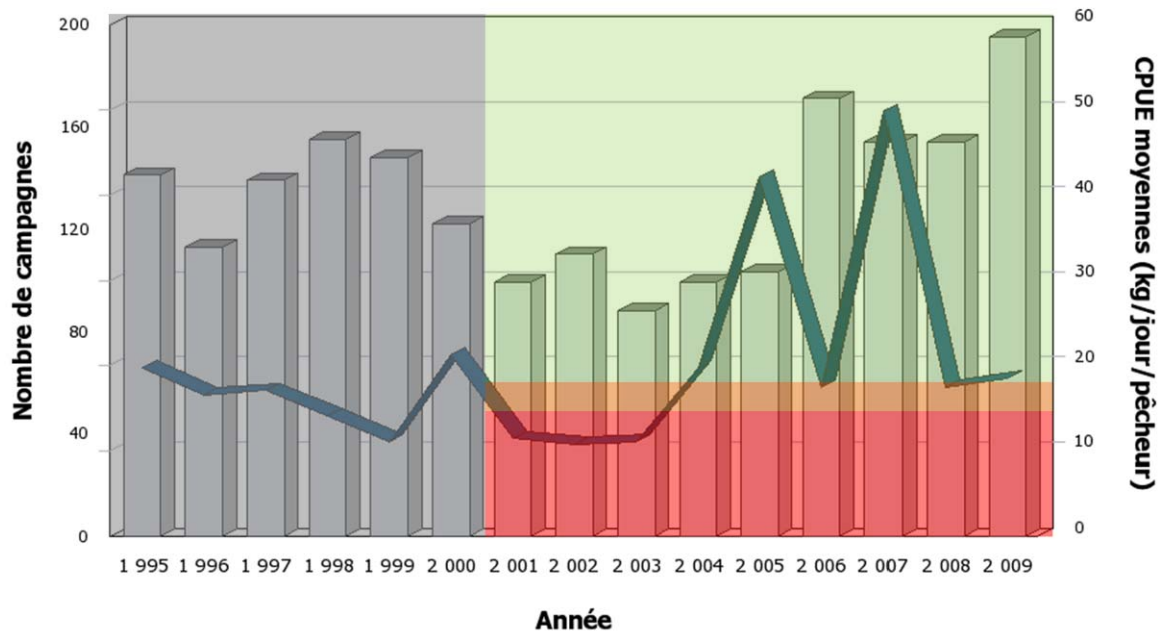
Carangue



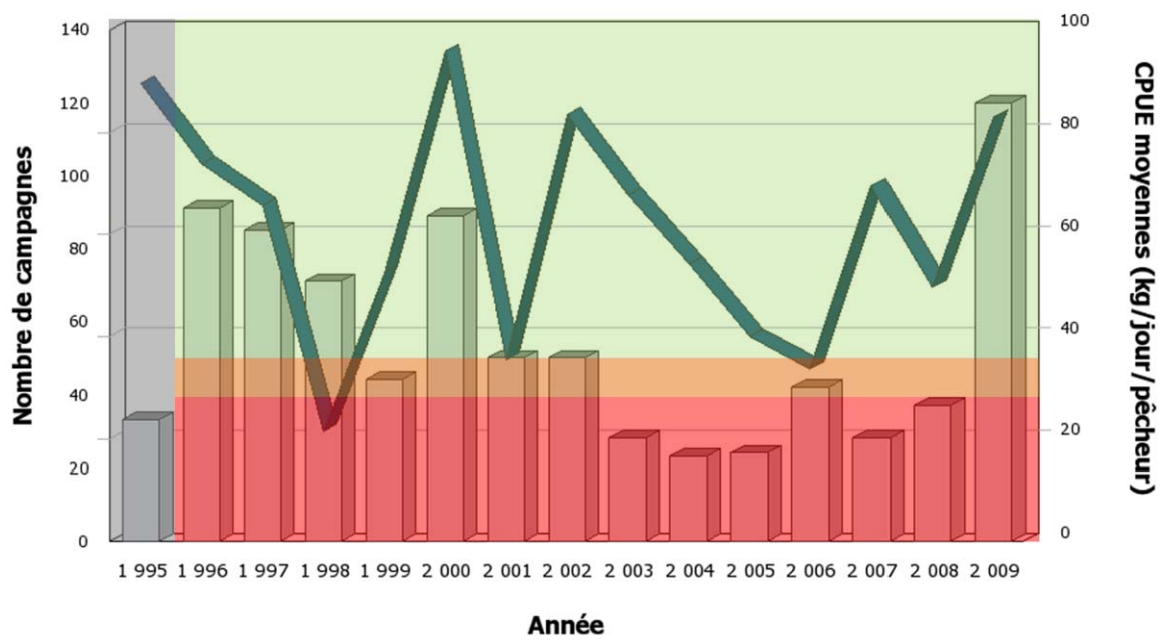
Crabe

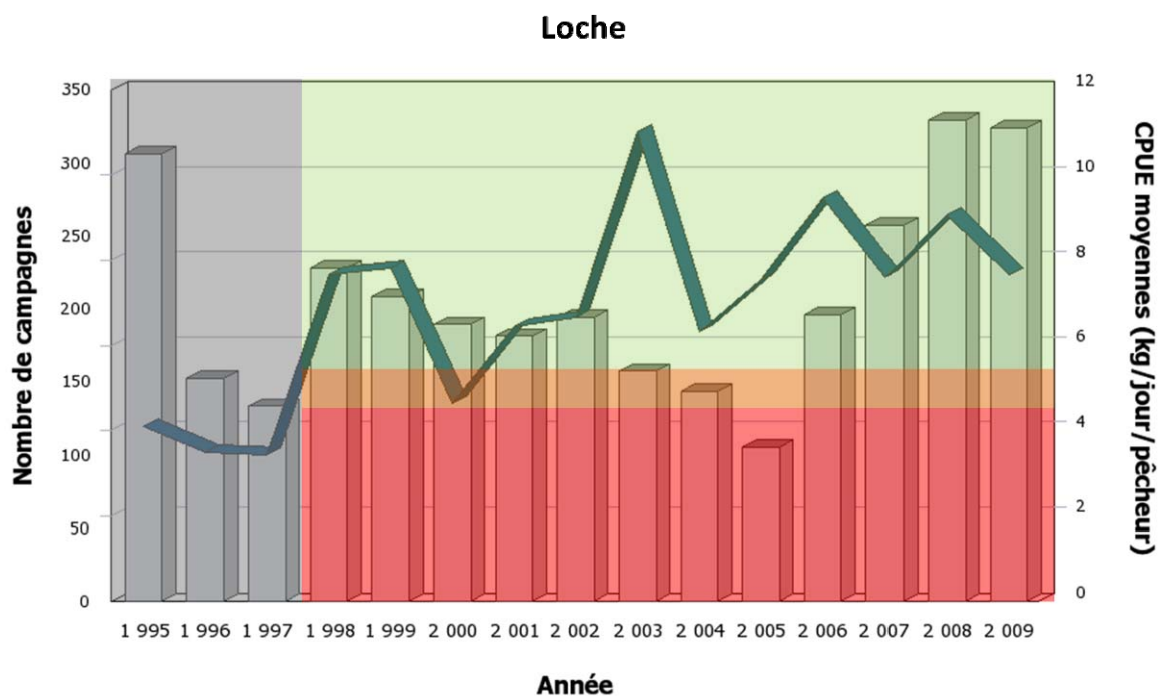
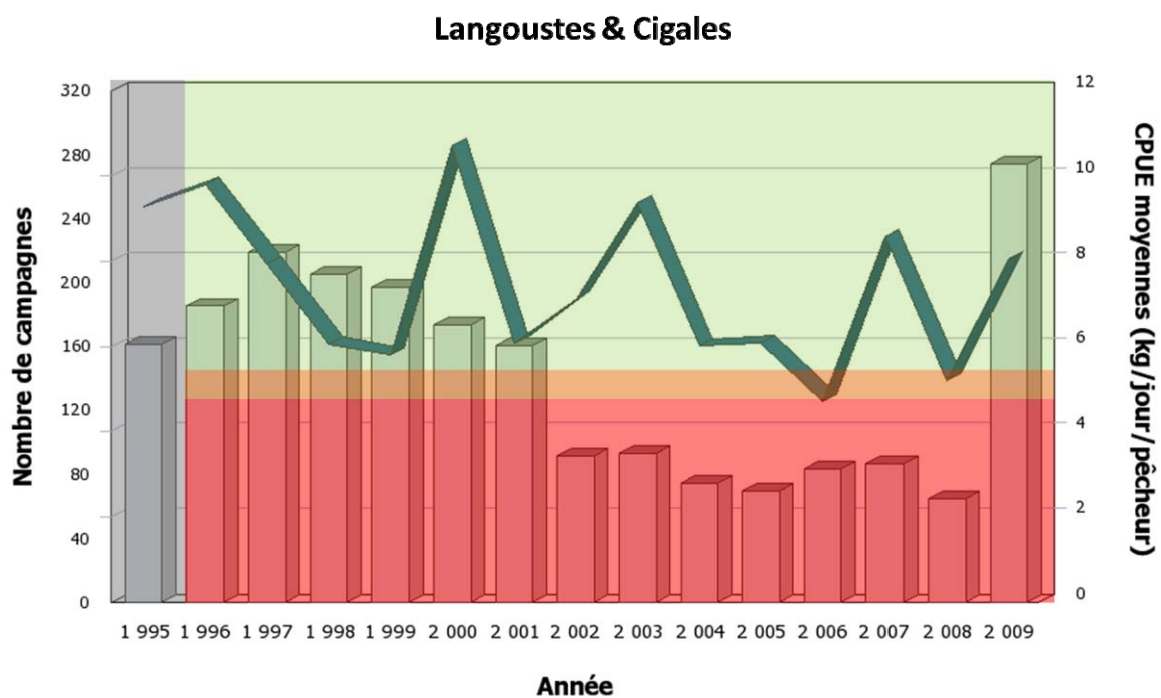


Dawa

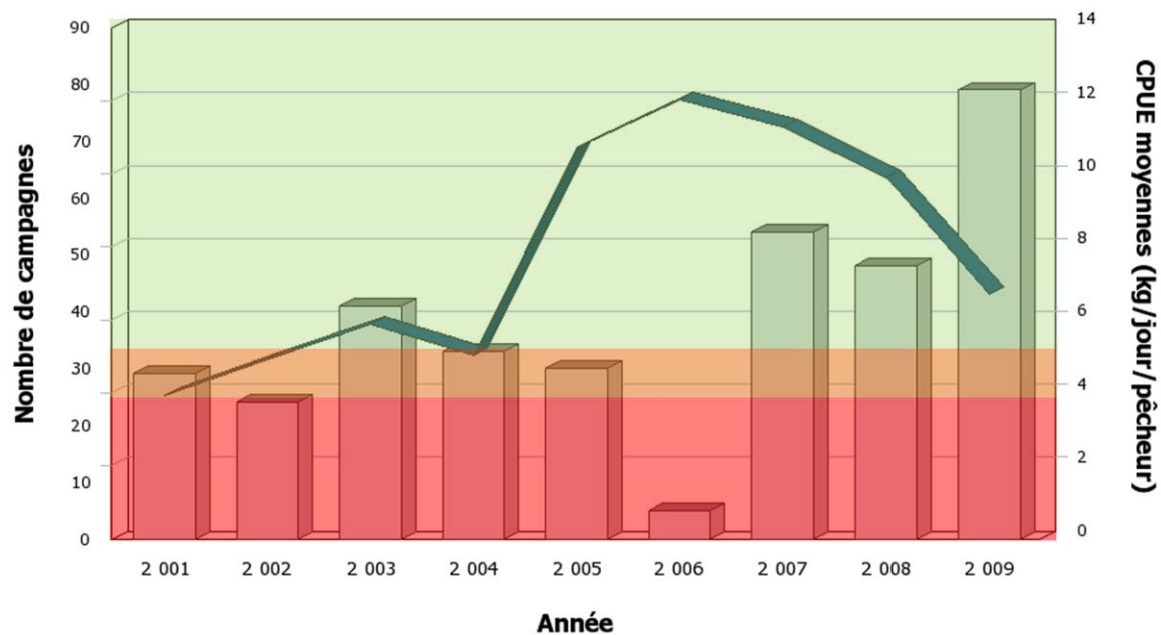


Holothurie

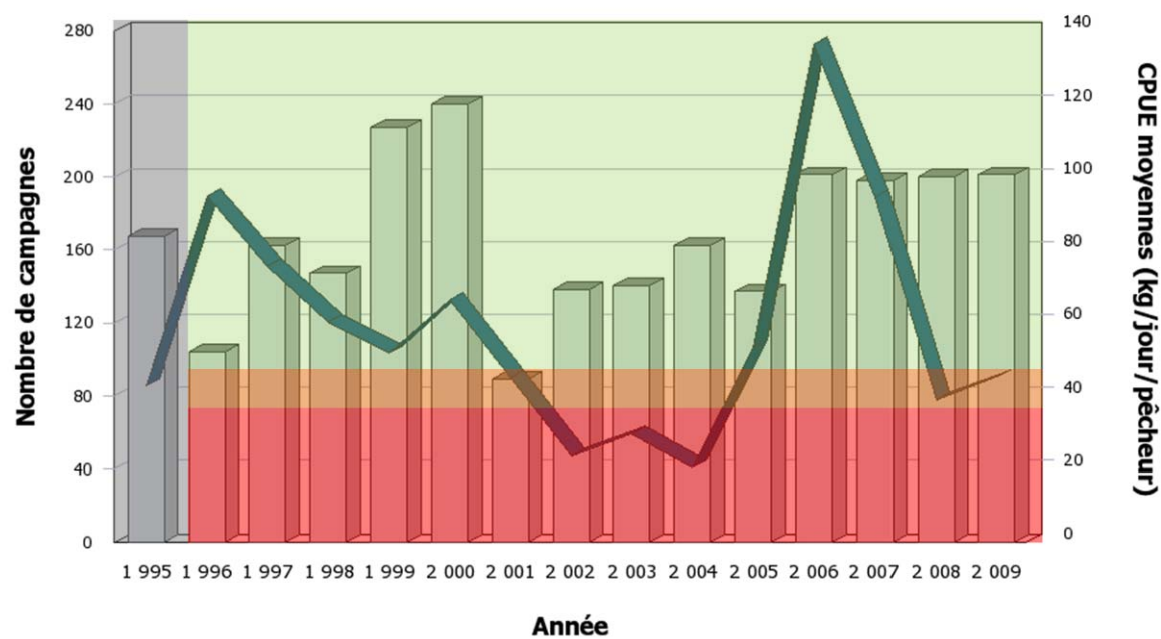




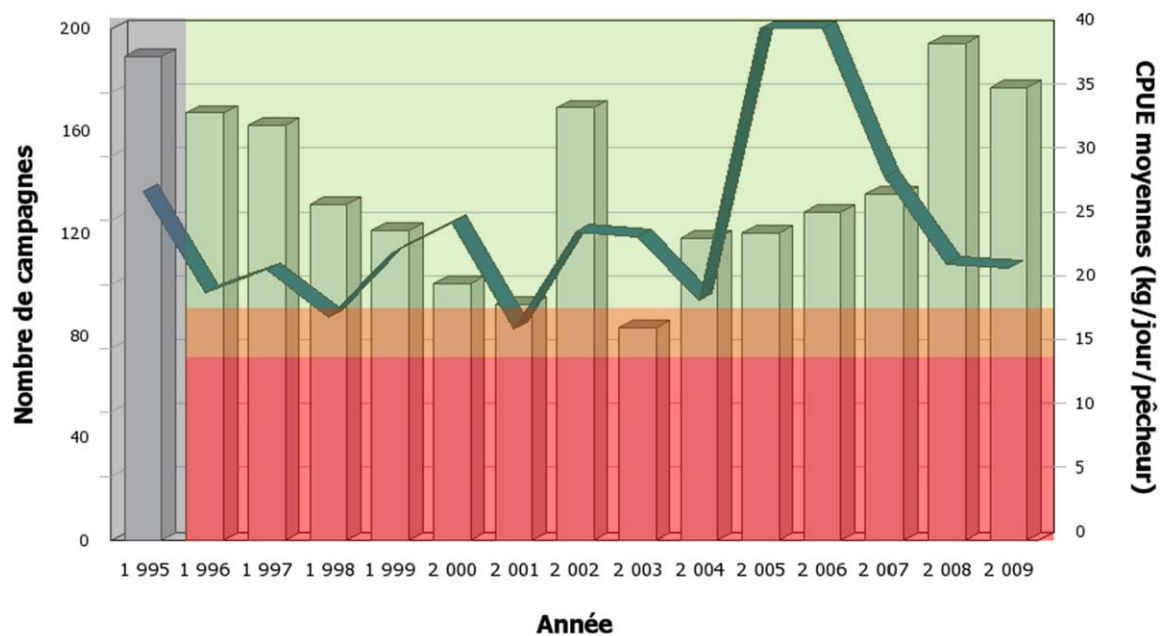
Loche saumonée



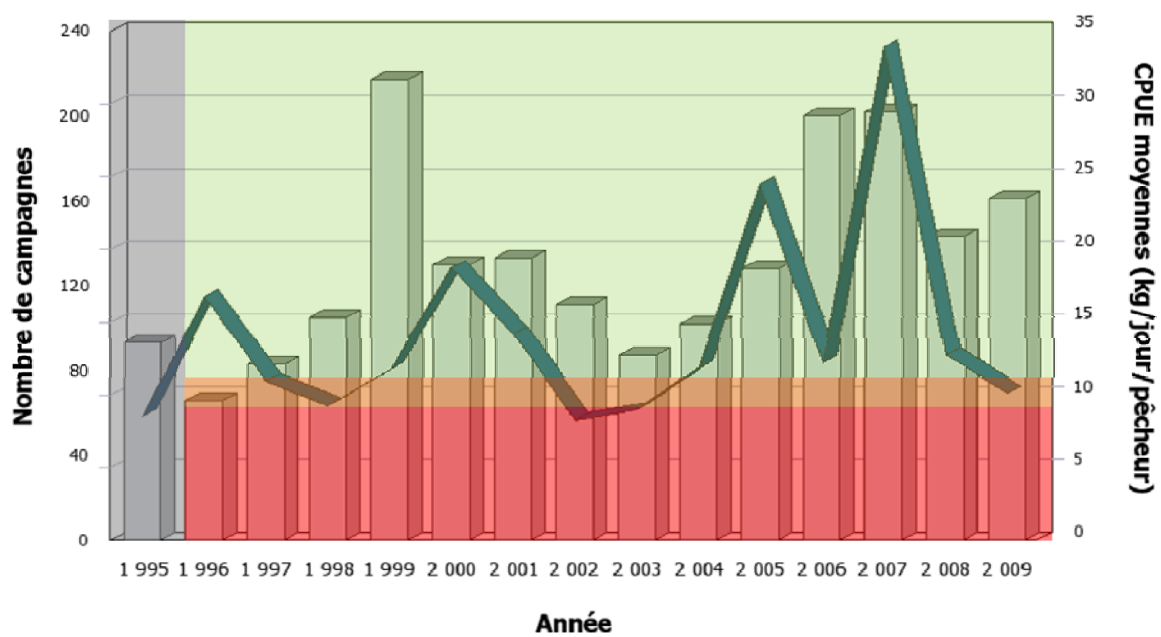
Maquereaux



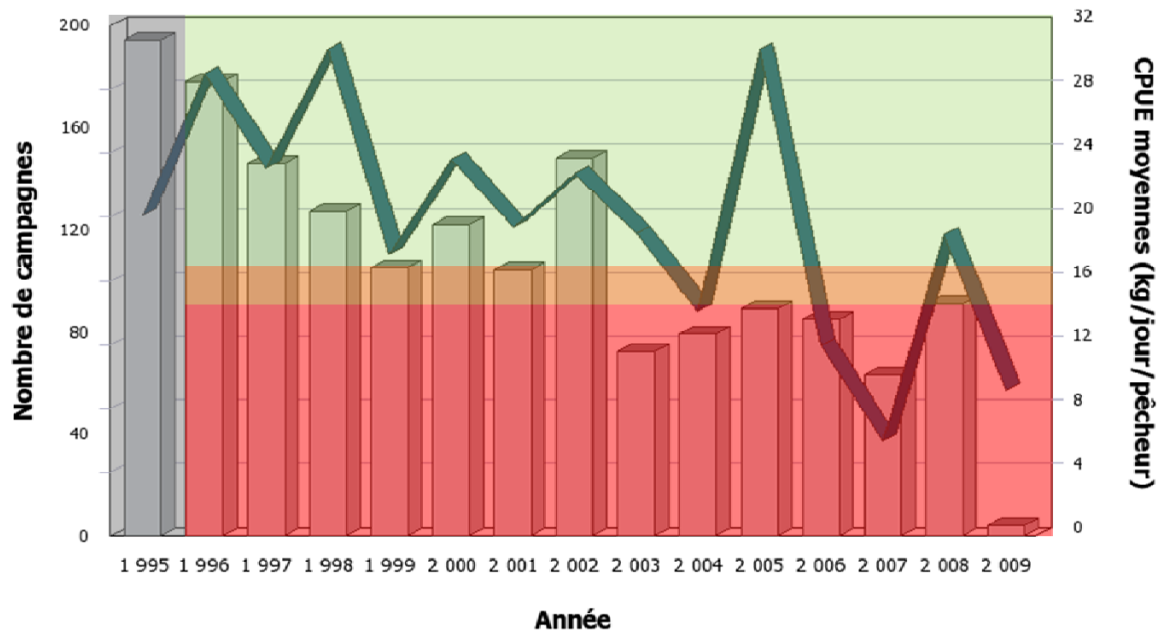
Mulet



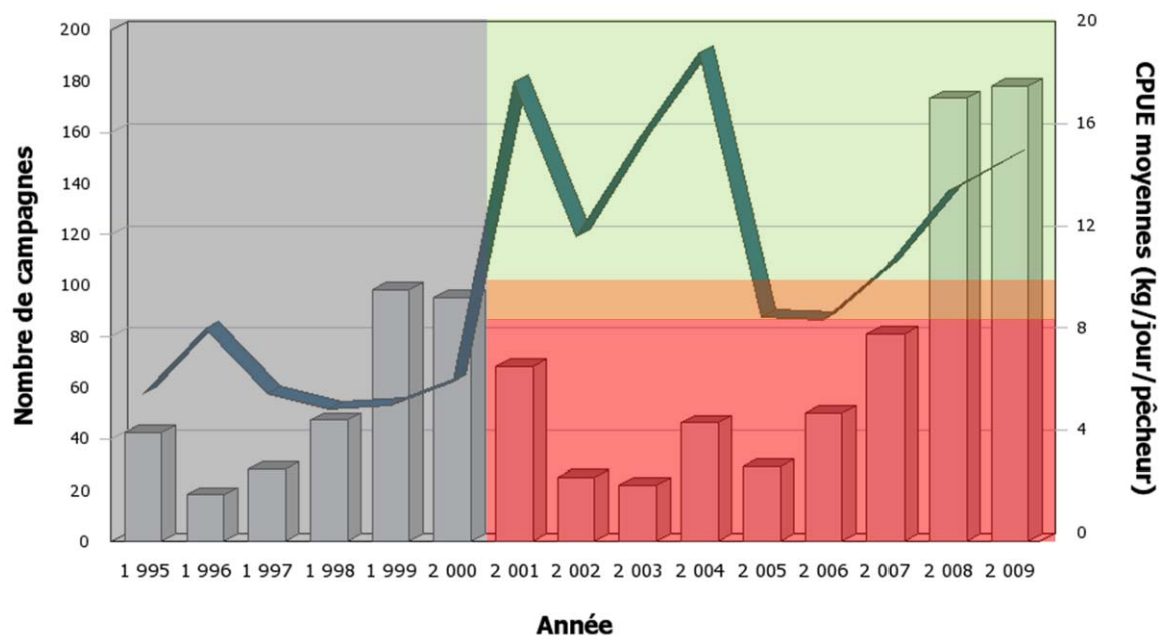
Perroquet



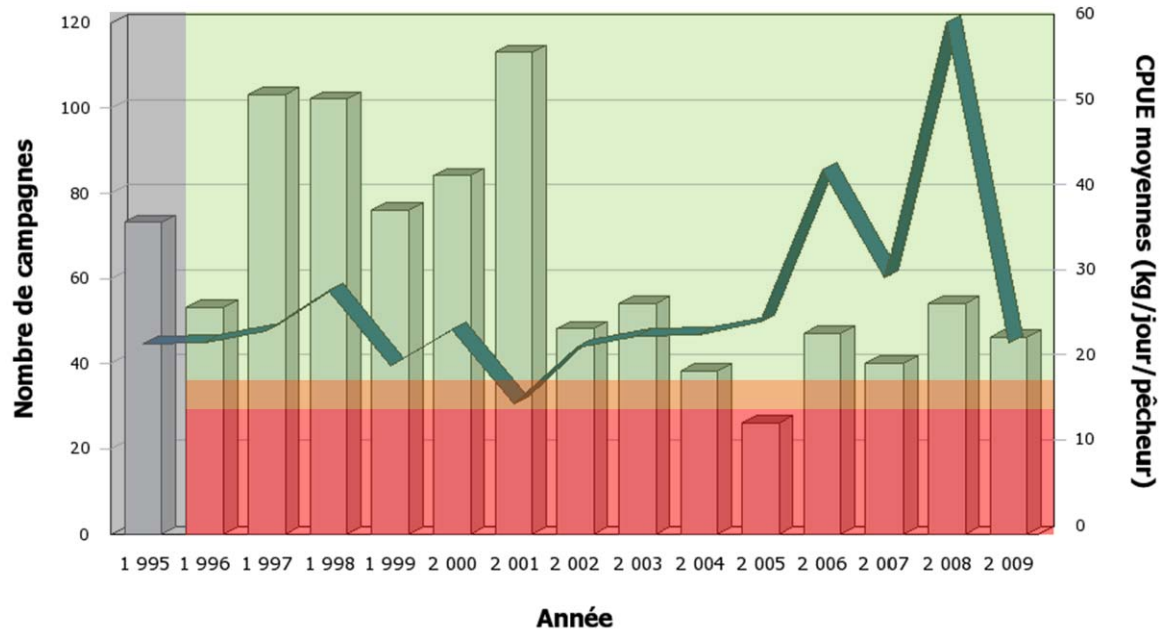
Picot gris



Rouget de nuit

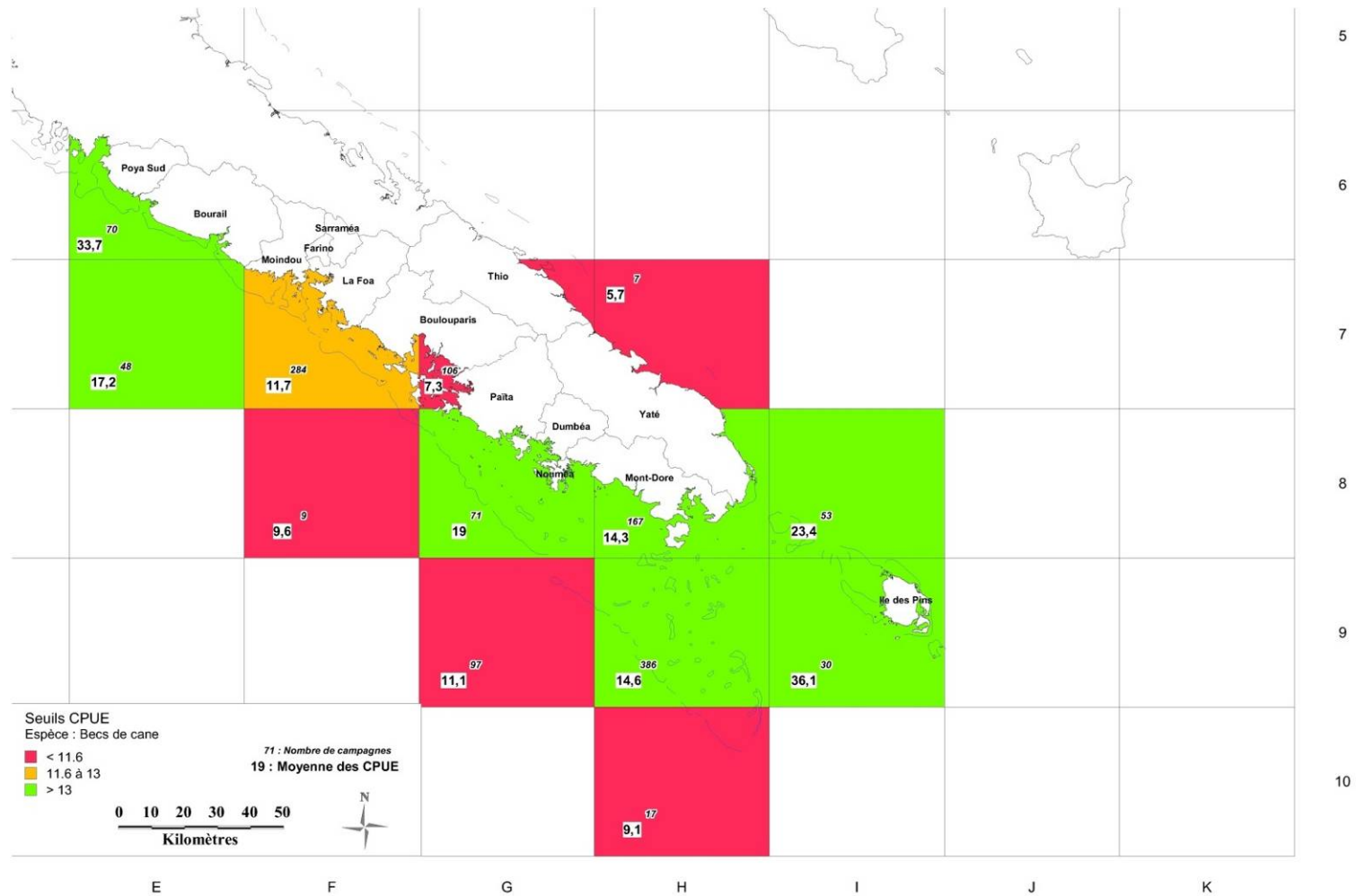


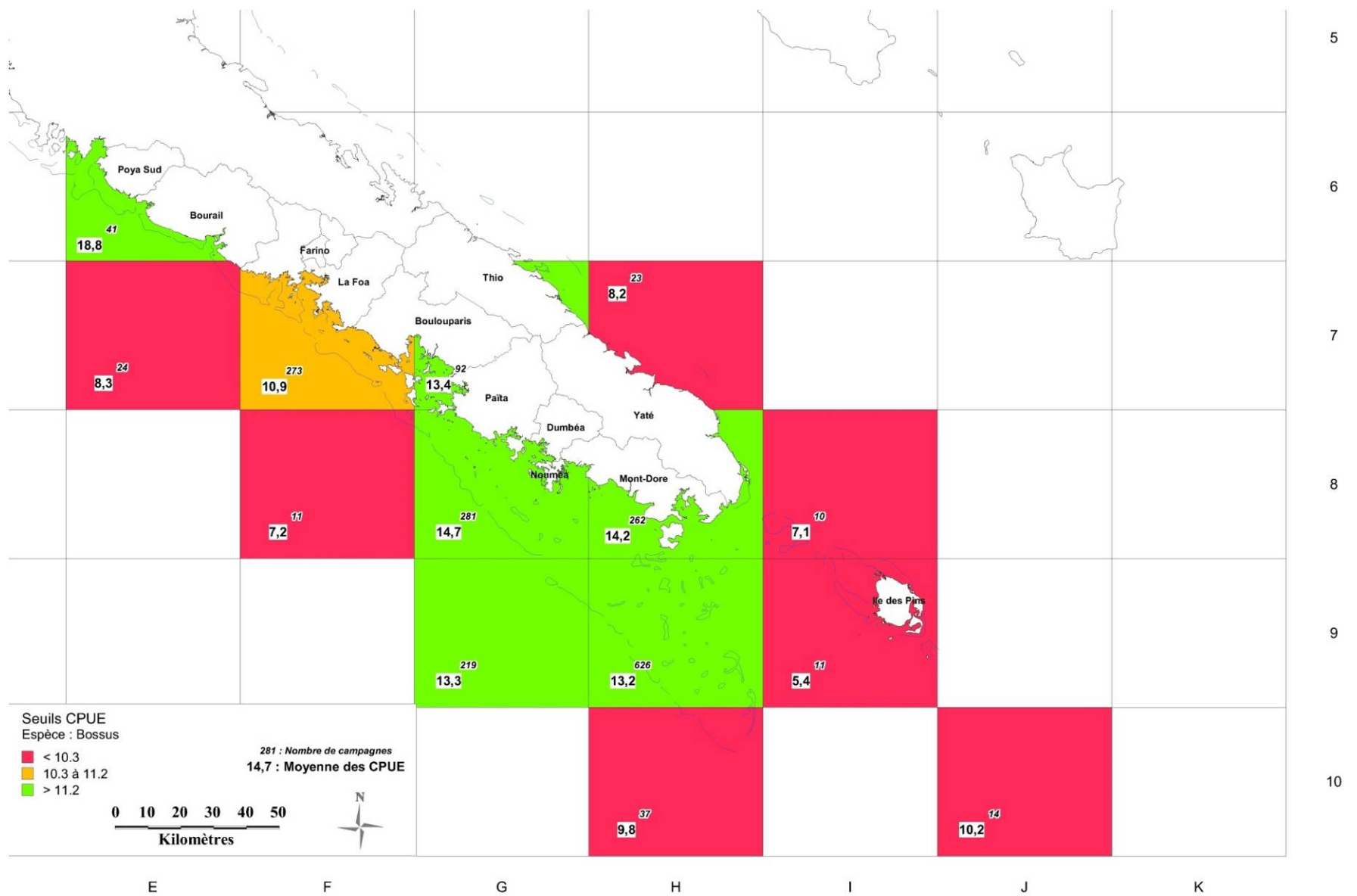
Vivaneau rouge

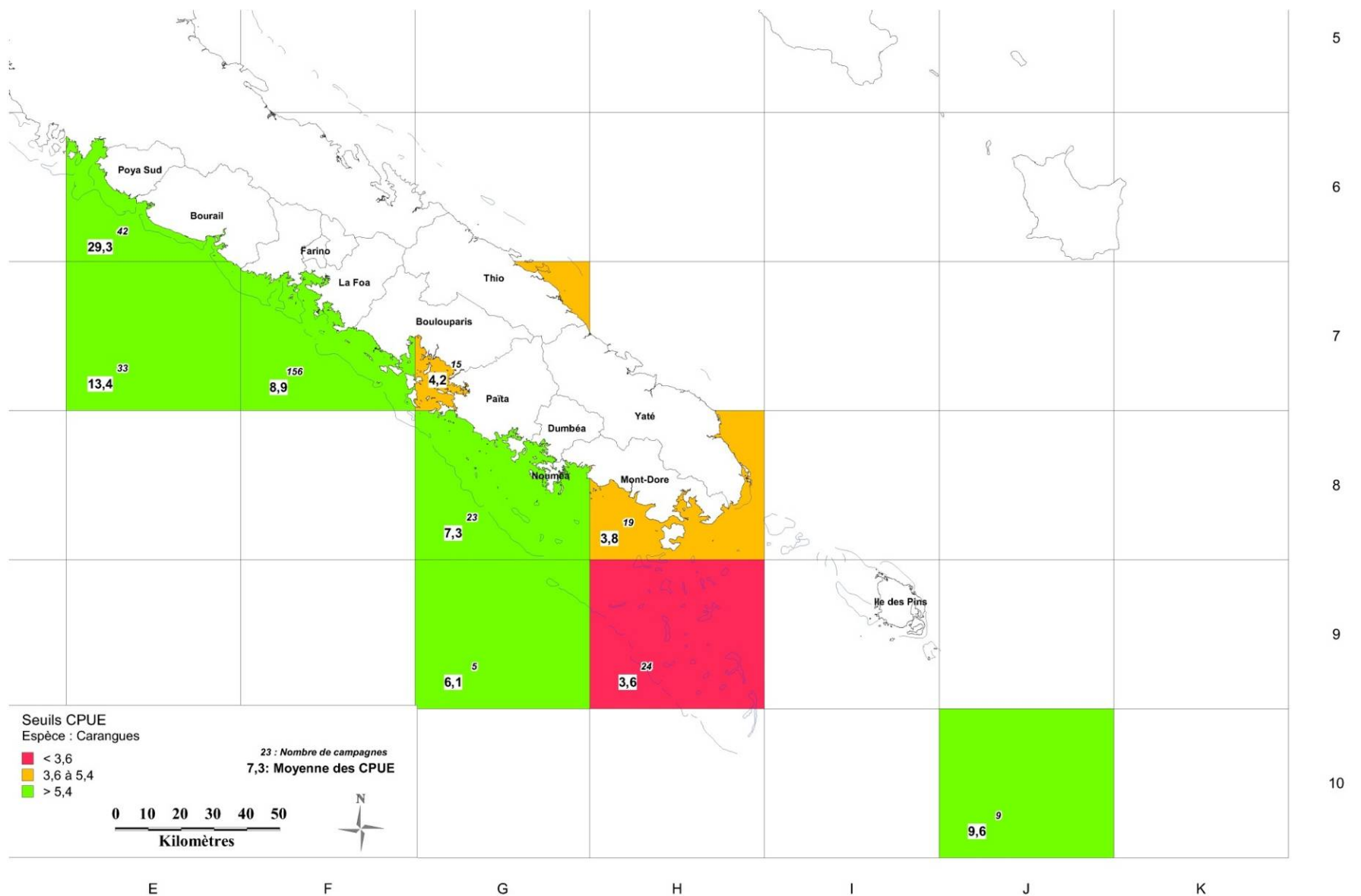


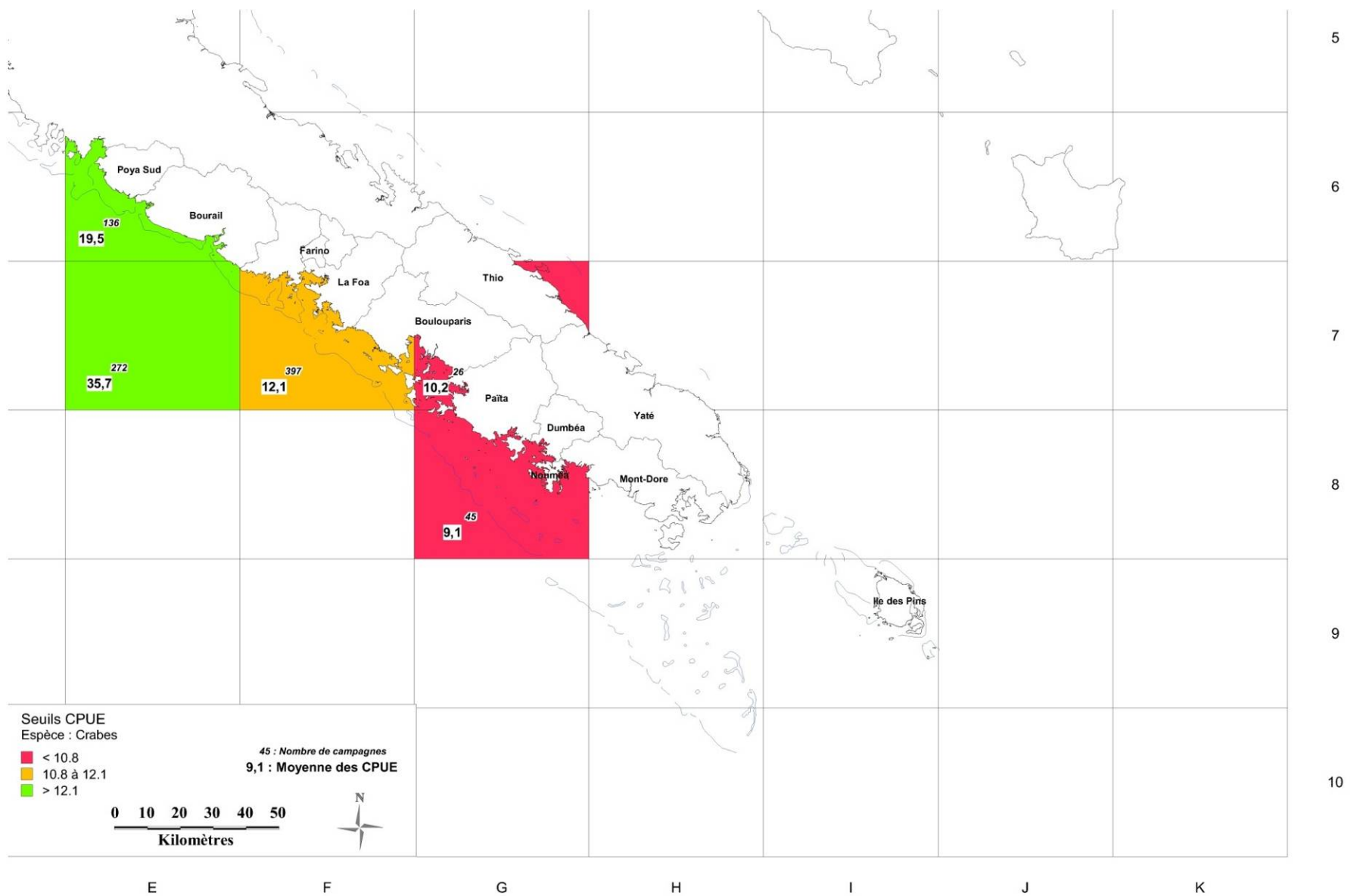
ANNEXE 6

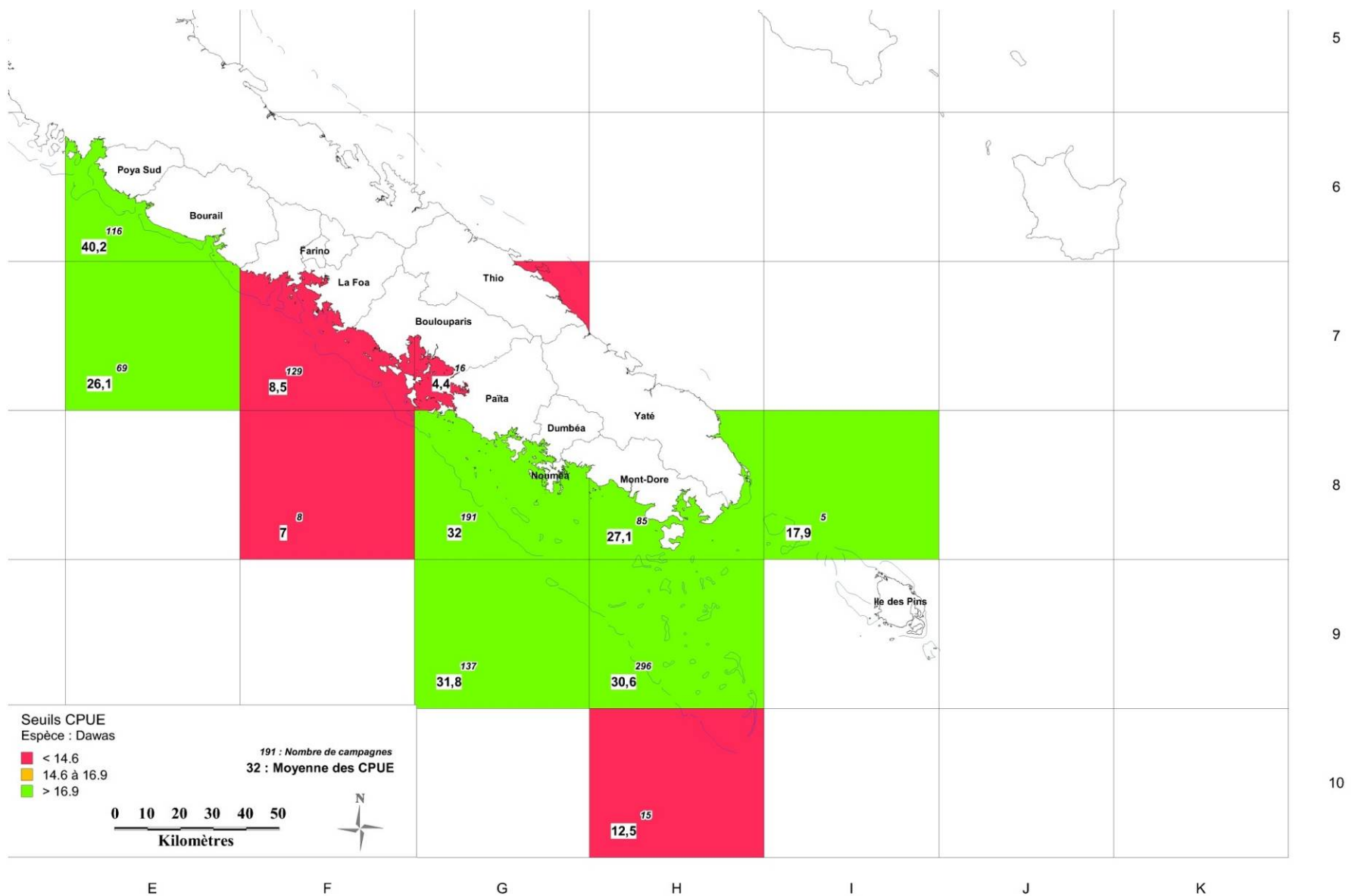
Représentation cartographique des niveaux de CPUE (kg/jour de pêche/pêcheur, moyenne sur les 5 dernières années) en fonction des seuils d'alertes établis, pour chaque ressource
[Pour les ressources dont les seuils d'alerte calculés sont considérés utilisables]

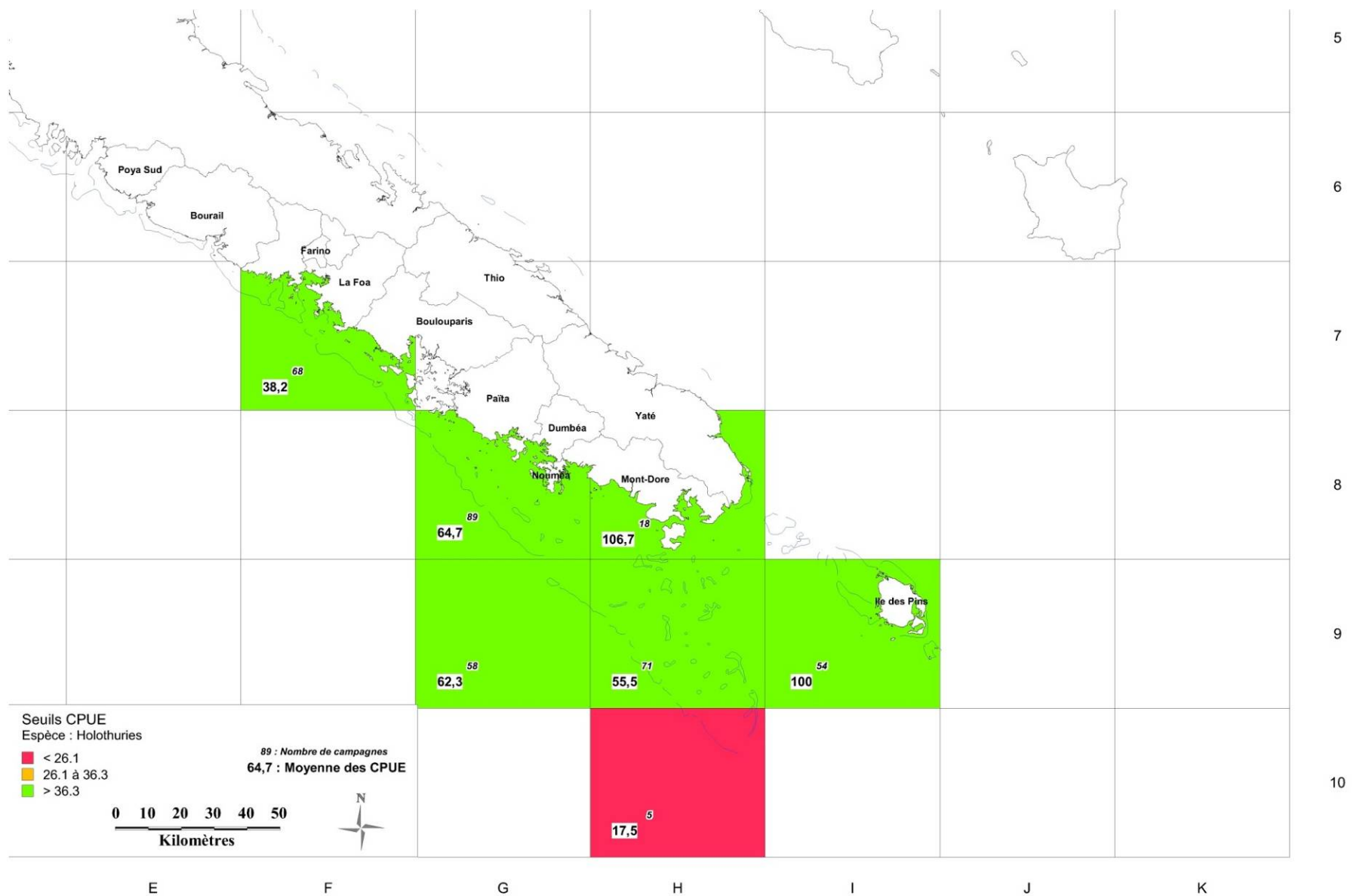


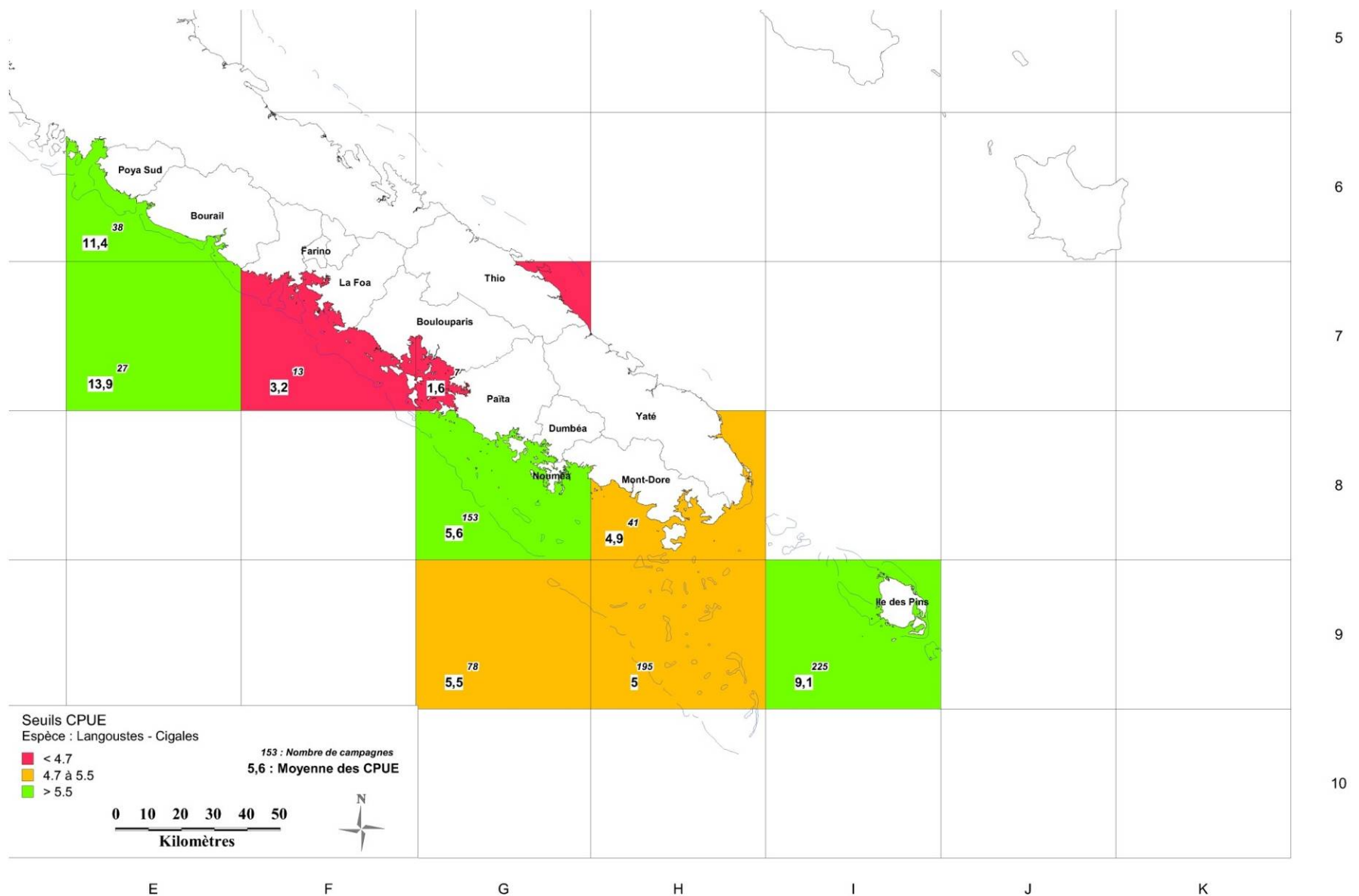


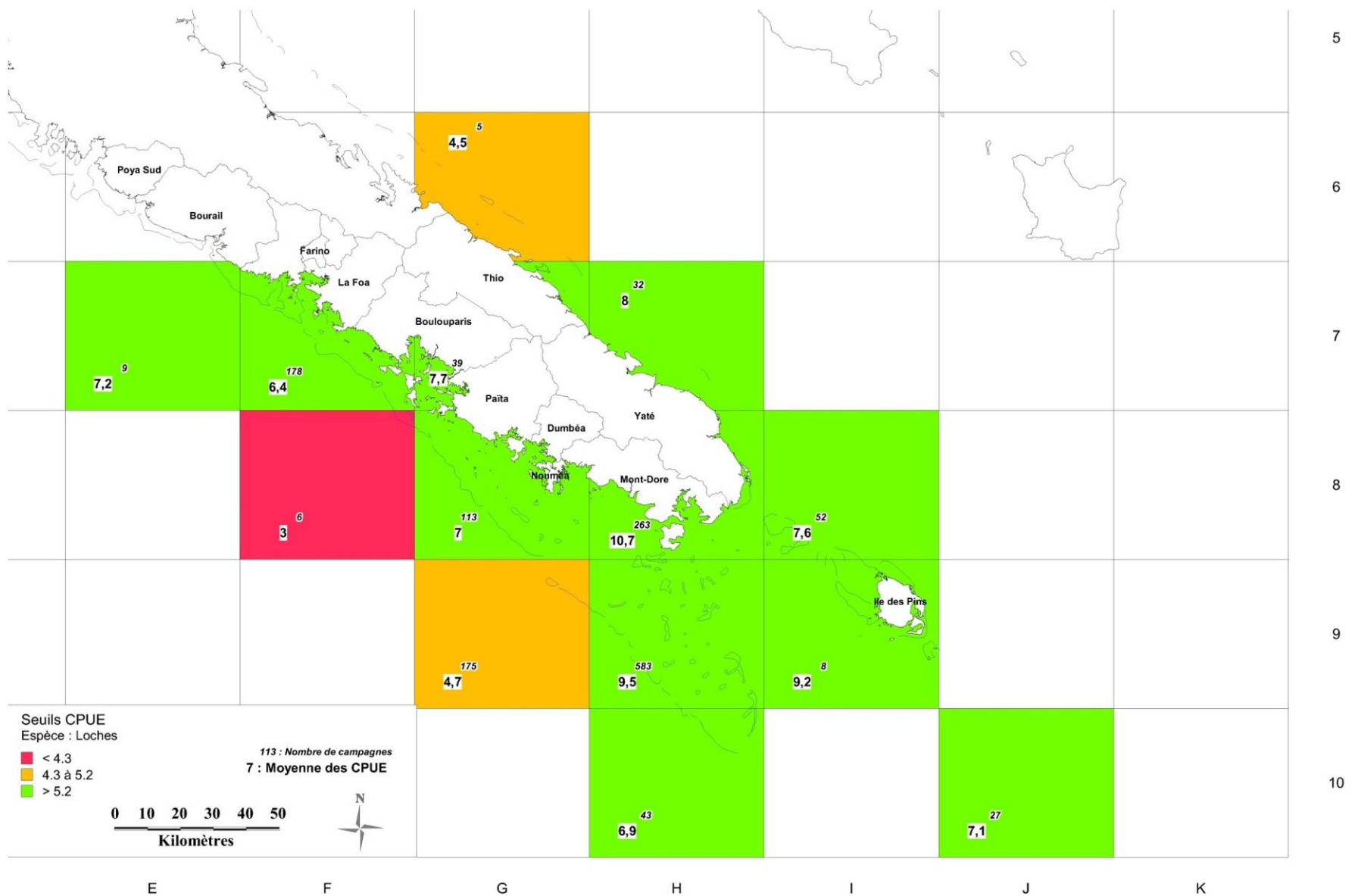


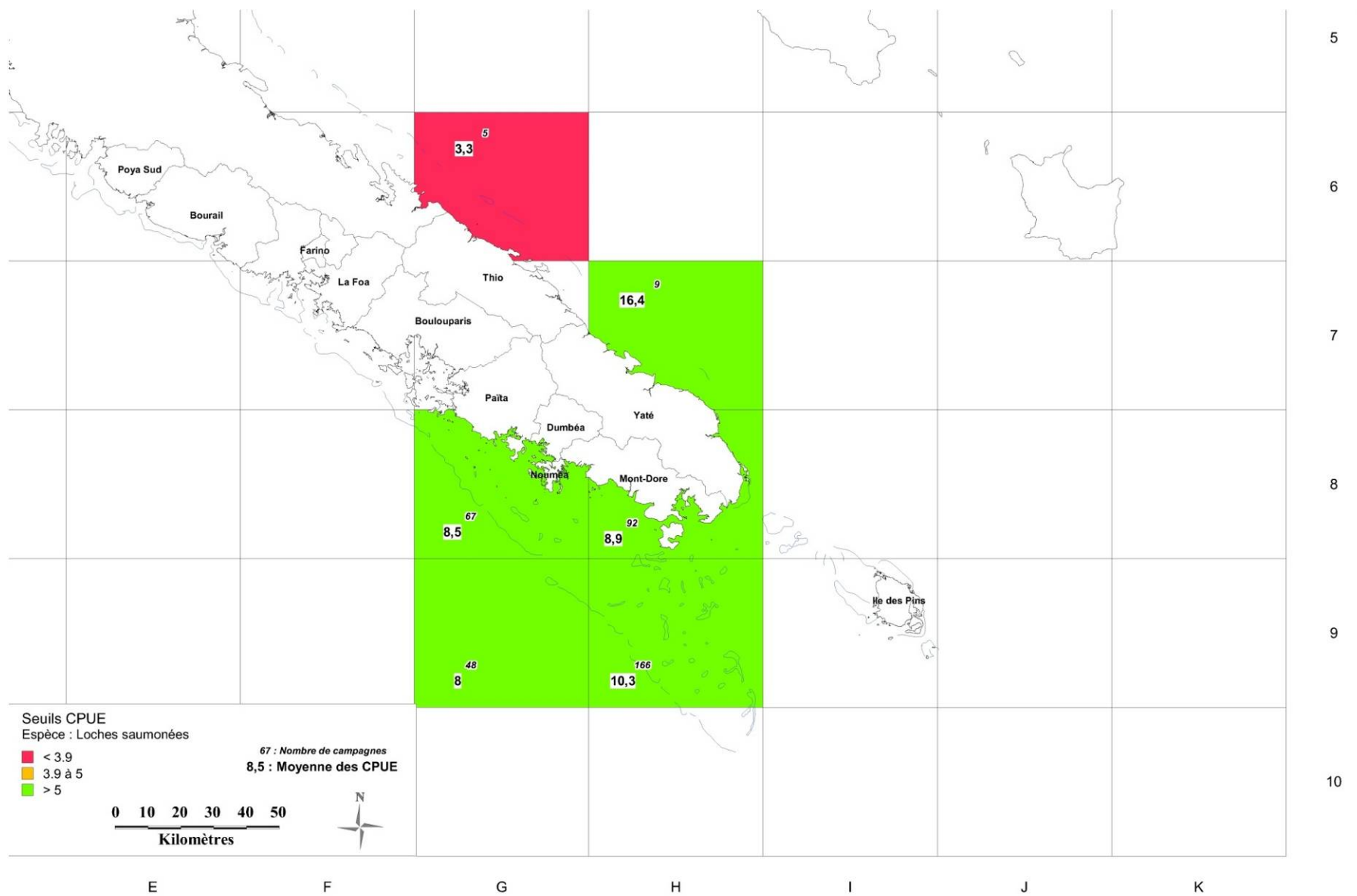


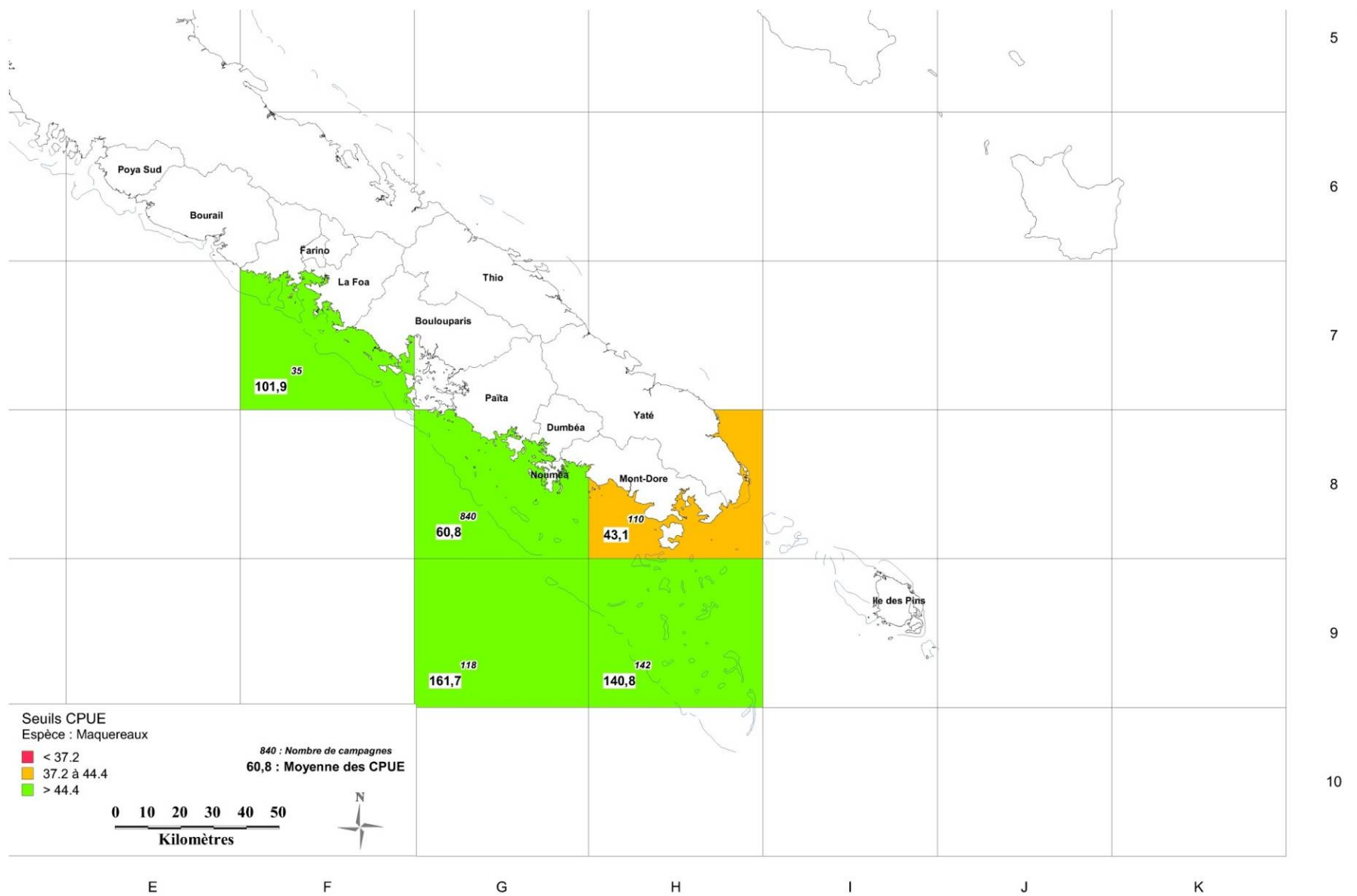


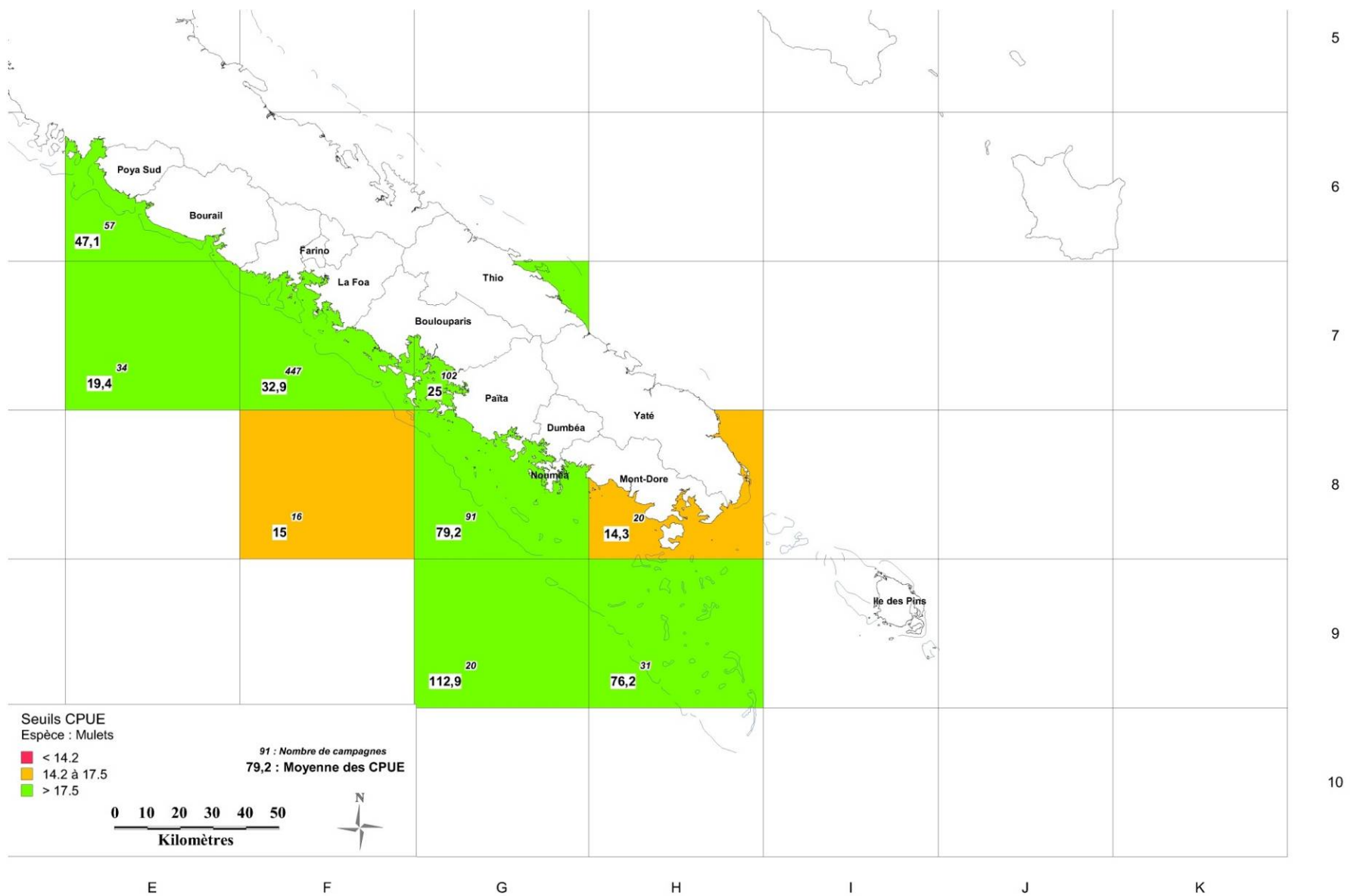


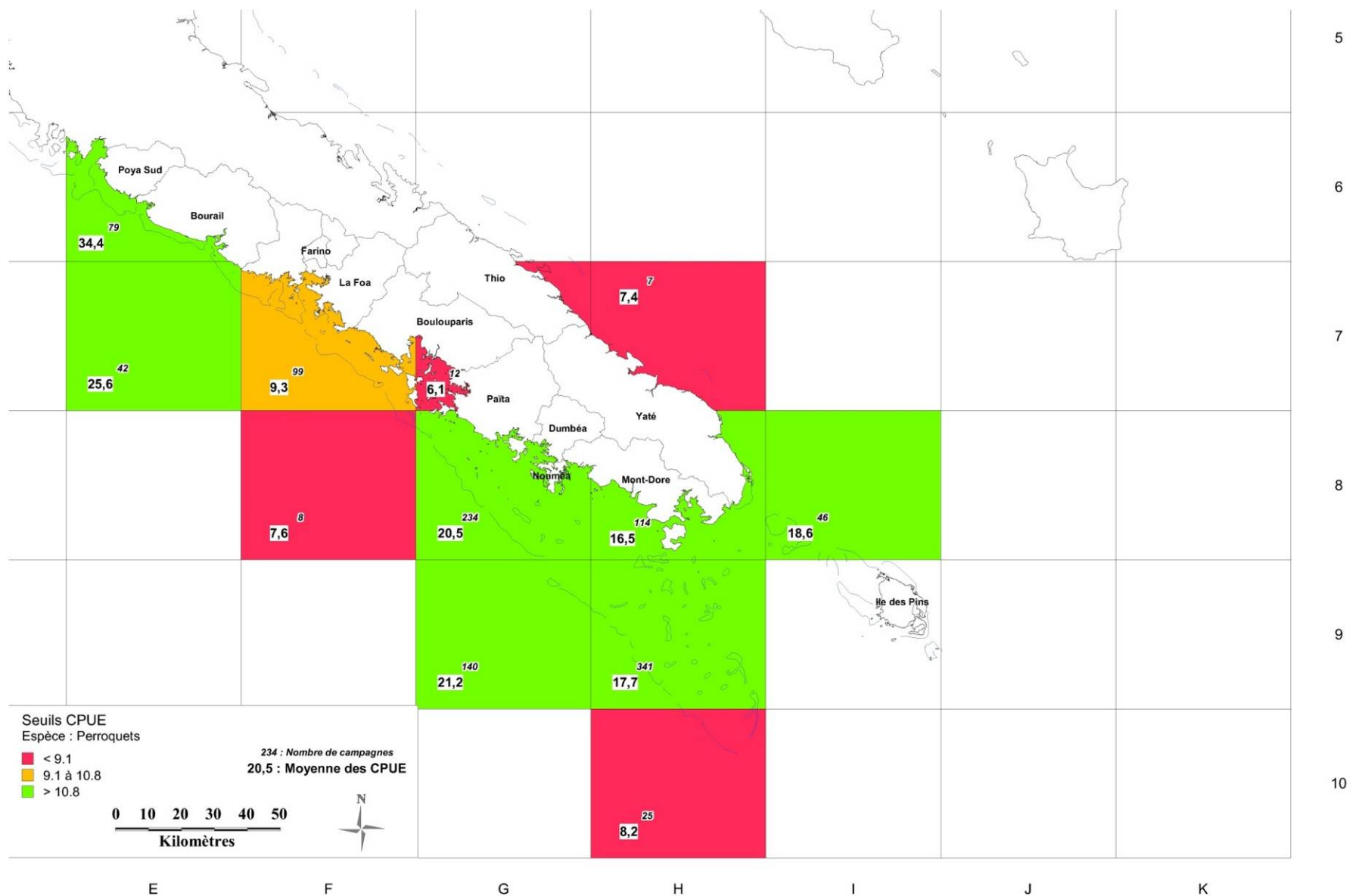


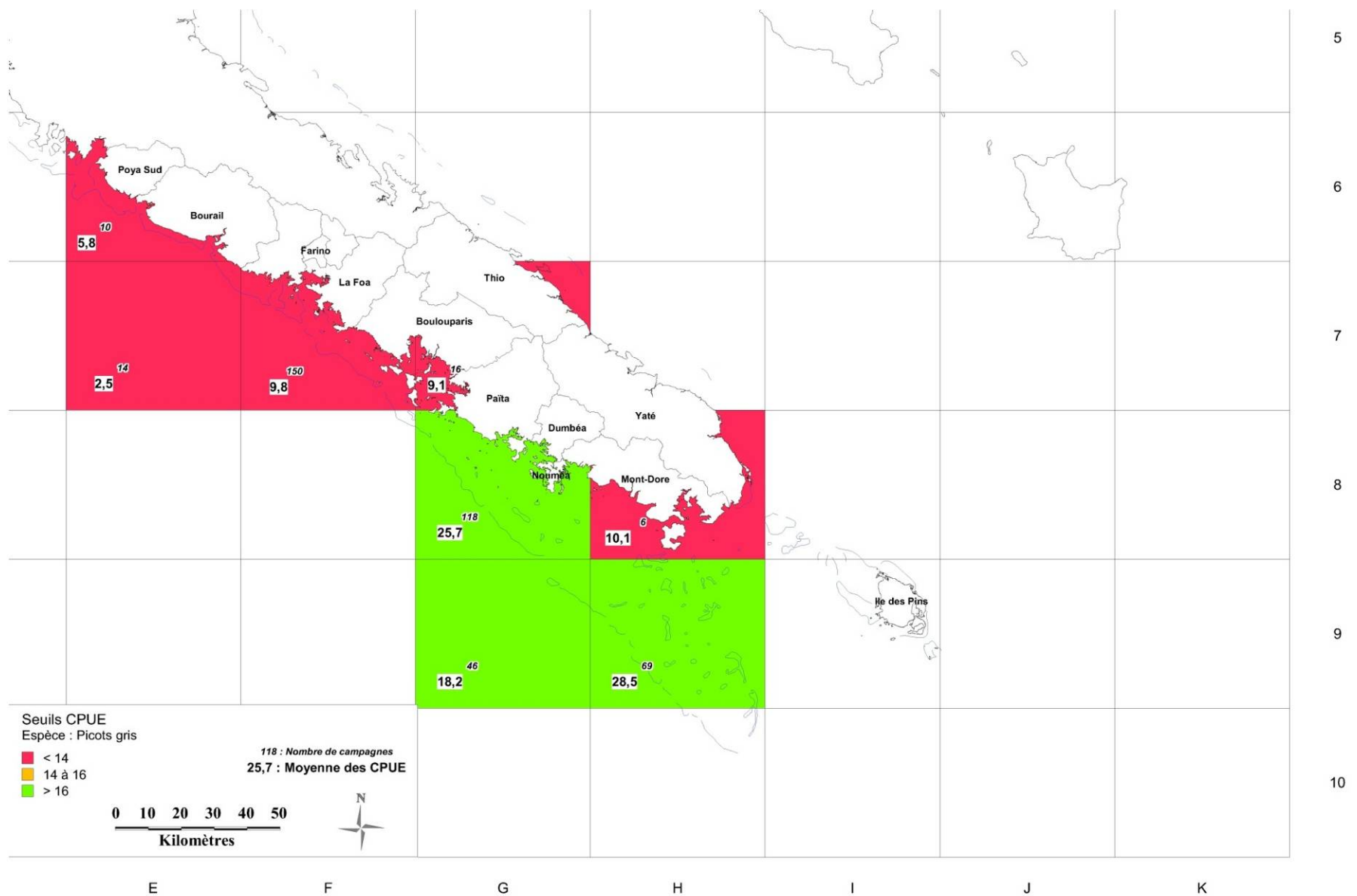


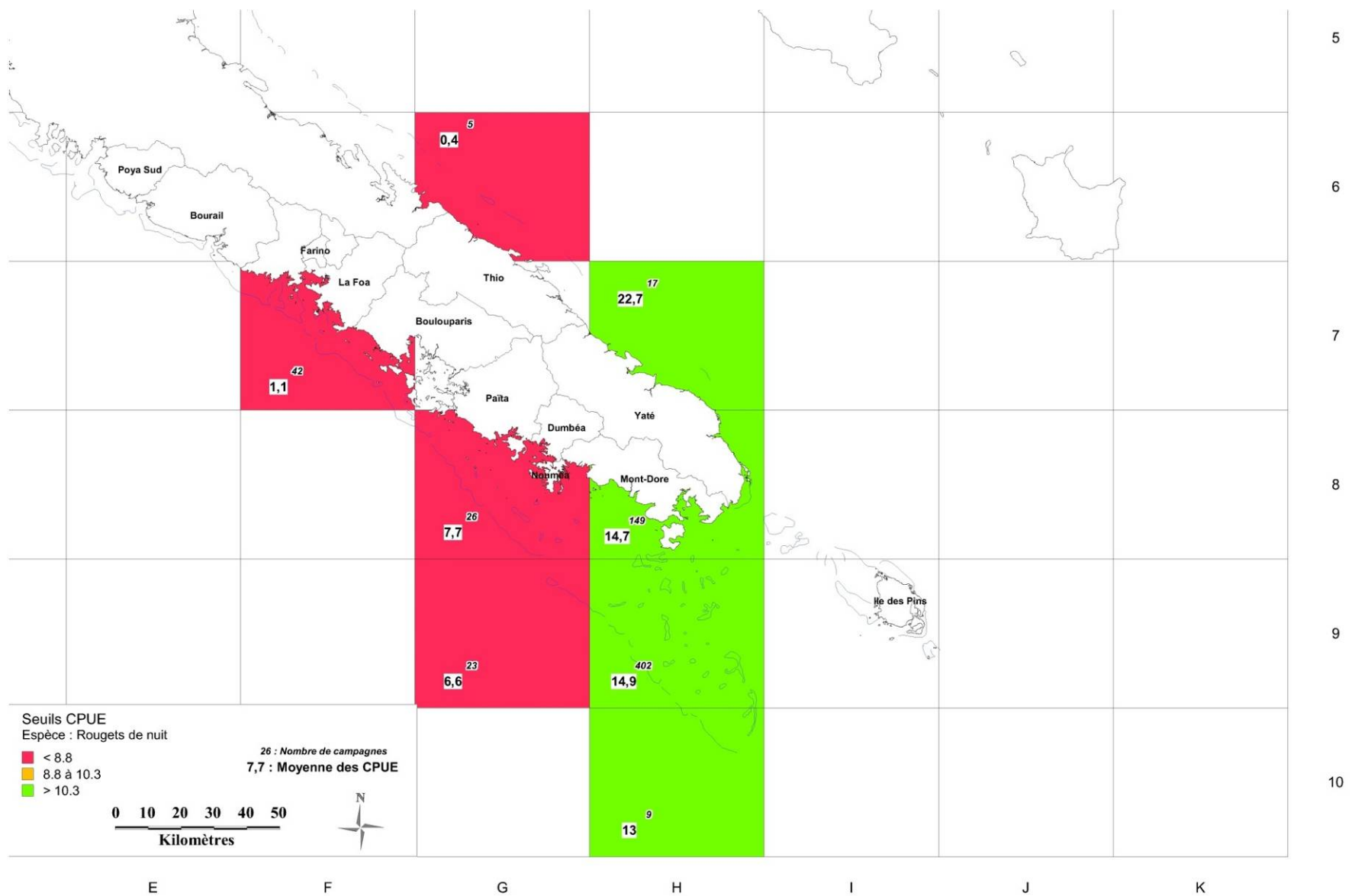


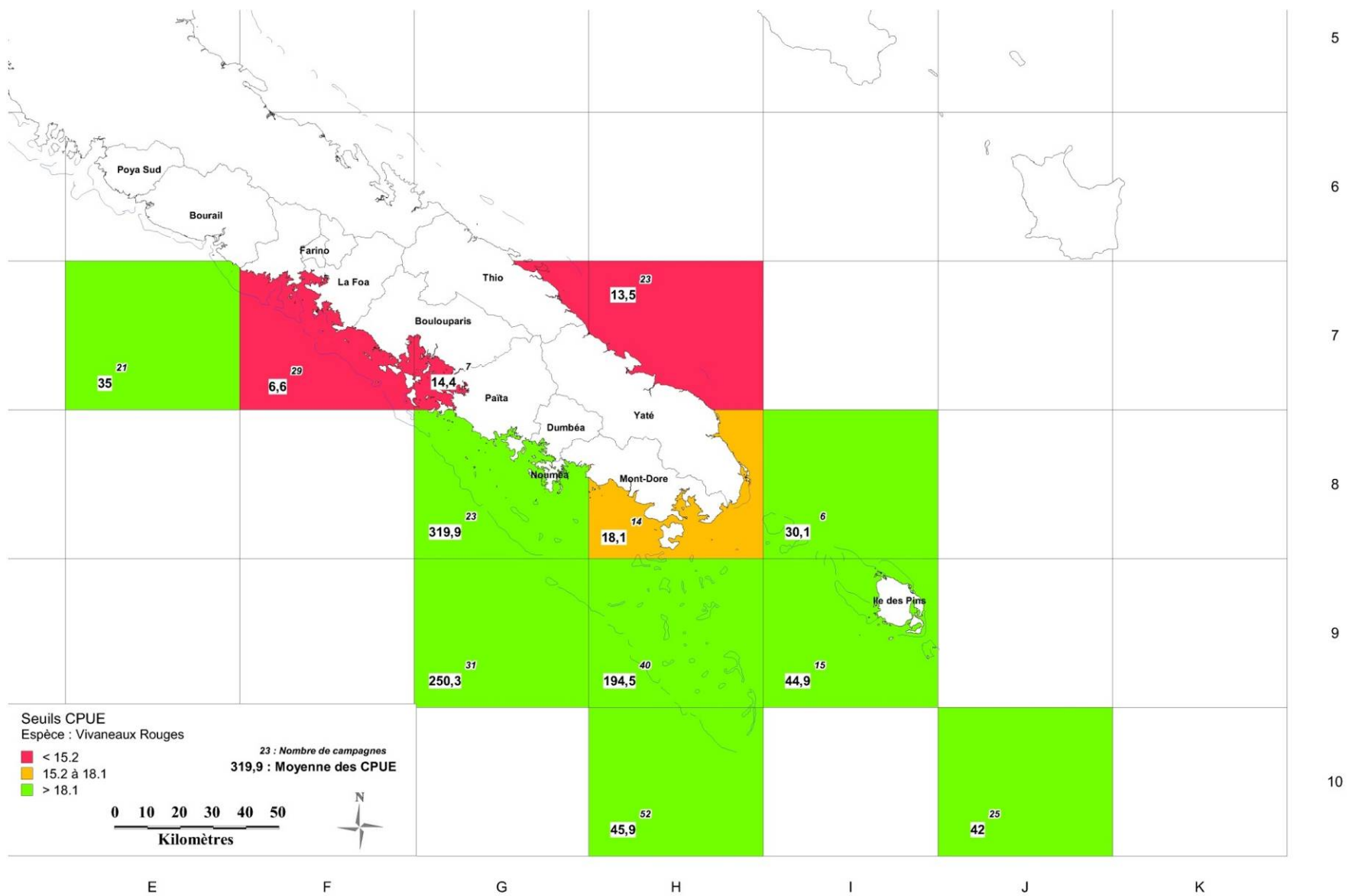






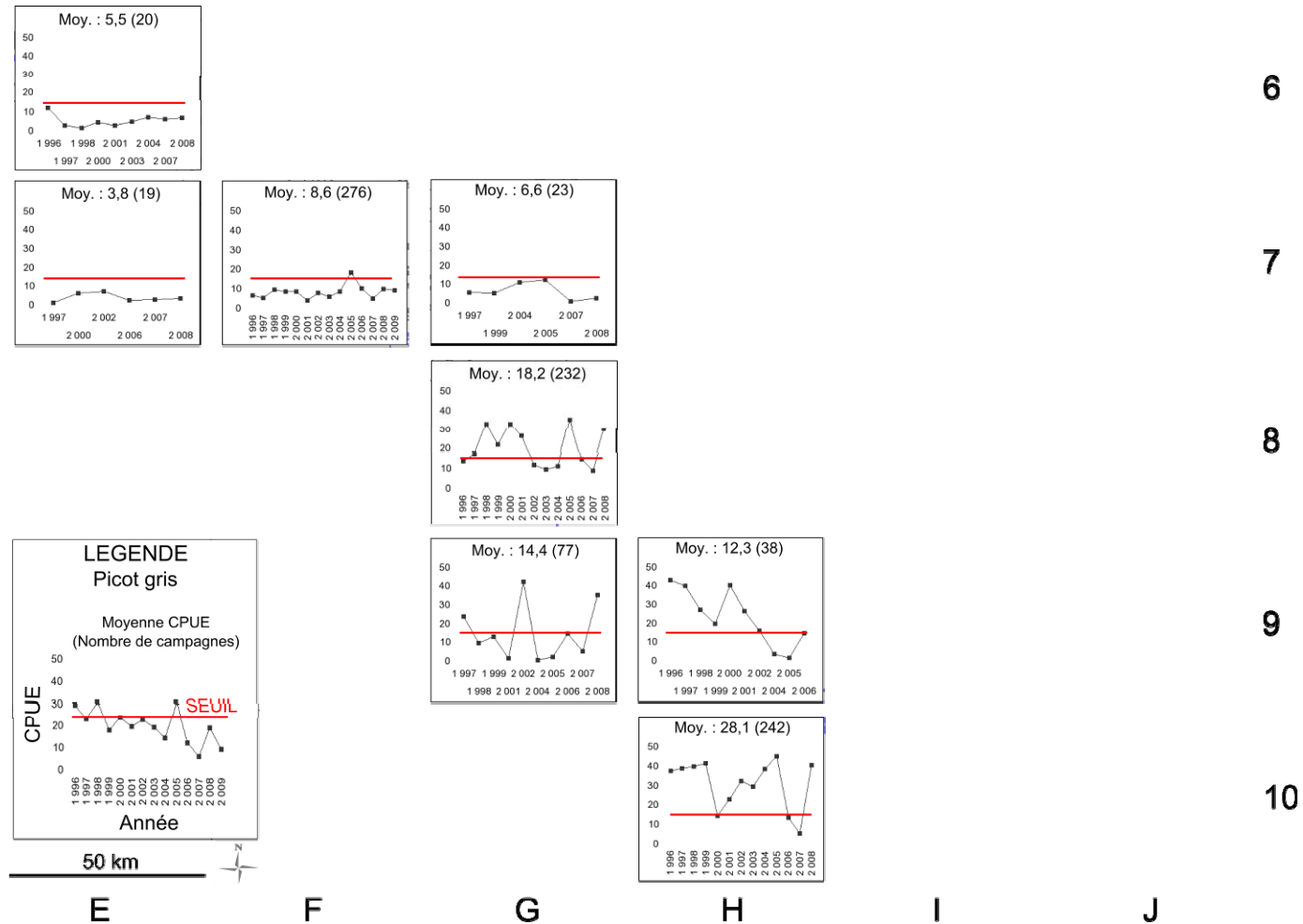


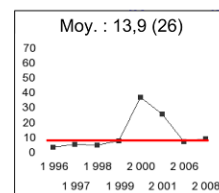
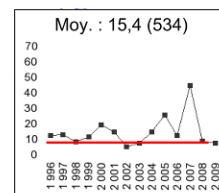
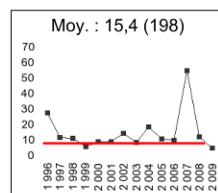
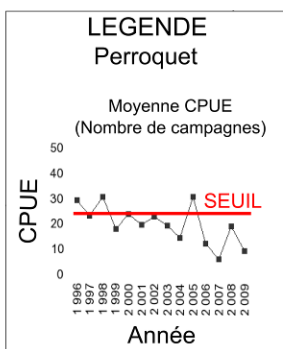
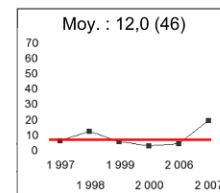
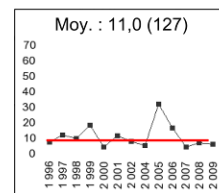
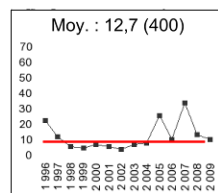
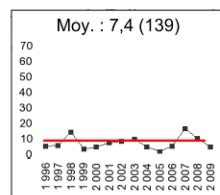
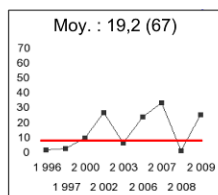
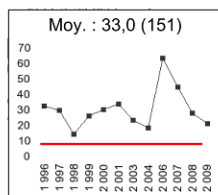




ANNEXE 7

Représentation cartographique de l'évolution historique des niveaux de CPUE (kg/jour de pêche/pêcheur) par zone de pêche et de leur position vis à vis des seuils d'alertes établis à l'échelle de la Province Sud, pour chaque ressource
[Pour une sélection de cinq ressources d'intérêt prioritaire pour la Province Sud]





E

F

G

H

I

J

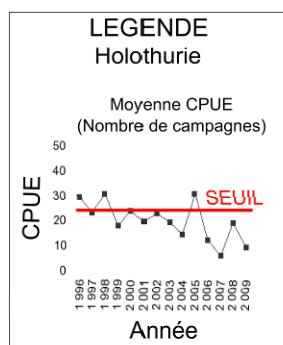
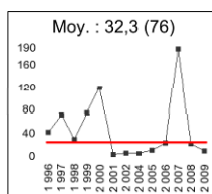
6

7

8

9

10



50 km

E

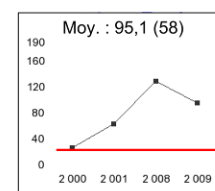
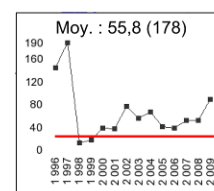
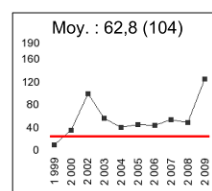
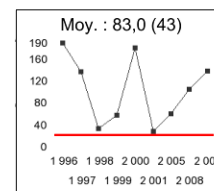
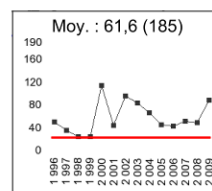
F

G

H

I

J



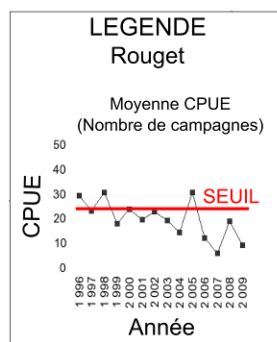
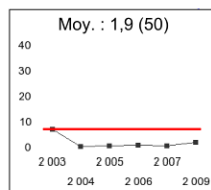
6

7

8

9

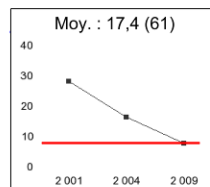
10



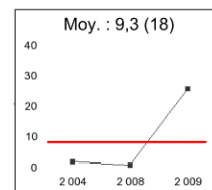
50 km

E

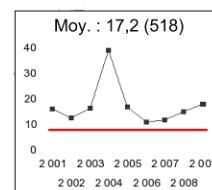
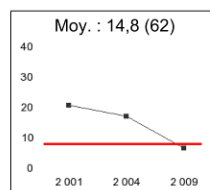
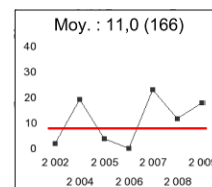
F



G



H



I

J

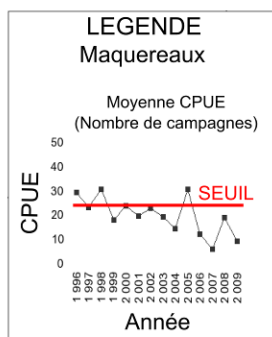
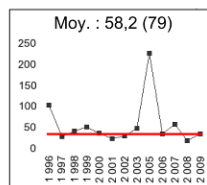
6

7

8

9

10



E

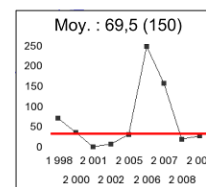
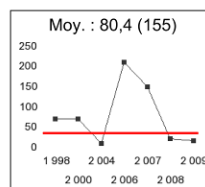
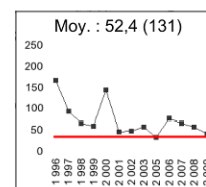
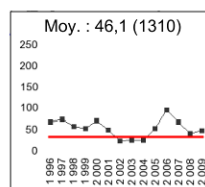
F

G

H

I

J



6

7

8

9

10