



ETUDE DE SENSIBILITE DE *VOUACAPOUA AMERICANA*

Equipe Projet :

Héloïse Grébic - ONF International

Félix Bougé - ONF Guyane

Chef de Projet :

Stéphane Guitet – ONF Guyane

Table des matières

Introduction.....	11
A. Contexte de l'étude	11
B. Présentation de l'étude	12
I. Monographie	13
A. Caractères botaniques	13
1. Botanique	13
2. Phénologie.....	14
B. Aire de répartition	14
C. Fonctionnement des populations.....	16
1. Caractères démographiques	16
1.1 Mode de répartition	16
1.2 Dynamique de population	17
2. Préférences stationnelles	18
3. Diversité génétique.....	19
II. Analyse des données sur la Guyane.....	20
A. Description des sources de données.....	20
1. Inventaires papetiers.....	20
1.1 Présentation générale des blocs	20
1.2 Réalisation des inventaires	20
1.3 Traitement des données	21
2. Inventaires à 5%.....	21
3. Layons « Habitat »	22
4. Parcelles GUYAFOR	22
B. Analyse de la structure spatiale.....	24
1. Densités de population	24

2.	Estimation des densités de Wacapous par kriegeage.....	26
C.	Analyse de la structure démographique	28
1.	Distributions diamétriques	28
2.	Distribution diamétrique de la population par zone biogéographique.....	30
D.	Tests de préférence stationnelle	32
1.	Méthodes.....	32
2.	Analyses	32
2.1	Zones naturelles.....	32
2.2	Géomorphologie.....	34
2.3	Géologie	35
2.4	Pluviométrie	37
2.5	Pentes.....	38
2.6	Altitude.....	39
E.	Synthèse au niveau régional.....	40
III.	Activités potentiellement impactantes	41
A.	Le développement urbain et agricole	41
1.	Description de l'activité agricole et urbaine en Guyane	41
2.	L'impact de l'urbain et de l'agricole sur les populations de Wacapou.....	42
B.	L'activité minière	42
1.	Description de l'activité minière en Guyane.....	42
2.	Impact de l'activité minière sur le Wacapou	43
C.	L'exploitation forestière	43
1.	Description de l'exploitation forestière en Guyane	43
1.1	Les volumes exploités	43
1.2	Perspective en terme de demande.....	44
1.3	Critères d'exploitabilité.....	45
1.4	Méthodes d'exploitation forestière.....	45

2.	L'exploitation du Wacapou.....	46
IV.	Les changements climatiques.....	48
A.	Projections climatiques pour le plateau des Guyanes	48
1.	Précipitations.....	48
2.	Températures	49
3.	Vue d'ensemble des projections concernant les précipitations et les températures.....	51
B.	Impact des facteurs climatiques sur la dégradation des forêts dans les éco-régions du plateau des Guyanes	51
C.	Influence des changements climatiques sur le Wacapou	52
V.	Proposition de mesures pour la conservation du Wacapou.....	54
A.	Etat des lieux de l'exploitation du Wacapou.....	54
B.	Les mesures de protection proposées.....	55
1.	La mise en réserve.....	55
2.	Augmentation du diamètre minimum d'exploitabilité.....	56
3.	Mise en place d'un diamètre maximum d'exploitabilité.....	56
4.	Les zones de protection.....	57
C.	Conclusions sur les mesures de protection	57
VI.	Conclusions générales.....	59
VII.	Bibliographie :.....	60
VII.	Annexes :.....	60

Table des illustrations

Cartes :

<i>Carte 1 : Aire de répartition de <i>V. americana</i> (en vert), estimée d'après Leite et Lleras (1993) et Roosmalen (1985)</i>	15
<i>Carte 2 : Cartographie de l'ensemble des inventaires utilisés</i>	23
<i>Carte 3 : Densités de <i>Wacapous</i> sur l'ensemble des inventaires</i>	25
<i>Carte 4 : Estimation par kriegeage de la densité moyenne de <i>Wacapous</i> à l'hectare pour le nord de la Guyane</i>	27
<i>Carte 5 : Simulations des changements de précipitations (en mm/jour) par rapport à l'année 2000 : moyennes sur 30 ans centrées autour de (a) 2020, (b) 2050 et (c) 2080 (modifié par Ann-Margaret Amui-Vedel dans son rapport sur l'impact des changements climatiques sur le plateau des Guyane, d'après Cox et al., 2004).....</i>	49
<i>Carte 6 : Augmentation des températures en °C sur le 21^{ème} siècle (modifié par Ann-Margaret Amui-Vedel dans son rapport sur l'impact des changements climatiques sur les écosystèmes du plateau des Guyanes, d'après Cox et al., 2004)</i>	50

Graphiques :

<i>Graphique 1 : Densité de <i>Wacapous</i> par hectare par classe de diamètre sur le bloc CA03</i>	28
<i>Graphique 2 : Densité de <i>Wacapous</i> par hectare par classe de diamètre sur le bloc KO02</i>	28
<i>Graphique 3 : Densité de <i>Wacapous</i> par hectare par classe de diamètre sur le bloc KO01</i>	29
<i>Graphique 4 : Présence de <i>wacapou</i> sur les placettes inventoriées en fonction de la zone naturelle</i>	33
<i>Graphique 5 : Présence de <i>Wacapou</i> sur les placettes inventoriées en fonction de la géomorphologie</i>	34
<i>Graphique 6 : Présence de <i>Wacapous</i> sur les placettes inventoriées en fonction de la géologie</i>	36
<i>Graphique 7 : Présence de <i>Wacapous</i> sur les placettes inventoriées en fonction de la pluviométrie.....</i>	37
<i>Graphique 8 : Présence/Absence de <i>Wacapous</i> sur les placettes inventoriées en fonction de la pente</i>	38
<i>Graphique 9 : Présence de <i>Wacapou</i> sur les placettes inventoriées en fonction de l'altitude</i>	39

<i>Graphique 10 : Evolution des volumes de bois exploités de 1995 à 1998.....</i>	44
<i>Graphique 11 : Volumes de Wacapou exploités de 1995 à 2009</i>	46
<i>Graphique 12 : Pourcentage de Wacapous présents sur les inventaires papetiers par classe de diamètre.....</i>	54
<i>Graphique 13 : Distribution diamétrique sur la placette 2 de Régina 74</i>	55
<i>Graphique 14 : Pourcentage de Wacapous exploités de 1995 à 2008 par classe de diamètre</i>	56

Schémas :

<i>Schéma 1 : Limite des principaux agrégats (traits noirs gras) de Wacapou (points rouges) sur la partie sud du dispositif de Paracou (Traissac, 1998)</i>	16
<i>Schéma 2 : modélisation de la dynamique des populations de Wacapou (Traissac, 2008).....</i>	18

Annexes :

<i>Annexe 1 : Carte de localisation des zones refuges</i>	65
<i>Annexe 2 : tableau récapitulatif des méthodes d'inventaire des différents blocs.....</i>	67
<i>Annexe 3 : Carte de localisation des blocs des inventaires papetiers</i>	69
<i>Annexe 4 : Carte de localisation des parcelles des inventaires à 5%.....</i>	71
<i>Annexe 5 : Carte de localisation des layons « habitat ».....</i>	73
<i>Annexe 6 : Carte de localisation des parcelles GUYAFOR.....</i>	75
<i>Annexe 7 : Distribution diamétrique du bloc CA01.....</i>	77
<i>Annexe 8 : Distribution diamétrique du bloc SL01.....</i>	77
<i>Annexe 9 : Distribution diamétrique du bloc SL02.....</i>	78
<i>Annexe 10 : Distribution diamétrique du bloc COMT.....</i>	78
<i>Annexe 11 : Distribution diamétrique du bloc KO05.....</i>	79
<i>Annexe 12 : Distribution diamétrique du bloc SINN.....</i>	79
<i>Annexe 13 : Distribution diamétrique du bloc MANA.....</i>	80
<i>Annexe 14 : Distribution diamétrique du bloc CA02.....</i>	80
<i>Annexe 15 : Distribution diamétrique du bloc TO06.....</i>	81
<i>Annexe 16 : Distribution diamétrique du bloc ORAP.....</i>	81
<i>Annexe 17 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région côtière ouest de Saint-Laurent – Mana (A1)</i>	82
<i>Annexe 18 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région centrale de Cayenne - Iracoubo (A2).....</i>	82
<i>Annexe 19 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région de la série Armina et des</i>	

<i>granitoïdes (B1)</i>	83
<i>Annexe 20 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région de l'ensemble détritique supérieur et du Paramaca de la bordure méridionale (B2)</i>	83
<i>Annexe 21 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région du massif centre-est (C3)</i>	84
<i>Annexe 22 : Carte des densités de Wacapous en fonction de la géomorphologie</i>	85
<i>Annexe 23 : Carte des densités de Wacapous en fonction de la géologie.....</i>	87
<i>Annexe 24 : Carte des densités de Wacapous par placette en fonction de la pluviométrie</i>	89
<i>Annexe 25 : Carte des densités de Wacapous en fonctions des zones biogéographiques.....</i>	91
<i>Annexe 26 : Cartographie des zones de forte densité de Wacapous et de l'occupation du sol de la bande littorale de la Guyane en 2008</i>	93
<i>Annexe 27 : Cartographie des zones de fortes densités de Wacapous et de l'activité minière.....</i>	95
<i>Annexe 28 : Cartographie du plan d'actions concernant les forêts de Guyane</i>	97
<i>Annexe 29 : Cartographie des volumes de Wacapous exploités</i>	99

Introduction

A. Contexte de l'étude

Le Wacapou, *Vouacapoua americana*, a été ciblé comme potentiellement menacée au niveau mondial par l'UICN. Cette espèce semble assez fréquente à l'échelle de la Guyane française comme le révèle les inventaires au millième réalisé au début des années 70 dans le nord du département qui dénombre plus de 1,2 m³/ha de Wacapou. Ce sont à ce jour moins de 1 000 m³ qui sont annuellement exploités sur un total de 70 000 m³ de bois prélevés.

Bien que la pression directe de l'exploitation sur cette espèce semble *a priori* faible, son statut particulier implique de se pencher de façon plus approfondie sur celle-ci afin de mieux connaître cette espèce dans le contexte propre à la Guyane pour mieux la protéger et/ou la valoriser durablement.

L'exploitation forestière en Guyane est en permanente amélioration depuis 1994, date de l'abandon des permis forestiers. Actuellement la gestion forestière est structurée par une solide démarche d'aménagement (plan de gestion) portant diagnostic et définition des grands axes d'actions sur les grands objectifs de gestion (conservation, production durable de bois, accueil, usage, protection). L'exploitation durable du bois s'organise d'une part sur la base des concepts d'exploitation à faible impact et sur une démarche d'amélioration continue s'inspirant des efforts de recherche et de développement. La rotation de 65 ans (temps de repos entre deux coupes) est issue des modèles calculés sur les placettes permanentes du CIRAD et de l'ONF (réseau GUYAFOR) et doit assurer à la fois la durabilité et la multifonctionnalité de la gestion.

Cette gestion raisonnée et bien structurée est en cours de certification, avec la participation de toute la filière-bois, afin que son caractère durable soit reconnu, suivi et contrôlé. Cependant, ce modèle de gestion a été défini en priorité pour les essences les plus fréquentes, au premier rang desquelles se trouve l'angélique, essence commerciale la plus couramment rencontrée en forêt. Et si la préservation de la biodiversité en générale a été intégrée à ce modèle, un nouvel effort doit cependant être porté sur la prise en compte des espèces forestières les plus rares, certes actuellement très peu exploitées mais si disséminées que la question de leur conservation et de leur gestion ne peut être globalisée.

B. Présentation de l'étude

Le but de cette étude, commandée par la Direction Régionale de l'Environnement de Guyane, à l'ONF-International consiste donc à établir un diagnostic quand à la vulnérabilité effective du Wacapou en Guyane. L'étude se compose (1) d'une partie monographique rassemblant les références existantes concernant l'espèce , (2) d'un approfondissement des connaissances concernant les populations guyanaises par l'analyse de données d'inventaires forestiers, (3) d'une description des différentes sources de menace vis-à-vis de l'espèce et (4) de proposition de mesures visant à garantir la conservation de l'espèce en Guyane.

Ce rapport a été réalisé par Héloïse Grebic d'ONF-International, sous la direction de Stéphane Guitet ingénieur de recherche à la Direction Régionale de l'ONF en Guyane, avec le concours de Félix Bougé pour les analyses statistiques.

I. Monographie

A. Caractères botaniques

1. Botanique

Le Wacapou, *Vouacapoua Americana* Aublet est un arbre de la canopée, appartenant à la famille des Césalpiniacées. Il peut atteindre 35 m de hauteur et 100 cm de diamètre. Il a un tronc crevassé et est très ramifié. Son houppier est dominant ou codominant.

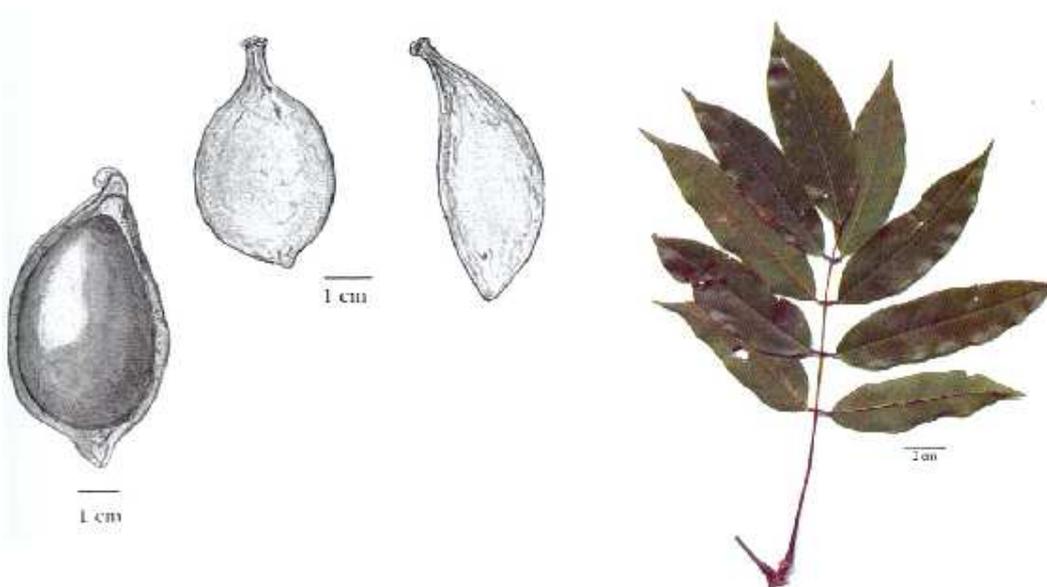
A l'âge adulte, il est facilement reconnaissable à son tronc qui présente des anfractuosités caractéristiques.



Photographie 1 : Base du tronc d'un Wacapou (ONF, 2004)

Un flachis permet une bonne détermination à tous les âges : une zone brune, très fine, se trouve juste en dessous de l'écorce et l'aubier dégage une odeur de cèdre poivré très caractéristiques (Traissac, 2003).

Au stade juvénile, on reconnaît le wacapou à sa feuille caractéristique : composée imparipennée, les folioles sont opposées et présentent une glande à la base des pétioles appariés.



Photographie 2 : Fruits et feuilles de Wacapou (ONF, 2004)

2. Phénologie

V. Americana est une espèce hermaphrodite. Ses fleurs sont petites, jaunes et odorantes. La floraison et la fructification sont discontinues et irrégulières. Le Wacapou ne produit pas des fruits tous les ans (Loubry, 1988), mais quand il en produit, c'est en grande quantité. On parle de glandée (« Mast-fruiting »).

La période de floraison se concentre de janvier à février et peut parfois continuer jusqu'en Mars. La fructification va de mars à mi mai et correspond au retour de la grande saison des pluies. La production de fruits est très différente d'un arbre à l'autre.

Les diamètres minimum des arbres fleurissant et fructifiant sont respectivement 19 et 24 cm (Caron *et al.*, 2000).

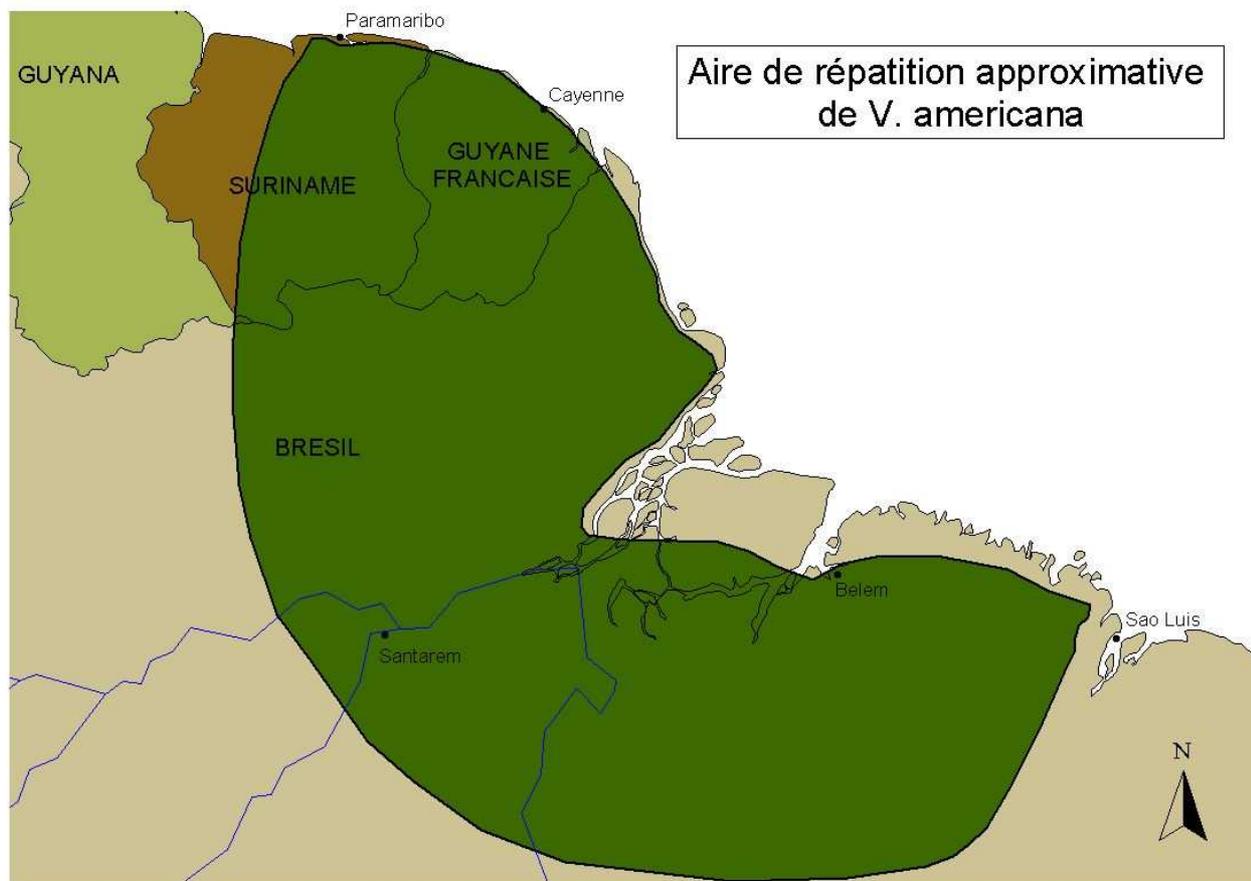
V. Americana produit des fruits de type gousse contenant une graine (très rarement deux) fusiforme d'environ 30g à larges réserves cotylédonnaires (Forget, 1999). A maturité, les fruits tombent au pied de l'arbre maternel libérant leur graine. Ne présentant pas de phénomène de dormance, les graines germent en quelques semaines. Avant germination, une partie d'entre elles est dispersée par des rongeurs, l'agouti (*Dasyprocta leporina*) et l'acouchi (*Myoprocta exilis*), qui les enterrent pour les consommer plus tard dans la saison. La distance de dispersion est en général d'une dizaine de mètres par rapport à l'arbre maternel, dépassant parfois 20 m (Forget, 1990).

Le pourcentage et les distances de dispersion des graines sont très dépendants de la quantité des ressources disponibles localement. Lorsque de nombreuses graines sont présentes, les rongeurs les consomment préférentiellement sur place et les enterrent très peu (Chauvet, 2001). L'activité des rongeurs semble importante pour *V. Americana* puisque l'enfouissement des graines dans des caches dispersées et leur oubli ou la mort du disperseur favorisent la germination et la survie des plantules (Schulz, 1960; Forget, 1994). En fait, ceci permet de soustraire les graines à la dessiccation, à la consommation par les animaux et à de nombreux insectes parasites (Forget, 1990, 1994). Néanmoins dans certaines conditions d'humidité et de luminosité, la germination et la survie peuvent se réaliser sans que la graine ne soit enterrée (Forget, 1997b).

B. Aire de répartition

Le *Vouacapoua Americana* est présent sur le plateau des Guyanes : au nord-est du Brésil (Clay, 2000), en Guyane Française et dans la partie ouest du Surinam (Dutech, 2001).

V. Americana a une répartition spatiale qui n'est pas homogène. Il semble être absent sur de larges zones, et être peu dense dans certaines autres comme le nord de la Guyane (Dutech, 2001).



Carte 1 : Aire de répartition de *V. americana* (en vert), estimée d'après Leite et Lleras (1993) et Roosmalen (1985)

Au sud de la Guyane, l'espèce est plutôt présente sous forme de populations isolées (par exemple, Mont la Fumée autour de Saül et Montagne St Marcel à l'extrême sud-est de la Guyane; Sabatier et Prévost, 1990), et il reste des zones où il est largement absent (Prévost et Sabatier à Trois-Saut et Camopi, 1990 ; Richard-Hansen sur le Haut-Tampock; et Nolibos sur la Litany). Il pourrait donc exister de larges zones géographiques où l'espèce serait absente alors que les conditions environnementales (notamment édaphiques) seraient favorables à son installation (Dutech, 2001).

Il semblerait que la répartition actuelle des wacapous soit due à sa régression dans des zones de refuge lors de la dernière période glaciaire. Il pourrait s'agir de la zone centrale (autour de Saül), des monts Lucifer-Dékou-Dékou à l'ouest, de la Montagne Trinité à l'ouest du barrage de Petit-Saut, de la Montagne de Kaw à l'est sur le littoral et des Montagnes Tortues entre la Comté et l'Approuague (Dutech, 2000 – Annexe 1).

C. Fonctionnement des populations

1. Caractères démographiques

1.1 Mode de répartition

Le wacapou a une répartition agrégée complexe. D'après les observations de Traissac (1998) sur Paracou, le Wacapou se répartit en « plaques topographiques » qui dépendent des conditions du sol et dont la taille est déterminée par le relief (Schéma 1).

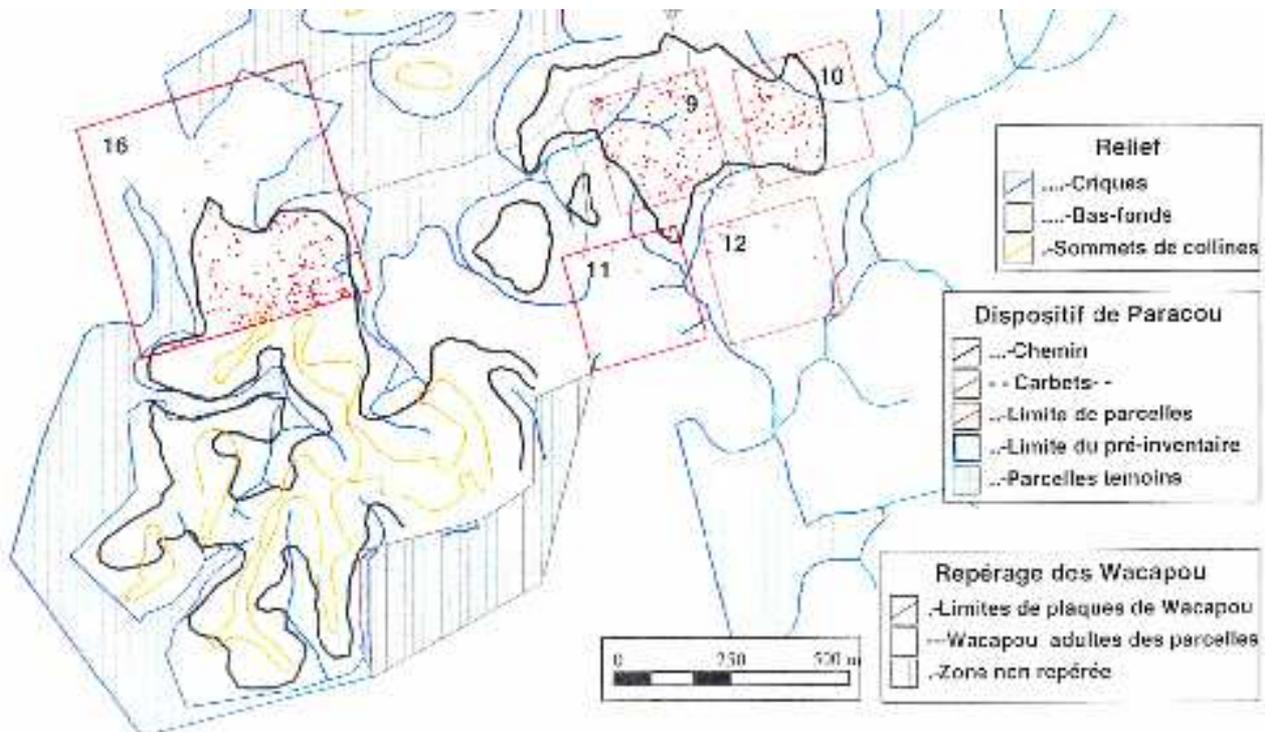


Schéma 1 : Limite des principaux agrégats (traits noirs gras) de Wacapou (points rouges) sur la partie sud du dispositif de Paracou (Traissac, 1998)

Traissac a fait des analyses de la structure spatiale du Wacapou sur les sites de Paracou et des Nouragues. Il a mis en évidence l'existence d'agrégats de plus petites tailles à l'intérieur de ces plaques. Les pics d'agrégation s'observent pour des échelles très variables (de 25 m à 150 m suivant les domaines étudiés). Il n'a pu déterminer une taille d'agrégation privilégiée du Wacapou. A partir de 100 m de rayon, les agrégats sont eux-même composés de groupes de plus petite taille, ayant un rayon situé entre 20 et 50 m.

Les discontinuités dans la répartition du Wacapou se traduisent par la présence d'agrégats et de plaques qui pourraient dépendre de la dynamique propre de l'espèce.

Les petites échelles d'agrégations, entre 20 et 50 m de rayon, observées dans presque toutes les analyses, sont voisines des distances moyennes de dissémination des graines de *Licania alba* par un acouchi (Jansen *et al.*, 2001). La variabilité de la taille des agrégats observés pourrait être le résultat de l'extension de proche en proche d'agrégats de petites tailles. Cette hypothèse est cohérente avec le tempérament tolérant à l'ombre de l'espèce et les faibles distances de dissémination (Traissac, 2003).

1.2 Dynamique de population

La croissance du *Vouacapoua Americana* est faible. Les taux d'accroissement en diamètres sont estimés à environ 0,15 cm / an (Gourlet-Fleury et Houllier, 2000) et à 0,18 cm / an d'après Héroult (2009) sans effet du diamètre ni influence de la lumière.

Certaines populations de Wacapous seraient sujettes à des cycles de vieillissement, d'épidémies ou de stress hydrique localisés géographiquement qui pourraient aboutir à la disparition locale de *V. Americana* (Joly, 1996).

La régénération des plantules peut se faire sous couvert végétal, l'espèce étant tolérante d'ombre (Forget, 1997a). Cependant, la survie et la croissance des plantules ainsi que des jeunes tiges sont favorisées par de petites ouvertures lumineuses (Forget, 1997a).

La régénération de *V. Americana* peut être réduite dans des populations composées par une forte densité d'arbres conspécifiques de diamètre supérieur à 10 cm (Joly, 1996; Forget, 1997). Cet état est effectivement constaté dans certains secteurs très denses à l'Est de la Guyane, entre l'Approuague et l'Oyapock.

A l'intérieur des plaques de Wacapou, on retrouve un noyau central contenant les individus les plus âgés à l'intérieur duquel il y a très peu de recrutement, et en périphérie, les jeunes plants qui étendent la plaque ou qui contribuent à son déplacement.

Le recrutement varie suivant les années. Ceci ne peut être seulement dû à l'efficacité de la dissémination, et serait donc en lien avec des changements du microclimat local pendant la fructification (Forget, 1997).

Traissac a mis en évidence un modèle dans la dynamique de peuplement du Wacapou (*Schéma 2*).

Les individus d'une plaque de Wacapou disséminent leurs graines à courte et longue distance pour certaines. Lorsqu'une de ces graines se développe loin de ses parents, la plantule joue alors un rôle de colonisateur. Il va se développer et se reproduire, et l'ensemble de ces individus va ainsi former un agrégat, qui, en s'associant avec d'autres agrégats va former une nouvelle plaque de Wacapou.

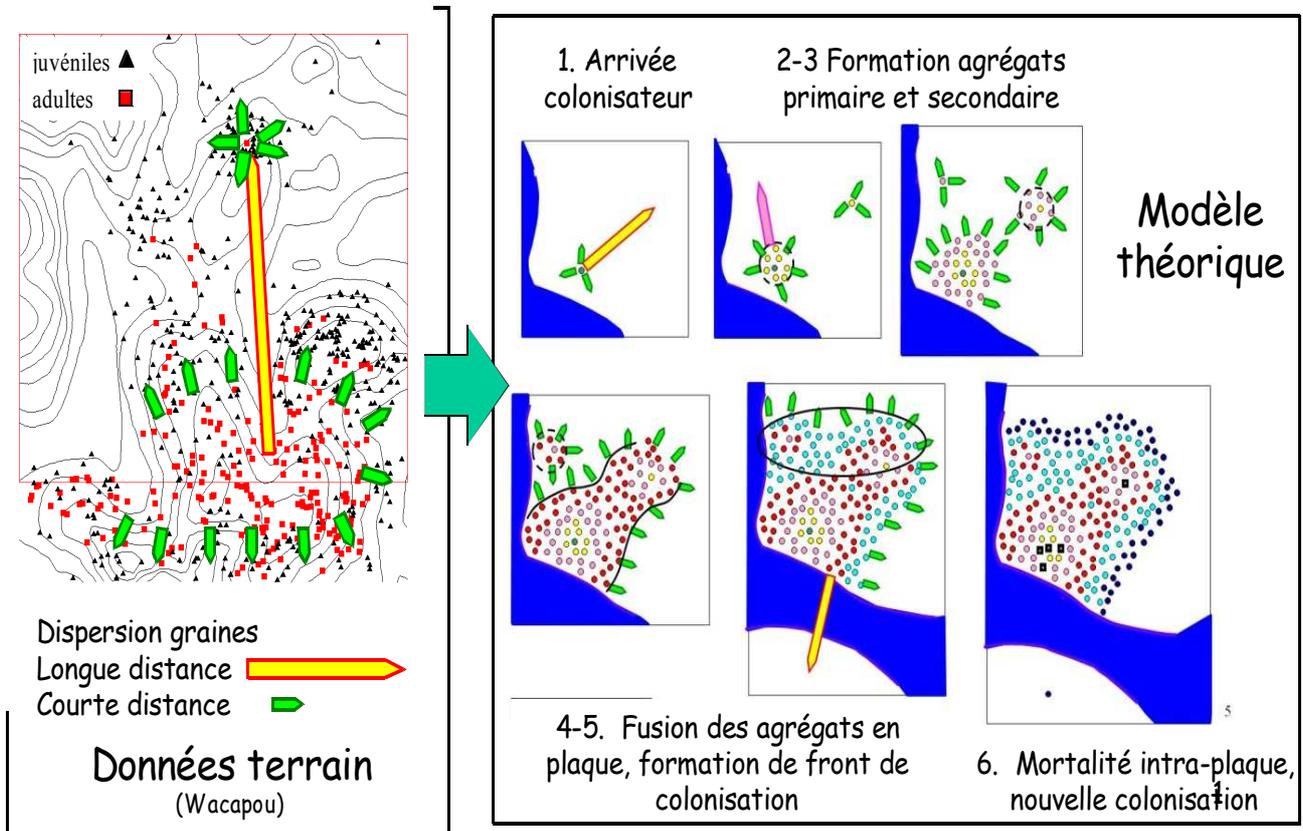


Schéma 2 : modélisation de la dynamique des populations de Wacapou (Traissac, 1998)

2. Préférences stationnelles

Les wacapous se retrouvent principalement sur des sols non hydromorphes à faible pente, au sein de forêts primaires, comme les collines à sol latéritique (Schultz, 1960). Les zones hydromorphes sont en effet peu favorables à la survie des plantules (Forget, 2004).

Le sol et la topographie influencent, selon Traissac (2003), la répartition du Wacapou, mais celle-ci ne dépend pas uniquement de ces facteurs, car il a pu observer des limites de plaques qui ne correspondaient pas à des changements de conditions édaphiques. Selon lui, la topographie peut agir soit en inhibiteur (bas-fonds) soit en amplificateur (amont de colline), mais part d'un « potentiel de développement » d'un agrégat dans une direction.

Malgré la mise en évidence de conditions qui favorisent le développement de *V. Americana*, on le

retrouve, en faible densité, dans des zones qui ne lui sont pas favorables. Ainsi, Traissac (1998) a remarqué que le wacapou n'était pas complètement inadapté aux sols hydromorphes. On y retrouve des densités non négligeables en bas de pente, à proximité des criques ou dans les bas-fonds. Les Wacapous profitent des variations de la micro-topographie (ex. talus). De même, il s'est rendu compte de l'absence de wacapous au sein de versants et plateaux, sans variation évidente des facteurs édaphiques. Il est donc difficile de déterminer les préférences stationnelles de l'espèce.

3. Diversité génétique

Dutech (2001) a réalisé une étude sur la diversité chloroplastique de quatre populations situées dans le nord et dans le centre de la Guyane.

A échelle spatiale fine, *V. Americana* est caractérisé par une faible dispersion des graines par les rongeurs, ce qui a été mis en évidence par l'analyse des marqueurs chloroplastiques, ainsi que par celle des marqueurs nucléaires.

Une faible dispersion du pollen et un faible nombre de pères fécondant chaque mère ont aussi été suggérés par l'analyse des structures spatiales génétiques et par celle des nuages polliniques reçus par chaque mère. Un effet probable de l'agrégation des individus qui restreint l'essentiel de la pollinisation à l'intérieur des plaques a aussi été souligné.

Enfin, de possibles effets liés à des événements de recolonisation de *V. Americana* peuvent modéliser la structure génétique d'une population et par exemple augmenter la différenciation entre agrégats.

Dutech a mis en évidence dans son étude, une structure spatiale chloroplastique organisée en larges tâches homogènes de chlorotypes. Cette structure est interprétée comme la conséquence de la recolonisation de larges superficies par *V. Americana*, à partir de zones refuges supposées pour la forêt humide (Annexe 1). En revanche, il semble y avoir peu d'effets de ces événements historiques sur la structure spatiale du génome nucléaire. Ce faible signal historique pourrait être expliqué par une absence de forte dérive génétique entre zones refuges.

Les régressions de la forêt tropicale humide semblent donc avoir eu un effet sur la dynamique démographique passée de plusieurs espèces de forêt tropicale humide.

II. Analyse des données sur la Guyane

Pour compléter ces données générales concernant le Wacapou, notamment en termes de préférences stationnelles, d'aire de répartition et de démographie, nous avons réuni et analysé différents inventaires disponibles pour la Guyane. Une partie de ces inventaires, déjà anciens, a du être numérisé afin d'y appliquer des méthodes d'analyse spatiale grâce aux nouveaux outils disponibles (SIG) ; Ces différentes sources de données ont été confrontées et mises en perspectives.

A. Description des sources de données

1. Inventaires papetiers

1.1 Présentation générale des blocs

Ces inventaires forestiers ont été réalisés par le CTFT et l'ONF entre 1974 et 1976 afin d'estimer le volume de bois utilisable pour faire de la pâte à papier dans la perspective de l'éventuelle implantation d'une société papetière.

14 blocs ont été inventoriés à cette occasion sur une bande littorale de 50 km de profondeur environ, allant de Saint-Laurent-Du-Maroni à Cacao, totalisant 548 270 ha (Annexe 3).

1.2 Réalisation des inventaires

Les méthodes d'inventaire suivent un échantillonnage systématique à taux variable selon les blocs. Des placettes de 200 m de long sur 25 m de large ont été implantées tous les 200 à 600 m sur des layons espacés de 1 à 1,5 km selon le cas (Annexe 2).

Sur chacune des placettes inventoriées, tous les arbres de diamètre supérieur à 10, 15, 20 ou 40 cm (selon les blocs) ont été mesurés à 1m30 pour être affecté à une classe de diamètre et l'essence a été déterminée par un forestier prospecteur. Une fiche inventaire a été renseignée pour chaque placette. Elle comporte en en-tête, le numéro du bloc, le numéro du layon, le numéro de la parcelle, la formation végétale (en distinguant notamment forêt de terre ferme et forêt marécageuse) et la surface de la placette. Ces données ont été saisies dans une base Access, nommée Invpap, dont le catalogue de métadonnées peut-être consulté à l'ONF pour plus de détails sur ces inventaires.

1.3 Traitement des données

Lors de la numérisation des blocs, il s'est avéré que certaines cartes manquaient aux archives. Il n'a donc pas été possible d'effectuer la saisie des blocs Comté (COMT), Orapu (ORAP), Sinnamary (SINN) et Mana (MANA).

Du fait de la diversité des méthodes d'inventaire, il a été décidé de ne pas utiliser l'ensemble des placettes afin d'avoir une certaine homogénéité dans leur traitement.

Sur les blocs Tonnégrande 6 (TO06) et Kourou 5 (KO05), les placettes où le comptage débute à 40 cm n'ont pas été prises en compte.

Pour l'ensemble des blocs, seuls les arbres à partir de 20 cm de diamètre ont été retenus, afin de ne pas faire de distinction entre les blocs où certains comptages débutent à 15 cm de diamètre et d'autres à 10.

Au total, 2018 placettes ont été utilisées pour réaliser les analyses qui suivent sur 2347 placettes saisies initialement.

2. Inventaires à 5%

Ces inventaires ont été effectués par l'ONF entre 1993 et 1997 sur 172 parcelles forestières appartenant au réseau des forêts aménagées, dans le but d'y estimer la ressource avant mise en exploitation. La majorité des parcelles a fait l'objet d'un sondage à 5% (Annexe 4). Le comptage a été effectué sur des bandes parallèles de 10 m de large implantées à un espacement de 200 m. L'ensemble de la parcelle était inventorié de bord à bord, les limites de parcelles étaient généralement des limites hydrographiques naturelles. Les différents types forestiers n'ont pas été distingués mais la forêt de terre ferme reste généralement largement dominante. L'inventaire a été réalisé au compas forestier par classes compensées de 5 cm à partir de la classe 20 (soit un diamètre de pré-comptage de 17,5 cm). Les mesures au-dessus des contreforts ont été estimées à l'oeil. 239 essences forestières ont été distinguées.

3. Layons « Habitat »

Les données ont été relevées sur 14 sites différents, répartis sur toute la Guyane mais avec une majorité des sites dans le secteur Nord-Est, peu couvert par les données d'inventaire précédentes : 10 sites ont été choisis en fonction de leurs reliefs dominants et de leur zones biogéographiques afin d'obtenir des répétitions des grands reliefs présents dans l'Est guyanais (Annexe 5); quatre autres sites ont été décrits dans d'autres zones biogéographiques afin d'évaluer la variabilité inter-régionale en sus de la variabilité intra-régionale de l'Est.

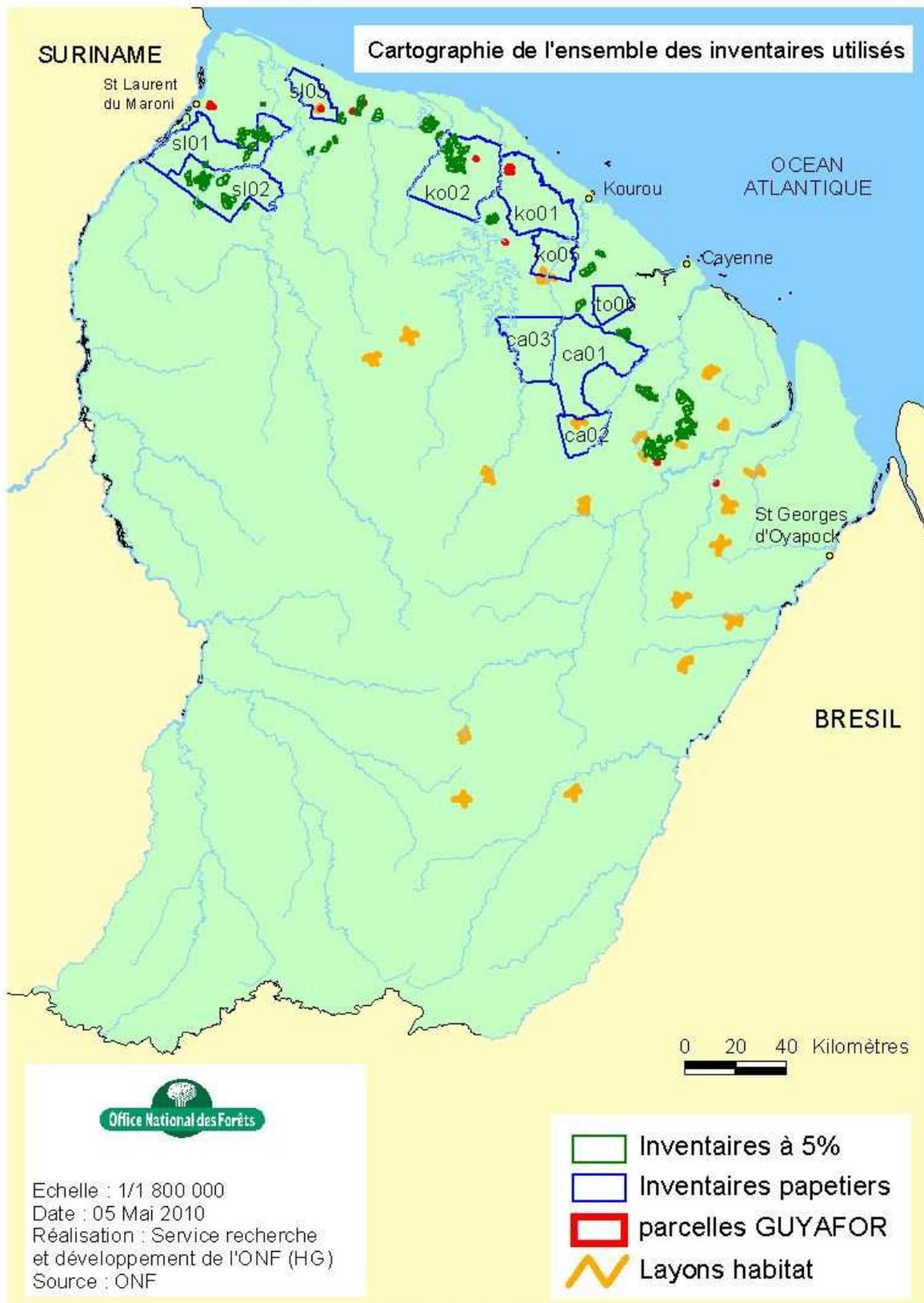
Chaque site est généralement constitué de 4 layons de 3 km chacun inventorié sur 20 m de largeur. Sur 3 sites le nombre de layons a été réduit à 2 ou 3 du fait de l'accessibilité ou de l'étendue restreinte des zones non perturbées. Chaque layon est subdivisé en placettes de 100 m environ sur lesquelles sont récoltées différentes catégories de données : données d'inventaire, données mésologiques, données de structure, inventaires de la grande faune. Les arbres ont été inventoriés à partir de 20 cm de diamètre.

Pour plus de détails concernant cet inventaire consulter le rapport FEDD sur la caractérisation et la spatialisation des habitats forestiers guyanais (Richard-Hansen *et al.*, 2010).

4. Parcelles GUYAFOR

Le réseau GUYAFOR a été construit à partir de dispositifs permanents préexistants installés depuis les années 1970 (Bafog, Paracou) et de la mise en place de nouveaux dispositifs depuis 2000 (Annexe 6). Il couvre aujourd'hui plus de 235 hectares de forêt sur 9 dispositifs répartis sur la bande côtière. 152 739 arbres sont répertoriés et numérotés, déterminés botaniquement et leur diamètre à hauteur de poitrine est mesuré à intervalles réguliers (1 118 215 mesures) à partir de 10 cm de diamètre. Ils sont spatialisés. Un certain nombre de descripteurs environnementaux ont été cartographiés sur l'ensemble ou une partie des placettes du réseau (topographie, sol, ouverture de canopée...).

Carte 2 : Cartographie de l'ensemble des inventaires utilisés



B. Analyse de la structure spatiale

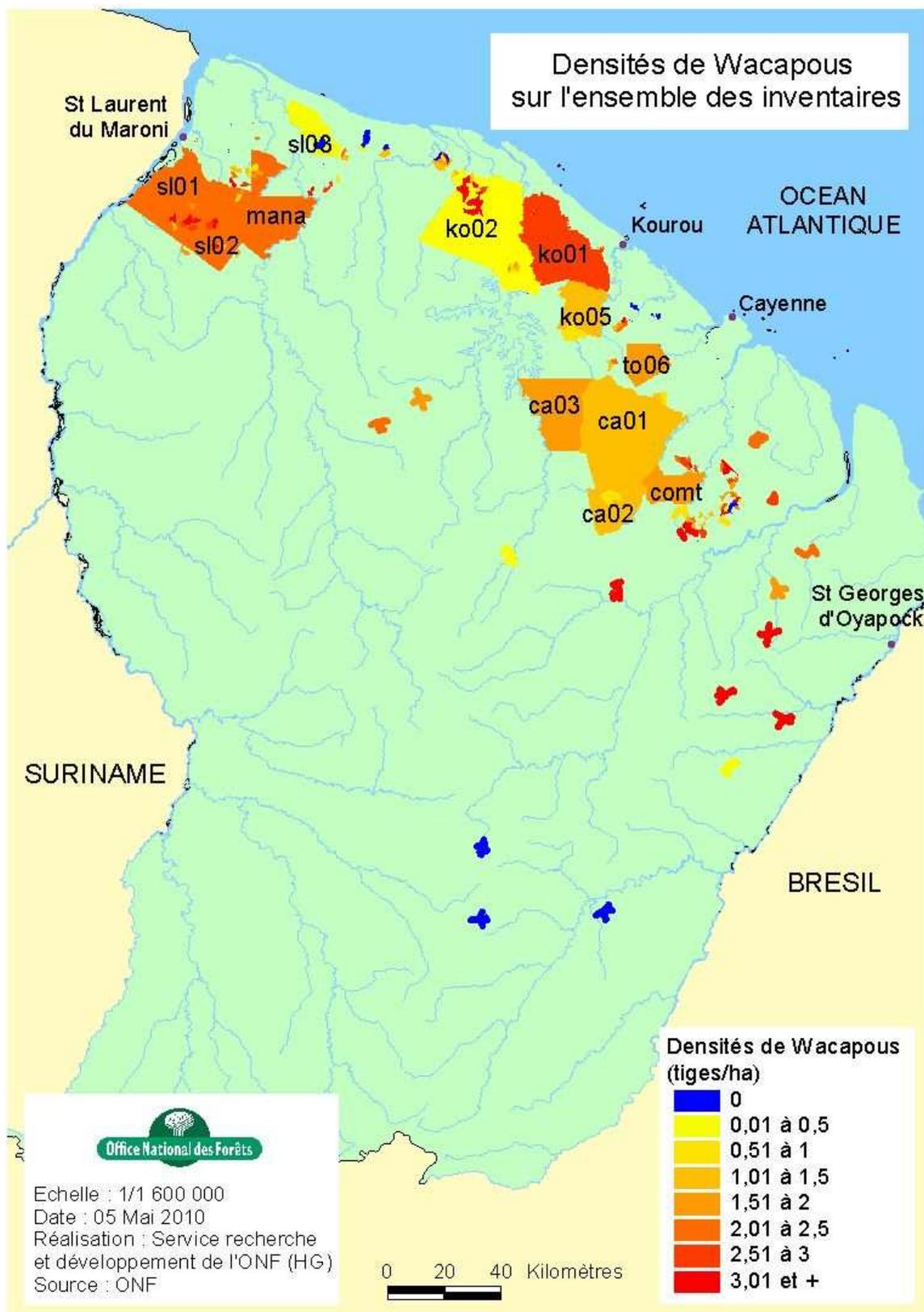
1. Densités de population

Sur les blocs des inventaires papetiers, les densités de Wacapous par bloc varient énormément. Les plus fortes densités se situent sur les blocs SL01, SL02, KO01 et KO02. Elles oscillent entre 1,75 tiges par hectare et 2,98 tiges par hectare. Le bloc SL03 enregistre la plus faible densité avec 0,10 tiges par hectare. Celle-ci peut s'expliquer par le fait que cette zone soit proche de la côte et par la présence de formations de forêts basses sur sables blancs à la composition très particulière. La carte 3 montre les densités de Wacapou sur chacun des blocs.

En ce qui concerne les layons habitats, lors des missions effectuées dans le sud de la Guyane, aucun Wacapou n'a été recensé. Par contre, de fortes densités de Wacapous ont été recensées au nord-est de la Guyane, ce qui est en accord avec les densités relevées lors de la réalisation des inventaires à 5 %.

Trop peu de données sont disponibles pour le sud de la Guyane. Il est donc difficile d'obtenir des résultats pour cette zone. Des prélèvements de Wacapou y ont cependant été réalisés par l'Herbier de Guyane, ce qui laisse supposer que, même si les populations de Wacapous sont moins nombreuses dans cette partie de la Guyane, il existe tout de même des zones où il s'est établi, notamment autour de la zone refuge de Saül (Annexe 1).

Carte 3 : Densités de Wacapous sur l'ensemble des inventaires



2. Estimation des densités de Wacapous par krigage

A partir de l'ensemble des données disponibles sur les densités de Wacapous extraites des différents inventaires, on a réalisé une estimation par krigage des densités moyennes de Wacapous sur l'ensemble du nord de la Guyane (Carte 4).

Cette estimation a permis de mettre en évidence trois grandes zones où le Wacapou est plus particulièrement présent. Ces zones se situent au sud de Saint-Laurent-Du-Maroni (A), entre Kourou et Iracoubo (B) et à l'est de la Guyane, au sud de Régina (C).

La carte 4 ci-contre a été obtenue avec le logiciel de géostatistique VESPER développé par des chercheurs de l'université de Sydney. La géostatistique est une discipline qui permet le traitement de données spatiales ou temporelles à partir de l'utilisation de modèles probabilistes. Dans le cas présent, il a été décidé d'utiliser une méthode linéaire simple pour la prédiction : le krigage.

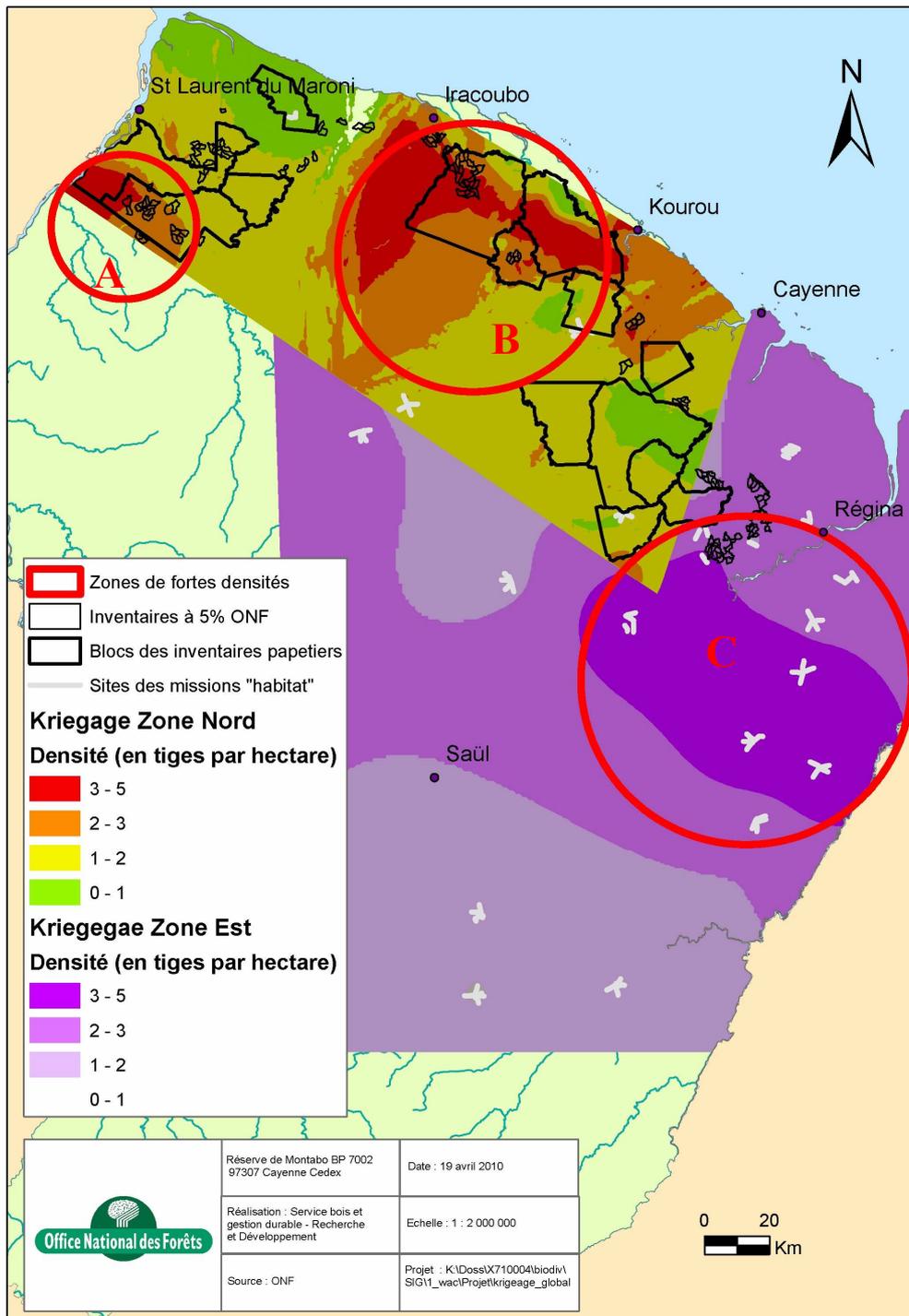
Ce krigage a permis de créer un modèle probabiliste de calcul de la densité de Wacapous en Guyane. Pour couvrir la plus large partie du territoire possible, nous avons utilisé les différents inventaires décrits précédemment, sauf les parcelles GUYAFOR, lesquelles recouvrent une trop faible surface. Les inventaires papetiers et les inventaires à 5 % ont permis de modéliser les densités dans la zone ouest et les missions habitats ont permis de couvrir l'est. De la qualité des données dépend la qualité des estimations des krigages :

- Les inventaires papetiers se présentent sous forme de grilles qui couvrent des blocs homogènes. Les estimations des densités obtenues à l'intérieur de ces blocs sont de bonne qualité.
- Les layons habitat sont des layons inventoriés couvrant en moyenne 40 hectares. Cependant les sites sont très éloignés les uns des autres et les prédictions de densités entre les sites sont des estimations en fonction de la valeur des densités des sites à proximité. Le krigage fait à partir de ces données est donc moins fiable que le précédent.

Ces différences de données de bases nous ont donc amené à traiter les données de deux façons différentes, d'où la distinction faite sur la carte 4. Le modèle probabiliste issu des données des inventaires papetiers sont donc représentés par un dégradé allant du vert au rouge et celui des missions habitat est représenté par un dégradé allant du rose au violet.

Carte 4 : Estimation par kriegage de la densité moyenne de Wacapous à l'hectare pour le nord de la Guyane

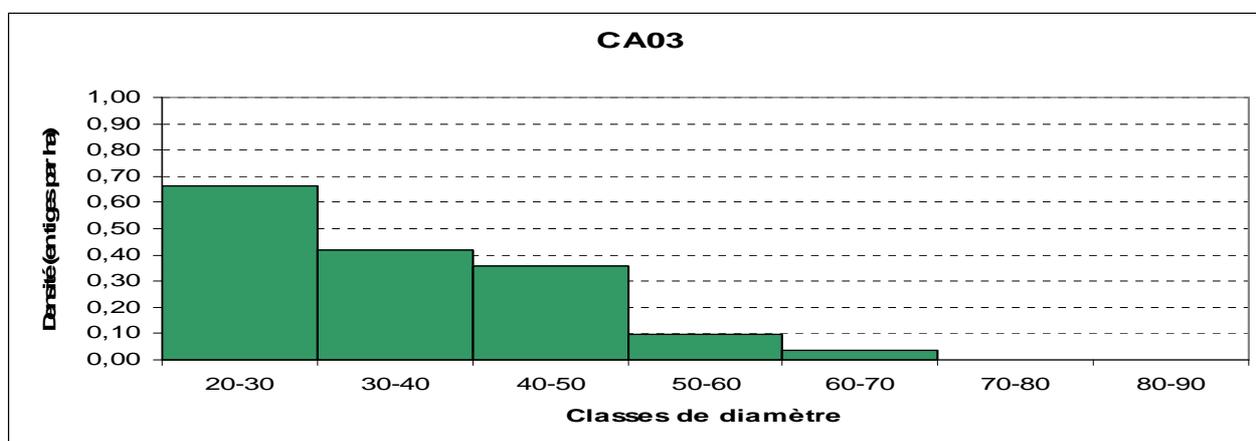
Estimation par kriegage de la densité moyenne de wacapou à l'hectare pour le nord de la Guyane



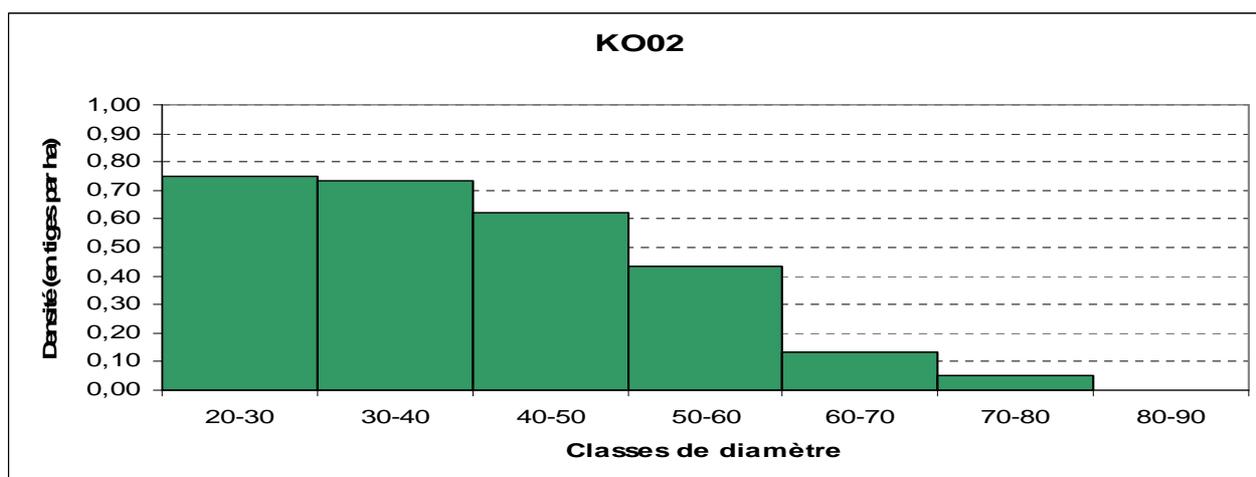
C. Analyse de la structure démographique

1. Distributions diamétriques

Afin d'étudier l'état des populations de Wacapou des différents blocs (saisis et non saisis), des histogrammes de leur distribution diamétrique ont été réalisés. Il en ressort 2 types de distribution différents sur l'ensemble des blocs. La première distribution est qualifiée d'exponentielle décroissante avec une pente plus ou moins forte. Elle est caractérisée par un nombre décroissant d'arbres en fonction de l'augmentation du diamètre. Elle concerne les blocs CA01, CA03, SL01, SL02 et COMT (Annexes 7 à 10). Ce type de distribution est le signe d'une régénération régulière de la population dans le temps.



Graphique 1 : Distribution diamétrique des Wacapous sur le bloc CA03

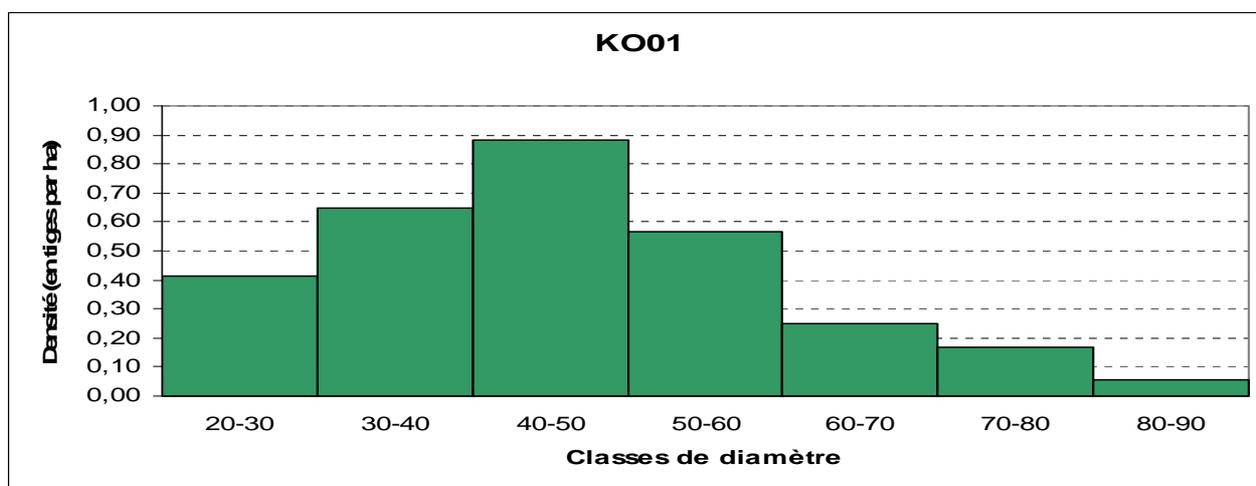


Graphique 2 : Distribution diamétrique sur le bloc KO02

Dans une moindre mesure, les blocs KO02, KO05, SINN et MANA suivent la même tendance (annexes 11 à 13). Les densités dans les classes]20 ;30] et]30 ;40] sont presque égales, alors que dans ce type de répartition, les densités dans les plus petites classes devraient être bien plus fortes. Ceci peut suggérer que la régénération de la population de Wacapous n'est plus suffisante, et que ce peut-être l'amorce d'une chute de population.

Le deuxième type de distribution est qualifié de distribution en « cloche ». Les densités dans les petites classes sont plus faibles que dans les suivantes. Cette distribution montre un déséquilibre dans la régénération de la population. Ceci peut-être dû à une succession de plusieurs années sans conditions favorables au développement des fruits, des graines et des plantules (manque d'eau, peu ou trop de prédation, mauvaises fructifications, mauvaises conditions climatiques au moment de la floraison ou de la fructification...).

Cette distribution concerne les blocs CA02, KO01, TO06 et ORAP (annexes 14 à 16).



Graphique 3 : Distribution diamétrique sur le bloc KO01

On ne peut rien tirer de l'histogramme des densités par diamètre pour le bloc SL03, le nombre de wacapous présents sur ce bloc étant trop faible. Cette première analyse à l'échelle des massifs montre l'existence de plusieurs dizaines de milliers d'hectares où la population de Wacapou semble naturellement à un stade de régression, le remplacement des individus sénescents n'étant plus assuré par le recrutement. On peut aussi remarquer que cette situation de blocage se rencontre avec des densités globales de Wacapou très variables.

Plusieurs hypothèses peuvent donc être émises :

- ces situations de blocage de la régénération correspondent au modèle démographique décrit précédemment par Traissac dans le cadre d'une « surpopulation » d'adultes – cela implique (i) que ce modèle soit variable non seulement au niveau de la plaque mais aussi à plus large échelle ; (ii) que les faibles densités globales correspondants à ces blocs cachent une répartition très hétérogène et concentrée de la population due par exemple à une part importante de terrains hydromorphes qui concentre les adultes sur des secteurs plus restreints avec de fortes densités locales.
- Ce phénomène est indépendant des paramètres démographiques mais lié à une modification globale des conditions pédologiques et/ou climatiques sur ces zones auparavant plus favorables au Wacapou – ce qui implique que ces blocs soient relativement semblables du point de vue stationnel.

D'après la carte géomorphologique de la Guyane (ONF, 2010 – Annexe 22), les quatre blocs partagent en effet la présence de reliefs bas à forte tendance hydromorphe. Ces deux hypothèses sont donc plausibles et ne sont pas exclusives l'une de l'autre.

2. Distribution diamétrique de la population par zone biogéographique

Les blocs des inventaires papetiers recourent 5 régions naturelles sur 3 zones biogéographiques (d'après Paget, 1999, repris par ONF 2010 – Annexe 25) :

- la région de la série d'armina et des granitoïdes (B1) et la région de l'ensemble détritique supérieur et du Paramaca de la bordure méridionale (B2) du domaine de la chaîne septentrionale.
- la région du massif centre-est (C3) du domaine granito-gneissique central
- la région côtière centrale de Cayenne – Iracoubo (A2) et la région côtière ouest de Saint-Laurent – Mana (A1) du domaine des terres basses et plaines côtières

Les distributions diamétriques concernant la région côtière Ouest de Saint-Laurent – Mana (A1), la région de la série Armina et des granitoïdes (B1), et la région du massif centre-est (C3) montrent un nombre d'individus plus élevé dans les petits diamètres que dans les gros. Ces populations de

Wacapous semblent donc équilibrées, et ont une régénération constante dans le temps (annexes 17, 19 et 21).

Les distributions diamétriques de la région centrale de Cayenne-Iracoubo (A2) et la région de l'ensemble détritique supérieur et du Paramaca de la bordure méridionale (B2), montrent des déséquilibres dans leur structure. Pour la première région (A2), les deux premières classes,]20 ; 30] et]30 ; 40], affichent des effectifs plus faibles que dans la classe]40 ; 50] (Annexe 32). Pour la seconde région (B2), la classe]20 ; 30] a un déficit d'effectif par rapport aux classes suivantes (Annexe 20). Ceci peut correspondre à l'amorce d'une chute de population dans ces régions, ou à une difficulté pour les populations de Wacapou à se maintenir dans ces régions dès que les densités deviennent un peu trop fortes. Ces deux régions enregistrent des effectifs relativement faibles par rapport aux autres régions : 118 Wacapous au total sur la région A2 et 100 pour la région B2, contre 1278 pour la B1 et 390 pour la C3.

La région A1 enregistre elle aussi des effectifs faibles (61 Wacapous recensés), dont près de la moitié (28) dans la classe]20 ; 30] (Annexe 17). Cela peut laisser supposer que cette région est en cours de colonisation par le Wacapou.

D. Tests de préférence stationnelle

1. Méthodes

Les tests de préférence stationnelle ont été réalisés afin de déterminer les milieux dans lesquels les Wacapous seraient plus susceptibles de s'implanter. Ces tests ont été effectués pour différents facteurs pouvant influencer sa répartition :

- Les zones naturelles
- la géomorphologie
- la géologie
- la pluviométrie
- les pentes
- l'altitude

Pour chacun de ces facteurs, un diagramme en barre a été réalisé pour étudier la fréquence de présence des Wacapous sur les placettes. Ils permettent de déterminer les modalités du facteur ayant la plus grande incidence.

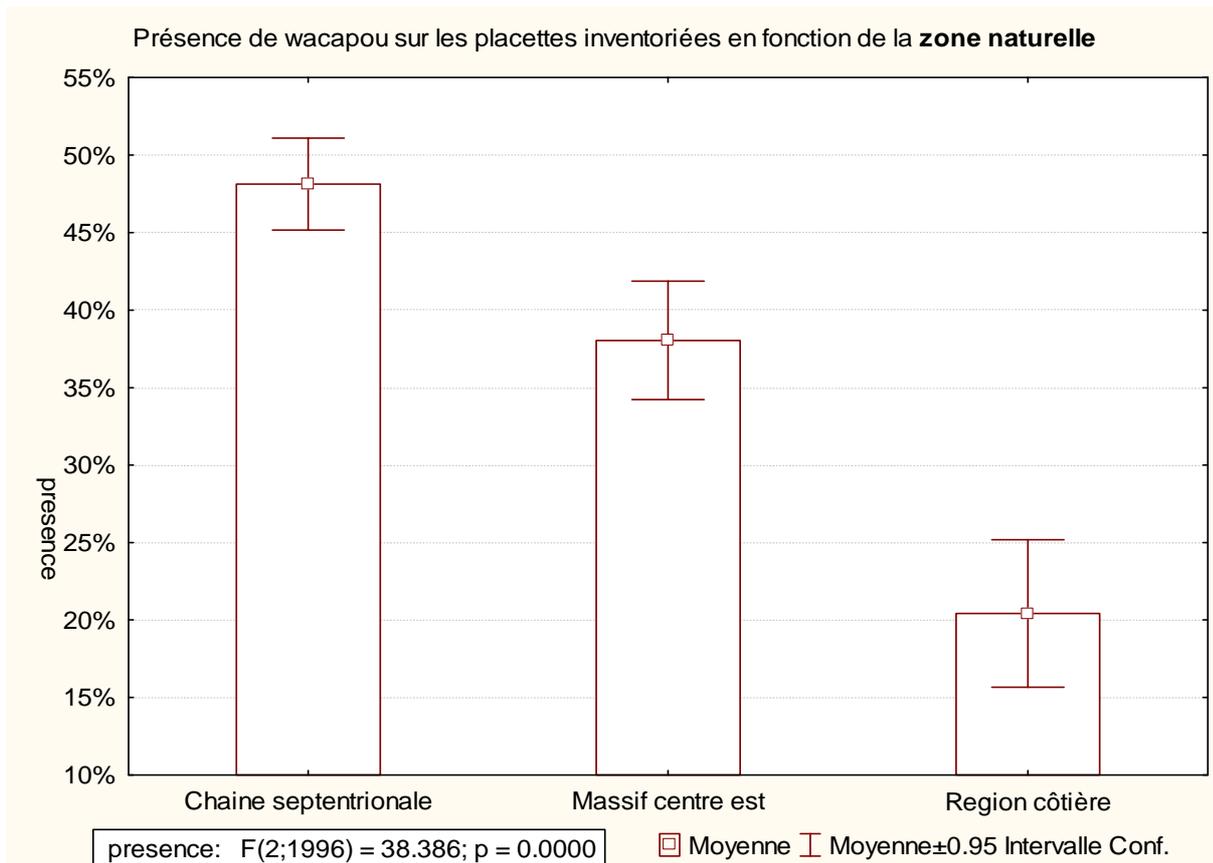
Par ailleurs, l'intervalle de confiance permet de mesurer la validité du résultat. Plus l'intervalle de confiance est étroit, plus le résultat est pertinent.

2. Analyses

2.1 Zones naturelles

Zones naturelles de Guyane	Présence	Absence	Total	Pourcentage
Chaîne septentrionale	528	569	1097	48,13%
Région du massif centre est	237	386	623	38,04%
Région côtière	57	222	279	20,43%
Pas de données	9	10	19	47,37%
Total	831	1187	2018	41,18%

Tableau 1 : Présence/Absence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction des zones naturelles



Graphique 4 : *Présence de wacapou sur les placettes inventoriées en fonction de la zone naturelle*

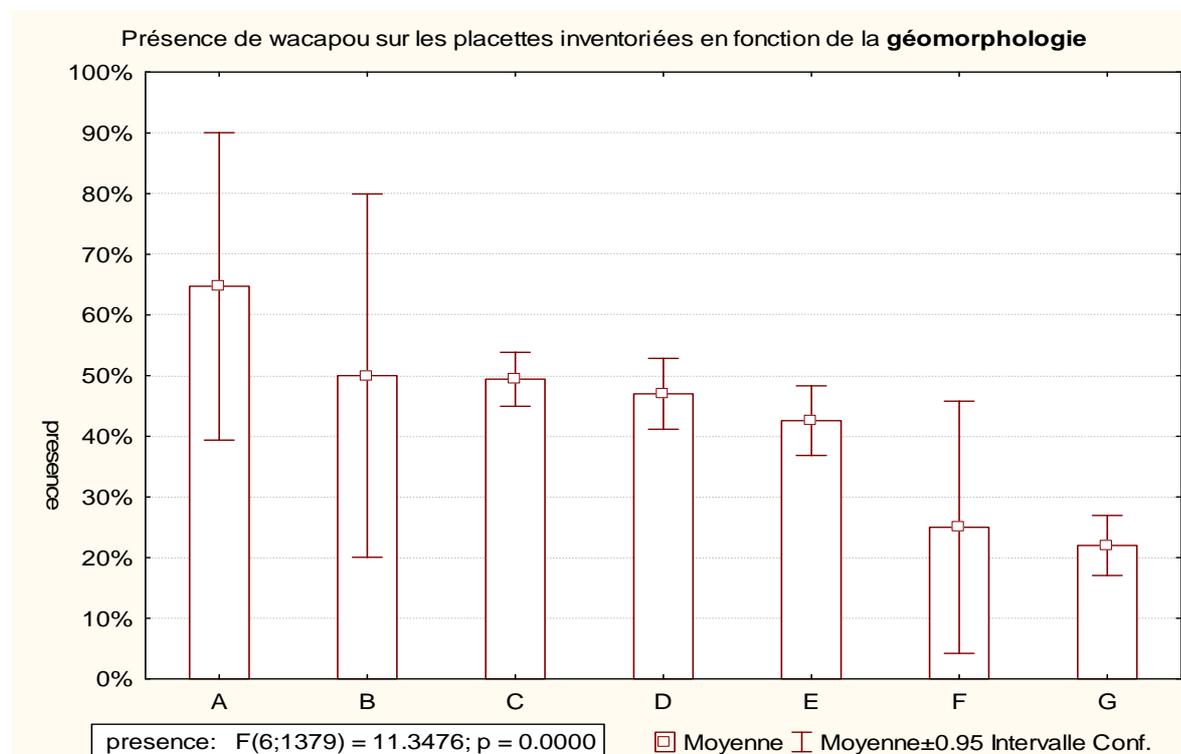
On observe une présence importante de placettes avec wacapous dans la chaîne septentrionale (Annexe 25). En effet, 47 % de celles-ci possèdent au moins un wacapou. Par contre, les placettes situées dans la région côtière sont beaucoup moins bien pourvues avec 20 % de placettes ayant des wacapous. Le massif du centre-est est dans une situation intermédiaire. Ces résultats sont significatifs car les intervalles de confiance sont relativement étroits autour des valeurs citées précédemment.

A l'intérieur de la chaîne septentrionale, les zones de la série de l'Armina se distinguent avec une présence moyenne de 2,5 wacapous par hectares.

2.2 Géomorphologie

Identifiant	Type géomorphologique	Présence	Absence	Total	Pourcentage
A	Formes multiconvexes basses en lanière	11	6	17	64,71%
B	Formes simples basses - demi-oranges surbaissées	7	7	14	50,00%
C	Formes hautes	242	248	490	49,39%
D	Forme simple - tronconique	133	150	283	47,00%
E	Formes multiconvexes basses sur granite de forme circulaire à elliptique	123	166	289	42,56%
F	Formes multiconvexes de faible amplitude inférieure à 15m	5	15	20	25,00%
G	Formes multiconvexes hydromorphes et autres zones hydromorphes	60	213	273	21,98%
Autres	Autres	250	382	632	39,56%
Total		831	1187	2018	41,18%

Tableau 2 : Présence/Absence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction de la géomorphologie



Graphique 5 : Présence de Wacapou sur les placettes inventoriées en fonction de la géomorphologie

La plus forte incidence de placettes avec présence de Wacapous concerne les formes multiconvexes basses en lanière (65 %). Les formes simples basses et demi-oranges surbaissées (50 %), les formes hautes (49,4 %), les formes simples et tronconiques (47 %) et les formes multiconvexes basses sur granite de forme circulaire à elliptique (42,6 %), ont également un pourcentage élevé de placettes ayant au moins un Wacapou (Annexe 22).

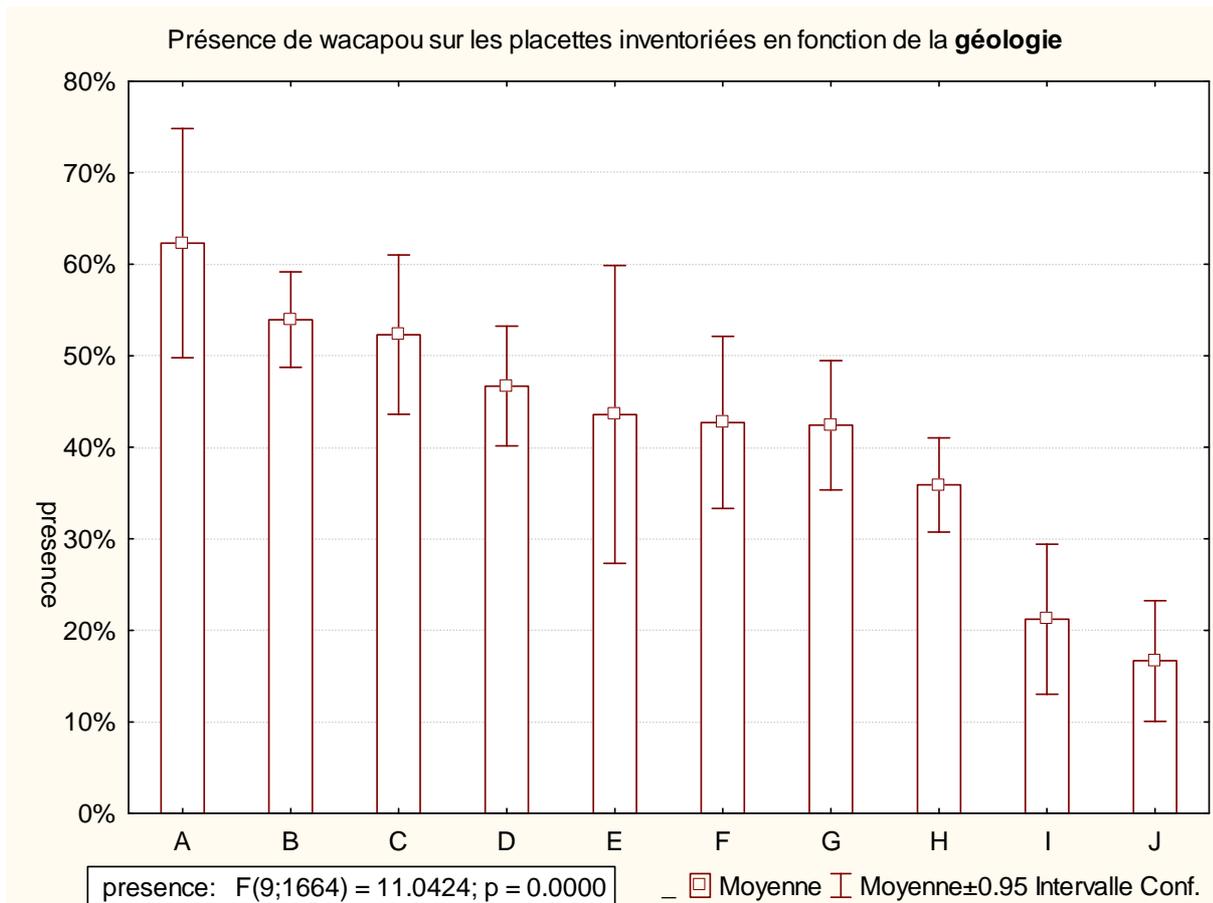
Les formes multiconvexes de faible amplitude inférieure à 15 m (25 %) et les formes multiconvexes hydromorphes et autres zones hydromorphes (22 %) enregistrent les plus faibles taux de présence de Wacapou sur les placettes.

Malgré une forte proportion de placettes avec Wacapous sur les formations A et B, peu de placettes possèdent ces caractéristiques, les résultats obtenus ici sont donc à relativiser.

2.3 Géologie

Identifié	Type géologique	Présence	Absence	Total	Pourcentages
A	Monzogranites	38	23	61	62,30%
B	Grauwacques	191	163	354	53,95%
C	Granites, pegmatites à Nb-Ta	68	62	130	52,31%
D	Pélites	106	121	227	46,70%
E	Volcanisme calco-alcalin acide à intermédiaire	17	22	39	43,59%
F	Monzogranites métallumineux tardifs et pegmatites	47	63	110	42,73%
G	Trondhjémites (île de Cayenne)	81	110	191	42,41%
H	Granodiorites	121	216	337	35,91%
I	Série des sables blancs	21	78	99	21,21%
J	Série de Coswine	21	105	126	16,67%
Autres	Autres	21	78	99	4,91%
Total		831	1187	2018	41,18%

Tableau 3 : Présence/Absence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction de la géologie



Graphique 6 : *Présence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction de la géologie*

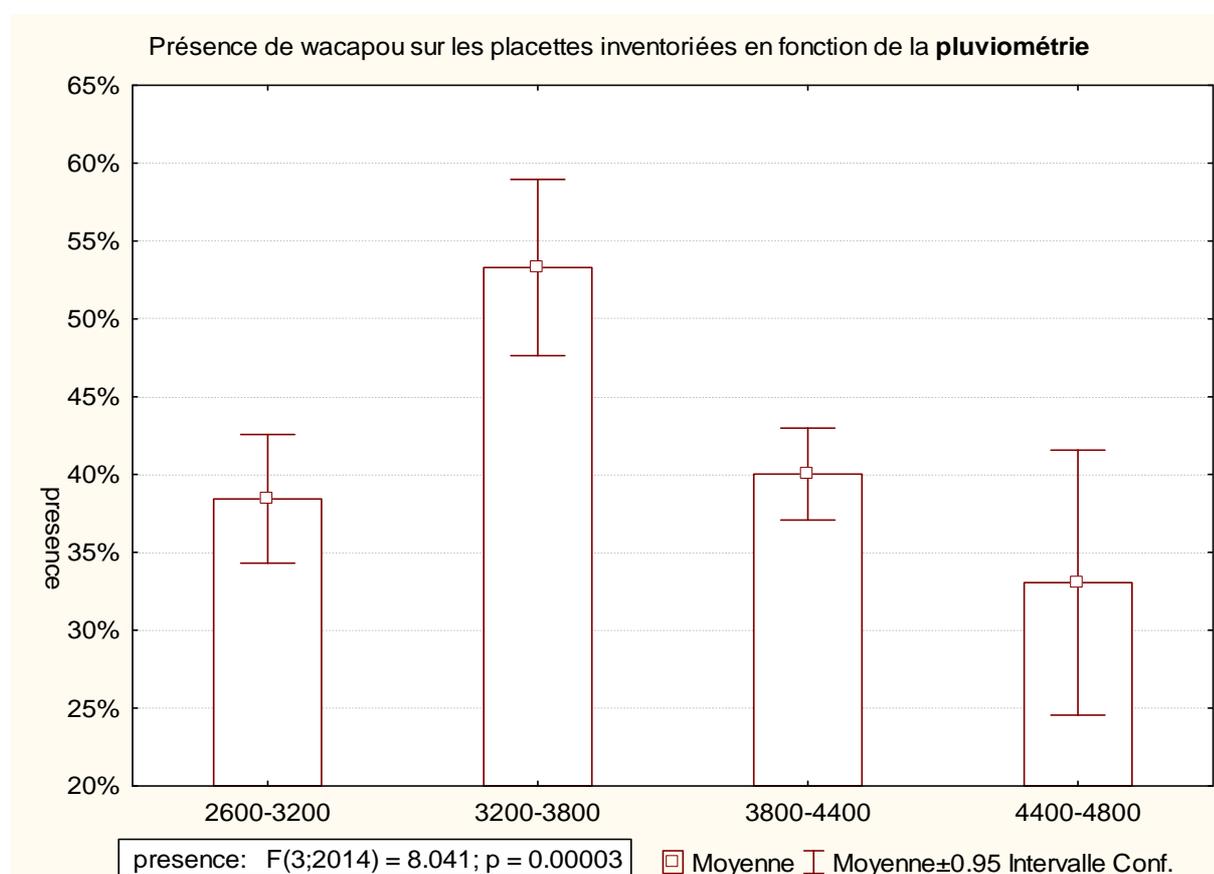
Les (A) monzogranites enregistrent le plus fort taux de présence de Wacapou (62,30 %). Viennent ensuite les (B) Grauwacques (53,95 %) et les (C) Granites, pegmatites à Nb-Ta (52,31 %). La (I) série des sables blancs (21,21 %) et la (J) série de Coswine (16,67 %) connaissent les taux les plus faibles de présence de Wacapou sur leurs placettes (Annexe 23).

Nous avons réalisé une analyse de la variance à l'aide du logiciel Statistica. Elle montre que les densités sont significativement plus élevées que la moyenne générale de 1,89 wacapous/ha pour les placettes situées sur les (A) monzogranites (3,79 wacapous/ha), et sur les placettes situées sur les (B) Grauwacques (2,93 wacapous/ha). Les densités sont significativement moins élevées sur les placettes qui se situent sur la (I) série des sables blancs et sur les placettes de la (J) série de Coswine. Il y aurait donc une préférence stationnelle du Wacapou pour les (A) monzogranites et les (B) Grauwacques et un effet négatif des (I) sables blancs et de la (J) série de Coswine.

2.4 Pluviométrie

Pluviométrie (mm par an)	Présence	Absence	Total	Pourcentages
2600-3200	206	330	536	38,43%
3200-3800	161	141	302	53,31%
3800-4400	424	635	1059	40,04%
4400-4800	40	81	121	33,06%
Total	831	1187	2018	41,18%

Tableau 4 : Présence/Absence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction de la pluviométrie



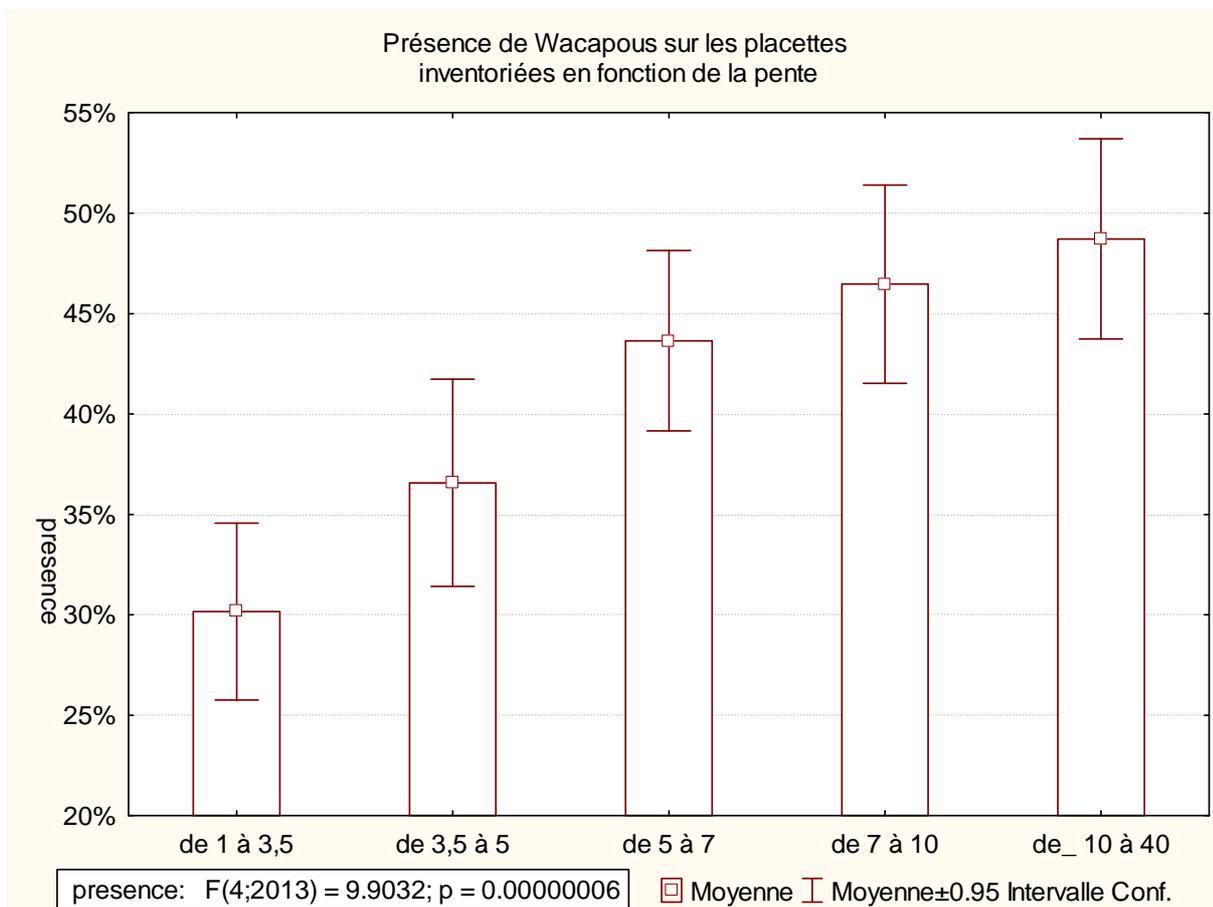
Graphique 7 : Présence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction de la pluviométrie

Plus de 50 % des placettes ayant une pluviométrie comprise entre 3200 et 3800 mm/an ont au moins un wacapou. C'est une proportion significativement plus élevée que pour les autres catégories. L'analyse, toutefois, ne permet pas de détecter une forte liaison entre la pluviométrie et la présence de wacapou (Annexe 24).

2.5 Pentes

Pentes (en %)	Présence	Absence	Total	Pourcentages
1 à 3,5	127	294	421	30,17%
3,5 à 5	124	215	339	36,58%
5 à 7	206	266	472	43,64%
7 à 10	184	212	396	46,46%
10 à 40	190	200	390	48,72%
Total	831	1187	2018	41,18%

Tableau 5 : Présence/Absence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction de la pente



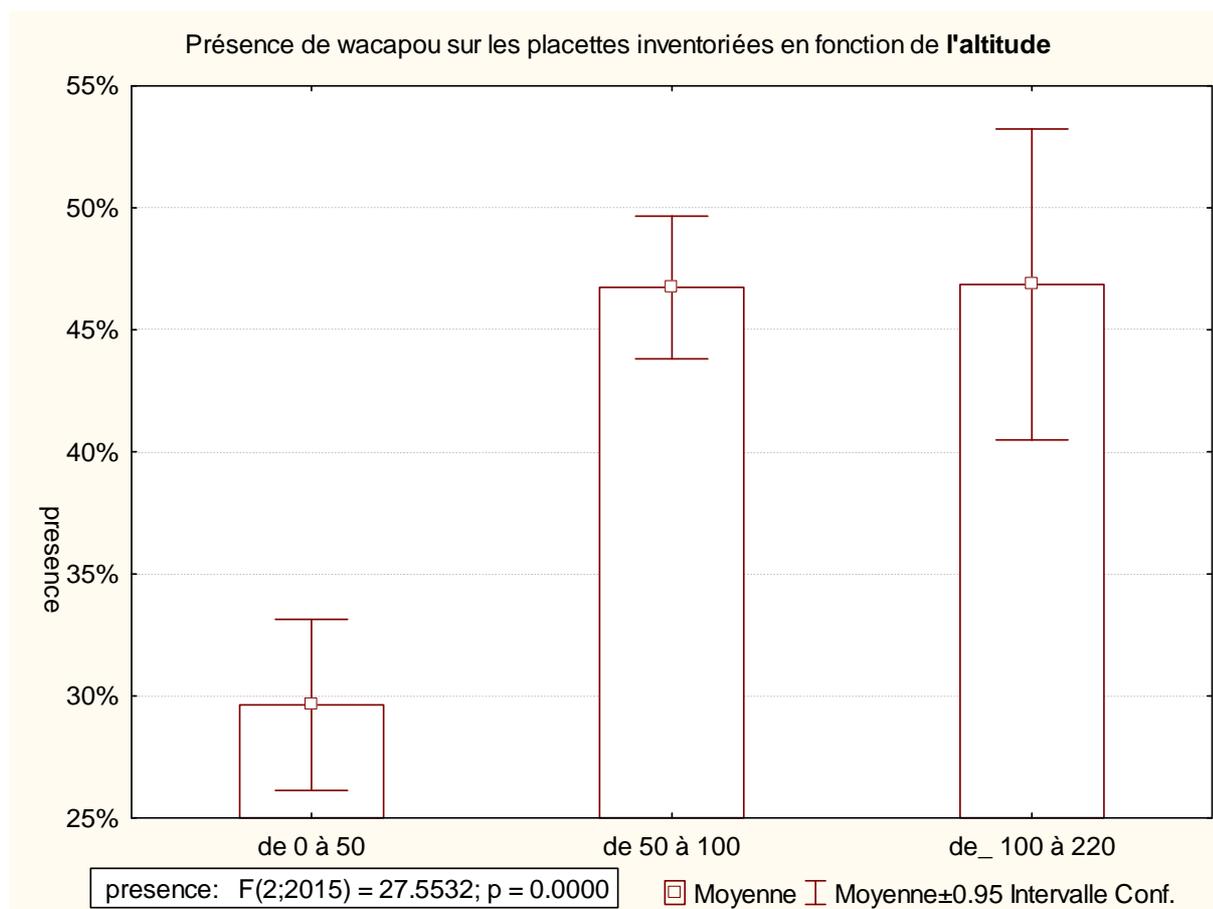
Graphique 8 : Présence/Absence de Wacapous sur les placettes inventoriées en fonction de la pente

On remarque de manière globale, la présence de Wacapous sur les placettes augmente avec l'augmentation de la pente. Cependant, cette augmentation n'est pas très forte. En effet, on passe de 30% de placettes avec wacapous pour des pentes inférieures à 3,5 % à des proportions proches de 50% pour les pentes supérieures à 10%.

2.6 Altitude

Altitudes (en m)	Présence	Absence	Total	Pourcentages
de 0 à 50	195	463	658	29,64%
de 50 à 100	524	597	1121	46,74%
de 100 à 220	112	127	239	46,86%
Total	831	1187	2018	41,18%

Tableau 6 : Présence/Absence de *Wacapous* sur les placettes inventoriées en fonction de l'altitude



Graphique 9 : Présence de *Wacapou* sur les placettes inventoriées en fonction de l'altitude

Sur les placettes situées à une altitude inférieure à 50 m, la proportion de celles ayant au moins un wacapou est de 30 %, ce qui est significativement inférieur aux catégories de plus hautes altitudes. On peut expliquer cette faible présence par l'abondance de terrains hydromorphes dans les zones de faible altitude, lesquels ne sont pas favorables aux wacapous.

E. Synthèse au niveau régional

A l'échelle de la Guyane, le Wacapou n'est pas présent uniformément (carte 3 page 22). De fortes densités sont constatées sur certaines zones alors qu'il est absent sur certaines autres zones comme sur le sud de la Guyane, même si nous avons peu de données sur cette partie.

Les distributions diamétriques des différents blocs des inventaires papetiers nous ont apporté la confirmation de l'existence de populations en équilibre et de populations en chute, suivant les secteurs considérés, ce qui conforte les éléments tirés de la bibliographie.

Les tests de préférence stationnelle n'ont pas apporté de réponses claires sur les préférences du Wacapou en ce qui concerne les zones biogéographiques, la géomorphologie, la géologie, la pluviométrie, les pentes et l'altitude. Cependant, quelques tendances ont été observées :

- Les Wacapous se retrouvent plus fréquemment dans la chaîne septentrionale que dans la région côtière. La région de l'ensemble détritique supérieur et du Paramaca de la bordure méridionale est sous échantillonnée sur les placettes des inventaires, alors qu'il semblerait qu'on y trouve de fortes densités de Wacapous. Cela a pu être observé sur le massif de Bélizon (O. Bruno, *comm. Pers.*) ;
- Les Wacapous s'installent de préférence sur des reliefs surélevés, et évitent les reliefs peu marqués et hydromorphes ;
- Les Wacapous ont une préférence stationnelle pour les Monzogranites et les Grauwagues, tandis que les sables blancs et la série de Coswine ont un effet négatif sur sa présence ;
- Les zones à trop forte ou à trop faible pluviométrie ne lui sont pas favorables ;
- Les Wacapous se retrouvent largement sur des zones à forte pente ;
- Les Wacapous préfèrent les zones d'altitude aux zones de bas fond.

III. Activités potentiellement impactantes

A. Le développement urbain et agricole

1. Description de l'activité agricole et urbaine en Guyane

La partie de la forêt guyanaise faisant office de réserve foncière doit permettre :

- le développement de l'urbanisation, directement lié à la croissance démographique et aux besoins en logements et en équipements publics ;
- le développement agricole, nécessaire à l'activité économique guyanaise, le taux de couverture de certaines filières étant encore faible (viande bovine, porcine et de volaille notamment).

L'expertise littorale réalisée en 2010 par l'ONF sur les années 2001, 2005 et 2008 a permis de dresser un diagnostic des surfaces dédiées aux territoires artificialisés, aux territoires agricoles, aux forêts et milieux semi-naturels, aux zones humides et aux surfaces d'eau sur la bande littorale (tableau 7).

Années	2001		2005		2008	
	en ha	en %	en ha	en %	en ha	en %
Territoires artificialisés	26859	4,75	30534	5,36	32987	5,88
Territoires agricoles	18950	3,35	24150	4,24	27689	4,93
Forêts et milieux semi-naturels	438342	77,55	435039	76,31	420266	74,90
Zones humides	80807	14,30	80087	14,05	79869	14,23
Surfaces d'eau	297	0,05	299	0,05	318	0,06
Total	565255	100	570109	100	561129	100

Tableau 7 : Occupation du sol sur la bande littorale de la Guyane, en hectares et en pourcentage, sur les années 2001, 2005 et 2008 (bilan expertise littorale, ONF, 2010)

Selon cette étude, en 2008, les territoires artificialisés représentaient 32 987 ha. La surface de ces territoires a augmenté de 6128 ha entre 2001 et 2008, au dépend des forêts et milieux semi-naturels.

Sur la même année, les territoires agricoles représentaient 27 689 ha. L'augmentation entre 2001 et 2008 de la surface agricole est plus significative avec 8739 ha supplémentaires qui lui sont dédiés. Cependant, les territoires agricoles ne représentent que 4,93 % de la surface de la zone littorale

étudiée.

L'évolution des surfaces des territoires artificialisés et des territoires agricoles sont relativement faible au regard de la surface occupée par les forêts et les milieux semi-naturels, qui représentent 420 266 ha.

2. L'impact de l'urbain et de l'agricole sur les populations de Wacapou

Le développement urbain et agricole concerne en majorité la bande littorale de la Guyane (Annexe 26). Le Wacapou n'étant pas très présent sur ces zones, il ne semble donc pas menacé par ces expansions.

Si le développement agricole venait à prendre plus d'ampleur, il pourrait influencer sur le renouvellement des populations. Les parcelles agricoles ont tendance à morceler l'espace. Les zones de forêts restantes se retrouvant alors isolées. Cela peut poser problème par le mode même de colonisation du Wacapou (schéma 1 page 15) : certains individus se retrouveraient sur ces îlots de forêt et la population locale de Wacapous finirait par s'éteindre, la régénération aux pieds d'adultes étant faible et la colonisation de nouveaux espaces étant rendue très difficile du fait de l'éloignement d'espaces potentiels à conquérir.

Ce scénario n'est cependant pas plausible dans un avenir proche compte tenu des orientations d'aménagement du territoire retenu pour la Guyane et décrites précédemment.

B. L'activité minière

1. Description de l'activité minière en Guyane

Selon les Directives régionales d'Aménagement (ONF, 2009), le secteur aurifère employait environ 1 000 personnes officiellement dans la période 2000-2005 dont la moitié correspond à une main d'œuvre étrangère brésilienne en majorité et surinamienne. Ce sont entre 400 et 550 Autorisations Provisoires de Travail (APT) qui ont été délivrées par an sur la période 2000-2005. Ce système étant maintenant remplacé par des contrats de travail spécifiques à la main d'œuvre étrangère.

On peut distinguer différents types d'acteurs de l'activité minière en Guyane :

- les multinationales
- les Petites et Moyennes Entreprises (PME)
- les sociétés artisanales

2. Impact de l'activité minière sur le Wacapou

L'activité minière concerne essentiellement les cours d'eau pour ce qui est de l'exploitation aurifère. Cependant, cette activité nécessite la mise en place de pistes pour accéder aux zones d'exploitation.

Les autres activités minières (extraction de sable, de gravier...) nécessitent plus de défrichements, mais sont beaucoup moins répandues et ne concernent pas des zones où il y a présence de Wacapous.

L'exploitation aurifère touche une grande partie de la Guyane (Annexe 27), et certains de ces sites se superposent aux zones de forte présence de Wacapous, ce qui pourrait laisser entendre qu'elle pourrait avoir un fort impact sur les populations de Wacapous.

Cependant, le risque en ce qui concerne le Wacapou, ne se situe pas tant au niveau de la surface déforestée, mais plus particulièrement au niveau de son possible prélèvement autour des zones d'exploitation ainsi qu'autour des pistes. Le bois du Wacapou étant de très bonne qualité, cela en fait une essence très recherchée pour les constructions (carbets, ponts, ...). Cependant, les zones de bas fonds n'étant pas les zones les plus favorables à l'établissement des Wacapous, et les mineurs cherchant à s'approvisionner en bois en limitant les transports, l'impact de l'activité minière sur le Wacapou ne peut être que très faible.

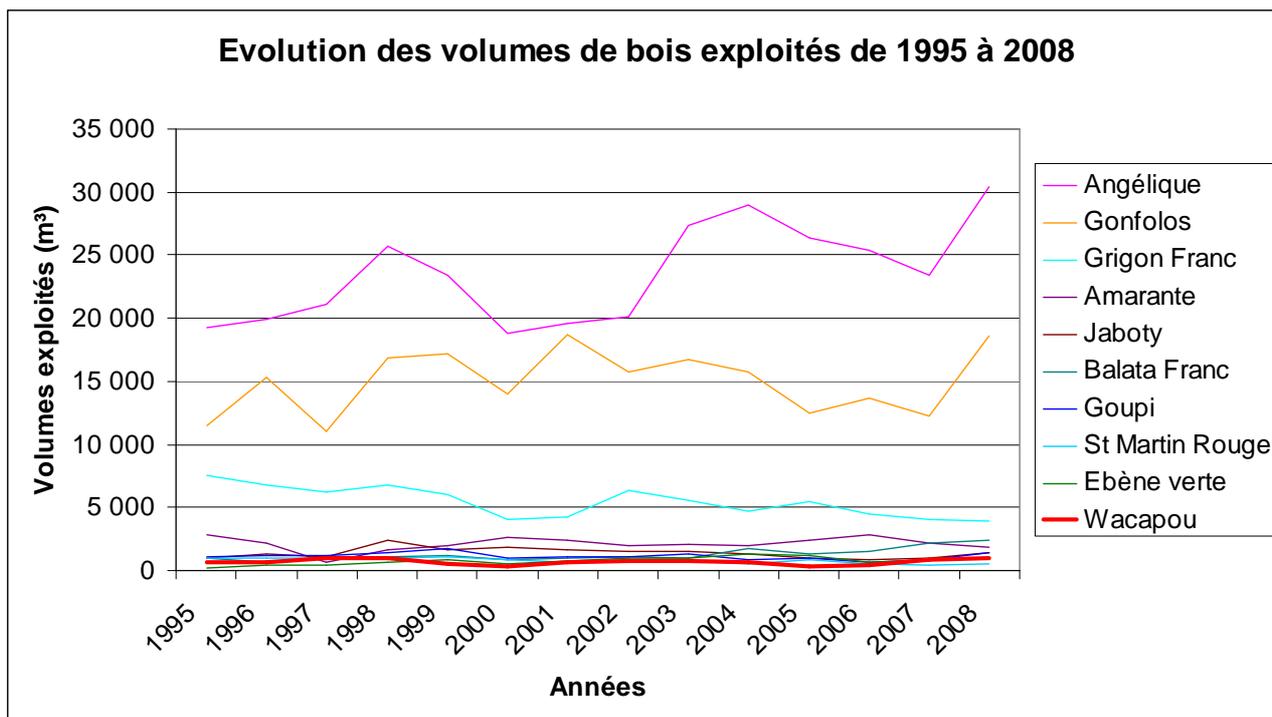
C. L'exploitation forestière

1. Description de l'exploitation forestière en Guyane

1.1 Les volumes exploités

Les directives Régionales d'Aménagement estiment que l'exploitation forestière en Guyane se limite à un volume annuel de l'ordre de 60 000 m³, ce qui est très faible au regard des potentialités du massif. Cependant elle se concentre sur les dix essences suivantes qui représentent annuellement entre 80 et 90 % de la récolte totale en volume.

Les trois essences les plus exploitées, l'Angélique et le Gonfolos (rose et gris) représentent plus de 60 % du volume total.



Graphique 10 : Evolution des volumes de bois exploités de 1995 à 2008

Les fluctuations inter-annuelles importantes sont principalement dues aux saisons des pluies plus ou moins marquées selon les années avec des difficultés d’exploitation pendant ces périodes ainsi que des difficultés de dénombrement des bois exploités.

Pour 2008, la partie exploitation forestière commence à se structurer avec l’apparition de nouvelles entreprises depuis 2007 ce qui permet de mobiliser un volume supérieur de matière.

Les efforts d’aménagement forestier (Annexe 28) donc d’exploitation forestière se situent essentiellement sur l’est de la Guyane (Massifs de Régina – Saint-Georges et de Roche Fendée) et le Centre-Ouest (Massif de Tamanoir).

1.2 Perspective en terme de demande

Selon les Directives Régionales d’Aménagement (ONF, 2009), la demande en produits bois est directement liée à l’implantation de la population et à sa croissance. Elle est maximale sur l’île de Cayenne et en augmentation sur l’Ouest.

Les projections démographiques prévoient un doublement de la population de Guyane avant 2030. Tous les facteurs démographiques semblent réunis pour prévoir une augmentation forte dans les

années à venir du nombre de logements et de bâtiments publics (école, collège, lycée, bâtiments sociaux, ...) (Vallet, 2004). Etant donnée la part importante de ce débouché (69 %) pour le bois de Guyane, il faut s'attendre à une augmentation forte de la demande en bois.

Les Directives Régionales d'Aménagement (ONF, 2009) estiment que la demande de grumes issues des forêts de la « Région Nord Guyane » devrait se situer entre 100 et 150 000 m³/an à l'échéance de 20 à 25 ans.

1.3 Critères d'exploitabilité

Le système de prélèvement est caractérisé par trois paramètres (Directives Régionales d'Aménagement, ONF, 2009) :

- une durée de rotation entre deux coupes fixée à 65 ans (d'après l'étude de Gazel sur les plateaux du BAFOG, et les premiers résultats fournis par le dispositif du CIRAD en forêt de Paracou ainsi que par les placettes de l'ONF-CIRAD), en considérant qu'il s'agit du temps de passage de la classe de diamètre 40 à la classe 60 cm.
- Un diamètre minimum d'exploitabilité (DME), fixé pour la plupart des essences à 55 cm sur l'ensemble de la Guyane et à 55 et 50 cm dans l'Ouest. Le DME des bois précieux et du Wacapou est de 45 cm, quelque soit le lieu d'exploitation.
- La composition du peuplement forestier en essences commerciales.

1.4 Méthodes d'exploitation forestière

La première étape de l'exploitation forestière est la réalisation d'un aménagement forestier. Ce document est spécifique à chaque forêt. Il retranscrit les grandes orientations pour la filière bois définies dans deux documents : l'Orientations Régionales Forestières et les Directives Régionales d'Aménagement.

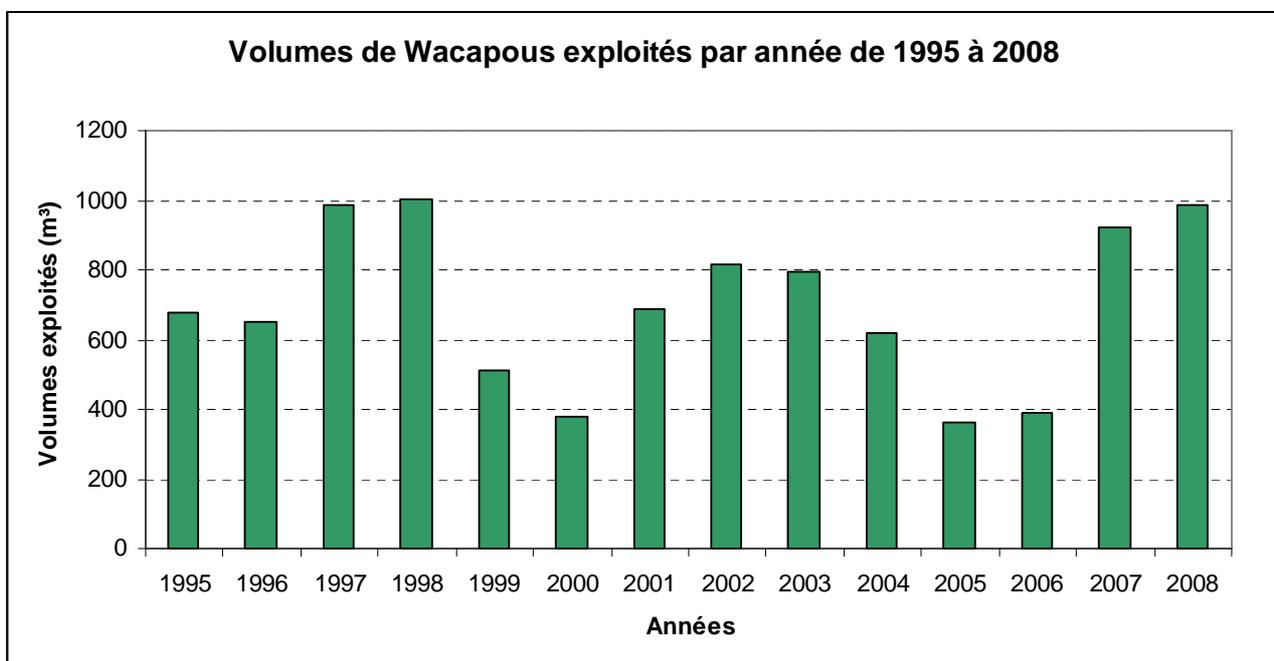
A la suite de l'établissement de ce document, un inventaire pré-exploitation est réalisé sur les parcelles qui ont été désignées pour être mises en exploitation. Le Guide Pratique d'Aménagement (ONF, 2007) et le Guide d'exploitation à faible impact en Guyane (ONF, 2007) en décrivent les différentes étapes :

1. Marquage en abandon de tous les arbres exploitables : les tiges exploitables, choisies parmi les 47 espèces ou groupes d'espèces exploités, sont numérotées à l'aide d'une

plaquette.

2. Comptage exhaustif des arbres d'avenir : elles correspondent à des diamètres situés entre 35 et 45 cm pour le Wacapou, et 35 et 55 cm pour les autres essences. Une partie de ces tiges sont marquées afin d'attirer l'attention des abateurs et des débardeurs pour éviter qu'elles ne soient endommagées lors de l'exploitation.
3. Marquage en réserve : les tiges ayant une forte valeur environnementale sont marquées afin d'être réservés, c'est-à-dire, exclus de l'exploitation.

2. L'exploitation du Wacapou



Graphique 11 : Volumes de Wacapou exploités de 1995 à 2009

Les volumes de Wacapou exploités depuis 1995 varient suivant les années, mais restent très faibles au regard de l'exploitation de certaines autres essences (Graphique 10). Jusqu'à présent si le Wacapou est fréquemment exploité (4 fois sur 5 dès qu'il est présent sur une parcelle) son taux de prélèvement reste relativement faible avec moins de 20% du potentiel exploitable (Annexe 29). Il est donc difficile de prévoir l'évolution du volume de coupe de Wacapous.

On constate que le Wacapou est plus exploité sur les parcelles où il est plus présent (Annexe 29). Les volumes par année dépendent donc directement de la localisation des parcelles mises en exploitation.

La majorité des parcelles qui vont passer en exploitation dans les décennies à venir se situent dans l'est (Annexe 28), c'est-à-dire dans l'une des zones de forte densité de Wacapous (Carte 4 page 24).

Sur le graphique 10, on observe une nette augmentation de l'exploitation des Angéliques et des Gonfolos, ce qui dû à l'apparition de nouvelles entreprises, alors que l'exploitation des huit autres essences reste stable et faible.

L'exploitation actuelle du Wacapou étant relativement faible, elle n'a pas de réel impact sur sa régénération à petite échelle. A plus grande échelle, en revanche, elle peut accélérer les dynamiques de chutes de populations localisées déjà observées. Il est donc important, lors de la désignation, de prendre en compte ce facteur et de limiter la coupe dans les secteurs où les populations de Wacapou ne sont pas en équilibre.

Un programme de recherche sur les modalités d'exploitation, DYGEPOP, est actuellement en cours et s'intéresse notamment au Wacapou. Il a pour objectif de définir une véritable sylviculture se substituant à l'actuel système de « cueillette » des bois en forêt naturelle pour permettre (1) d'améliorer à long terme l'approvisionnement de la filière guyanaise, (2) de limiter le coût économique et écologique de la production de bois en Guyane en limitant l'extension des bassins de production, (3) d'assurer une récolte soutenue dans les zones de forêts aménagées et de garantir la durabilité de la gestion des espèces commerciales par une meilleure compréhension de l'écologie de leurs populations.

Les résultats de ce programme pourront apporter une meilleure connaissance des essences concernées afin de fixer un diamètre minimum d'exploitabilité plus réfléchi et de réserver les tiges jouant un rôle important dans la dynamique locale des populations.

IV. Les changements climatiques

A. Projections climatiques pour le plateau des Guyanes

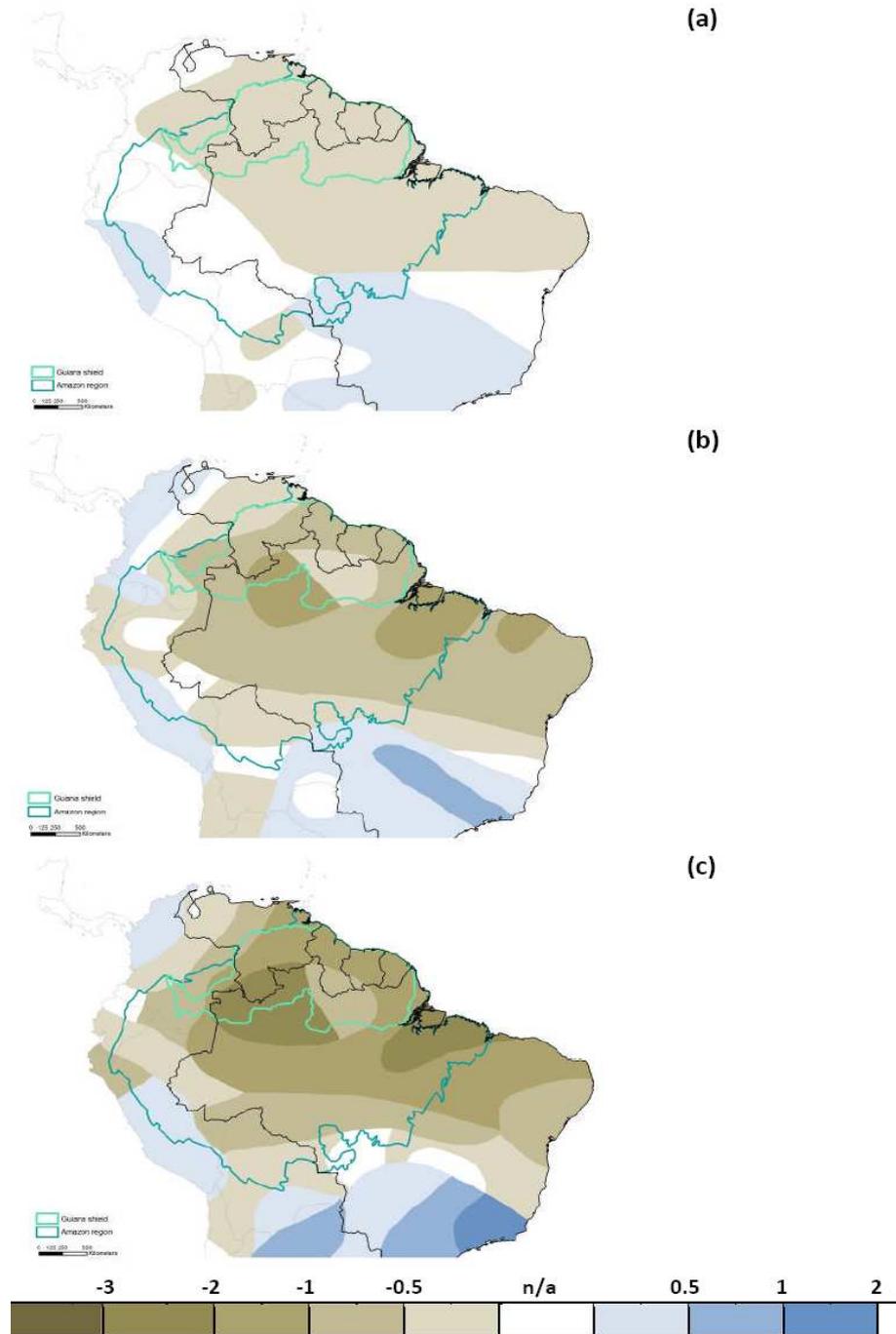
Un rapport réalisé par Ann-Margret Amui-Vedel *et al.* et intitulé *Climate Change impact on the ecosystem of the Guiana Shield*, met en relation les changements climatiques passés avec les différents modèles de projection climatique, afin d'en mesurer l'impact pour la forêt et la biodiversité du plateau des Guyanes. Cette partie s'appuie essentiellement sur ce rapport.

1. Précipitations

Diverses projections climatiques ont été réalisées par différents groupes de recherche. Certains se veulent alarmistes tandis que d'autres ne prévoient que de faibles variations par rapport aux précipitations actuelles. Cependant, tous leurs résultats convergent vers une baisse des précipitations dans les décennies à venir.

Le rapport « The Intergovernmental Panel on climate Change (IPCC) of 2007 » annonce une baisse de 10 à 20% sur les régions côtières par rapport aux précipitations actuelles durant les mois de Décembre à Février, et une baisse de 5 à 10% pour les mois de Juin à Août.

Selon la modélisation de Betts *et al.* (2004), la moyenne annuelle par jour des précipitations en Amazonie aura diminué de 0,5 mm autour de 2020, de 0,5 à 2 mm autour de 2050 et jusqu'à 3 mm dans certaines régions d'Amazonie en 2100.



Carte 5 : Simulations des changements de précipitations (en mm/jour) par rapport à l'année 2000 : moyennes sur 30 ans centrées autour de (a) 2020, (b) 2050 et (c) 2080 (modifié par Ann-Margaret Amui-Vedel dans son rapport sur l'impact des changements climatiques sur le plateau des Guyane, d'après Cox et al., 2004).

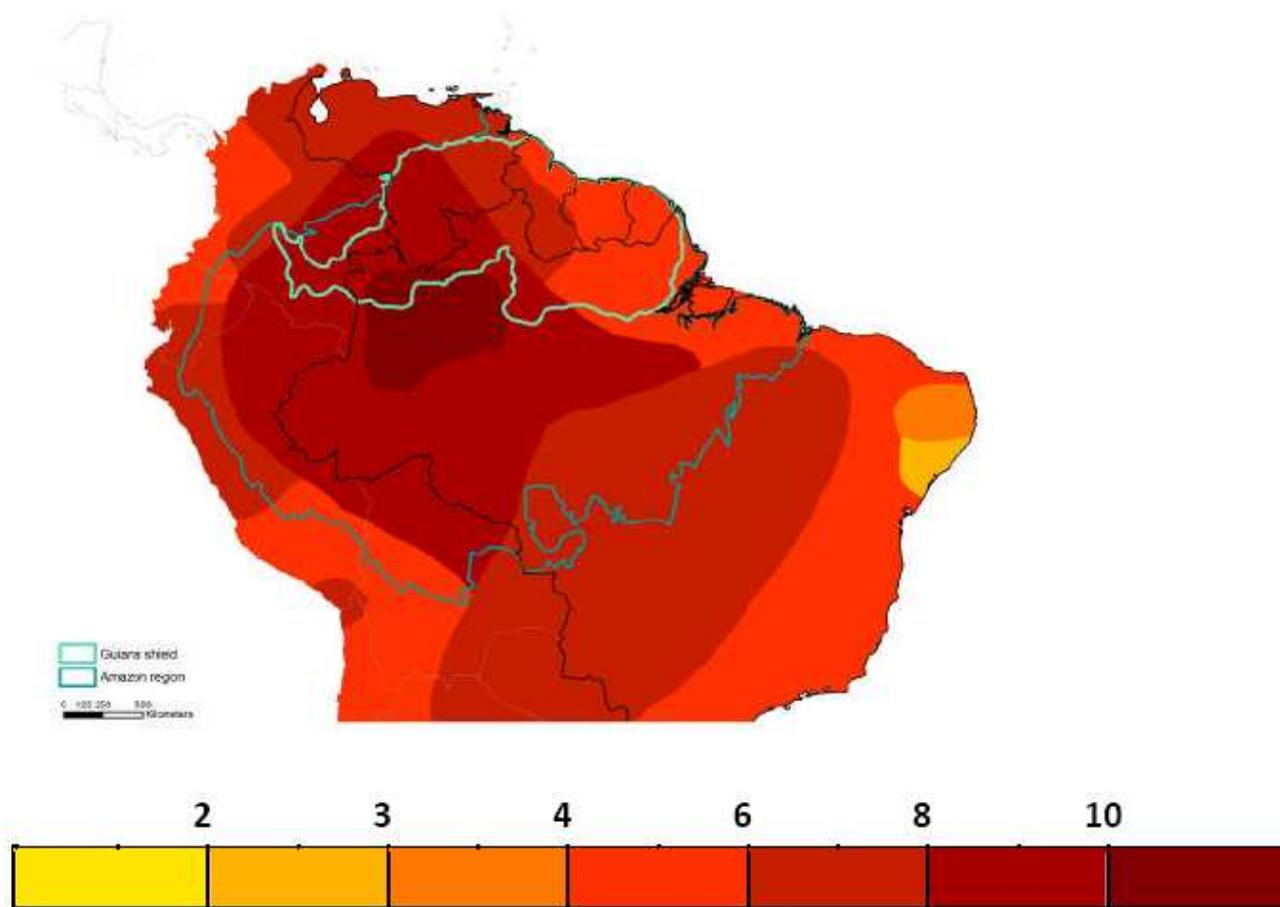
2. Températures

Concernant les températures, les spécialistes semblent plus alarmistes et considèrent tous qu'elles

vont augmenter de façon significative durant le siècle. Les modèles mis au point donnent des augmentations qui varient cependant énormément suivant les groupes de recherches. Ces augmentations se situent dans une fourchette allant de 2 à 10°C.

Mitchell et Hulme (2000) estiment, d'après leurs recherches que l'augmentation se situera entre 2,8 et 5,7°C au Guyana et entre 3 et 5,9°C au Surinam.

Battisti et Naylor (2009) estiment qu'en 2050, les températures estivales sont susceptibles d'être supérieures à toutes les années record dans la majorité des zones tropicales, et que ces prévisions ont 50% de probabilité de se réaliser.



Carte 6 : *Augmentation des températures en °C sur le 21^{ème} siècle (modifié par Ann-Margaret Amui-Vedel dans son rapport sur l'impact des changements climatiques sur les écosystèmes du plateau des Guyanes, d'après Cox et al., 2004)*

3. Vue d'ensemble des projections concernant les précipitations et les températures

Selon Cox *et al.* (2004) et Mahli *et al.* (2008), les températures en Amazonie devraient augmenter et les précipitations devraient diminuer. Ils supposent que les sécheresses deviendraient encore plus extrêmes et menaceraient par conséquent la forêt tropicale humide. Le tableau suivant résume les différentes projections concernant les prévisions des températures envisagées par les différents auteurs.

Augmentation des températures (K)	Période	Référence
1,5 à 2,5	2060 – 2069	Hulme et Viner 1998
2 à 5	2090 – 2099	IPCC report 2007
2,6 à 6	2080	Michel et Hulme 2000
3 à 5	2040 – 2059	Harris <i>et al.</i> 2008
3 à 8	2081 – 2100	Cramer <i>et al.</i> 2004
4 à >10	En 2100	Cox <i>et al.</i> 2004

Tableau 8 : *Projection des températures*

Les conséquences de tels chiffres sont difficiles à estimer. Il a été suggéré que les plantes sont particulièrement non équipées pour s'ajuster à des températures plus élevées.

Clark a expérimenté la tolérance des espèces aux changements climatiques et il a montré que les espèces tropicales sont moins tolérantes que les espèces tempérées.

B. Impact des facteurs climatiques sur la dégradation des forêts dans les éco-régions du plateau des Guyanes

Les forêts tropicales sont particulièrement sensibles aux changements climatiques pour les raisons suivantes :

1. Les événements phénologiques (comme la floraison et la fructification) sont très dépendants des conditions climatiques. Ainsi, un petit changement dans le climat peut avoir un impact majeur sur la forêt, sur sa diversité biologique et sur son rôle dans le cycle du carbone.

2. Il existe de fortes interactions coévolutives, comme la dispersion des graines par certains

animaux, qui pourraient être dissociées avec le changement de climat.

3. Les changements climatiques peuvent réduire la diversité biologique.

4. La déforestation et d'autres formes de perturbations peuvent avoir des effets importants sur l'hydrologie régionale et mondiale (Bazzaz, 1998).

Selon Borchert (1998), la forêt dense amazonienne dépend fortement de la disponibilité des nappes phréatiques souterraines durant la saison sèche. Elle risque donc d'être spécialement touchée par le changement climatique.

Betts *et al.* (2008) ont mis en évidence le fait qu'une diminution des pluies et qu'une augmentation des températures vont accroître les risques de feux de forêt, ce qui a des conséquences dramatiques sur la mortalité des arbres.

Les forêts risquent donc de modifier leur composition et ainsi favoriser des essences moins dépendantes des nappes phréatiques et plus résistantes aux incendies.

C. Influence des changements climatiques sur le Wacapou

La diminution de la pluviométrie risque d'avoir un effet négatif sur la phénologie du Wacapou. Sa floraison s'effectue de janvier à février, c'est-à-dire durant la saison des pluies. Le Wacapou serait donc sensible au changement de saison. En l'absence de saison des pluies, ou lors de saisons des pluies moins marquées, les capteurs physiologiques du Wacapou pourraient être perturbés et la floraison pourrait alors ne pas se réaliser ou être moins importante. Ce paramètre ajouté à la floraison irrégulière du Wacapou pourrait être lourd de conséquences.

La fructification, s'effectuant de mars à mi-mai, pourrait aussi être perturbée par ces changements hydrologiques. Cette période, qui correspond au retour de la grande saison des pluies, est une période favorable à la germination des graines et au développement des plantules. Si les pluies venaient à se faire plus rares, les plantules pourraient ne pas survivre au manque d'eau, étant déjà constaté qu'une certaine partie des graines ne germent pas lorsque les ressources en eau ne sont pas suffisantes.

La perturbation des cycles de reproduction du Wacapou pourrait donc avoir des conséquences sur la régénération du Wacapou.

L'étude de la répartition des Wacapous à l'échelle de la Guyane a mis en évidence 3 zones où le Wacapou est particulièrement présent (région sud de Saint-Laurent-Du-Maroni, région sud de Kourou, et est de la Guyane – Carte 3 page 22), et des zones où il est quasiment absent (partie sud de la Guyane). Les Wacapous semblent donc éviter la bande côtière mais se situent tout de même relativement proches de la frange littorale. Or, les projections climatiques semblent prévoir des variations de température et de pluviométrie plus importantes sur les bandes côtières à l'échelle du plateau des Guyanes. Cela peut laisser supposer que les populations de Wacapous seraient particulièrement exposées à ces changements climatiques, de par leur aire de répartition. A l'ouest de la Guyane, là où la pluviométrie est relativement faible, une baisse des précipitations équivalente à celle annoncée, entraînerait une modification profonde de la nature des forêts qui s'y trouvent. Le Wacapou aurait donc des difficultés à s'adapter à ces zones. Cependant, à l'est les précipitations resteraient suffisantes pour que le Wacapou reste implanté.

Les projections climatiques prévoient la fragmentation de la forêt, ce qui implique que la colonisation de nouveaux espaces sera rendue plus difficile, du fait de la faible distance de dissémination du Wacapou.

V. Proposition de mesures pour la conservation du Wacapou

Le Wacapou est très présent en Guyane Française, relativement aux autres pays de son aire de répartition, le Suriname et le Brésil (carte 1 page 12). La Guyane pourrait donc bien devenir le réservoir du Wacapou.

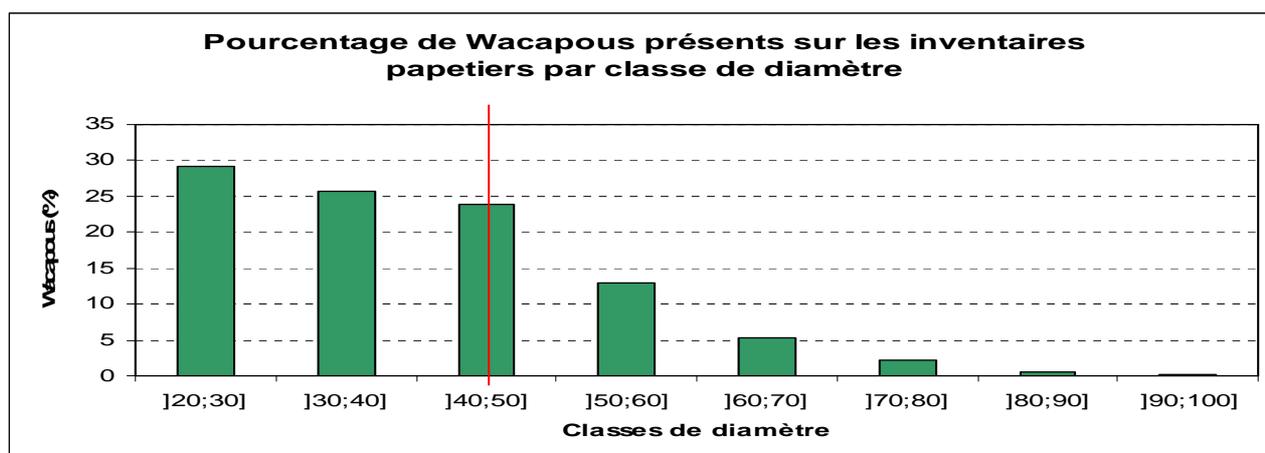
Les analyses effectuées précédemment permettent de mettre en évidence le fait que l'exploitation forestière est la seule activité anthropique pouvant avoir un impact réel sur les populations de Wacapous en Guyane.

Cette partie va donc concerner exclusivement les efforts pouvant être faits au niveau de l'exploitation forestière dans un but de protection du Wacapou.

Plusieurs mesures sont proposées parmi celles qui semblent être les plus adaptées à l'autécologie du Wacapou, aux méthodes d'exploitation, et aux possibilités de réglementation.

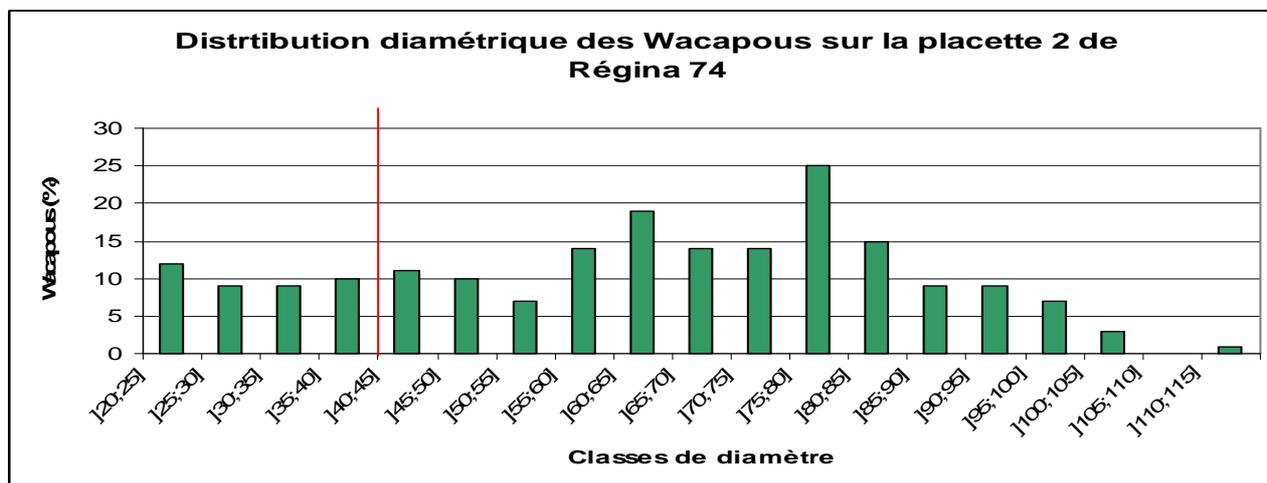
A. Etat des lieux de l'exploitation du Wacapou

Actuellement, ce sont 22,7 % des tiges de Wacapou qui sont autorisées à l'exploitation comme le montre le graphique 12 ou encore 41,44 % des tiges adultes, en considérant comme mature les tiges de diamètre supérieur à 30 cm (le diamètre de fructification réel du Wacapou étant de 24 cm). Cette forte proportion de tiges exploitables chez les adultes pourrait poser problème si l'exploitation venait à s'intensifier.



Graphique 12 : Pourcentage de Wacapous présents sur les inventaires papetiers par classe de diamètre (en rouge la limite d'exploitabilité : 45 cm)

Même si ce ne sont que 20 % des tiges de Wacapous marquées en abandon qui sont exploitées à ce jour, la pression sur les Wacapous adultes pourrait s'accroître fortement dans l'état actuel des règlements. Localement, là où on trouve de fortes densités et des peuplements déséquilibrés, cette pression potentielle peut atteindre 45,71 % des tiges adultes comme sur la placette 2 de Régina 74 (graphique 13).



Graphique 13 : Distribution diamétrique sur la placette 2 de Régina 74

La mise en place de mesures susceptibles de diminuer le pourcentage de tiges exploitables chez les Wacapous adultes est donc une priorité pour préserver le potentiel de reproduction de l'espèce. Les mesures proposées ci-dessous vont dans ce sens.

B. Les mesures de protection proposées

1. La mise en réserve

La mise en réserve de certaines tiges les exclut de l'exploitation. Elle a pour but de sauvegarder les tiges ayant un intérêt écologique.

Cette mesure ne peut-être mise en place de façon réglementaire mais résulte de mesures appliquées par le gestionnaire et fixées dans les guides sylvicoles, ou de mesures étendues entre l'ONF et les exploitants dans le cadre de la charte d'exploitation.

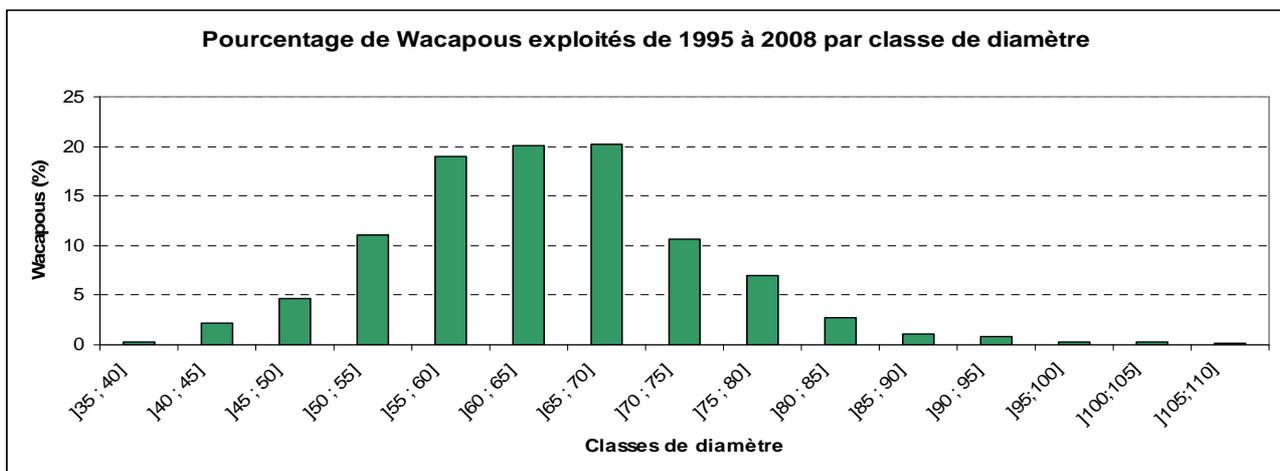
Dans l'application, le Wacapou fait déjà partie des espèces pour lesquelles certaines tiges sont d'ores et déjà mises en réserve, à raison d'une ou deux tiges par hectare. Cette densité de marquage pourrait être augmentée, à raison d'une tige sur deux par exemple.

2. Augmentation du diamètre minimum d'exploitabilité

D'après les données des Inventaires papetiers, environ 92 % des tiges de Wacapous ont un diamètre inférieur à 50 cm. On passe à 96 % si l'on considère les tiges inférieures à 60 cm (Graphique 12).

Actuellement, le diamètre d'exploitabilité du Wacapou est de 45 cm. Les tiges comprises entre 30 et 45 cm de diamètre représentent 58,5 % des tiges adultes. Cette proportion s'élève à 73,7 % pour les tiges comprises en 30 et 50 cm de diamètre, et à 80,92 % pour celles comprises entre 30 et 55 cm de diamètre (Graphique 12).

Seuls 2,35 % des Wacapous exploités ont un diamètre inférieur à 45 cm, 6,95 % ont un diamètre inférieur à 50 cm et 17,97 % inférieur à 55 cm (Graphique 14).



Graphique 14 : Pourcentage de Wacapous exploités de 1995 à 2008 par classe de diamètre

Relever le diamètre minimum d'exploitabilité à 50 ou 55 cm, serait une mesure peu contraignante pour les exploitants, car elle ne diminuerait pas énormément les possibilités de coupes actuelles. De plus, la perte due à la diminution de tiges exploitables dans les petits diamètres pourra être compensée par la coupe d'un nombre de tiges supérieur dans les autres diamètres.

L'intérêt principal de cette mesure est de sauvegarder une grande partie des tiges tout en ayant un faible impact sur l'exploitation actuelle du Wacapou. Cette mesure peut être prise facilement de façon réglementaire en interdisant la coupe dans certains diamètres.

3. Mise en place d'un diamètre maximum d'exploitabilité

La mise en place d'un diamètre maximum d'exploitabilité pour le Wacapou permettrait de réduire

d'avantage la part de Wacapous exploitables et de préserver les bois les plus gros. Ces tiges de gros diamètres représentent un potentiel génétique important car ils sont bien adaptés aux conditions présentes localement, ce sont de gros reproducteurs, et elles sont souvent inexploitable par la filière car leur bois est très souvent pourri.

Les tiges de plus de 70 cm de diamètre représentent 4,94 % des adultes et 2,71 % des tiges de plus de 20 cm de diamètre. La pression sur les gros diamètres est relativement forte si l'on compare le nombre de tiges présentes par rapport au nombre de tiges exploitées. La mise en place de ce diamètre maximum d'exploitabilité permettrait de sauvegarder ces tiges qui ont un fort intérêt écologique, mais demanderait un effort un peu plus important à la filière d'exploitation.

4. Les zones de protection

La mise en place de zones de protection pour le Wacapou ne semble pas nécessaire à ce jour en Guyane française. Certaines zones, déjà en protection par statut (ex. réserves naturelles, séries d'Intérêt écologique...) ou de fait (ex. CNES), permettent la préservation du Wacapou, se trouvant sur des espaces où il est largement présent (Carte 7 page 5).

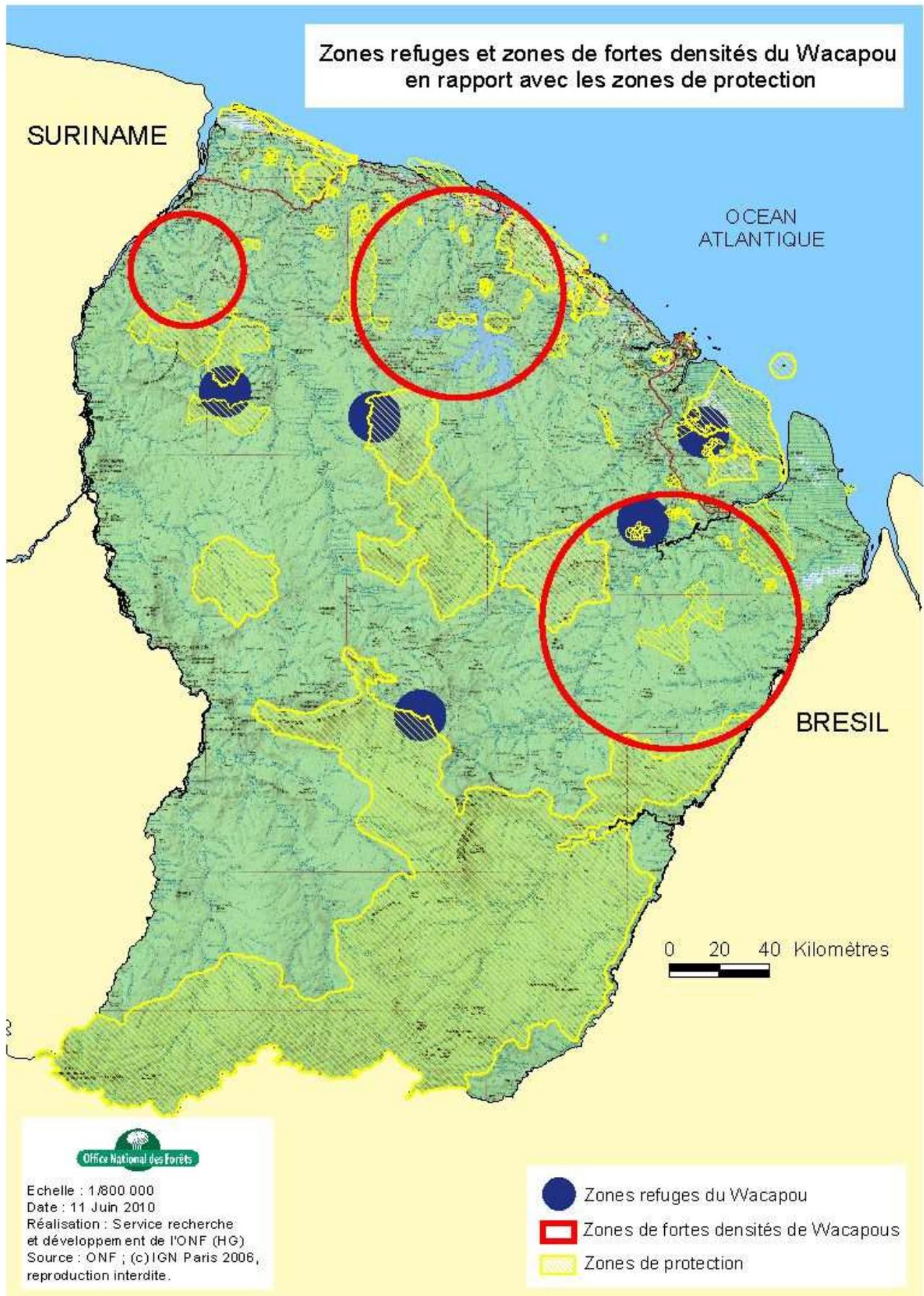
C. Conclusions sur les mesures de protection

L'association de ces deux mesures permettrait de protéger entre 88,3 % et 92,26 % de la population de Wacapous (en prenant respectivement comme diamètre minimum d'exploitabilité 50 cm et 55 cm) contre seulement 77,28 % actuellement.

Seuls 12,97 % des Wacapous compris entre 50 et 70 cm de diamètre sont actuellement exploités et 11,27 % pour ceux compris entre 55 et 70 cm de diamètre. Cela laisse une proportion importante de tiges non exploitées mais potentiellement exploitables dans ces diamètres. Les tiges qui ne pourront plus être exploitées dans les petits diamètres (entre 45 cm et 50 ou 55 cm) et dans les gros diamètres (supérieurs à 70 cm) pourront alors être prélevées dans les diamètres compris entre 50 ou 55 cm et 70 cm suivant la mesure qui sera adoptée.

Cette association de mesures aura donc pour but de préserver le potentiel de reproduction, le potentiel génétique, et un pourcentage important de tiges de Wacapous, sans pour autant modifier sévèrement les modalités de coupes actuelles, ni les volumes de coupe. Elle a pour avantage de pouvoir être donc bien reçue par la filière bois, et de pouvoir être facilement intégrée dans les aménagements forestiers.

Carte 7 : Zones refuges et zones de fortes densités du Wacapou en rapport avec les zones de protection



VI. Conclusions générales

Même si le Wacapou ne semble actuellement pas véritablement menacé en Guyane, les mesures de protection proposées précédemment, si elles sont appliquées, permettront d'éviter une intensification de l'exploitation et une augmentation potentielle de la pression sur cette essence.

Le peu de données disponibles sur le Suriname et le Brésil ne permet pas de dresser un constat exhaustif sur l'état des populations de Wacapou. La situation semblant être préoccupante dans ces pays, la réalisation d'une étude, afin de déterminer les risques réels qui pèsent sur les populations de Wacapos qui s'y trouvent, pourrait permettre d'avoir une vue plus globale de la situation du Wacapou sur l'ensemble de son aire de répartition.

D'autres essences rares en Guyane mais exploitées pour leurs qualités technologiques ou esthétiques mériteraient le même type de diagnostic que celui effectué sur le Wacapou. Du fait de leur rareté ces espèces sont souvent moins bien déterminées par les professionnels et parfois difficiles à distinguer d'autres espèces proches. De ce fait, les données bibliographiques les concernant sont souvent moins abondantes. Une étude complémentaire a été réalisée en ce sens à la suite de ce rapport afin de déterminer les espèces les plus sensibles devant faire l'objet d'une attention particulière et d'études approfondies dans l'avenir.

VII. Bibliographie :

1. BATTISTI, D. S. and R. S. NAYLOR (2009). "Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat." *Science* 323(240-244).
2. BAZZAZ (1998). "Tropical forests in a future climate : changes in biological diversity and impact on the global carbon cycle." *Climate Change* 39: 317-336.
3. BETTS, R. A., P. M. COX, et al. (2004). "The role of ecosystem-atmosphere interactions in simulated Amazonian precipitation decrease and forest dieback under global climate warming." *Theor. Appl. Climatol.* 78: 157-175.
4. BETTS, R. A., R. M. ANDERSON, et al. (2008). "Effects of large scale Amazon forest degradation on climate and air quality through fluxes of carbon dioxide, water, energy, mineral dust and isoprene." *Phil. Trans. R. Soc. B.* 363: 1873-1880.
5. BORCHERT, R. (1998). "Responses of tropical trees to rainfall seasonality and its long-term changes." *Climate Change* 39: 381-393.
6. CARON, H. (2000). Organisation et dynamique de la diversité génétique de cinq espèces arborées de la forêt Guyanaise, Université de Montpellier 2: 293.
7. CHAUVET, S. (2001). Effets de la fragmentation forestière sur les interactions plantes-animaux : conséquences pour la régénération végétale. Paris, Université de Paris 06: 283.
8. CLAY, J. W., P. d. T. B. SAMPAIO, et al. (2000). Biodiversidade amazônica - exemplos e estratégias de utilização: 317-321.
9. COX, P. M., R. A. BETTS, et al. (2004). "Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century." *Theor. Appl. Climatol.* 78: 137-156.
10. DUTECH, C. (2000). "Echantillonnages et diversité génétique de *Vouacapoua americana* : le point sur les collectes réalisées à cet effet, structure et dynamique de la diversité génétique en forêt tropicale."
11. DUTECH, C. (2001). Diversité génétique et dynamique de la forêt tropicale humide : le cas d'une espèce ligneuse guyanaise, *vouacapoua americana* (caesalpiniaceae).

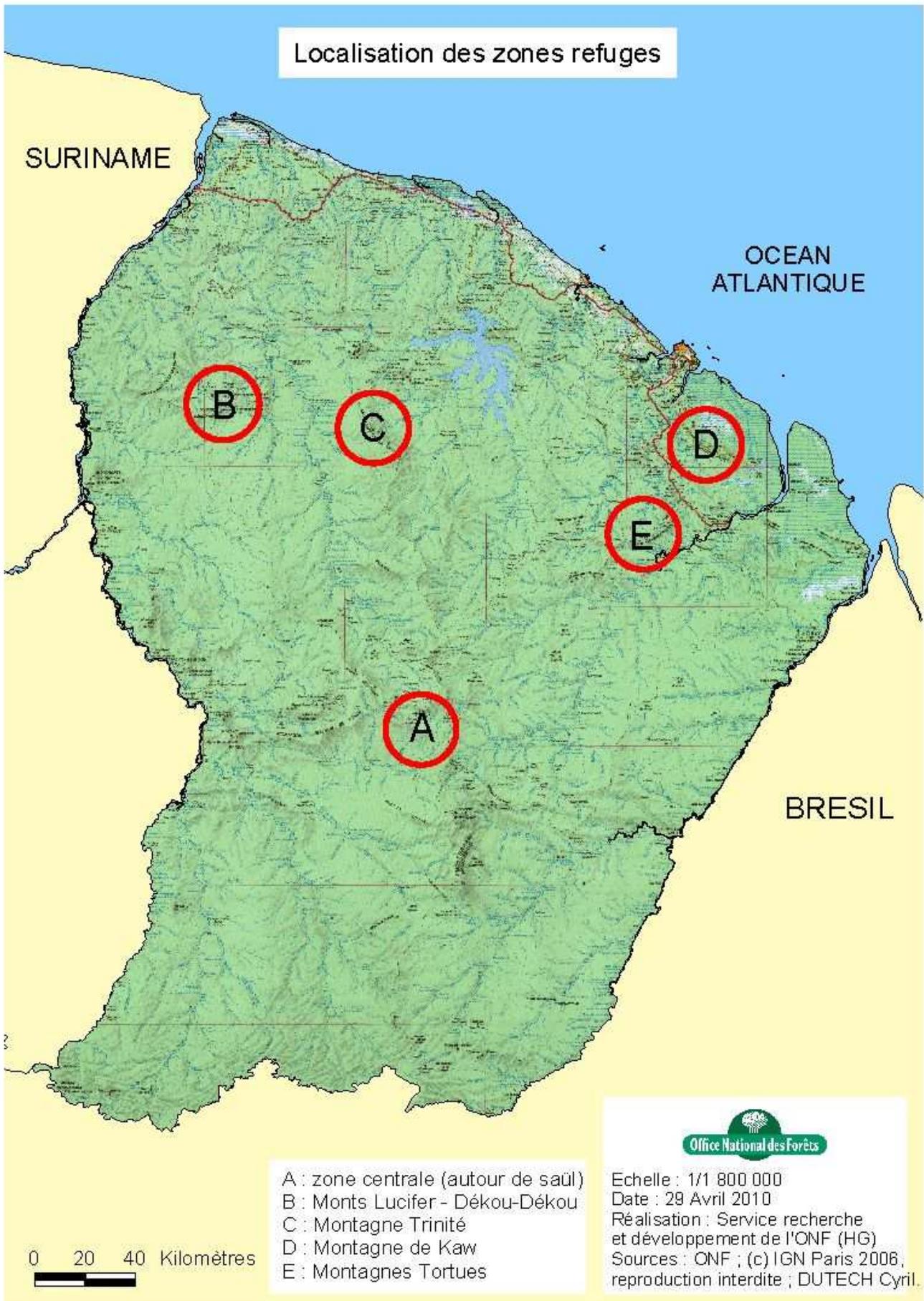
12. FORGET, P. M. (1990). "Seed-dispersal of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana." *Journal of tropical ecology* 6: 459-468.
13. FORGET, P. M. (1994). "Recruitment Pattern of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae), a Rodent- Dispersed Tree Species in French Guiana." *Biotropica* 26: 408-419.
14. FORGET, P. M. (1997). "Ten-year seedling dynamics in *vouacapoua americana* in French Guiana : a hypothesis." *Biotropica* 29: 124-126.
15. FORGET, P. M. (1997). Effet de l'habitat et de l'anthropisation sur la survie des graines et l'installation des plantules de plusieurs essences commerciales dispersées par les animaux dans deux forêts guyanaises.
16. FORGET, P. M., F. MERCIER, et al. (1999). "Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana." *Journal of tropical ecology* 15: 301-303.
17. GOURLET-FLEURY, S. and HOULLIER (2000). Dispositif sylvicole expérimental de Paracou (Guyane Française) : aperçus sur l'état et la dynamique des peuplements 13 ans après installation.
18. JANSEN, P. A. and P. M. FORGET (2001). Scatterhoarding rodents and tree regeneration. Dynamics and plant-animal interactions in a neotropical rainforest: 275-288.
19. JOLY, A. (1996). Dynamique de régénération de espèces de Caesalpinae, *Vouacapoua Americana* et *Epurua falcata* en Guyane, Paris VI.
20. LEITE, A. M. C. and E. LLERAS (1993). "Areas prioritarias na Amazônia para a conservação dos recursos genéticos de espécies florestais nativas : fase preliminar." *Acta Botânica Brasilica* 7(1): 61-94.
21. LOUBRY, D. (1988). L'impact des insectes séminivores sur la régénération de *vouacapoua americana* et *dicorynia guianensis* (caesalpiniaceae).
22. MALHI, Y. J., T. ROBERTS, et al. (2008). "Climate change, deforestation, and the fate of the amazon." *Science* 319: 169.
23. MITCHELL, T. D. and M. HULME (2000). "A country-by-country analysis of past and future warming rates." Tyndall Centre Working Paper 1.

24. ONF (2004). Guide de reconnaissance des arbres de Guyane: 118-119.
25. ONF (2007). Guide d'exploitation à faible impact (EFI) en forêts aménagées guyanaises - ONF Guyane.
26. ONF (2009). "Directives régionales d'aménagement. Région Nord Guyane."
27. RICHARD-HANSEN, C., S. GUITET, et al. (2010). Biodiversités et paysages en forêt Guyanaise: 47.
28. Roosmalen, M. G. M. (1985). Fruits of the Guianian flora.
29. SABATIER, D. and M.-F. PREVOST (1990). "Variations du peuplement forestier à l'échelle stationnelle. Le cas de la station des Nouragues en Guyane Française." Actes de l'Atelier MAB-IUFRO.
30. SCHULZ, J. P. (1960). Ecological studies on rainforest in Northern Suriname.
31. TRAISSAC, S. (1998). Etude de la dynamique de la répartition spatiale de *Vouacapoua americana* (aublet) : arbre de forêt tropicale guyanaise (rapport technique).
32. TRAISSAC, S. (2003). Dynamique spatiale de *Vouacapoua americana* (Aublet), arbre de forêt tropicale humide à répartition agrégée, Lyon 1: 220.
33. VALLET, A. (2004). Les marchés construction de la filière bois.

Annexes

Annexe 1 : Carte de localisation des zones refuges

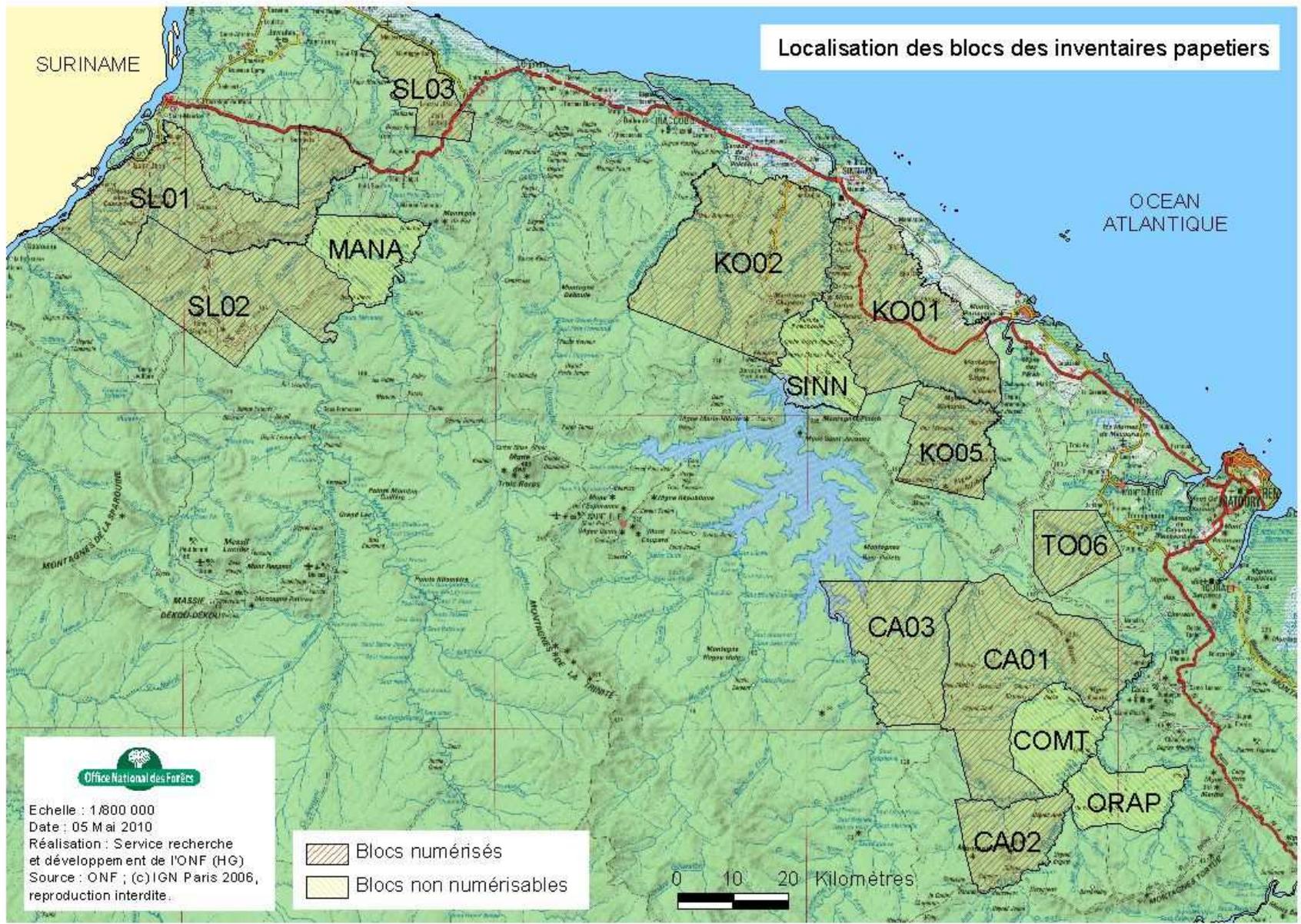
Localisation des zones refuges



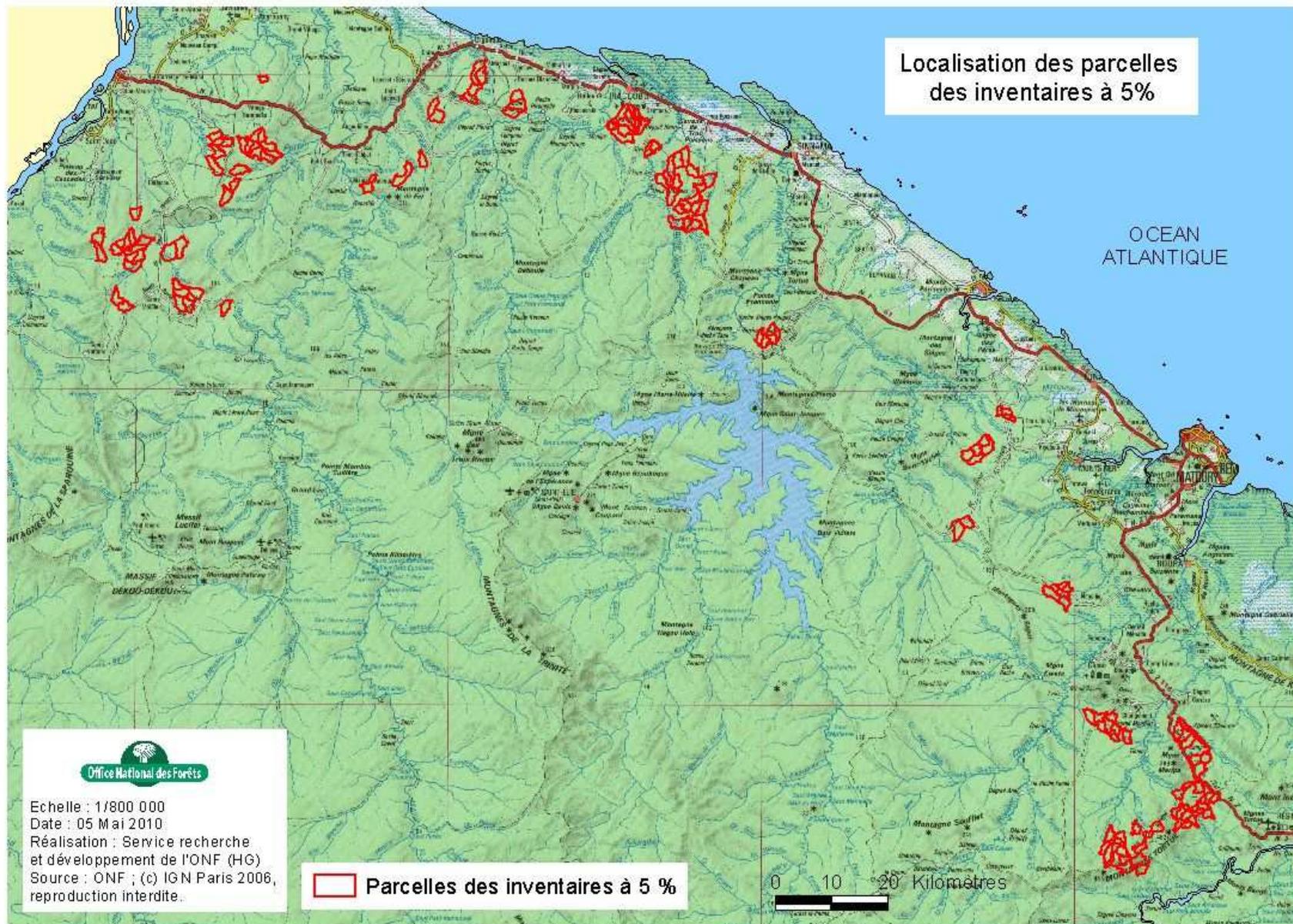
Annexe 2 : tableau récapitulatif des méthodes d'inventaire des différents blocs

Identifiant du bloc	Superficie du bloc (en ha)	Distance entre deux placettes	Distance entre deux layons	Comptage	diamètres comptés (en cm)	Taux de sondage (%)
COMT	21 200,00	400	1050	1 placette sur 2	10 à 40	0,4
				toutes les placettes	> 40	0,8
ORAP	21 250,00	200	1550	1 placette sur 2	10 à 40	0,4
				toutes les placettes	> 40	0,8
SINN	22 330,00	200	1550	1 placette sur 2	10 à 40	0,4
				toutes les placettes	> 40	0,8
MANA	22 440,00	200	1550	1 placette sur 2	10 à 40	0,4
				toutes les placettes	> 40	0,8
KO05	21 887,00	200	1550	1 placette sur 2	10 à 40	0,4
				toutes les placettes	> 40	0,8
TO06	21 043,00	200	1550	1 placette sur 2	10 à 40	0,4
				toutes les placettes	> 40	0,8
SL01	63 706,25	600	No data	toutes les placettes	10 à 130	0,193
SL02	59 343,75	600	No data	toutes les placettes	10 à 130	0,198
SL03	18 975,00	600	No data	toutes les placettes	10 à 130	0,210
KO01	59 895,44	600	No data	1 placette sur 10	10 à 15	0,0195
				toutes les placettes	15 à 130	0,195
KO02	78 825,00	600	No data	1 placette sur 10	10 à 15	0,0194
				toutes les placettes	15 à 130	0,194
CA01	73 112,98	600	No data	1 placette sur 10	10 à 15	0,0191
				toutes les placettes	15 à 130	0,191
CA02	23 706,25	600	No data	1 placette sur 10	10 à 15	0,0200
				toutes les placettes	15 à 130	0,200
CA03	40 556,25	600	No data	1 placette sur 10	10 à 15	0,0195
				toutes les placettes	15 à 130	0,195

Annexe 3 : Carte de localisation des blocs des inventaires papetiers



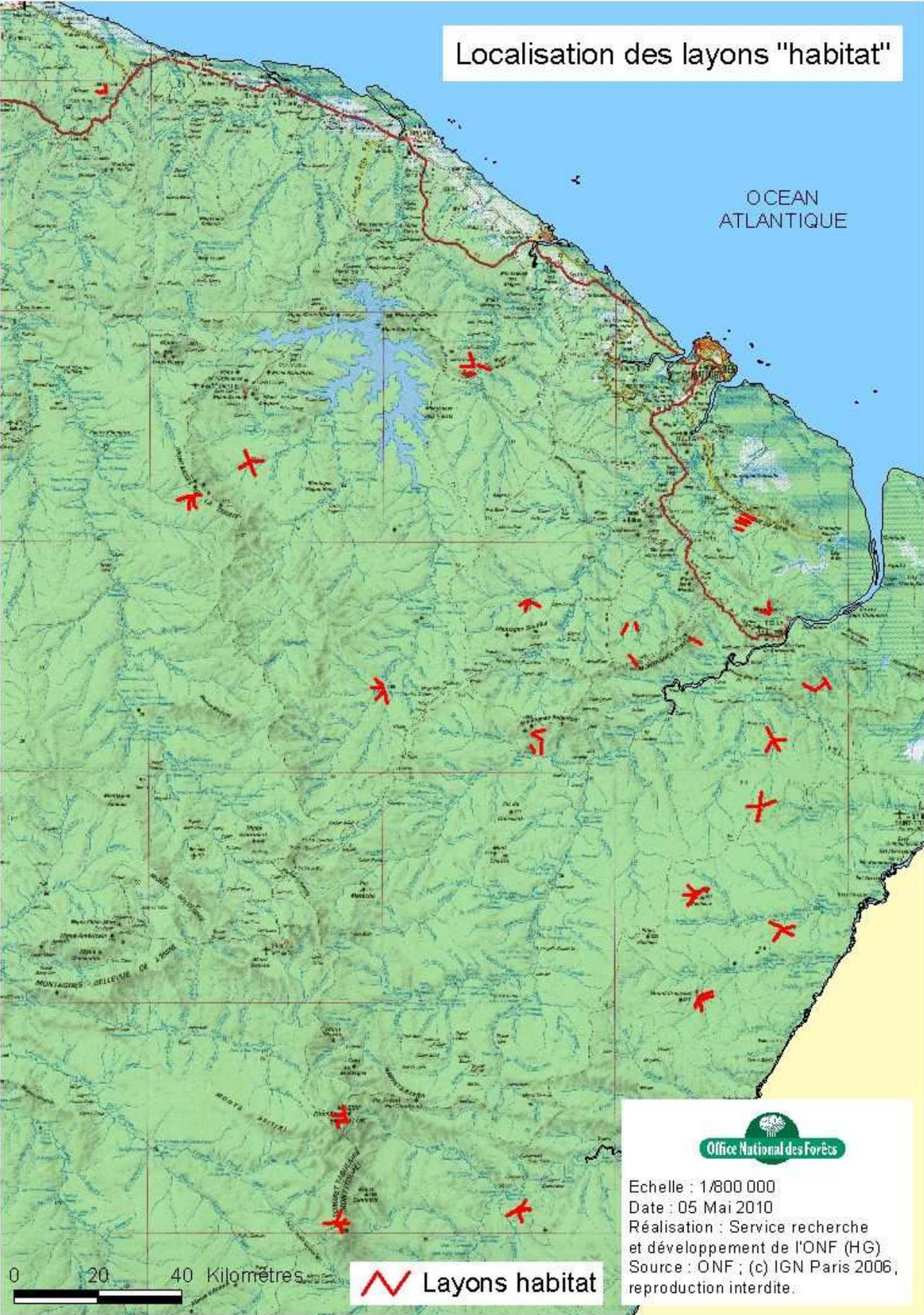
Annexe 4 : Carte de localisation des parcelles des inventaires à 5%



Annexe 5 : Carte de localisation des layons « habitat »

Localisation des layons "habitat"

OCEAN ATLANTIQUE

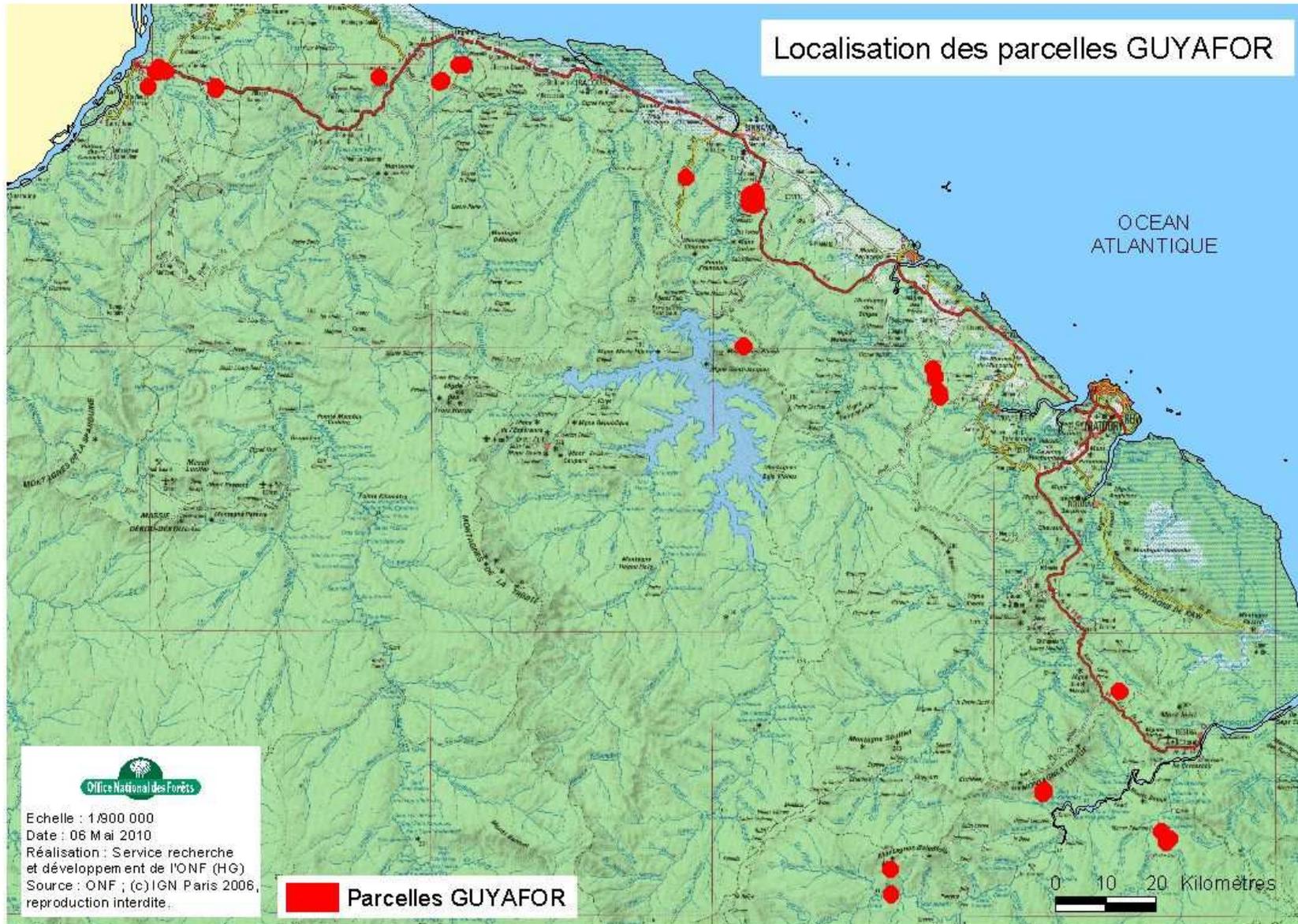


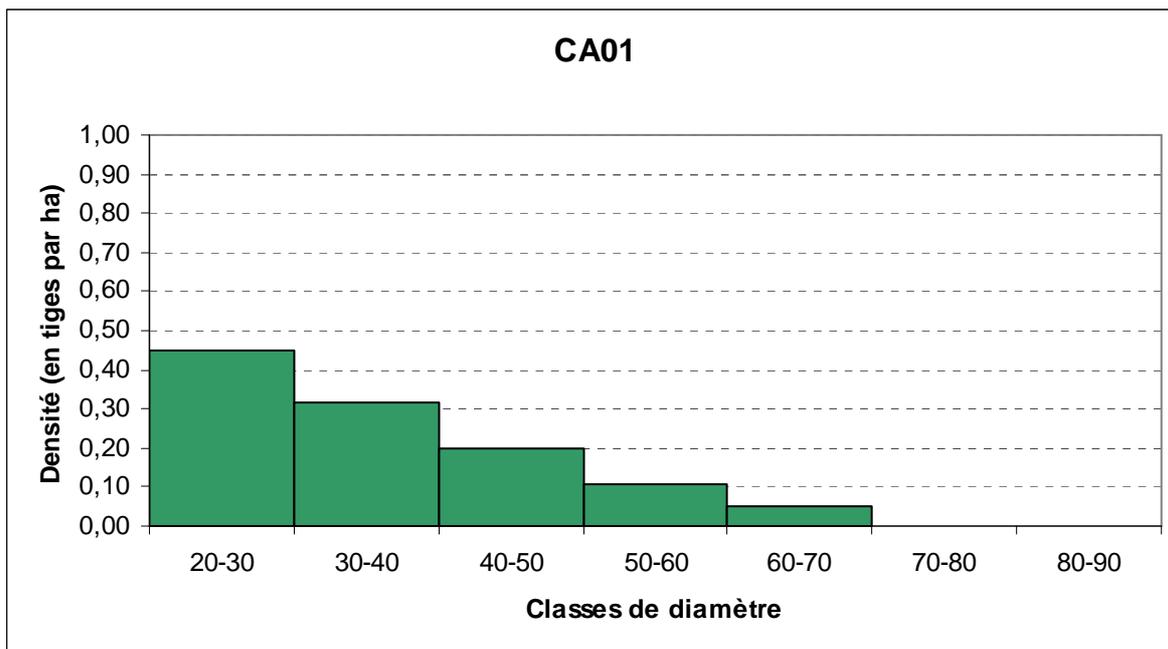
Echelle : 1/800 000
Date : 05 Mai 2010
Réalisation : Service recherche et développement de l'ONF (HG)
Source : ONF ; (c) IGN Paris 2006, reproduction interdite.

 Layons habitat

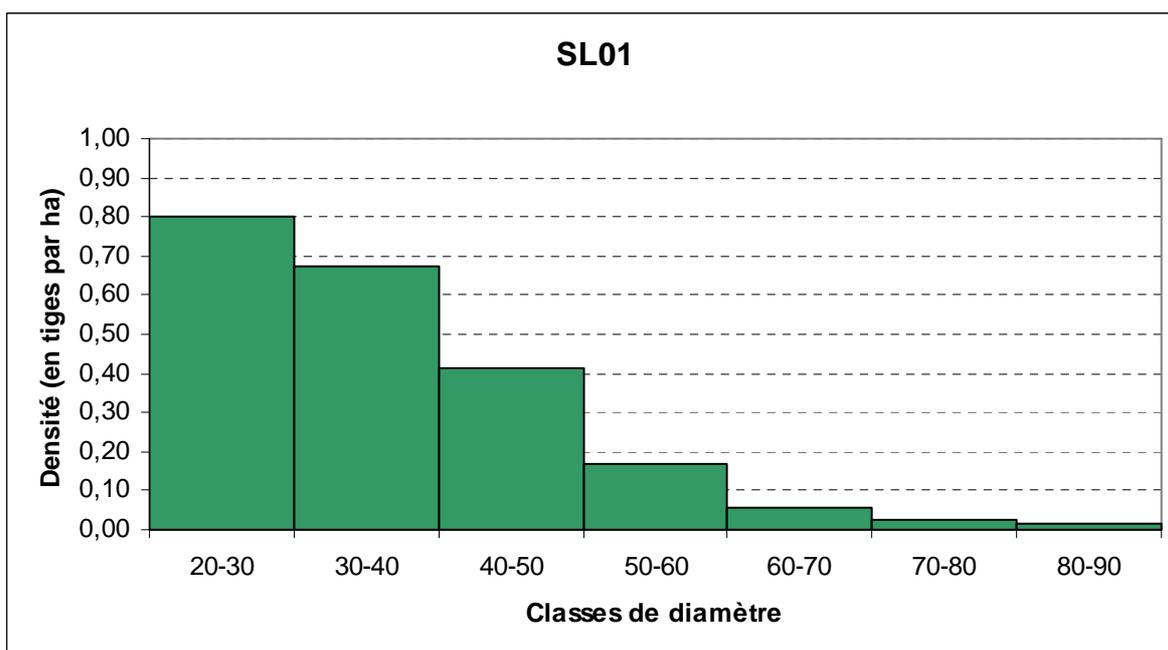
Annexe 6 : Carte de localisation des parcelles GUYAFOR

Localisation des parcelles GUYAFOR

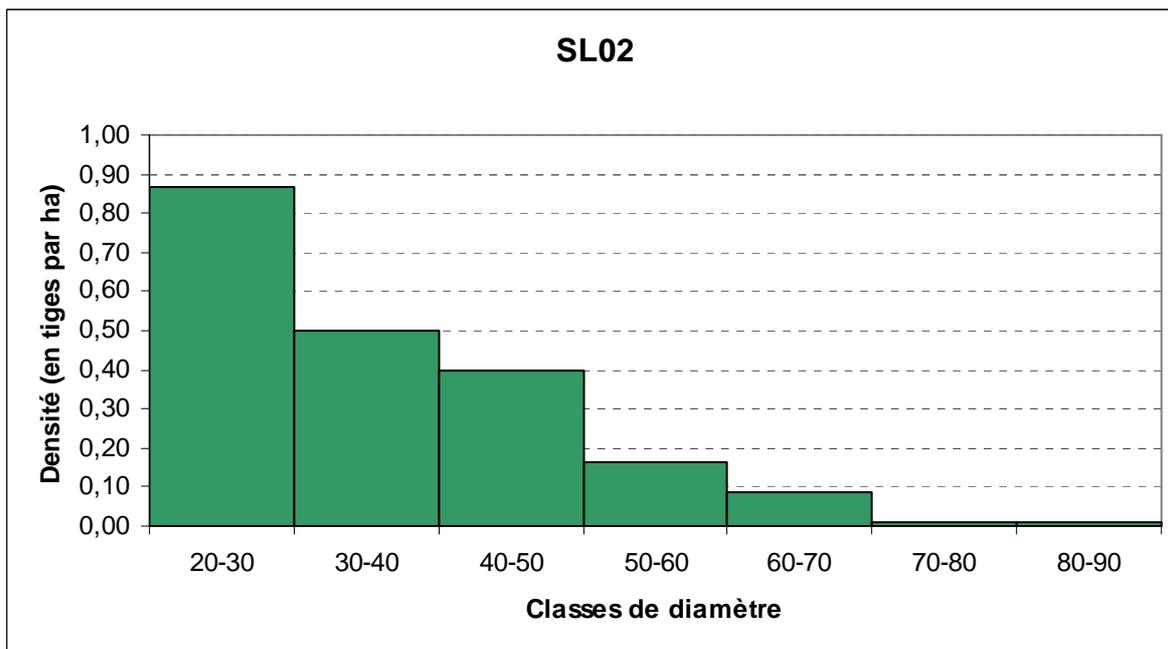




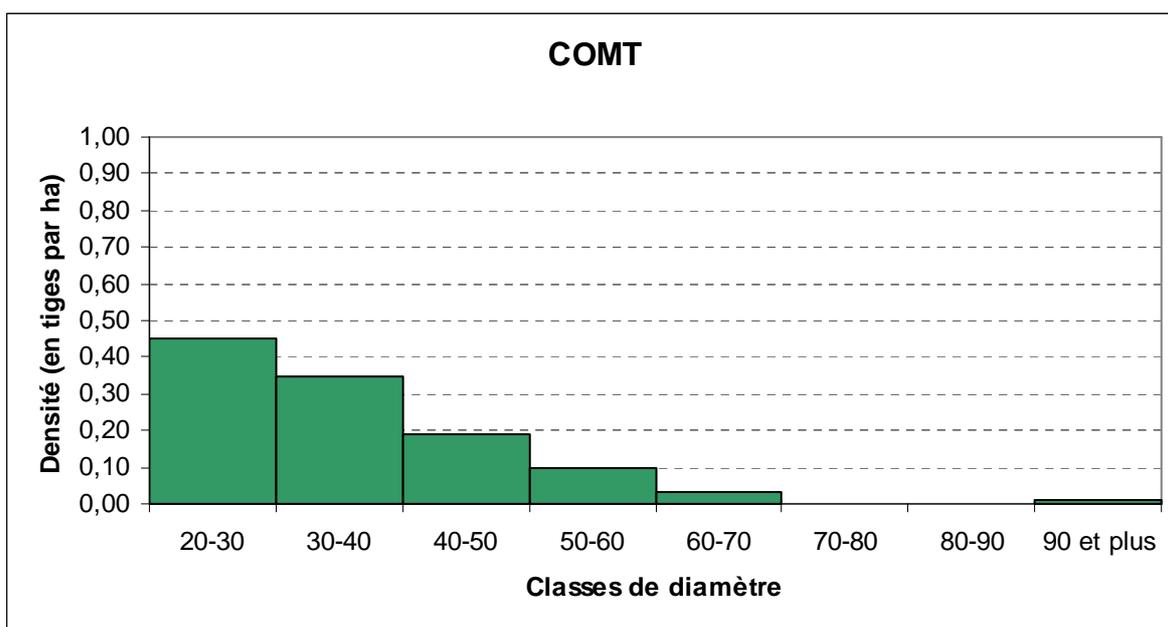
Annexe 7 : Distribution diamétrique du bloc CA01



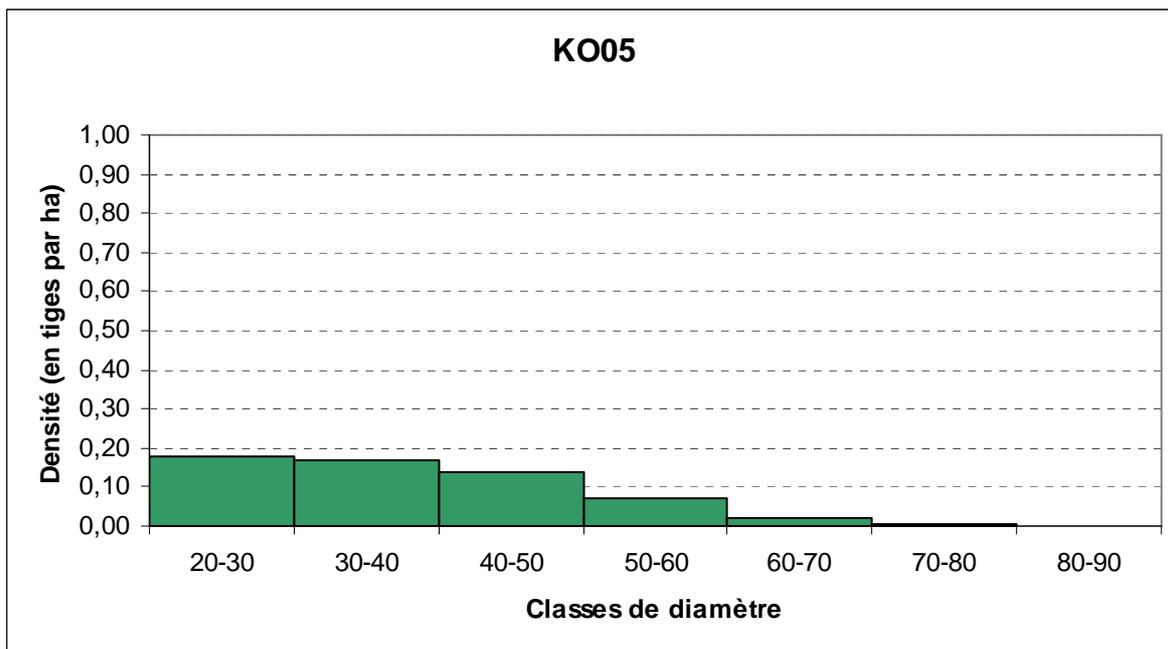
Annexe 8 : Distribution diamétrique du bloc SL01



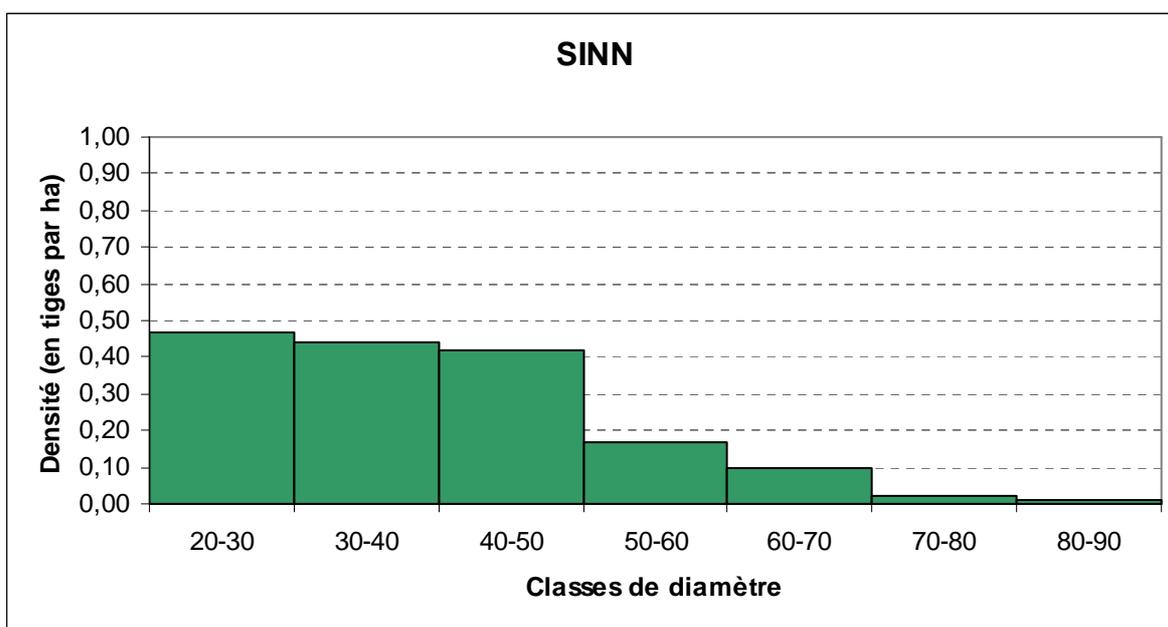
Annexe 9 : Distribution diamétrique du bloc SL02



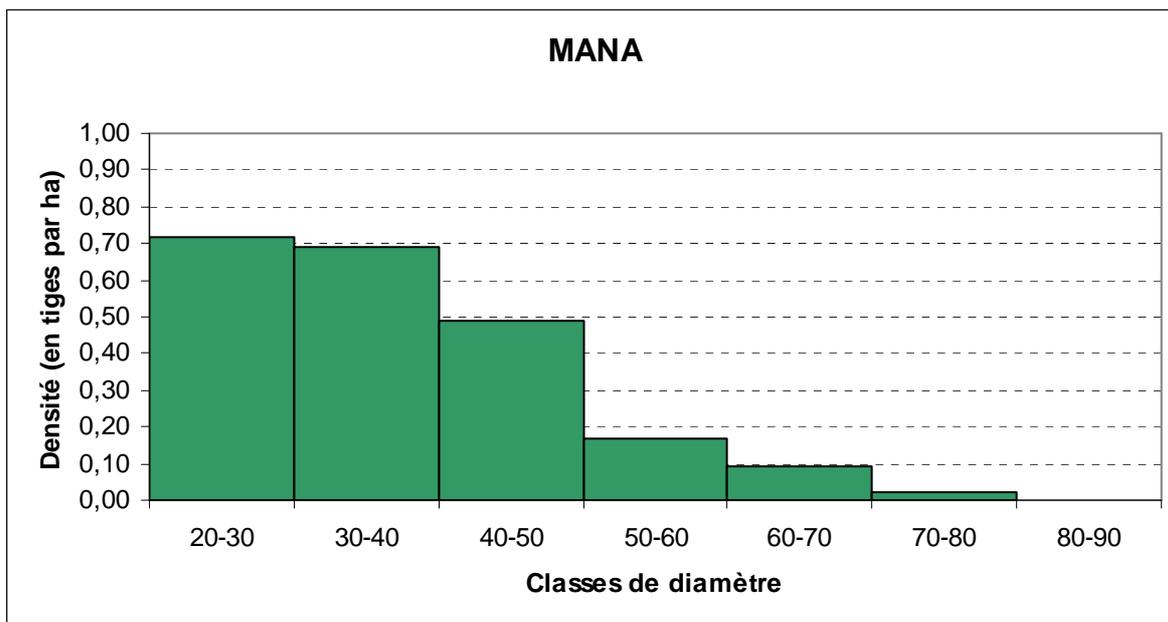
Annexe 10 : Distribution diamétrique du bloc COMT



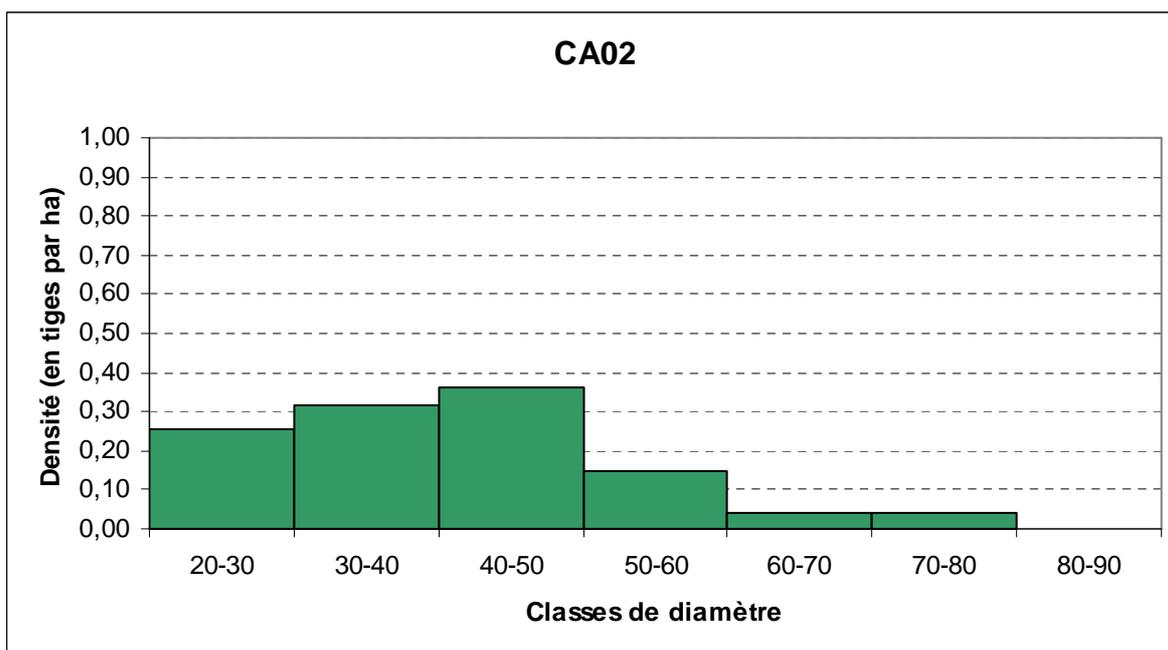
Annexe 11 : Distribution diamétrique du bloc KO05



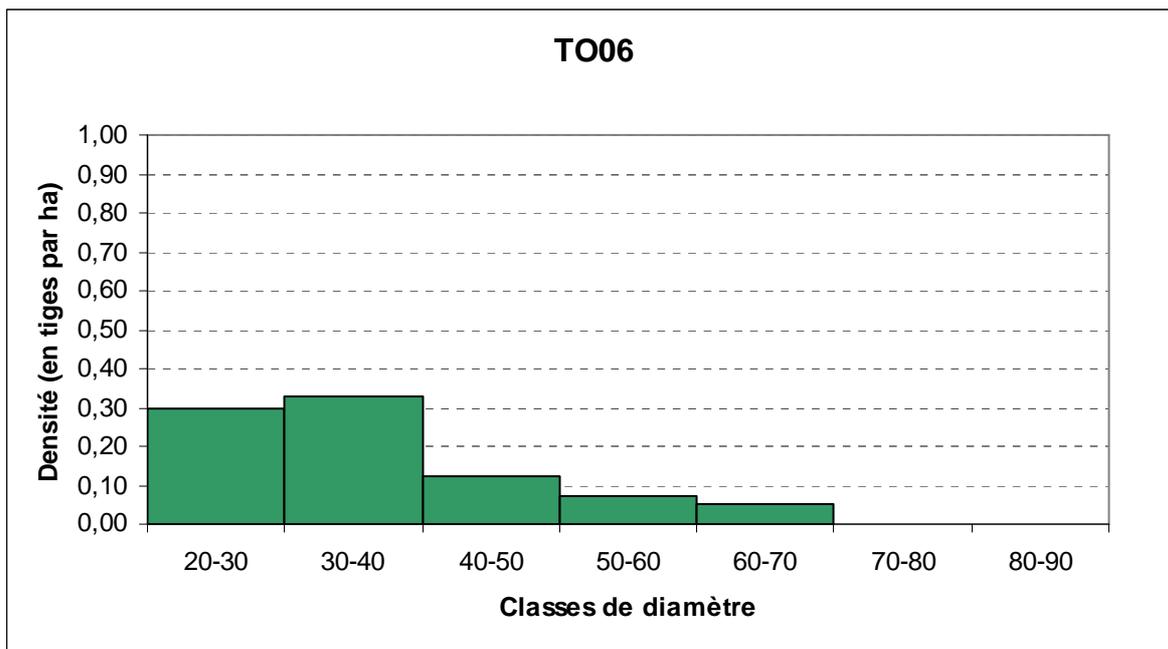
Annexe 12 : Distribution diamétrique du bloc SINN



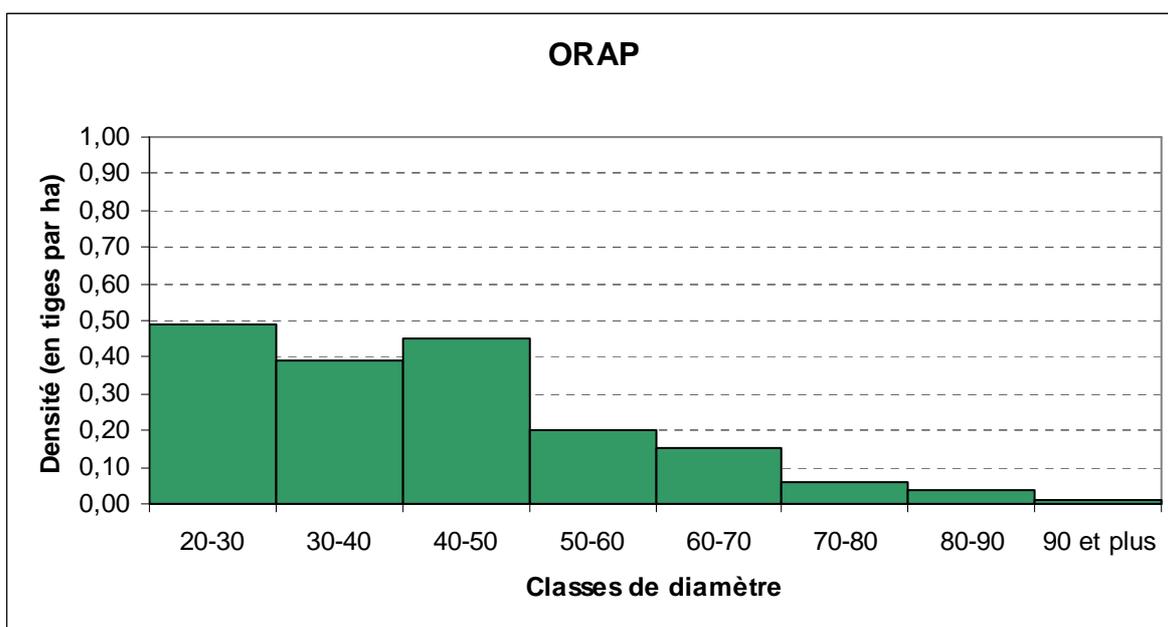
Annexe 13 : Distribution diamétrique du bloc MANA



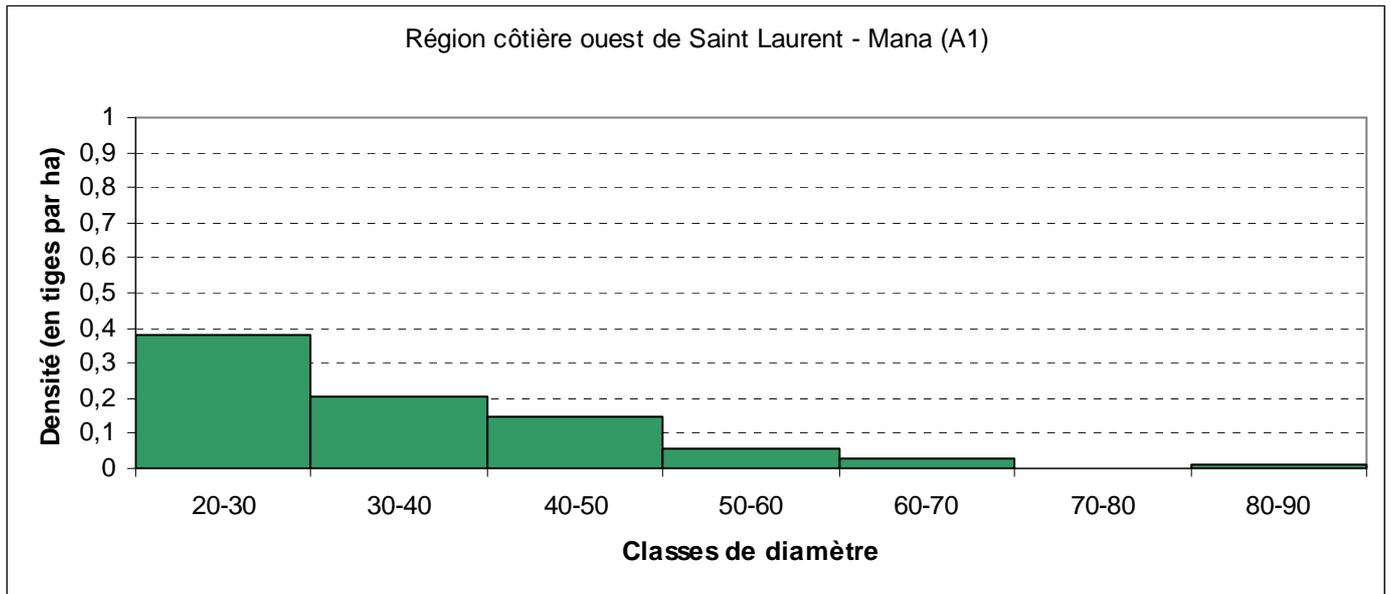
Annexe 14 : Distribution diamétrique du bloc CA02



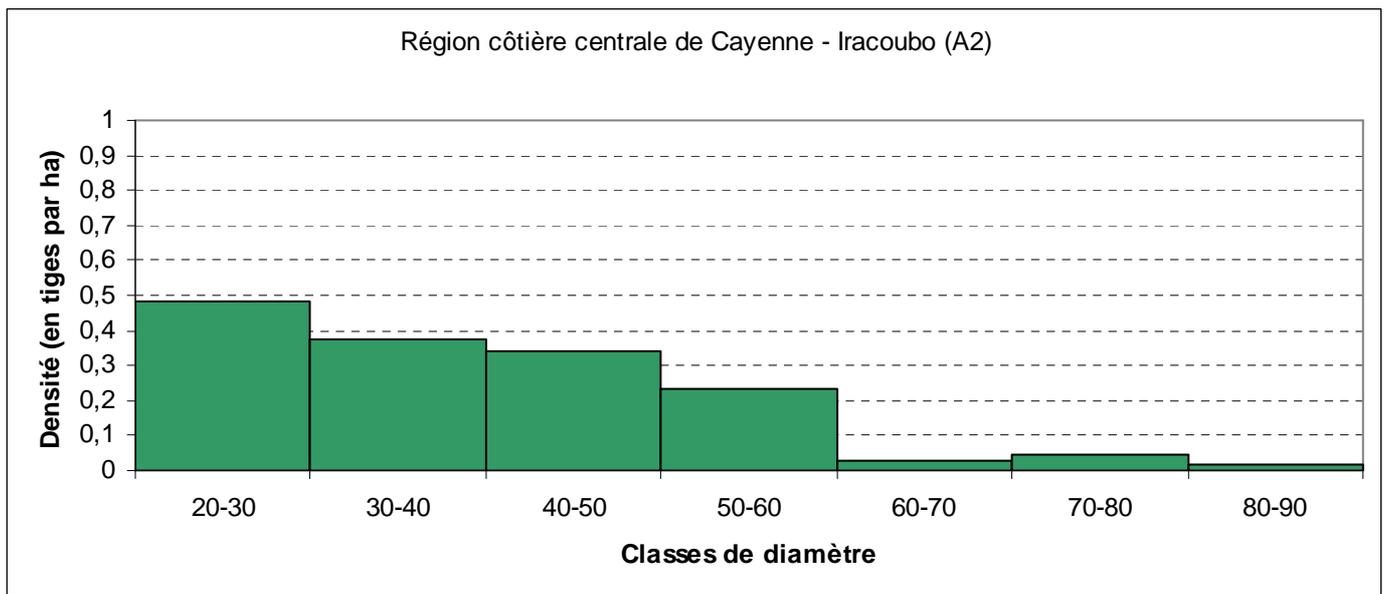
Annexe 15 : Distribution diamétrique du bloc TO06



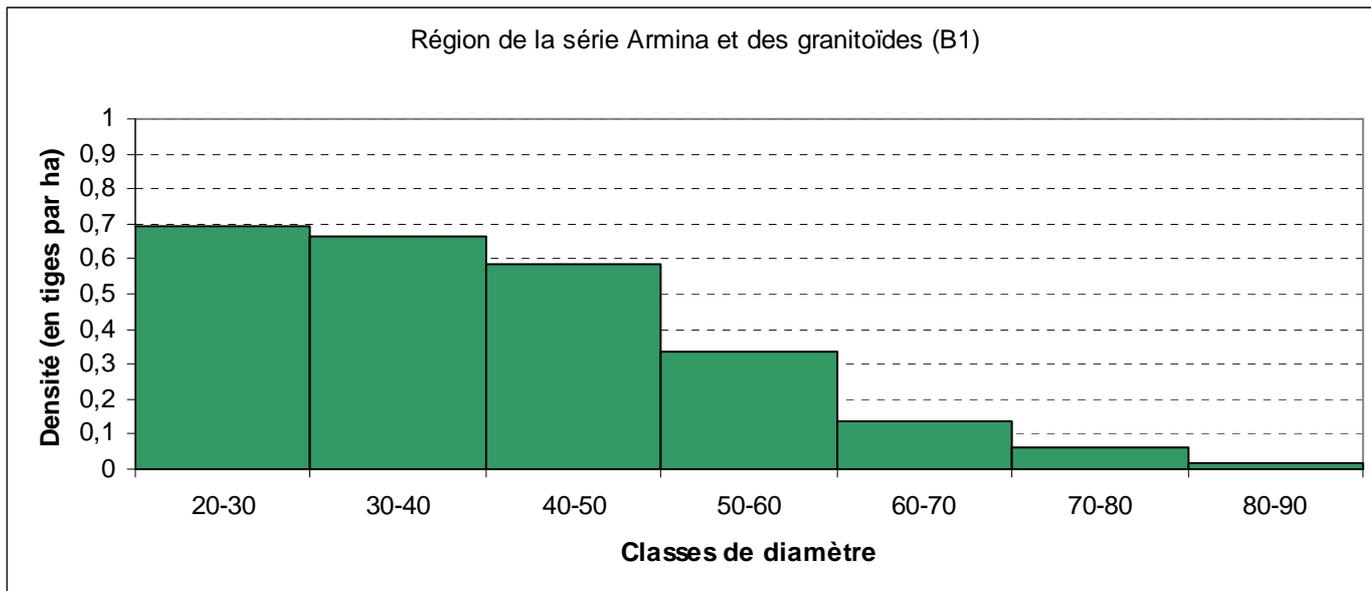
Annexe 16 : Distribution diamétrique du bloc ORAP



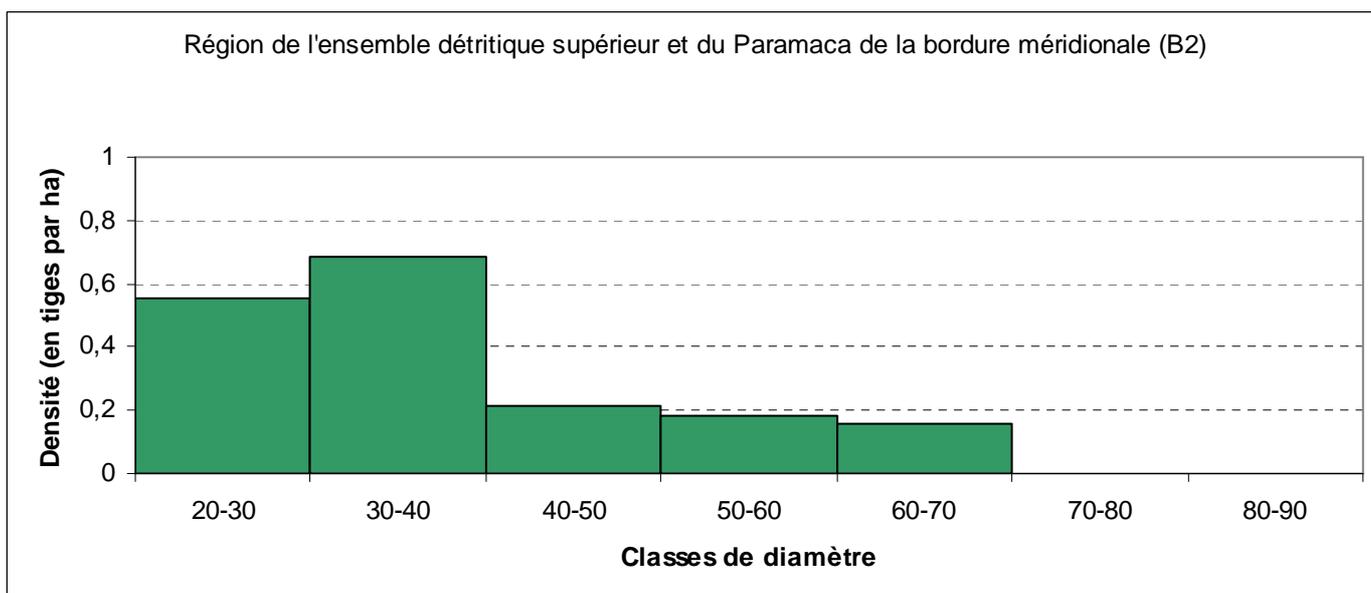
Annexe 17 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région côtière ouest de Saint-Laurent – Mana (A1)



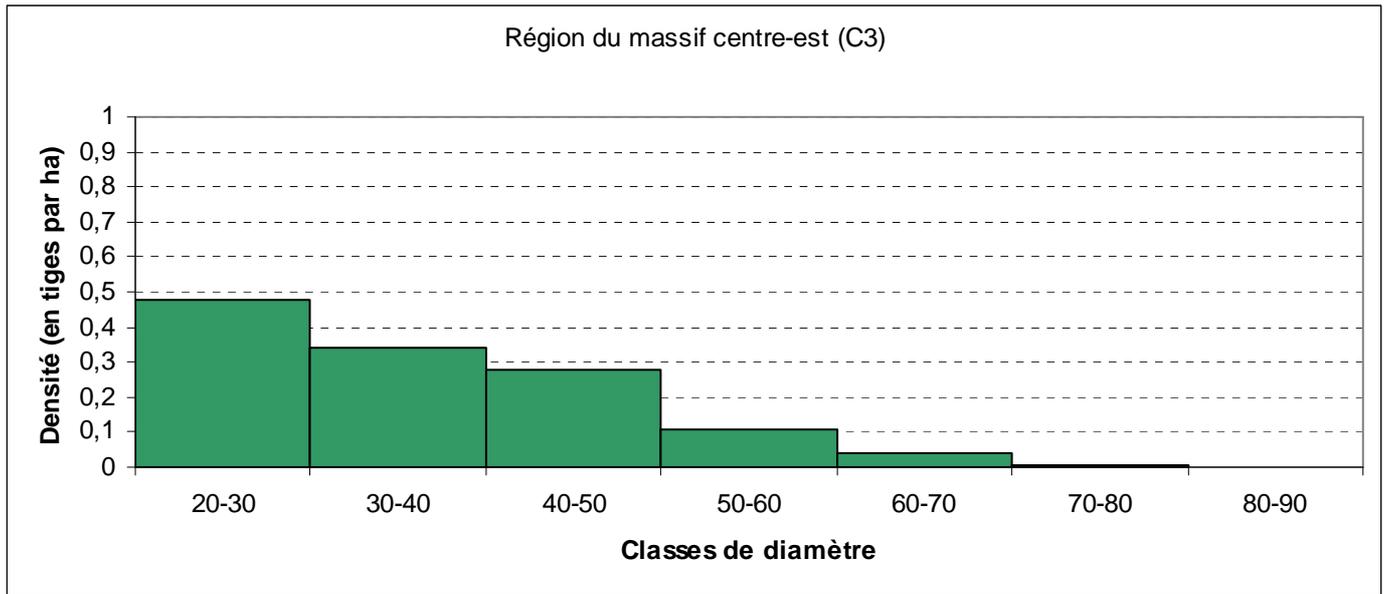
Annexe 18 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région centrale de Cayenne - Iracoubo (A2)



Annexe 19 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région de la série Armina et des granitoïdes (B1)



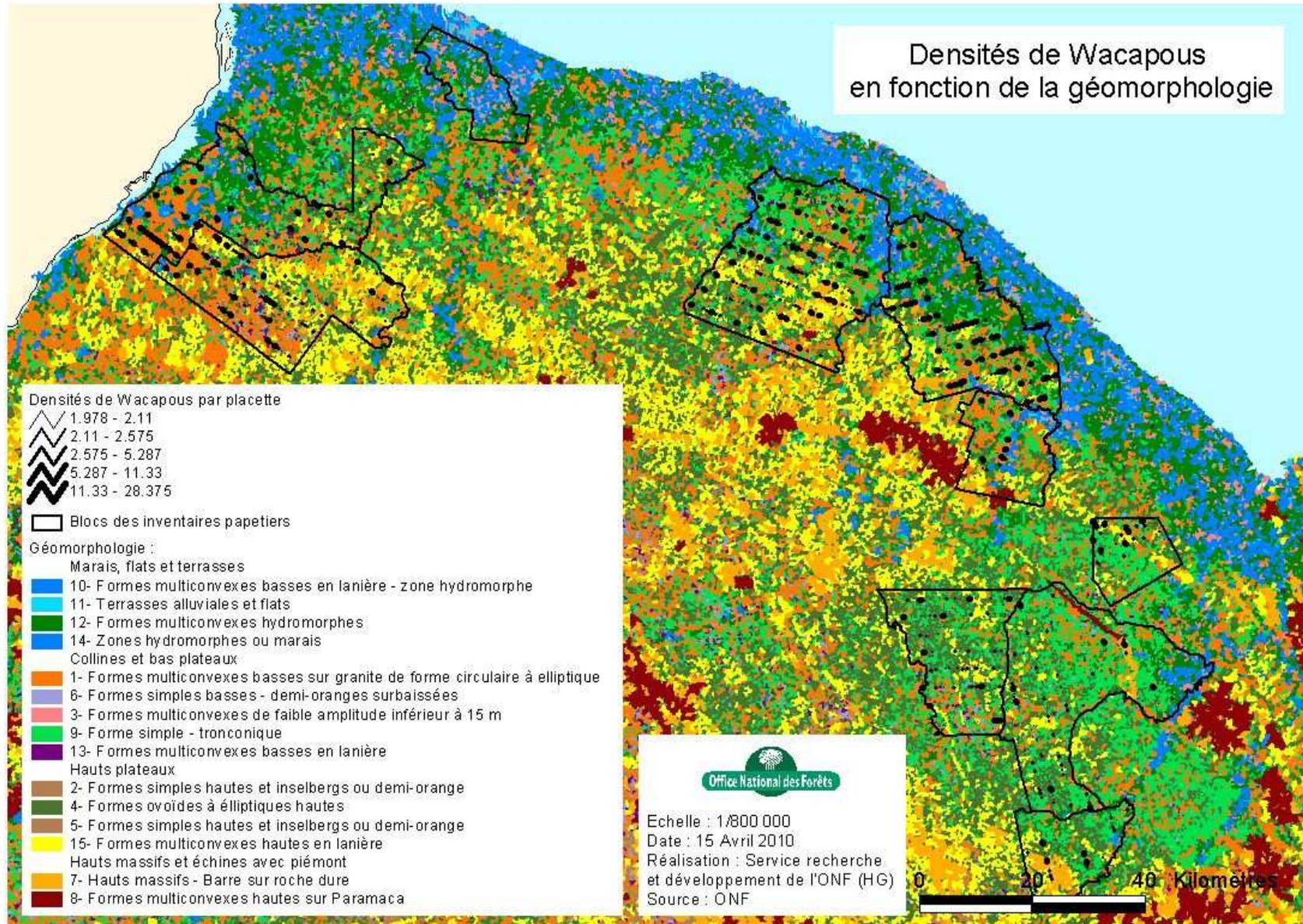
Annexe 20 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région de l'ensemble détritique supérieur et du Paramaca de la bordure méridionale (B2)



Annexe 21 : Distribution diamétrique des Wacapous dans la région du massif centre-est (C3)

Annexe 22 : Carte des densités de Wacapous en fonction de la géomorphologie

Densités de Wacapous en fonction de la géomorphologie



Annexe 23 : Carte des densités de Wacapous en fonction de la géologie

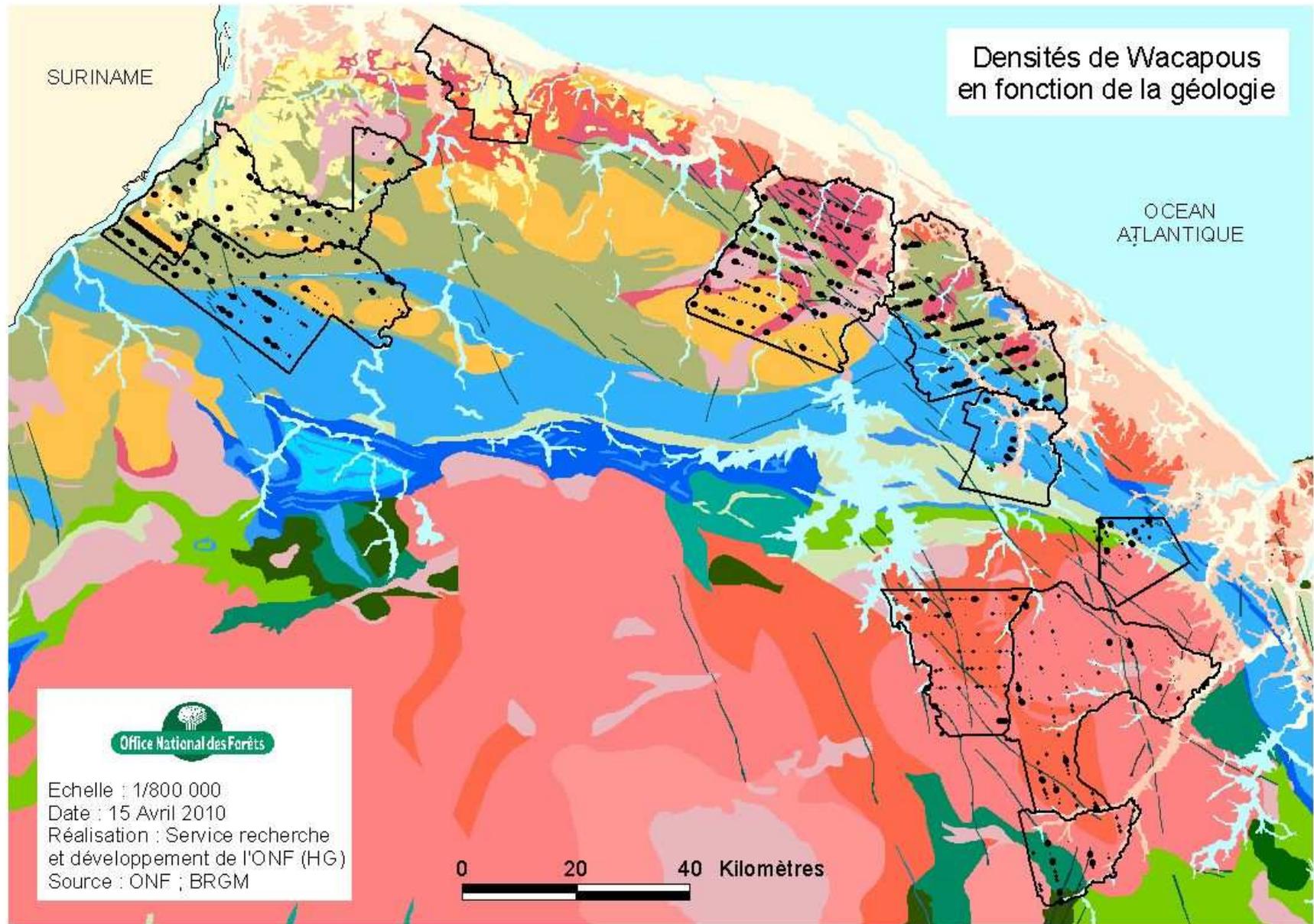
Légende :

-  Blocs
-  Placettes

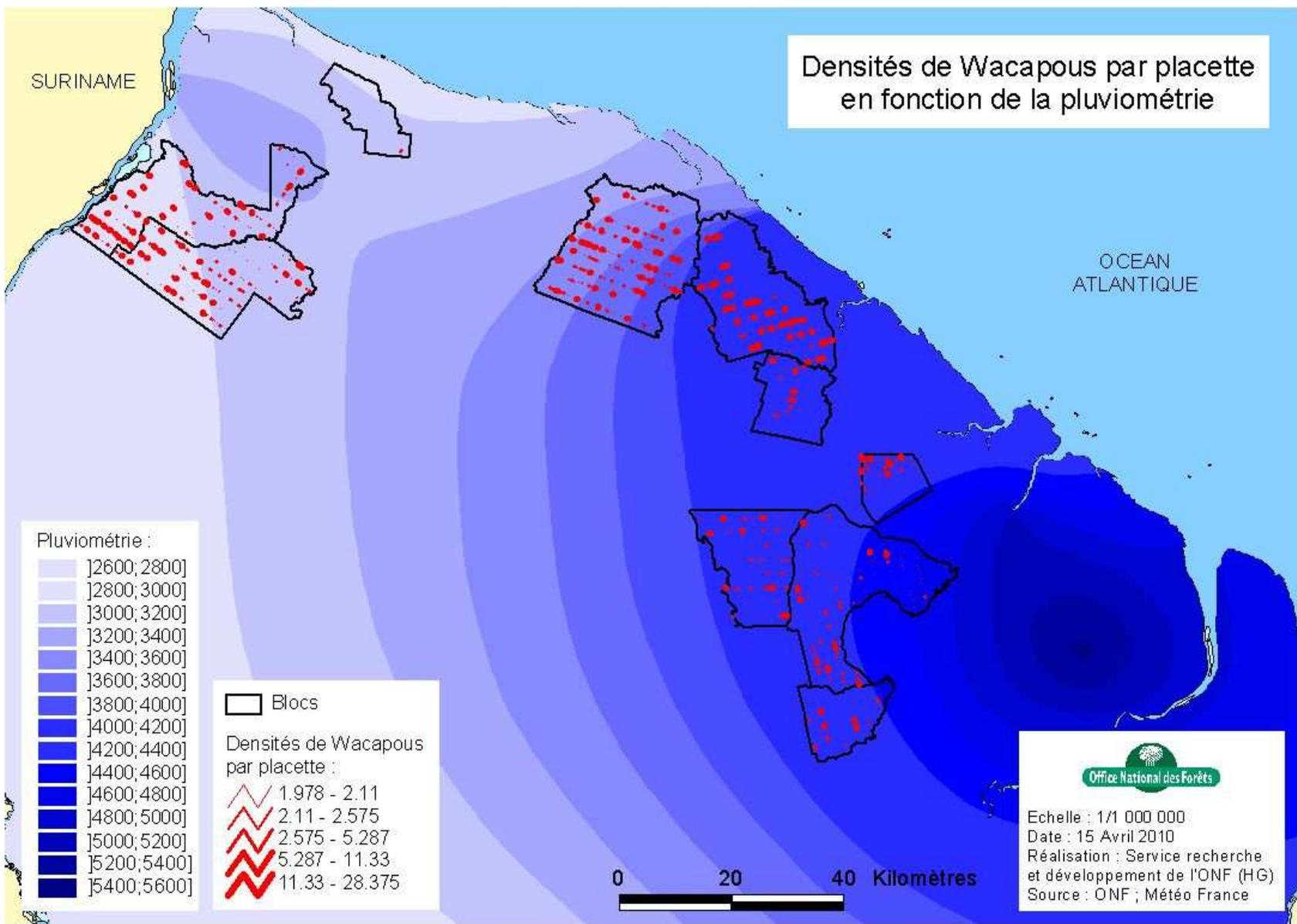
Géologie

-  1- Alluvions et formations superficielles indifférenciées
-  2- Série de Demerara
-  3- Série de Coswine
-  4- Terrasses du Bas Maroni (Fx1)
-  5- Série des Sables blancs
-  6- Filons et sills de basaltes, microgabbros tholéitiques
-  7- Dykes de microgabbros à olivine-clinopyroxène
-  8- Dykes de microgabbros
-  9- Rhyolites (Monts Belvedere)
-  10- Monzogranites métallumineux tardifs et pegmatites
-  11- Leucogranites peralumineux
-  12- Monzogranites
-  13- Gabbro-norites, gabbros
-  14- Diatexites granodioritiques
-  15- Tonalites, granodiorites
-  16- Granodiorites (monzogranites)
-  17- Granodiorites (monzogranites) porphyriques
-  18- Syénites

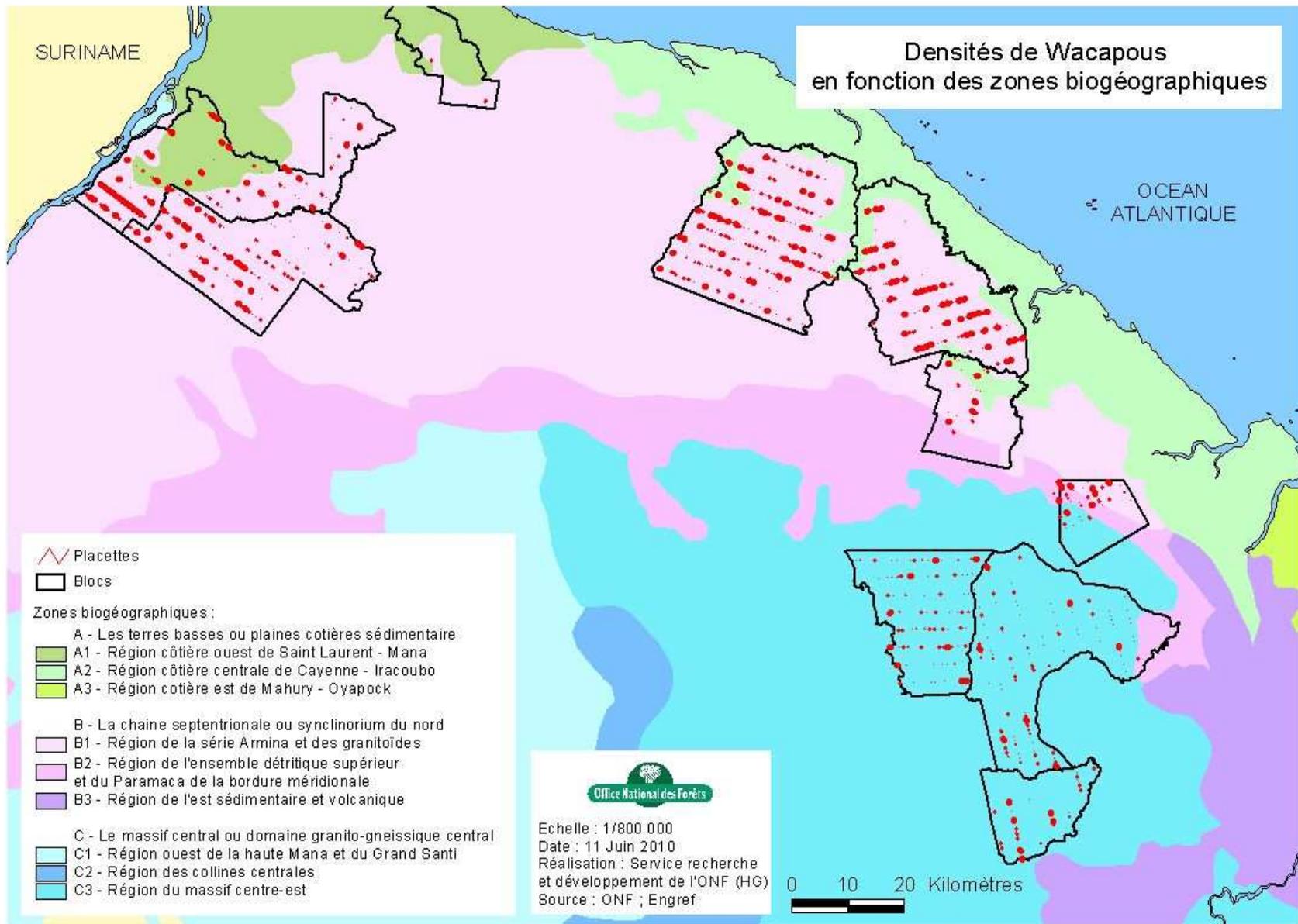
-  19- Grès et quartzites à intercalations pélitiques
-  20- Grès et quartzites à niveaux conglomératiques
-  21- Grès et quartzites d'âge plus jeune que 2115 ± 4 Ma (zircons détritiques remaniés)
-  22- Trondhjémites, tonalites, granodiorites
-  23- Granites, pegmatites à Nb-Ta
-  24- Granodiorites
-  25- Complexes basiques et ultrabasiques, Cortlandtite, wehrite, pyroxénite, gabbro-norite
-  26- Complexes basiques et ultrabasiques, Charnoenderbites, enderbites
-  27- Tonalites, microdiorites
-  29- Gabbros (île de Cayenne)
-  30- Trondhjémites, (île de Cayenne)
-  31- Volcanisme basique (amphibolites = métalaves)
-  32- Pélites
-  33- Grauwacques
-  34- Volcanisme calco-alcalin acide à intermédiaire
-  35- Série ultramafique, principalement komatites
-  36- Volcanisme indifférencié
-  37- Volcanites, volcano-sédiments et sédiments indifférenciés
-  40- Structuration éo-transamaznienne, mise en place de plutons tonalitiques à granodioritiques



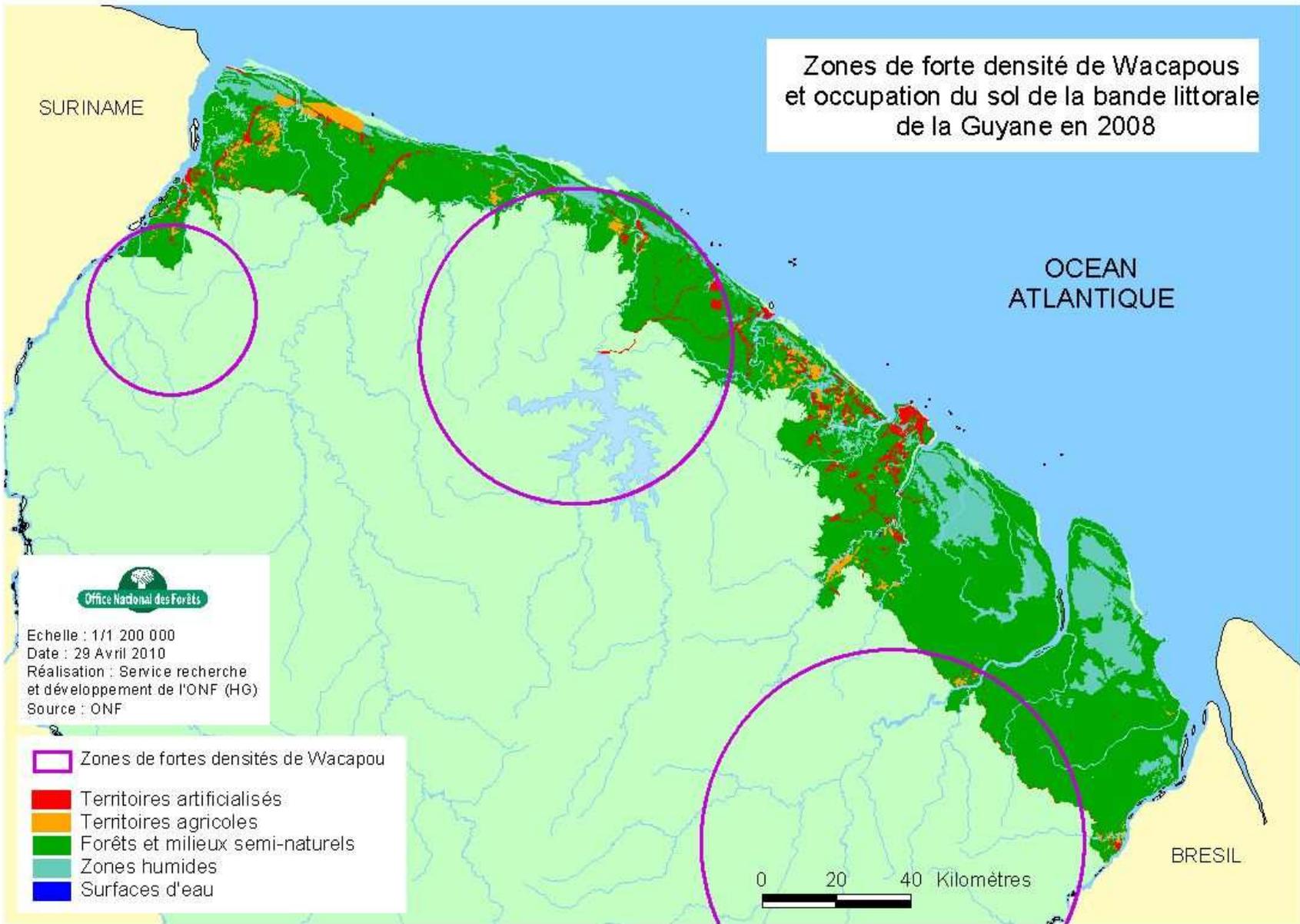
Annexe 24 : Carte des densités de Wacapous par placette en fonction de la pluviométrie



Annexe 25 : Carte des densités de Wacapous en fonctions des zones biogéographiques

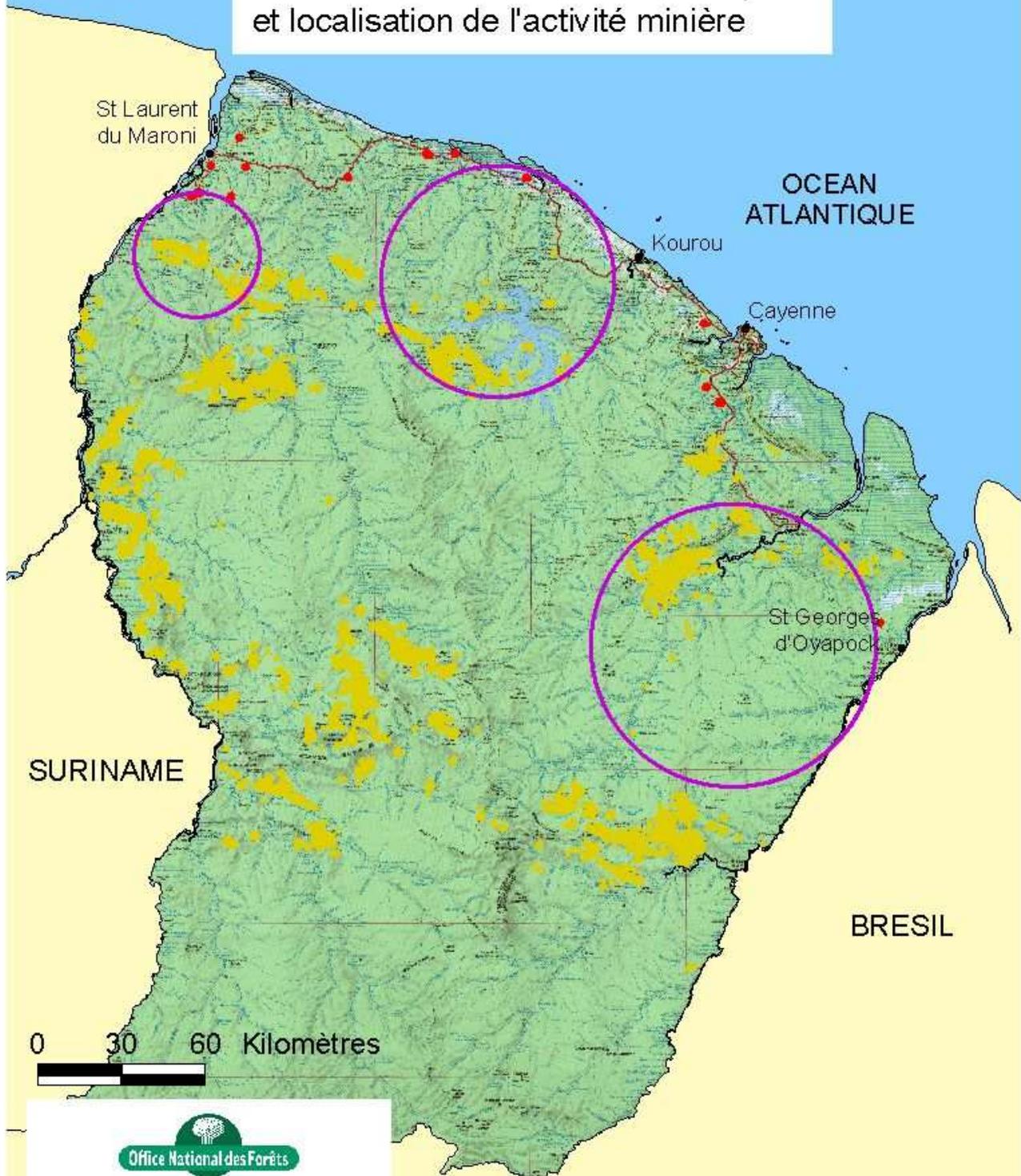


Annexe 26 : Cartographie des zones de forte densité de Wacapous et de l'occupation du sol de la bande littorale de la Guyane en 2008



Annexe 27 : Cartographie des zones de fortes densités de Wacapous et de l'activité minière

Zones de fortes densité de Wacapous et localisation de l'activité minière



SURINAME

BRESIL

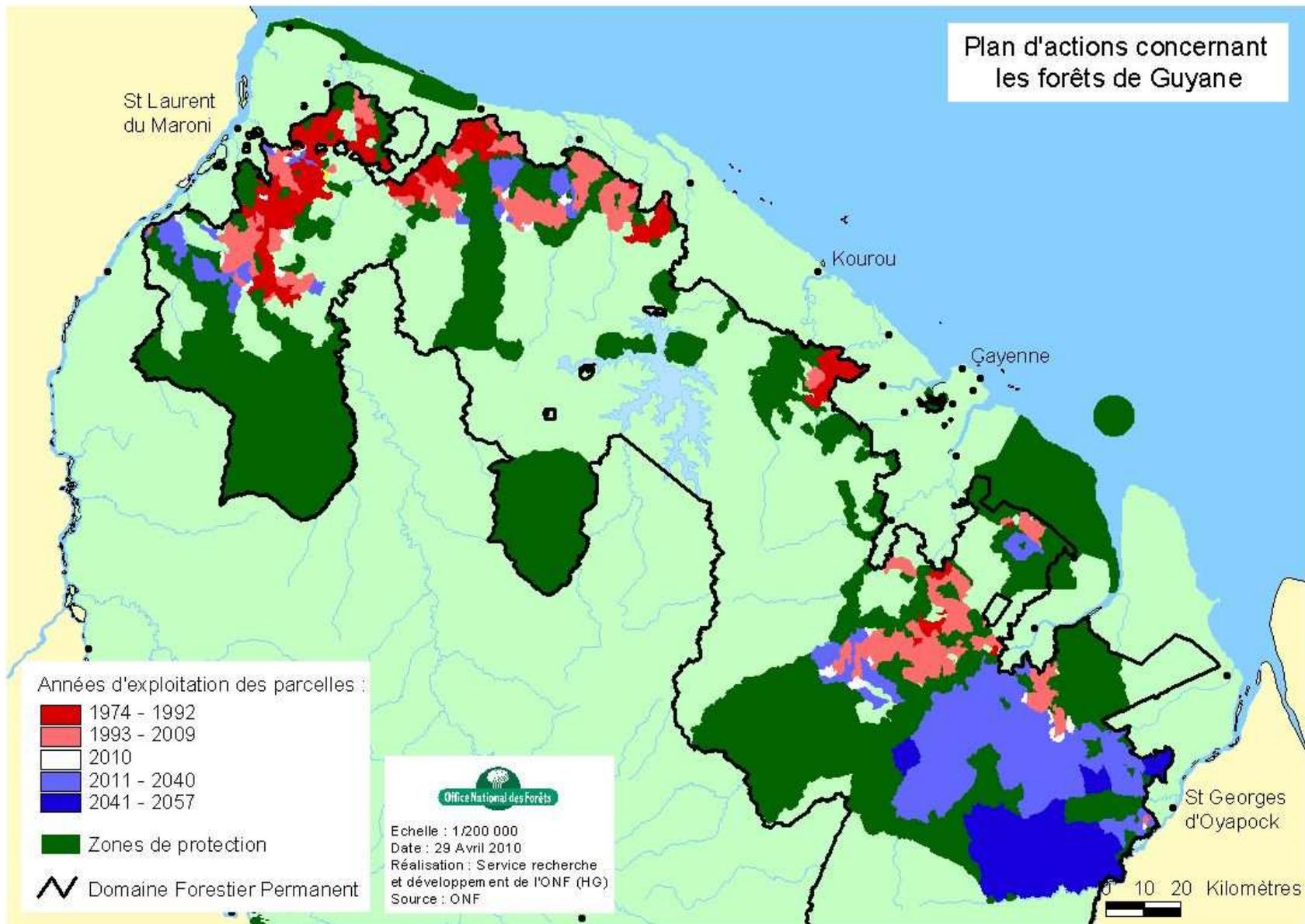
0 30 60 Kilomètres



Echelle : 1/1 800 000
Date : 30 Avril 2010
Réalisation : Service recherche
et développement de l'ONF (HG)
Source : ONF ; (c) IGN Paris 2006,
reproduction interdite

-  Zones de forte densité de Wacapous
-  **Carrières autorisées à l'exploitation**
-  **Exploitation aurifère**

Annexe 28 : Cartographie du plan d'actions concernant les forêts de Guyane



Annexe 29 : Cartographie des volumes de Wacapous exploités

