



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

2013-2014

Master FAGE

Biologie et Ecologie pour la Forêt, l’Agronomie et l’Environnement

Spécialité FGE

Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes

Mise en place d'un protocole de suivi de fermeture du milieu lacustre sur le site des Salines de Montjoly (Guyane française) et proposition de mesures de gestion

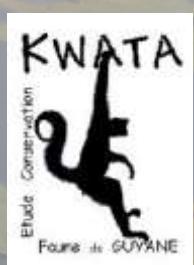
VEINANTE Fanny

Mémoire de stage, soutenu à Nancy le
03/09/2014

Encadrant : DOS REIS Virginie, conservatrice des Salines de Montjoly et chargée de mission médiation et communication à l'association Kwata

Tutrice : CHAUCHARD Sandrine, enseignant-chercheur à l'Université de Lorraine

Structure d'accueil : Association Kwata, 16 Avenue Pasteur, 93700 CAYENNE,
GUYANE FRANCAISE



Remerciements

Pour commencer, je tiens particulièrement à remercier ma maitre de stage Virginie Dos Reis pour m'avoir permis de réaliser un stage aussi enrichissant et fait découvrir la Guyane, mais aussi pour sa gentillesse, sa bonne humeur et sa patience.

Je tiens également à dire un grand merci aux personnes suivantes :

Le directeur de l'association Kwata Benoit de Thoisy pour ses conseils judicieux ;

Ma collègue Lucile Dudoignon pour son éternel optimisme et sa bonne humeur ;

Ma tutrice Sandrine Chauchard pour son aide sur la structure du rapport ;

La DEAL Guyane, notamment Sébastien Linares et Magalie Wirtensohn du service Télédétection et Aménagement du Territoire » pour m'avoir procuré la plupart des images aériennes et satellites utilisées ;

L'IRD de Cayenne, notamment Christophe Charron et le personnel du service télédétection pour m'avoir transmis d'anciennes images IGN;

Antoine Gardel du CNRS, pour ses infos sur la mangrove, sur le site des Salines de Montjoly, ainsi que pour les images aériennes du site ;

L'institut Pasteur, notamment Daniel Lanfranchi et son équipe du laboratoire Hygiène et Environnement pour les nombreuses analyses de l'eau ;

L'herbier de Guyane, notamment Sophie Gonzalez pour m'avoir aidé à identifier certaines espèces végétales ;

Les botanistes Rémi Girault et Pierre Silland, pour m'avoir accompagné sur le site et pour leur conseils ;

Les Pripris de Yiyi, notamment Charles Bergère pour la visite du site des Pripris de Yiyi ainsi que pour ses conseils ;

Le GEPOG, notamment Nyls de Pracondal pour les prêts de documents ;

Le Conservatoire du Littoral, notamment Marie Windstein pour son aide sur la bibliographie, ainsi que Nathan Berthelemy et Catherine Corlet;

Les riverains des Salines, notamment Mr et Mme Prosper pour leur vision historique du site et Mme Joly pour m'avoir permis d'accéder plus facilement au site en kayak par son jardin ;

Mathieu Rhonédu du bureau d'étude HYDRECO pour m'avoir guidé lors de ma première sortie sur le site, ainsi que pour son aide lors de l'installation des règles de mesure du niveau de l'eau, ainsi que pour m'avoir prêté un profondimètre.

La mairie de Rémire Montjoly pour m'avoir montré les cadastres ;

Et pour finir tous les bénévoles de l'association Kwata pour leur soutien.

Je tiens également à remercier mes colocataires et mes voisins à l'Institut Pasteur, ainsi que toutes les autres personnes que j'ai pu rencontrer, pour ses weekends mémorables en carbet et sans qui mon séjour n'aurait pas été le même.



1. Introduction	1
2. Contexte de l'étude	2
2.1. Gestion des zones humides littorales	2
2.1.1. En France	2
2.1.2. En Guyane Française	3
2.2. Fermeture des milieux naturels : problématique et actions	3
3. Présentation de la structure d'accueil	4
4. Matériel et méthodes	5
4.1. Le site d'étude	5
4.1.1. Localisation	5
4.1.2. Climat	5
4.1.3. Dynamique morpho-sédimentaire	6
4.1.4. Fonctionnement hydrologique	6
4.1.4.1. Apports de surface	6
4.1.4.2. Apports souterrains	7
4.1.4.3. Apports par la mer	7
4.1.5. Diversité de micro-habitats et d'espèces	7
4.1.6. Contexte humain	8
4.1.7. Protection du site	8
4.2. Evaluation de la fermeture du milieu	8
4.2.1. Photo-interprétation et quantification	8
4.2.2 Témoignage des riverains	9
4.3. Caractérisation des zones	9
4.3.1. Définition des zones	9
4.3.2. Caractérisation hydrologique	10
4.3.3. Caractérisation chimique et physique	11
4.3.4. Caractérisation de la flore et de la faune	11
4.4. Caractérisation d'autres zones humides de l'Île de Cayenne	12
4.5. Analyse des données	12
4.5.1. Indice de Jaccard	12
4.5.2. Outils statistiques	12
5. Résultats	12
5.1. Evaluation de la fermeture du milieu	12
5.1.1. Photo-interprétation et quantification	12
5.1.2. Témoignage des riverains	14
5.2. Caractérisation des zones d'eau libre et impact de l'ouverture de l'exutoire	15
5.2.1. Caractérisation hydrologique	15
5.2.1.1. Mesures de profondeur en eau des zones à un temps t	15
5.2.1.2. Evolution du niveau d'eau au cours de l'étude	15
5.2.2. Caractérisation chimique	16
5.2.3. Caractérisation floristique et faunistique	17
5.3. Caractérisation d'autres zones humides de l'Île de Cayenne	20
6. Discussion	20
7. Conclusion et perspectives	23
Bibliographie	24

1. Introduction

La Guyane s'intègre dans l'un des trois derniers grands massifs forestiers tropicaux de la planète, l'Amazonie. Son territoire, recouvert à 85% de forêt, constitue l'une des cinq régions les plus riches en biodiversité (« hotspot ») de la France (Mittermeier et al., 1998).

Les milieux forestiers sont bien connus des chercheurs, alors que le littoral et les zones humides ne suscitent de l'intérêt et des préoccupations que depuis peu. C'est donc pour préserver ces milieux mal connus et soumis à de fortes pressions du fait de l'urbanisation, que le Conservatoire du Littoral a commencé à acquérir des zones naturelles littorales dès 1976 en Guyane, dont les Salines de Montjoly.

Les Salines de Montjoly constituent la zone humide la plus remarquable de l'Île de Cayenne (Guyane française), de par sa superficie, sa richesse faunistique et floristique, sa situation géographique au cœur du tissu urbain et son fonctionnement (*Figure 1*). Elles présentent une succession des divers paysages du rivage guyanais : la plage, le cordon dunaire, la mangrove, la lagune et les marais. De plus, ce site offre plusieurs services écosystémiques*, comme l'autoépuration des eaux, le maintien du patrimoine vivant et l'attractivité du site (loisir, tourisme et éducation). Il est donc essentiel de préserver ce site atypique et les espèces qu'il abrite. Or, la densification urbaine sur l'ensemble du bassin versant et jusqu'en son bord ont entraîné une importante détérioration de la qualité des eaux. Les interventions humaines sur le site ont également probablement provoqué de profondes modifications dans son fonctionnement, en particulier la création du canal traversant les Salines et l'ouverture mécanique régulière du cordon dunaire (exutoire ; *Figure 2*). Ces ouvertures provoquent des variations brutales du niveau de l'eau au sein des marais et parfois des entrées d'eau de mer. Il peut ainsi en résulter un fonctionnement momentanément similaire à celle d'une lagune estuarienne.



Figure 1 : Les Salines de Montjoly



Figure 2 : Exutoire des Salines de Montjoly

Depuis 1981, le site des Salines de Montjoly est propriété du Conservatoire du littoral et l'association Kwata en est gestionnaire depuis juin 2012.

Les principales missions de l'association Kwata, définies dans la convention de gestion, sont : la mise en place du plan de gestion simplifié, le suivi scientifique du patrimoine naturel, le gardiennage et la surveillance du site, l'animation et la sensibilisation du public, et la communication et l'organisation d'événementiel sur le site. Validé en mars 2013, le plan de gestion** a pour objectifs prioritaires la diminution de la pollution du site et l'évaluation de la fermeture du milieu lacustre.

En effet, la fermeture du milieu lacustre est supposée, du fait des dires des riverains, d'observations naturalistes, et des évolutions « naturelles » de ce type de milieu soumis à des perturbations. Cependant, elle n'a jamais été réellement confirmée. Si cette fermeture est avérée, les causes et les conséquences sur le milieu ne sont pas connues à l'heure actuelle. On suppose qu'il y ait une progression de la mangrove,

*Services écosystémiques : le rapport sur l'évaluation des écosystèmes (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) les définit comme « les avantages que l'homme obtient des écosystèmes pour assurer son bien-être ».

**Plan de gestion disponible sur le site internet de l'association Kwata

ainsi que de plusieurs espèces pouvant devenir envahissantes (nénuphars, lentilles d'eau, et jacinthes d'eau) lorsque les conditions leurs sont favorables (souvent milieu eutrophe).

L'un des principaux objectifs de cette étude est donc de savoir s'il y a une fermeture du milieu lacustre sur le site des Salines de Montjoly. Si c'est le cas dans quelle mesure et à quelle vitesse se fait-elle ? Quelles en sont les causes ? Ce fait-elle de façon homogène sur l'ensemble du site ? Est-il nécessaire d'intervenir pour limiter voir stopper cette fermeture ? Si oui, comment ? L'impact des ouvertures et fermetures successives de l'exutoire sur le site sera également évaluer. En effet, est-ce que toutes les zones en eau sont impactées ? Si oui, est ce qu'elles le sont toutes de la même manière ? Afin de pouvoir répondre à ces questions, une bonne connaissance du site ainsi que de son historique est nécessaire. La compréhension de la dynamique de fermeture du milieu permettra ainsi de proposer des mesures d'orientation de gestion. Très peu d'études existant sur la fermeture des milieux lacustres en Guyane, les conclusions de cette étude constitueront une base pour les études à venir.

Dans un premier temps, la fermeture du milieu a été évaluée et expliquée grâce à la photo-interprétation d'images aériennes et satellites du site (actuelles et passées), et également du témoignage de riverains. La fermeture a ensuite été quantifiée. Dans un second temps, les zones d'eau libre ont été caractérisées afin d'évaluer l'impact des ouvertures et fermetures successives de l'exutoire sur le site et sur les différentes zones d'eau libre. Pour cela, cinq zones ont été déterminées et la faune, la flore, et les caractéristiques hydrologiques ainsi que chimiques de celles-ci ont été définies. Cependant, la caractérisation n'a pas pu être réalisée dans sa totalité en raison d'une ouverture prolongée de l'exutoire au cours de l'étude, qui a provoqué un assèchement des marais. L'impact immédiat de la vidange du site a néanmoins pu être évalué, mais non pas des vidanges successives. Pour finir, des mesures seront proposées au gestionnaire du site. Dans le cadre du projet « Nature de nos villes » mené par l'association Kwata pour l'aide à la mise en place des Trames Vertes et Bleues, il a été prévu de mettre en place des indicateurs de l'état de santé des zones humides de l'Île de Cayenne. Pour cela sept autres zones humides en plus des Salines de Montjoly ont été prospectées (*Figure 5* en Annexe).

2. Contexte de l'étude

2.1. GESTION DES ZONES HUMIDES LITTORALES

2.1.1. En France

Les zones humides sont définies par la loi française comme « des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée, ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire. La végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (article L. 211-1 du Code de l'environnement). Leur superficie en France est estimée à 3 millions d'ha (soit 4,4% du territoire français).

L'analyse des services écosystémiques rendus par les zones humides aide les gestionnaires, en coordination avec les acteurs locaux, à orienter les modes de gestion d'un site. Elle permet, par la compréhension du fonctionnement écologique, de définir les enjeux et d'élaborer un programme opérationnel aux objectifs bien définis (Rivages de France et al., 2013).

La prise de conscience de la vulnérabilité des zones humides et de leurs intérêts s'accentue à l'échelle nationale. En effet, en 1995, le gouvernement a adopté le Plan National d'Actions en faveur des zones humides. Ce plan avait pour objectifs de stopper la dégradation des zones humides, de garantir leur préservation durable, de favoriser leur restauration et de reconquérir les sites d'intérêt national. En 2010, l'état a rédigé un nouveau Plan National d'Action, incitant les acteurs impliqués à mener des travaux pour

valoriser et renforcer les connaissances des milieux humides. Un Pôle-relais Mangroves et Zones Humides a ainsi été créé et s'est vu confié cette mission (Rivages de France et al., 2013).

Les zones humides sont également intégrées dans la mise en œuvre de la Directive Cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (DCE). Elle demande à veiller à la non dégradation de la qualité des eaux et d'atteindre d'ici 2015 un bon état écologique des eaux superficielles et souterraines (developpement-durable.gouv.fr).

Plusieurs mesures en faveur des zones humides sont également abordées dans le Grenelle de l'Environnement (loi Grenelle 1 et 2 ; Ministère de l'Ecologie, de l'Environnement, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, 2010).

Les milieux humides côtiers sont de plus en plus sensibles aux pressions des activités humaines et au changement climatique. Le littoral constitue donc un territoire à fort enjeu. Encore peu connus du public, ces espaces sont pourtant utiles par les services qu'ils nous procurent. Ils ont en effet une importance déterminante pour la régulation et la qualité des eaux (économie de traitement en eau potable estimée à 2 000 euros/ha/an d'après developpement-durable.gouv.fr), l'atténuation des risques naturels, le maintien d'une biodiversité rare et spécifique (50% des oiseaux et 30 % des espèces végétales remarquables et menacées dépendent de ces zones), le développement d'activités économiques par les ressources produites, la valeur sociale par leur attractivité... (Rivages de France et al., 2013).

2.1.2. En Guyane Française

La Guyane est un territoire recouvert par de nombreuses zones humides : une vingtaine y sont recensées, couvrant une surface d'environ 4 000 km² (IRD, 1999). Ces zones humides littorales, concentrées au Nord du département représentent environ 6% de la surface de la Guyane. Quatre de ces zones sont labellisées RAMSAR* : la basse Mana, les marais de Kaw, les Pripris de Yiyi et l'Île du Grand Connétable). La connaissance des zones humides y est fragmentaire et les différents secteurs ont été étudiés de manière inégale, et souvent pour des objectifs différents (recherche scientifique, rôle dans la dépollution naturelle, etc.).

En Guyane, le projet de Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), décline le programme de mesures DCE pour la période 2012-2015, ainsi que des objectifs spécifiques au SDAGE. Entre 2000 et 2008, seulement quatre actions ont été engagées dans le domaine des zones humides par le SDAGE Guyane. La mise en œuvre d'actions dans ce domaine est donc restée très marginale (Chanéac et al., 2009).

Par ailleurs, un Pôle-relais Zones Humides entièrement consacré à l'Outre-mer a vu le jour au printemps 2012. La délégation Outre-mer du Conservatoire du littoral, qui coordonne une politique foncière de préservation des rivages dans huit régions d'Outre-mer de l'Océan Atlantique et de l'Océan Indien, a été chargée de mettre en place, d'animer et de coordonner ce pôle de compétences sur la connaissance, la communication, la conservation et la gestion durable des zones humides d'Outre-mer (Rivages de France et al., 2013).

2.2. FERMETURE DES MILIEUX NATURELS : PROBLEMATIQUE ET ACTIONS

Tous les milieux naturels évoluent selon une succession écologique liée à la dynamique naturelle de leur végétation. Ils ont généralement tendance à se boiser et se fermer.

En effet, en France, les milieux ouverts ont tendance à régresser : près de 30% des zones ouvertes tendent à se fermer. Il est donc important de concentrer les efforts de conservation sur ces zones, car la fermeture du milieu entraîne souvent une diminution de la richesse et de la biodiversité spécifique des milieux ouverts. Par exemple, 90% des plantes protégées en France et 25% en Guyane sont liées aux milieux ouverts (Barret, 2009).

*La convention RAMSAR, créée en 1971 et adopté par la France en 1986, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la préservation des milieux humides et de leurs ressources.

A la suite d'études portant sur les prairies, qui sous-exploitées évoluent en sous-bois (Piqueray & Mahy, 2010 ; Alard et al., 2005), l'une des solutions mise en place afin de maintenir le milieu ouvert est le pâturage extensif (forum-zones-humides.org).

En Guyane, les milieux naturels ouverts (savanes et marais) constituent une infime partie du territoire et se concentrent principalement sur la bande littorale. D'autre part, le développement démographique entraîne l'ouverture du milieu forestier pour l'urbanisation ou la création d'espace agricole. Les seules études qui ont été menées en Guyane sur la fermeture du milieu et son uniformisation concernent des zones de marais accueillants du public : les marais de Kaw (Réserve Naturelle de Kaw-Roura ; Guerrere, 2011) ou les pripris* de Yiyi à Sinnamary (site du Conservatoire du Littoral). Les études ont montré que les marais avaient tendance à se fermer en raison de l'envahissement du site par le Moucou-Moucou (*Montrichardia arborescens* ; Gourmet, 2008). De plus, elles ont permis de conclure que les marais faisaient l'objet d'un atterrissage (accumulation de matière organique), ce qui réduisait leur surface (Chanéac et al., 2009).

Les Salines de Montjoly semblent elles aussi faire face à une fermeture du milieu lacustre (cf. Introduction). Cependant, aucune étude n'a permis de la confirmer et d'en connaître les causes. C'est pourquoi ce lieu constitue un site particulièrement propice à l'étude de la fermeture des milieux humides, notamment sous l'influence de pressions anthropiques fortes.

3. Présentation de la structure d'accueil

Kwata est une association guyanaise d'étude et de protection de la nature, créée en 1994, et agréée par le Ministère de l'Environnement. Elle est membre de l'Union Internationale pour la conservation de la Nature (IUCN) ainsi que de son comité français. La mission de l'association est de concilier l'épanouissement de l'Homme, la pérennité des ressources naturelles et la protection de la biodiversité. Les activités de Kwata comprennent des études sur des espèces menacées et sur l'utilisation raisonnée des ressources. A cela s'ajoute un important volet de sensibilisation du public et une activité d'expertise en écologie, protection de l'environnement et aménagement du territoire.

Tous les programmes sont élaborés en étroite collaboration avec les décideurs locaux, les gestionnaires du territoire, les utilisateurs du milieu et le public guyanais.

Ses principales actions s'organisent en 5 points :

- la gestion des ressources naturelles (comme l'étude d'impact de la chasse et de l'exploitation forestière sur les communautés animales) ;
- les programmes de conservation des espèces menacées (tortues marines, jaguars, loutres, tapirs, lamantins, caïmans noirs,...) par l'intermédiaire de programmes dédiés comme le Plan de Restauration des Tortues Marines en Guyane (PRTMG) ou encore le programme de Suivi des Populations d'Espèces Charismatiques d'Intérêt Ecologique et Scientifique (SPECIES) ;
- l'expertise écologique et environnementale (membre du comité de gestion de nombreuses réserves naturelles de Guyane...) ;
- la sensibilisation et l'éducation à l'environnement, notamment en lien avec les différents sujets ;
- la gestion d'un site naturel (le site des Salines de Montjoly).

L'association compte 4 salariés en CDI :

- Une chargée de mission médiation et communication, et conservatrice des Salines de Montjoly ;
- Une chargée d'animation et de la vie associative ;
- Un technicien de terrain ;
- Un directeur responsable scientifique.

*Pripri : nom créole pour « marais »

En saison de ponte des tortues marines (de Juin à fin août), l'équipe se renforce de 7 saisonniers en CDD (2 animateurs et 5 marqueurs).

Kwata est une association à but non lucratif, financée par diverses sources de subventions (notamment Ministère de l'Environnement, Ministère de la Recherche, Fonds européens FEDER, Fondation Nicolas Hulot, fondation de France, nature et découverte, Mairies, Zoos et la région de Guyane...).

4. Matériel et méthodes

4.1. LE SITE D'ETUDE

4.1.1. Localisation

Les Salines de Montjoly se situent au cœur de l'Ile de Cayenne, en Guyane (*Figure 3*). L'Ile de Cayenne constitue une entité géomorphologique exceptionnelle au niveau du plateau des Guyanes (constitué de la Guyane, du Suriname et du Guyana). En effet, elle forme la seule avancée du socle en mer entre le delta de l'Amazone (Brésil) et l'Orénoque (Venezuela). Ce saillant de roches magmatiques comporte plusieurs petites anses occupées par des plages accolées. Seule exception l'anse de Montjoly, où un cordon sableux a barré un petit domaine fluvio-lagunaire qui constitue aujourd'hui les Salines de Montjoly.

Le site forme donc un complexe lagunaire qui se situe au cœur du bourg de Montjoly, sur la commune de Rémire-Montjoly. La superficie du plan d'eau et de son bassin versant est estimée à environ 250 ha, dont 20 ha d'eau libre (BRL-ingénierie, 2000).

4.1.2. Climat

La Guyane est alternativement soumise aux alizés de Nord-est et de Sud-est. Le lieu de rencontre entre ces deux alizés remonte du Sud vers le Nord d'avril à juillet et redescend en décembre-janvier vers l'hémisphère Sud, provoquant durant ces périodes de fréquentes et fortes averses. On distingue donc deux saisons principales : une saison des pluies de décembre à juillet avec une accalmie en mars (la période la plus pluvieuse étant le mois de mai) ; une saison sèche d'août à novembre.

Les Salines de Montjoly sont directement influencées par ces variations saisonnières qui influent sur le niveau d'eau.



Figure 3 : Localisation des Salines de Montjoly

4.1.3. Dynamique morpho-sédimentaire

La plage de Montjoly est soumise à un phénomène de balancement périodique de son stock de sable, en fonction de la localisation des bancs de vase amazoniens en transit le long des côtes de la Guyane. Cette dynamique hydro-sédimentaire complexe est en effet relative à une zone de contact entre, à l'aval, des sédiments mobiles originaires de l'estuaire de l'Amazone et, en amont, des sables issus d'anciens apports fluviaux guyanais (Mahury et Approuague) (Anthony et al., 2006).

Les courants marins sont responsables de la mobilité de ces énormes bancs de vase qui se déplacent progressivement devant la côte de l'Île de Cayenne, et qui jouent un rôle considérable dans la dissipation et la dispersion des houles près du rivage (Figure 1 en Annexe). Ces bancs de vase peuvent également se rattacher à la côte pour ensuite être démantelés par la houle et les courants, entraînant ainsi des alternances d'envasement et de désenvasement des côtes. Les conséquences de ces phénomènes sur le site des Salines de Montjoly sont multiples et peuvent être importantes (Figure 4). En effet, une ouverture mécanique du cordon sableux (exutoire) est régulièrement effectuée par la mairie afin de limiter la montée des eaux et agir contre l'inondation des habitations situées en bordure des Salines. Cet exutoire a été créé par la mairie en 1976. Le débit et la pérennité de cet exutoire résultent du niveau d'eau dans les Salines. Habituellement, cet exutoire se referme grâce à la houle au maximum 15 jours après son ouverture. Au cours des 6 mois de suivis l'exutoire a été ouvert une seule fois, le 29 avril 2014. Cependant, celui-ci n'a pas pu se refermer naturellement en raison d'un banc de vase qui est actuellement situé au large de la plage des Salines de Montjoly. Celui-ci amortit les houles du large, qui n'ont plus la capacité d'entretenir une dérive littorale permettant la circulation du sable en face de l'exutoire. La reconstitution du cordon sableux n'est donc plus possible. L'exutoire est ainsi resté ouvert jusqu'au 26 juillet. Ces ouvertures semblent porter atteinte à l'équilibre naturel de la zone humide et à la survie des espèces aquatiques (Chanéac et al., 2009).



Figure 4: Plage des Salines avant (à gauche) et après (à droite) érosion du cordon dunaire

4.1.4. Fonctionnement hydrologique

4.1.4.1. Apports de surface

Les apports d'eau proviennent du bassin versant (Figure 2a en Annexe) et se font de manière intermittente en fonction des précipitations. L'eau arrive principalement par des fossés d'écoulement, qui drainent notamment les habitations implantées à proximité des Salines. Un réseau interne a été creusé en 1992 afin d'améliorer la circulation en eau à l'intérieur des Salines (Figure 2b en Annexe). A l'heure actuelle, les 2 extrémités du canal sont comblées. De plus, les fossés sont en partie obturés par des végétaux aquatiques qui limitent voir empêchent la circulation des eaux ce qui a des répercussions sur le site, entraînant des inondations lors de séquences de fortes pluies, comme en 2013. Sachant que les précipitations annuelles à Cayenne sont de 3 000 mm, ces apports sont estimés à 3,9 millions de m³ (BRL-ingénierie, 2000).

4.1.4.2. Apports souterrains

D'après l'ORSTOM (l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer), une nappe aquifère est localisée sur la partie amont du bassin versant des Salines (avec deux orientations préférentielles : à l'Est vers les Salines de Montjoly, à l'Ouest vers la crique Cabassou). Elle aurait une surface de 120 ha et son volume serait compris entre 5,7 et 7 millions de m³ (BRL-ingénierie, 2000). Le volume écoulé annuel a été estimé par BRL-ingénierie à 2,77 millions de m³ dont 1,4 millions de m³ vers les Salines de Montjoly.

A ces apports souterrains il faut également ajouter les rejets des dispositifs d'assainissement autonome (fosses septiques et mini-stations d'épuration) et d'activités polluantes ou potentiellement polluantes (stations-service, station de lavage automobile, casse automobile, clinique vétérinaire et restaurant traiteur). Indépendamment de leur aspect qualitatif, ces rejets d'eau ne représentent qu'un volume relativement limité comparativement aux eaux pluviales au sens large (1000 personnes consommant 200 litres/jours représentent un volume annuel rejeté de 73 000 m³).

La lagune étant localisée une grande partie du temps à un niveau supérieur à celui de la mer, il semblerait que le plan d'eau en bord de mer soit situé au-dessus d'une nappe d'eau salée, dont le toit fluctue avec la marée ainsi qu'en fonction du niveau d'eau douce perchée au-dessus d'elle. La remontée d'eau salée peut se faire alors lentement, au fur et à mesure que la lagune se vidange en saison sèche, ou plus rapidement, en cas de rupture du cordon (Anthony et al., 2000).

4.1.4.3. Apports par la mer

Les Salines sont également soumises à des entrées d'eau de mer, qui sont conditionnées par les marées, les conditions climatiques (effet de surcote lié au vent), l'état de l'exutoire (ouvert ou fermé), ainsi que la largeur du cordon dunaire. Des relevés topographiques réalisés par BRL-ingénierie ont permis de mettre en évidence une saignée à travers le cordon dunaire au niveau de l'exutoire d'environ 1m de profondeur. Les volumes d'eau de mer entrant dans les Salines sont faibles en comparaison des autres apports. A l'inverse, les écoulements des Salines vers la mer sont importants (BRL-ingénierie, 2000).

Le bilan hydraulique montre que c'est la cote de l'exutoire qui conditionne le fonctionnement hydrologique du site.

De plus, lors des périodes de forte érosion de la plage, d'importantes entrées d'eau de mer sont possibles. Effectivement, lors de fortes houles, il peut arriver que la mer passe par-dessus le cordon dunaire. Cela a un impact direct sur la végétation du cordon dunaire, ainsi que sur celle des marais, mais également sur la faune des marais (particulièrement l'ichtyofaune).

4.1.5. Diversité de micro-habitats et d'espèces

Bien que cette zone humide soit située dans un environnement fortement urbanisé, elle possède une diversité de milieux écologiques remarquables. Ceux-ci s'organisent sous forme de trois faciès différents, parallèlement à la mer : la mangrove, la lagune et les marais. La caractérisation de ces habitats a été réalisée par l'ONF en 2012. Elle s'est appuyée sur leur composition floristique et est détaillée sur la carte Figure 3 en Annexe. Cependant, ces groupements végétaux ont pu évoluer depuis.

Les Salines de Montjoly constituent un site d'accueil privilégié pour l'avifaune et notamment pour les oiseaux migrateurs (en particulier les limicoles). Elles accueillent également des espèces remarquables comme une loutre géante (*Pteronura brasiliensis*), dont la présence est certainement accidentelle, des caïmans à lunette (*Caiman crocodilus*), des anacondas (*Eunectes murinus*), le plus gros rongeur du monde : le cabiaï (*Hydrochoerus hydrochaeris*), etc. De plus, la plage accueille sur ses parties les plus larges les pontes de nombreuses tortues marines.

La mangrove quant à elle, est constituée des trois espèces de palétuviers présentes en Guyane : le palétuvier rouge (*Rhizophora racemosa*), le blanc (*Avicennia germinans*) et le gris (*Laguncularia racemosa*). Le palétuvier gris et le palétuvier blanc sont des espèces pionnières, caractéristiques des bancs de vase et

des rives des fleuves en estuaire. Sur le site, on retrouve le palétuvier gris au niveau des bordures des plans d'eau et le long des fossés d'écoulement du canal, alors que le palétuvier blanc est observé de façon irrégulière le long de l'exutoire. Le palétuvier rouge est habituellement retrouvé le long des fleuves et se retrouve principalement en bordure des marais sur le site.

D'autres études scientifiques ont été menées sur le site : sur la faune et la flore (Betoulle, 2000), sur la qualité chimique des eaux et des sédiments (Sarrazin & Guiral, 2013), etc.

D'un point de vue scientifique et écologique la flore et la faune colonisant les Salines sont quasiment en perpétuelle situation de retard par rapport aux bouleversements qui affectent leurs habitats (assèchements, entrées d'eau de mer...). La conséquence est une très grande dominance d'espèces pionnières (comme le palétuvier gris *Laguncularia racemosa* ou la cypéracée *Eleocharis mutata*) qui très exceptionnellement peuvent laisser la place à des espèces plus pérennes (IRD, 2011).

4.1.6. Contexte humain

C'est pour préserver cet îlot naturel de la pression urbaine croissante que le Conservatoire du Littoral a procédé à partir de 1981 à l'acquisition des premières parcelles. Aujourd'hui, il préserve près de 58ha dont 19ha en partie terrestre sur le pourtour de la lagune, et 38ha du Domaine Public Lacustre (DPL) affecté au Conservatoire du Littoral en juillet 2012. (Figure 2a en Annexe) Cette affectation s'est faite afin de permettre une gestion plus globale du site.

Les Salines de Montjoly sont largement accessibles au public par la plage de l'anse de Montjoly, ainsi que par le sentier éducatif qui a été aménagé en 2003 (Figure 4 en Annexe). Il permet aux usagers (promeneurs, joggeurs, naturalistes,...) de longer la plage et les marais, d'observer la faune à l'abri du carbet sur pilotis et de traverser la mangrove par une passerelle en bois (unique parcours « grand public » en mangrove de Guyane). Le sentier est accessible dans sa partie sud-est par l'avenue Saint Dominique. Un autre accès au site est possible par sa partie nord-est, mais la présence de l'exutoire limite l'accès au sentier.

La proximité des riverains suppose leur prise en compte dans la gestion du site, notamment en raison de leur implication lors des périodes de montée des eaux ainsi que sur le sujet de la fermeture du milieu.

4.1.7. Protection du site

En 1998, le site a fait l'objet d'une inscription à l'inventaire des ZNIEFF. Depuis, la totalité du site soit 65 ha et plus 24 ha de plage, ont été inventoriés et constitue une ZNIEFF de type I (DEAL, 2010).

Le 30 octobre 2013, un arrêté (n°93-92/MS du 11 mars 1993) a été pris par la mairie de Rémire-Montjoly : il réglemente les usages et l'accès du site. Afin de pouvoir mettre en application cet arrêté, 2 gardes du littoral (salariés de l'association Kwata) sont asservis depuis mars 2014.

De plus, les Salines de Montjoly sont incluses dans le zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI).

4.2. EVALUATION DE LA FERMETURE DU MILIEU

4.2.1. Photo-interprétation et quantification

Afin de pouvoir confirmer et caractériser la fermeture du milieu, une recherche d'images satellites et aériennes actuelles et passées des Salines de Montjoly a été lancée auprès de divers organismes. Finalement des ortho-photos des 1950, 2001, 2005 et 2011 ont été récupérées auprès de la DEAL Guyane, ainsi que des photographies aériennes réalisées par l'IGN de 1955, 1956, 1968, 1981 et 1987 auprès de l'UMR ESPACE-DEV de l'IRD de Cayenne. Des photographies aériennes et satellites de 1956, 1979 et 1992 ont également été transmises par Antoine Gardel, chercheur au CNRS ayant travaillé sur la dynamique de

plage de Rémire-Montjoly. En complément, des images satellites récentes ont pu être visualisées sur le logiciel Google Earth pour les années 2003, 2006, 2009 et 2013.

Les différentes images ont ensuite été traitées sur le logiciel d'informations géographique Qgis afin d'être comparées. Les images anciennes ont dû être géoréférencées, avec une précision variable en fonction de la taille et de la qualité des images. En raison de la mauvaise qualité des images et de l'impossibilité de les géoréférencer, les années 1955, 1968, 1981, 2003, 2006, 2009 et 2013 n'ont pas été prises en compte pour quantifier la surface des zones ouvertes.

Des prospections sur le site ont été réalisées afin de pouvoir identifier les espèces végétales observées sur les images satellites.

Afin de localiser la totalité du tracé de l'ancien canal de Montravel, les archives du cadastre de la commune de Rémire-Montjoly ont été consultées.

La surface totale des zones ouvertes a pu être déterminée grâce au logiciel Qgis pour les années 1950, 1956, 1979, 1987, 1992, 1999, 2001, 2005 et 2011.

Une fois les surfaces déterminées et rentrées dans un tableau Excel, les pourcentages de perte en zone ouverte ont pu être évalués.

4.2.2 Témoignage des riverains

Afin d'avoir une vision historique complémentaire aux images aériennes et satellites, ainsi qu'une vision plus humaine du fonctionnement du marais tel qu'il était il y a 20 ans, des riverains des Salines de Montjoly ont été interrogés au sujet de l'évolution du site, soit de façon informelle lors de rencontres sur le site, soit lors de rendez-vous.

4.3. CARACTERISATION DES ZONES

4.3.1. Définition des zones

Les zones en eau du site ont pu être différencierées grâce aux images aériennes récentes (de 1992 à 2011). Six secteurs ont pu être identifiés : zone 1 à 5, ainsi que le canal (*Figure 5a*).

La zone 1 a été divisée en deux sous-parties (*Figure 5b*) car, même si elles sont reliées entre elles, elles ne possèdent pas les mêmes caractéristiques (cela a pu être constaté visuellement dans un premier temps).

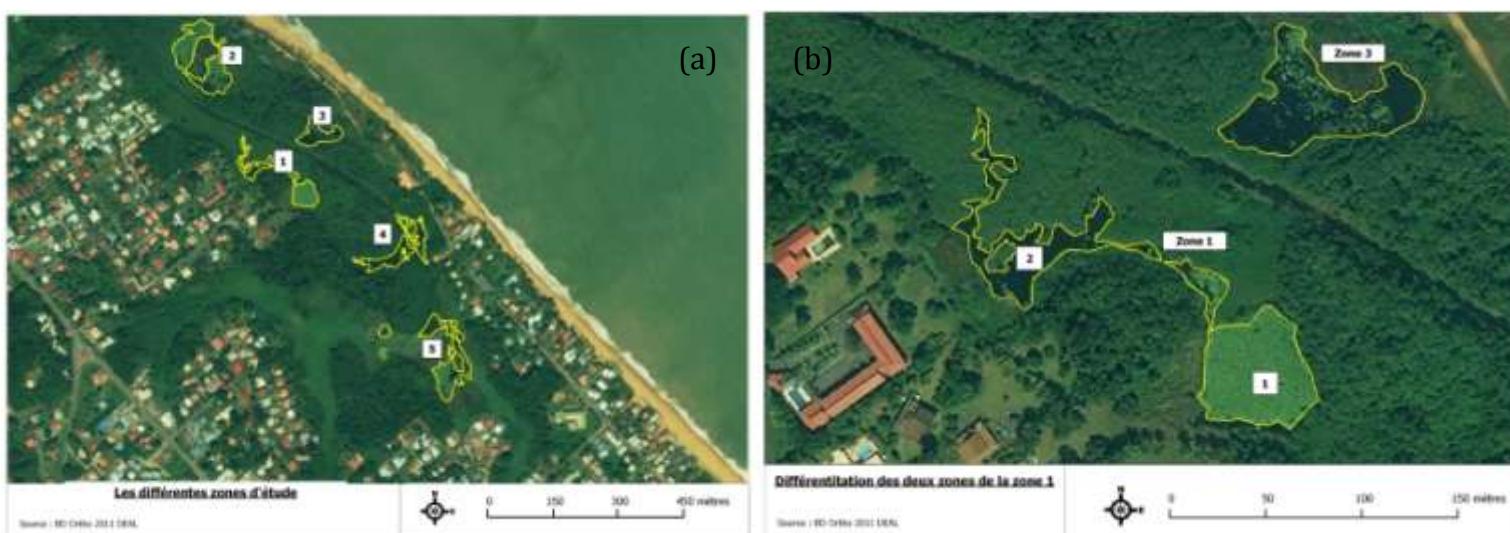


Figure 5 : Les cinq zones d'étude du site

Des prospections sur le site ont été effectuées une à deux fois par semaine afin de pouvoir noter les évolutions de la végétation, du niveau de l'eau, et d'effectuer des prélèvements d'eau. Ce sont au total 31 prospections qui ont été faites.

4.3.2. Caractérisation hydrologique

Afin d'évaluer la profondeur des différents points d'eau et des éventuelles variations au sein d'une même zone, des transects ont été mis en place dans chacun d'eux. La profondeur a été relevée tous les 10 mètres à l'aide d'un mesureur portatif de la profondeur de l'eau (Speedtech, SM-5). Les valeurs de profondeur ainsi que le tracé effectué ont été rentrées sur un GPS (GPSmap 60CSx, Garmin), puis transférées sur l'ordinateur grâce au logiciel MapSource (*Figure 6*). Quatre-vingt-seize points ont été réalisés au total, avec en moyenne 11 points par zone.



Figure 6: Points de relevé de la profondeur

Afin d'évaluer si les variations de niveau d'eau sont les mêmes partout lors de l'ouverture de l'exutoire, des piquets 2 mètres de haut, sur lesquels ont été fixée une règle en inox de 1 m, ont été installés sur chaque zone y compris le canal (*Figures 7 et 8*). Ainsi, les variations relatives de l'eau ont pu être relevées régulièrement à partir du mois d'avril, notamment avant et après ouverture de l'exutoire.



Figure 7: Localisation des règles



Figure 8: Règle en inox installée dans la zone 1

Concernant les relevés du courant, il n'a pas été possible d'utiliser un courantomètre (Flowmeter, Digital, Mech., Low Velocity) en raison de la trop faible puissance du courant. Une appréciation semi-quantitative a donc été mis en place (nul, +, ++ et +++).

4.3.3. Caractérisation chimique et physique

Des analyses de l'eau ont également été réalisées sur chaque zone définie précédemment afin de connaître les caractéristiques physiques et chimiques de celles-ci, ainsi que leurs variations dans la saison. Six prélèvements ont été effectués. Ils ont été réalisés à l'aide de flacons de 500 ml. Les prélèvements se sont fait de la façon la plus standardisée possible : le bras est plongé jusqu'au coude dans l'eau et le flacon est refermé sous l'eau afin qu'il n'y ait pas d'air (afin qu'il n'y ait pas de biais pour l'analyse de l'oxygène dissous).

Les échantillons ont ensuite été analysés par le laboratoire Hygiène et Environnement de l'Institut Pasteur de la Guyane. Ont été notés dans la mesure du possible :

- Le pH ;
- La coloration (mg/Pt) ;
- La turbidité néphéломétrique (NFU) ;
- La conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- L'oxygène dissous (% de saturation) ;
- La salinité de l'eau.

Les analyses de l'eau débutées pour la caractérisation chimique et physique des zones ont continué à être effectuées dans la mesure où le niveau d'eau était insuffisant pour prélever. Il n'a en effet pas été possible de réaliser le prélèvement du 03/06 dans le canal.

4.3.4. Caractérisation de la flore et de la faune

Pour chaque secteur, il a été noté le pourcentage de recouvrement des zones d'eau par les espèces végétales, ainsi que les espèces dominantes sur et autour du point d'eau. Les espèces prises en compte comme espèces dominantes sont les espèces dont le taux de recouvrement est supérieur ou égal à 20%.

L'identification des espèces végétales s'est faite en collaboration avec la directrice de l'herbier de Guyane, Sophie Gonzalez, ainsi que deux botanistes indépendants Rémi Girault et Pierre Silland.

Dans le cadre du projet Trames Vertes et Bleues porté par l'association Kwata, dans lequel s'intègrent les Salines de Montjoly, des inventaires faunistiques ont été réalisés. Ils se font notamment via des nasses pliables à deux entrées (modèle piège à poisson PE, Engel-Netze Netzfabrikation, Bermerhaven, Allemagne) afin de capturer des tortues palustres et toute autres espèces aquatiques pouvant se faire capturer. Ces inventaires ont ainsi permis de caractériser la faune aquatique des différents secteurs.

Deux sessions de capture ont été effectuées : du 10 au 14 mars et du 7 au 14 avril (*Tableau 1* en Annexe). Pour la première session, 14 nasses ont été posées uniquement dans la zone 1. Lors de la seconde session de capture, les nasses ont été installées dans la totalité des zones, y compris le canal. A chaque individu capturé a été associée la date, la zone de capture, ainsi qu'une photographie.

La caractérisation faunistique est loin d'être exhaustive vu qu'elle ne prend en compte que les observations directes sur site et les captures effectuées grâce aux nasses.

Les espèces végétales et animales observées sur le site ont été notées, notamment les espèces ayant été impactées par les variations brutales du niveau de l'eau (disparition totale ou diminution de son abondance) ainsi que celles qui sont apparues après assèchement.

4.4. CARACTERISATION D'AUTRES ZONES HUMIDES DE L'ILE DE CAYENNE

Deux prospections ont été faites : une première en fin de saison sèche, et une seconde en début de saison humide. Sept zones humides ont été prospectées (*Figure 5* en Annexe). Chaque zone a été caractérisée de la même manière que pour le site des Salines de Montjoly (faune, flore, chimie) excepté les mesures hydrologique. Une session de capture de la faune aquatique à l'aide de nasse a également été effectuée du 1^{er} au 7 avril. Vingt-huit nasses ont été posées au total.

4.5. ANALYSE DES DONNEES

4.5.1. Indice de Jaccard

L'indice de Jaccard permet de calculer la diversité β^* , qui correspond au taux de remplacement des espèces entre nos différentes parcelles. Il juge ainsi le degré de similarité entre les parcelles. Cet indice est calculé grâce à la formule détaillée ci-dessous :

$$C_J = j/(a + b - j)$$

a représente la richesse spécifique dans le premier site, b la richesse spécifique dans le second site, et j le nombre d'espèces en commun entre les deux sites.

4.5.2. Outils statistiques

Afin de pouvoir quantifier les facteurs qui influencent la distribution des espèces végétales, des tests de Mantel ont été utilisés. Ce test est utilisé pour mesurer et tester la corrélation linéaire entre deux matrices de proximité (test de Mantel simple) ou entre deux matrices tout en tenant compte de la corrélation linéaire avec une troisième matrice (test de Mantel partiel). Le type de corrélation utilisé est celle de Pearson, car elle permet d'obtenir une corrélation linéaire. Ces tests ont été réalisés sur le logiciel XLSTAT. Afin d'estimer les différences de richesse spécifique entre les zones, des tests paramétriques ont été effectués sur le logiciel R (test de Student), après avoir testé la normalité des données (test de Shapiro).

5. Résultats

5.1. EVALUATION DE LA FERMETURE DU MILIEU

5.1.1. Photo-interprétation et quantification

La majorité des images obtenues sont présentées en Annexe Figure 6.

Elles permettent tout d'abord de constater que le site a été à sec (plus du tout d'eau libre) aux années suivantes : en 1950, 1979, 1987, 1999, 2001 et 2003.

Une diminution des zones d'eau libre ainsi qu'un cloisonnement entre 1950 et 2001 est nettement observé (*Figure 9*). En effet, dès 1999 cinq zones en eau peuvent être différencier et sont

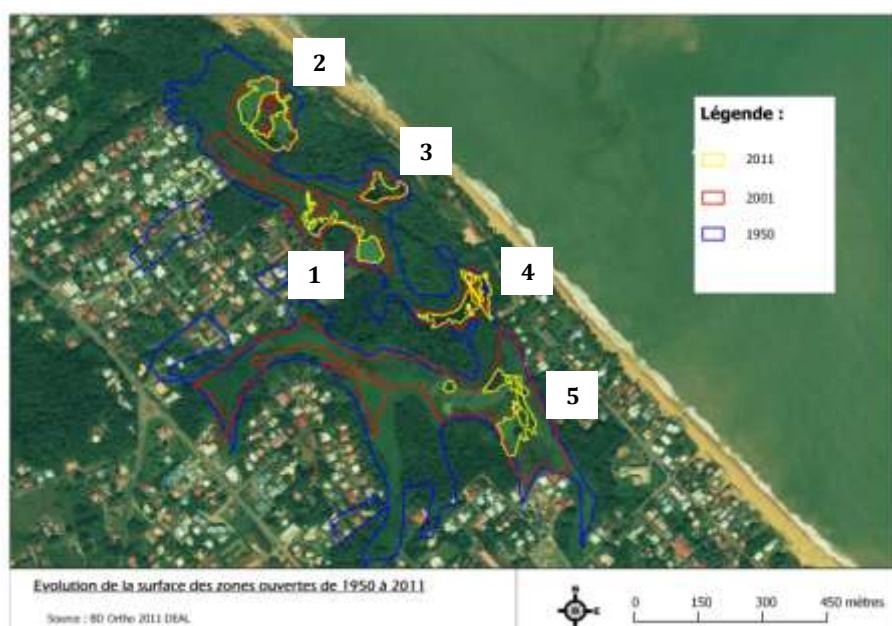


Figure 9: Evolution de la surface des zones ouvertes sur les Salines de Montjoly de 1950 à 2011. Les numéros correspondent aux différentes zones en eau

*Diversité β : mesure de la diversité qui consiste à comparer la diversité des espèces entre écosystèmes ou le long de gradients environnementaux.

clairement distinctes en 2001 (plus de connexion visible entre elles). Ces zones se répartissent de part et d'autres du canal, creusé en 1992, qui traverse les Salines. Il est important de noter que les zones d'eau libres ne semblent pas se fermer à la même vitesse.

Sur les images aériennes de 1999 présentées en Annexe Figure 6f, malgré le fait que le site soit à sec lors de la prise de vue, le milieu était relativement ouvert.

En comparant les zones d'eau libre entre 2001 et 2005, un développement du palétuvier gris sur les zones autrefois en eau, et plus particulièrement dans les zones 1 et 2 a été constaté (Figure 10). Le logiciel Google Earth permet de voir avec détail que le palétuvier gris est présent sous forme de jeunes arbustes en 2001 et qu'il progresse en 2003. Sur l'image Google Earth de 2003, les zones où l'eau était initialement présente semblent recouvertes par la vase. En 2006, la croissance et l'extension du palétuvier gris semble s'être stoppé (palétuviers adultes).

Les images satellites de 2001 à 2006 prises dans la zone 5 montrent que le palétuvier gris est présent, mais en beaucoup moins forte densité que sur les autres zones. Il y a pourtant bien une diminution de la surface en eau libre dans cette zone, mais elle semble due à un développement important de végétation herbacée et arbustive basse. De plus, il semble que la zone 5 soit la seule à être toujours à sec en 2006.

En 2009, toutes les zones semblent recouvertes d'eau. Les nénuphars sont présents dans les zones 1, 3 et 5, et les palétuviers gris ne semblent pas avoir progressé. L'image satellite de 2013 montre qu'il y a eu un intrant important de sable dans le site suite à une séquence exceptionnelle de forts coefficients de marées couplées à une forte houle. A cette date, les nénuphars sont présents seulement dans la zone 2 et en faible densité dans la zone 5.

Enfin, sur les images actuelles (2001 et 2005) il a pu être noté qu'*Echinochloa polystachya* s'est développée dans les zones où se trouvait auparavant le canal dans la zone 5.

La perte de surface en zone ouverte a pu être estimée grâce au logiciel Qgis. Globalement, cette surface s'est effondrée (Figure 11) : elle est passée d'environ 33 ha en 1950 à moins de 5 ha en 2011, soit une perte de 85% des zones ouvertes en un peu plus de 60 ans. Cette perte de surface est relativement régulière entre 1956 et 1979 avec un peu moins d'un demi-hectare perdu par an, soit 10 ha perdu en 23 ans. D'autre part, deux périodes où la perte de



Figure 10: Remplacement des zones en eau présentes en 2001 par de la mangrove à Palétuvier Gris *Laguncularia racemosa* en 2011 sur les zones 1 et 2

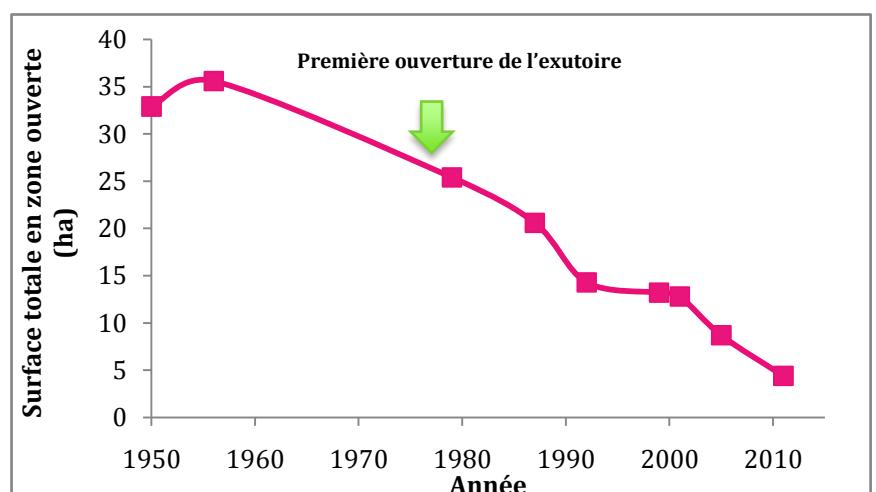


Figure 11: Evolution de la surface totale des zones ouvertes entre 1950 et 2011.

zone d'eau libre est brutale sont visibles, entre 1987 et 1992 et 2001 et 2010. En effet, 6,3 ha sont perdus en 5 ans (1987 – 1992) et 8,4 ha en 9 ans (2001 – 2011). Ainsi 78 % de la surface des zones ouvertes a été perdue au cours de ces 26 dernières années.

Il n'y a pas eu d'intervention humaine de grande ampleur sur le site avant 1976, date à laquelle le cordon dunaire a été ouvert artificiellement pour la première fois, excepté la construction du canal de Montravel aux abords du site en 1939. De plus, à partir de 1976, les constructions commençaient à s'implanter progressivement. Or, à partir de 1979, une accélération de la perte des zones ouvertes est observée.

Le pourcentage de perte de surface en zones ouvertes a ensuite été calculé pour chaque zone, entre 2001-2005, et 2005-2011 (*Tableau 1*). Les différentes zones ne se ferment pas à la même vitesse et simultanément. Sur la même période, 2001 à 2005, les pertes de surfaces vont de 3% pour la zone 3 à 73% sur la zone 1, avec une perte moyenne de 35%. Entre 2005 et 2011, une augmentation générale de la perte de surface est observée, allant de 16% pour la zone 4 à 83% pour la zone 5, soit une perte moyenne de 39%.

D'autre part, les zones n'évoluent pas de façon régulière. Certaines perdent peu de surface entre 2001 et 2005 et en perdent beaucoup entre 2005 et 2011, comme la zone 3. Inversement, d'autres perdent une importante surface entre 2001 et 2005, et cette perte ralentie entre 2005 et 2011, comme la zone 1.

On constate que ce sont les zones 1 et 5 qui ont perdu la plus grande surface d'eau libre. Là aussi de façon différente entre les deux zones. La zone 1 a perdu un maximum de surface entre 2001 et 2005 (73%), alors que la perte de surface pour la zone 5 est maximale entre 2005 et 2011 (83%).

Tableau 1 : Pourcentage et surface de perte en zones ouvertes en fonction des zones entre 2001 et 2011.

Zone d'eau	Perte de surface ouverte (%)	
	Entre 2001-2005	Entre 2005-2011
1	73 (20 110m²)	35 (2 606m ²)
2	31 (5 843m ²)	24 (3 023 m ²)
3	3 (15.4m ²)	36 (1 833m ²)
4	25 (2 044m ²)	16 (1 005m ²)
5	43 (20 284m²)	83 (40 193m²)

5.1.2. Témoignage des riverains

Le témoignage des riverains a permis d'obtenir des informations complémentaires au sujet de l'évolution et du fonctionnement du site. Il a permis d'apprendre dans un premier temps, que le canal de Montravel permettait l'entrée d'eau de mer dans les Salines et qu'une circulation d'eau se faisait entre les 2 zones d'ouverture, c'est-à-dire entre l'anse de Montravel et l'exutoire de la plage des Salines. A l'époque, les Salines de Montjoly étaient un lac salant où les nénuphars étaient présents. Il semblerait d'après les riverains, que la construction du canal traversant les Salines en 1992 ait perturbé le fonctionnement hydrologique originel du site. Il aurait également provoqué des montées des eaux en saison des pluies et l'inondation des habitations. De plus, les curages du canal par la mairie ont entraîné un développement important de la végétation aux abords de celui-ci, car les végétaux et la matière organique n'ont pas été évacués du site mais déposés de part et d'autre du canal.

Les Salines ont également été plusieurs années consécutives à sec en saison sèche. Des incendies nécessitant l'intervention des pompiers ont été déclarés. D'après eux, c'est en 2003 que le site a été asséché pour la dernière fois. Ils ont également constaté qu'en dehors des périodes de forte pluie, le niveau de l'eau est aujourd'hui largement inférieur au niveau originel et que les zones en eau étaient beaucoup plus réduites.

5.2. CARACTERISATION DES ZONES D'EAU LIBRE ET IMPACT DE L'OUVERTURE DE L'EXUTOIRE

5.2.1. Caractérisation hydrologique

5.2.1.1. Mesures de profondeur en eau des zones à un temps t

Les transects de mesures de profondeur ont permis de constater que c'est le canal qui a la profondeur d'eau la plus élevée (autour de 1m), ce qui correspond à sa profondeur initiale lors de son creusement puisqu'il mesurait 1 mètre de profondeur sur 3 mètres de large (BRL-Ingénierie, 2000). Au niveau des différentes zones en eau, c'est dans la zone 1 que la profondeur de l'eau est la plus élevée : 0,715m en moyenne (*Figure 12*). De plus, les zones 1 et 3 ont un écart à la moyenne plus important que les zones 2, 4, et 5, ce qui signifie que les variations de profondeur sont plus importantes sur ces zones. La profondeur dans les zones 2, 4 et 5 est donc relativement homogène.

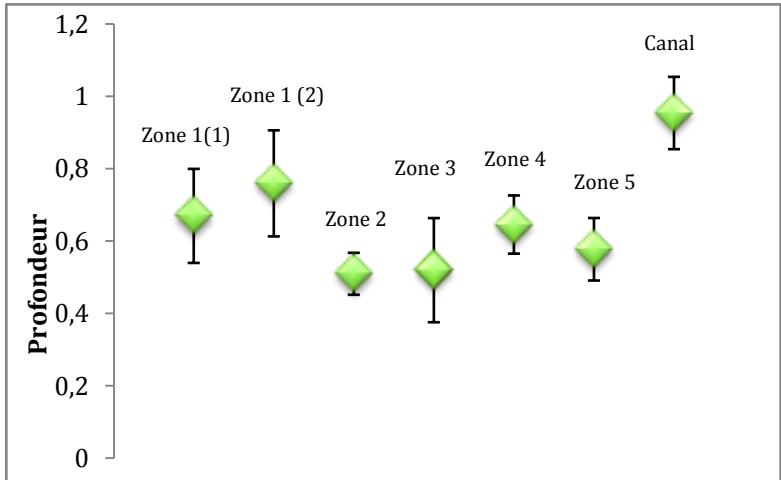


Figure 12 : profondeur moyenne des différentes zones en eau du site (mesurée à partir des données récoltées grâce au profondimètre), ainsi que l'écart à la moyenne.

5.2.1.2. Evolution du niveau d'eau au cours de l'étude

En observant régulièrement l'évolution du niveau d'eau par zone, on constate que l'ensemble des zones semblent suivre les mêmes variations (*Figure 13*). Il est important de noter que le graphique présenté *Figure 13* ne prend pas en compte la profondeur moyenne de chaque zone, mais le niveau d'eau au niveau de la règle de mesure. Suite à l'ouverture de l'exutoire (flèche rouge sur le graphique), le niveau d'eau a fortement chuté entraînant un assèchement sur certains secteurs. En effet, entre le 29/04 et le 05/05 la zone 3 et le canal ont perdu jusqu'à 66,5cm d'eau.

Il est important de prendre en compte le fait que les relevés de hauteur d'eau n'ont pas toujours été effectués à la même marée.

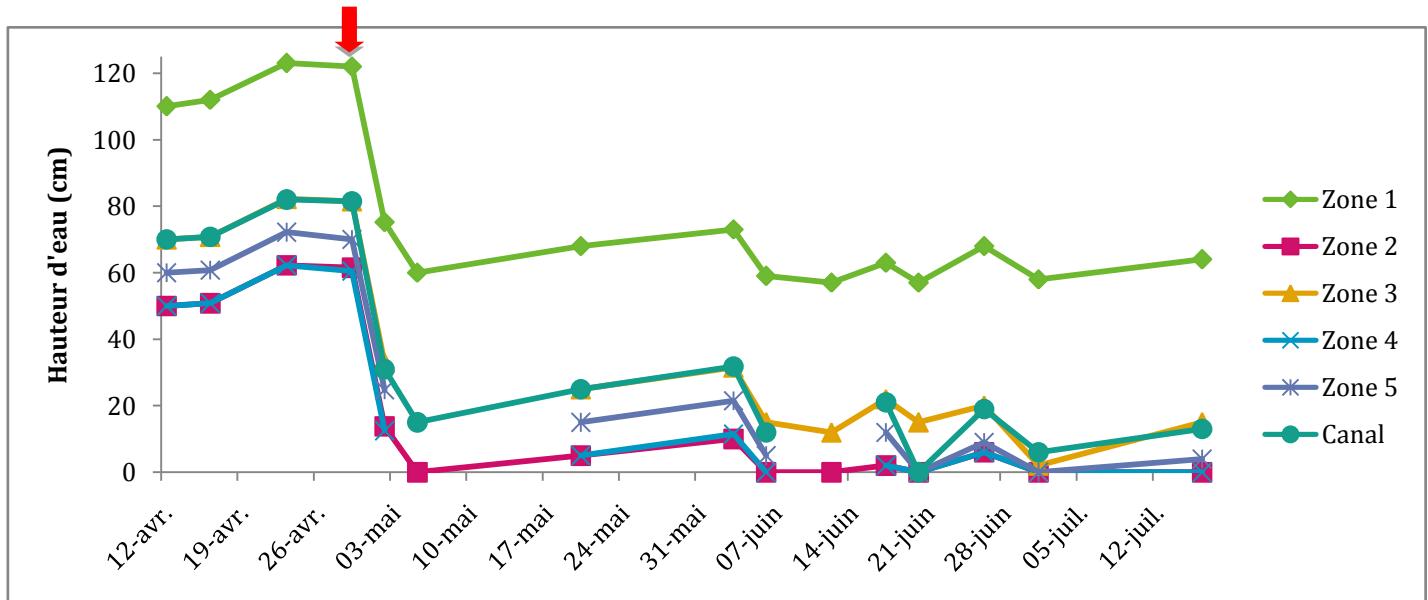


Figure 13 : Evolution du niveau d'eau au niveau des règles en fonction des zones en eau. La flèche rouge correspond à la date à laquelle l'exutoire a été ouvert.

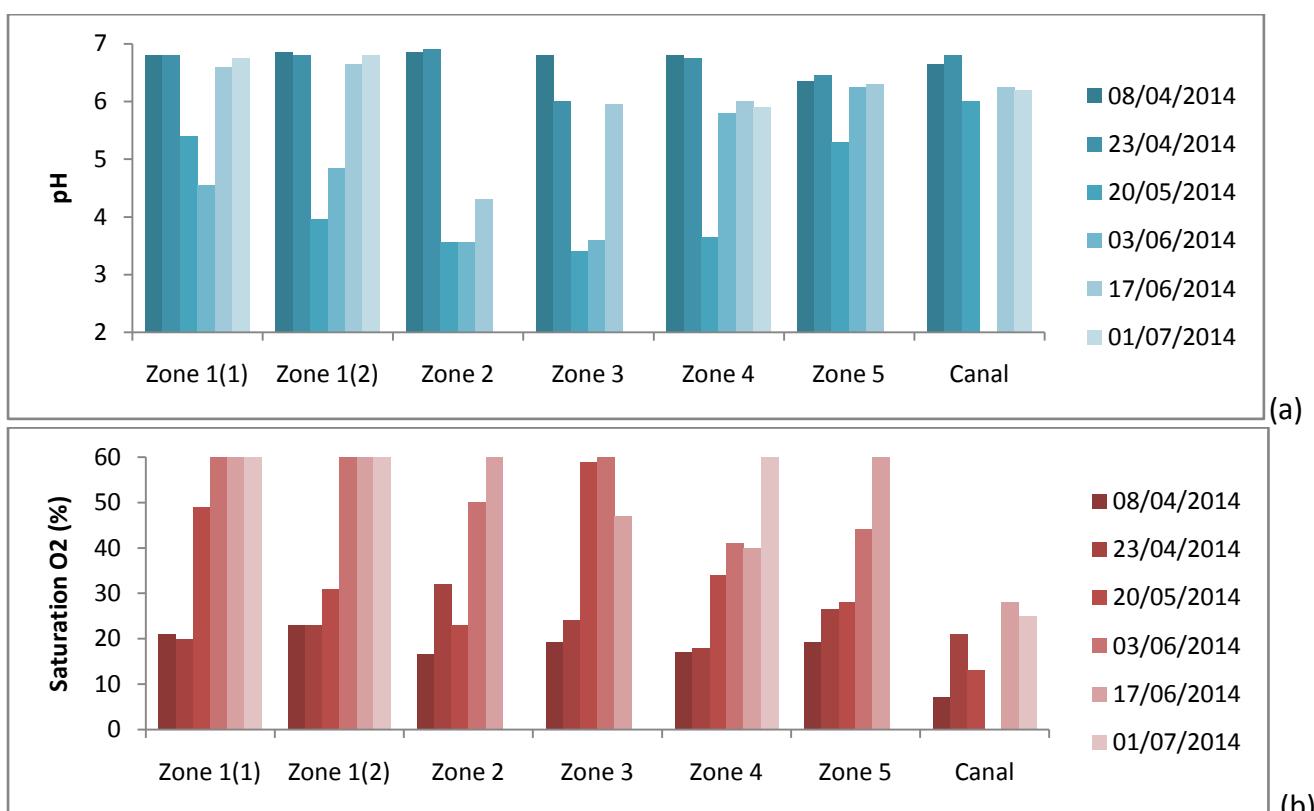
5.2.2. Caractérisation chimique

De façon générale, l'ensemble des paramètres varie dans le temps et entre les zones (*Figure 14*).

Avant l'ouverture de l'exutoire (le 29 avril), le pH était relativement homogène entre les zones : entre 6 et 7 (*Figure 14a*). Après ouverture de celui-ci, le pH a fortement diminué, excepté pour la zone 5 et le canal. Ce sont dans les zones 2, 3 et 4 que le pH est le plus faible (entre 3,4 et 3,6). Une augmentation du pH a pu être constatée dans toutes les zones le 17 juin : il est supérieur à 5,95 dans toutes les zones excepté la zone 2 où le pH est de 4,3.

Jusqu'au 23 avril, le taux de saturation en O₂ (*Figure 14b*) est faible voire très faible (entre 7 et 32%). Au 20 mai (après ouverture de l'exutoire), ce taux a augmenté dans toutes les zones (entre 28 et 59%) sauf dans la zone 2 et le canal (23 et 13% respectivement). Au 3 juin, ce taux a augmenté dans toutes les zones. Les zones où celui-ci est supérieur à 50% sont les zones 1, 2 et 3. A la mi-juin, ce taux reste inchangé dans la zone 1, augmente dans les zones 1 et 5 (75 et 68% respectivement), et diminue dans les zones 3 et 4 ainsi que dans le canal (47, 40 et 28% respectivement).

La salinité (*Figure 14c*) est relativement faible dans la zone 4 et le canal (inférieure à 0,8), et plus élevée en moyenne dans les zones 1, 2 et 3. Après l'ouverture de l'exutoire, une augmentation importante de la salinité est observée sur l'ensemble du site excepté sur le canal qui reste stable sur l'ensemble des relevés, et en zone 5 où il diminue. De plus, au 03/06, la salinité a diminué à ses niveaux initiaux voir inférieur. A la mi-juin, la salinité atteint la même valeur qu'au 20 mai dans la zone 2, elle reste inchangée par rapport au relevé précédent dans les zones 4 et 5, et elle augmente dans les autres zones ainsi que dans le canal (valeurs comprises entre 0,5 et 0,7).



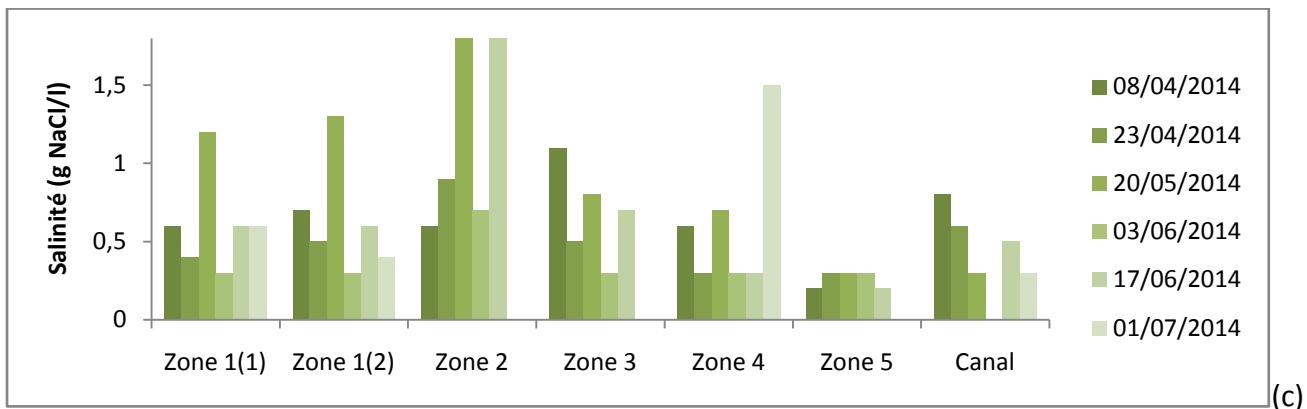


Figure 14: Variation du pH (a), de la saturation en O₂ (b), et de la salinité (c) dans les différentes zones du site (sachant que l'exutoire a été ouvert du 29/04 au 26/07). Le relevé d'eau n'a pas pu être effectué dans le canal le 03/06/2014.

5.2.3. Caractérisation floristique et faunistique (Tableau 2 et 3 en Annexe)

Entre zone, la richesse spécifique faunistique (reptiles, amphibiens, insectes, poissons, oiseaux et mammifères ; Figure 15a), varie de 7 à 26 espèces ($15,33 \pm 7,53$ en moyenne), et floristique (Figure 15b) de 8 à 16 espèces ($10,57 \pm 2,56$ en moyenne). La comparaison des richesses spécifiques permet de mettre en évidence des différences significatives de richesse entre chaque zone (Test de Student : richesse floristique : $p=5,37 \cdot 10^{-5}***$; richesse faunistique : $p=0,004**$). Les zones 1 et 2 renferment la richesse faunistique la plus importante (respectivement 26 et 23 espèces contre 14 pour le canal). La zone 5 est quant à elle la plus « pauvre » avec seulement 7 espèces. Concernant la richesse spécifique végétale la zone 1 est traitée en 2 sous zones ; chacune d'elles n'ayant pas le même nombre d'espèces (zone 1(1) = 10 espèces ; zone 1(2) = 7 espèces). La zone 1(2) constituant d'ailleurs la zone ayant la richesse spécifique floristique la plus faible. Il a pu être constaté que la zone la plus riche au niveau de la flore est le canal avec 14 espèces identifiées puis suivent les zones 2 et 3 avec 11 espèces.

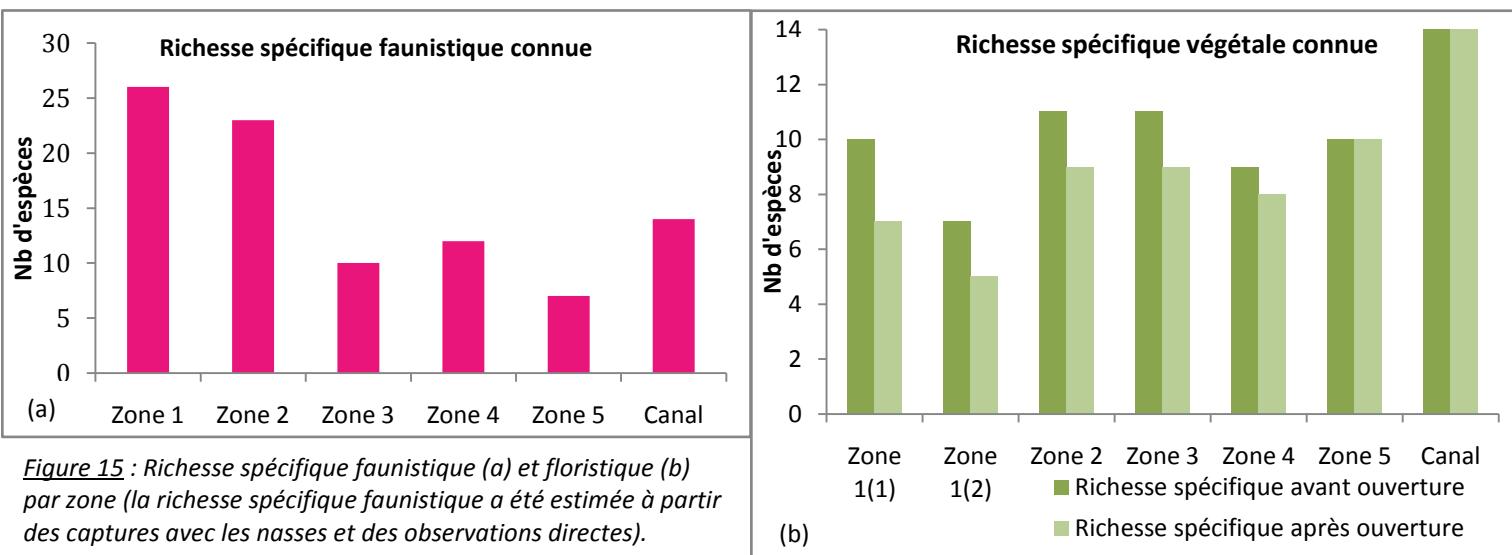


Figure 15 : Richesse spécifique faunistique (a) et floristique (b) par zone (la richesse spécifique faunistique a été estimée à partir des captures avec les nasses et des observations directes).

L'indice de Jaccard varie de 0,20 à 0,63 pour la diversité végétale (Tableau 2 ; $0,41 \pm 0,11$ en moyenne) et de 0,20 à 0,67 pour la diversité animale (Tableau 3 ; $0,37 \pm 0,11$ en moyenne).

Les zones les plus similaires au niveau de la diversité végétale sont les zones 1 et 2 (indice élevé de 0,63). De plus, la zone 5 est très différente des zones 1, 2, et 3 (indices faibles de 0,22, 0,20, et 0,21 respectivement).

Au niveau de la diversité faunistique, les zones 2, 3 et le canal sont semblables (indices élevés de 0,67, 0,58 et 0,61), et que la zone 5 est très différente de la zone 1(1) (indice faible de 0,20).

Tableau 2: Valeurs des indices de Jaccard calculées par rapport aux espèces végétales entre sites. Les valeurs en bleue représentent les valeurs les plus faibles et celles en rouge les plus fortes.

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Canal
Zone 1	1	0,63	0,33	0,46	0,22	0,43
Zone 2	-	1	0,38	0,40	0,20	0,37
Zone 3	-	-	1	0,38	0,21	0,26
Zone 4	-	-	-	1	0,46	0,49
Zone 5	-	-	-	-	1	0,40
Canal	-	-	-	-	-	1

Tableau 3: Valeurs des indices de Jaccard calculées par rapport aux espèces animales entre sites. Les valeurs en bleue représentent les valeurs les plus faibles et celles en rouge les plus fortes.

	Zone 1(1)	Zone 1(2)	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Canal
Zone 1(1)	1	0,36	0,35	0,47	0,36	0,20	0,42
Zone 1(2)	-	1	0,47	0,40	0,38	0,42	0,44
Zone 2	-	-	1	0,67	0,38	0,31	0,58
Zone 3	-	-	-	1	0,31	0,33	0,61
Zone 4	-	-	-	-	1	0,42	0,37
Zone 5	-	-	-	-	-	1	0,32
Canal	-	-	-	-	-	-	1

Des tests de Mantel ont ensuite été réalisés afin de voir si l'indice de Jaccard est corrélé aux facteurs physico-chimiques des zones. Les résultats de ces tests montrent que l'indice de Jaccard sur la diversité végétale est négativement corrélé avec la turbidité ($p=0,001^{**}$) (Figure 16). Cependant, il n'y a pas de corrélation entre l'indice de Jaccard et le pourcentage de saturation en O_2 ($p=0,728$), de même avec la salinité ($p=0,633$) et le pH ($p=0,211$).

Le pourcentage de recouvrement des espèces végétales a été estimé avant l'ouverture de l'exutoire (Figure 17). Dans un premier temps, il n'y a pas beaucoup de différences au niveau des espèces présentes mais plutôt au niveau des abondances respectives. En effet, pour la zone 1(1), ce sont les nénuphars et les utriculaires qui dominent, alors que la zone 1(2) est partagée entre les palétuviers gris et les zones d'eau libre. Les zones 2 et 3 semblent similaires au niveau des espèces et de leurs proportions.

La zone 5 se démarque des autres zones de par les espèces présentes ainsi que leur proportion. En effet, cette zone est dominée par les arbustes ainsi que par de la végétation herbacée basse.

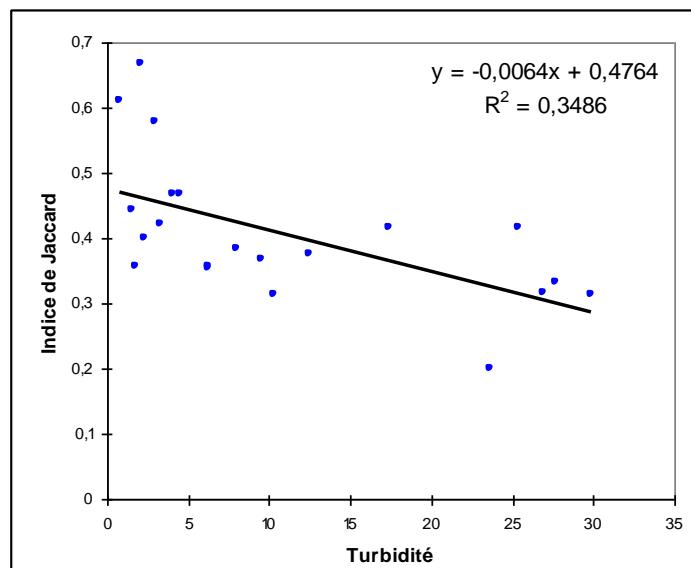


Figure 16 : Résultats de tests de corrélation de Mantel entre la turbidité et l'indice de Jaccard. La droite noire représente la droite de régression entre les deux variables.

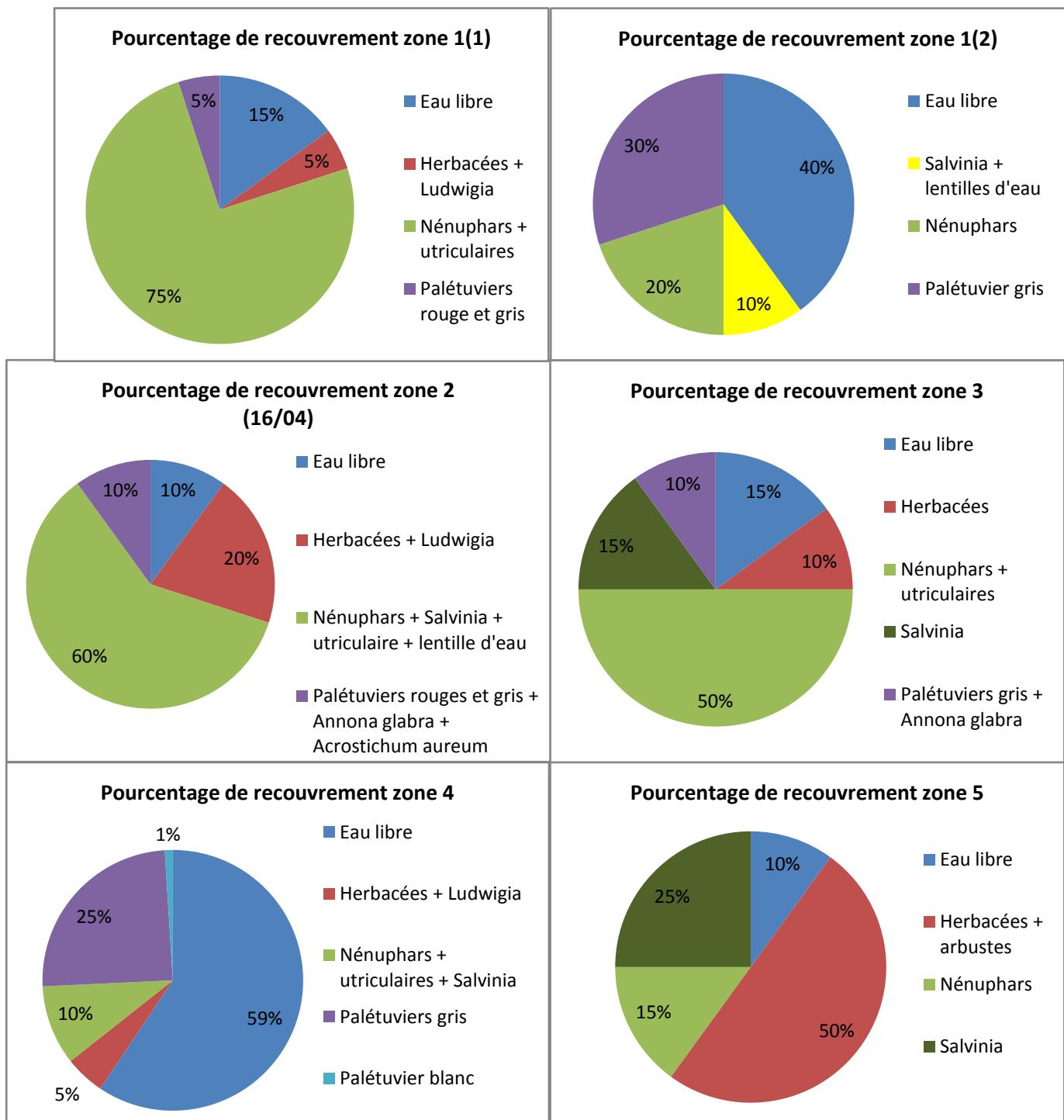


Figure 17: Pourcentage de recouvrement des différentes zones en eau

Les nombreux relevés de terrains ont permis de constater que la végétation pouvait évoluer très rapidement en fonction du niveau de l'eau et de ses caractéristiques physico-chimique (Figure 7 en Annexe).

Suite à l'ouverture de l'exutoire le 29 avril 2014, la plupart des zones en eau ont été asséchées sur plusieurs dates (5, 22 et 27 mai, 12 et 20 juin et 4 juillet). Cette absence totale d'eau a entraîné le déplacement de la « grande » faune aquatique du site (caïmans, cabiaïs, loutre géante, etc.) sur les zones contenant encore un peu d'eau (le canal et la zone 1). L'ouverture permanente de l'exutoire a provoqué des entrées successives d'eau de mer à marée haute. La mort de nombreux poissons ainsi que de plusieurs

espèces végétales (nénuphars, utriculaire, *Salvinia*, etc.) a alors été constatée. En effet, l'ouverture de l'exutoire a entraîné des perturbations au niveau de la richesse floristique avec une baisse quasi générale du nombre d'espèces (perte de 2 espèces en moyenne) excepté pour la zone 5 et le canal qui restent stable (*Figure 15b*).

Les palétuviers gris ont aussi été impactés par ces perturbations (jaunissement et perte des feuilles, chute et mort de certains individus). La mort d'un grand nombre de végétaux en peu de temps, comme les nénuphars, a entraîné un atterrissage sur plusieurs secteurs.

Par ailleurs, en parallèle de la diminution du niveau d'eau voir de l'assèchement total de certaines zones, des espèces végétales sont apparues ou ont proliféré sur le site. En effet, la laitue d'eau (*Pistia stratiotes L.*), encore jamais observée sur le site, s'est développée très rapidement dans les zones où le courant été absent, tout comme la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*). D'autres espèces déjà présentes se sont fortement développées sur certains secteurs, comme les herbacées *Eleocharis mutata* et *Sporobolus virginicus*. Une nouvelle espèce de nénuphars (*Nymphaea pulchella*) est également apparue en zone 3 et 4. Enfin, sur certaines zones asséchées de nombreuses pousses de palétuviers gris (*Laguncularia racemosa*) sont également apparues. La plupart ont persisté malgré la remontée des eaux due aux fortes pluies qui a provoqué la mort de certains individus.

5.3. CARACTÉRISATION D'AUTRES ZONES HUMIDES DE L'ÎLE DE CAYENNE

Il n'a pas été possible de comparer le site des Salines de Montjoly avec les autres zones humides. En effet, ce site possède un fonctionnement très particulier qui inclut de nombreux facteurs, ce qui le rend difficilement comparable. Ce site ne pourra donc pas participer à la mise en place de bio-indicateurs standardisés pour les zones humides.

Les résultats obtenus pour ces zones humides ainsi que leur interprétation ne seront donc pas traités dans le rapport.

6. Discussion

De manière générale, les milieux naturels ont tendance à se fermer et se boiser. Le site des Salines de Montjoly constitue un milieu naturel original, situé en plein cœur du tissu urbain. Il est confronté à de nombreuses pressions (notamment à une dégradation importante de la qualité des eaux), et semble se fermer. Il était donc nécessaire de le confirmer, de l'évaluer et de connaître dans quelles conditions afin de pouvoir appliquer la meilleure gestion possible.

La photo-interprétation des images aériennes et satellites a permis de confirmer la fermeture du milieu lacustre par la croissance de la végétation. En effet, une nette diminution de surface d'eau libre a été observée depuis 1950. Or, entre 1950 et 1976, période durant laquelle il y avait peu ou pas d'impact humain, la fermeture du milieu peut être assimilée à une dynamique naturelle. Il aurait fallu avoir des images aériennes de bonne qualité de la période entre 1956 et 1976, afin de pouvoir quantifier plus finement cette fermeture naturelle du milieu.

En effet, une fermeture régulière du milieu a été observée jusqu'en 1979, date à partir de laquelle plusieurs accélérations de la fermeture ont été constatées. Or, la première ouverture artificielle du cordon dunaire a été réalisée en 1976 et le site a été complètement asséché en juin et septembre de cette même année (BRL-ingénierie, 2000). Il est donc logique de penser que l'accélération de la fermeture est directement liée à l'ouverture artificielle du cordon dunaire. Les conséquences de cette action n'ont pu être observées que quelques années plus tard en raison du temps de réaction du milieu. En effet, la fermeture du milieu n'est visible sur les images aériennes que lorsque la végétation atteint une hauteur suffisamment élevée.

De plus, les images aériennes ont montré que le site semblait à sec sur les images aériennes de 1950, 1979 et 1987. Les raisons de ces assèchements ne sont pas vraiment connus mais plusieurs hypothèses peuvent être posées : un déficit en précipitation, une vidange vers la mer via une ouverture volontaire ou naturelle du cordon dunaire en raison du trop-plein d'eau, etc. Cependant, ces assèchements devaient être ponctuels et peu fréquents, ce qui expliquerait pourquoi la fermeture du milieu était moins importante qu'à l'heure actuelle. A partir de 1999, plusieurs assèchements complets des Salines se sont également succédés jusqu'en 2003. Ces assèchements consécutifs à l'ouverture de l'exutoire ont très certainement entraîné la croissance accélérée de la végétation, et donc accentué le phénomène de fermeture.

Les principales causes de fermeture du milieu sont : le développement du palétuvier gris *Laguncularia racemosa*, accéléré par les assèchements du site, dus aux ouvertures de l'exutoire, mais également la mise en place ainsi que le curage du canal traversant les Salines, et indirectement l'accélération de l'urbanisation.

En effet, la majorité des zones en eau sont envahies par le palétuvier gris, excepté la zone 5, qui subit un développement important de la végétation herbacée flottante. Les images satellites et aériennes permettent effectivement de voir qu'il y a eu un fort développement du palétuvier gris entre 2001 et 2006. Cette espèce est pionnière et peut former des peuplements monospécifiques dans les zones perturbées (Tomlinson, 1986). De plus, elle peut se développer dans des zones où la salinité est variable (Medina & Francisco, 1997).

De plus, dès 1992, de la végétation a été observée de part et d'autre du canal et les zones en eau sont cloisonnées, ce qui limite voir empêche la circulation des eaux de surface. Les curages mécaniques du canal semblent avoir contribué à l'accélération de la croissance de la végétation et de la fermeture du milieu. En effet, le dépôt de part et d'autre du canal des matières organiques prélevées ont permis à la végétation de se développer, et ainsi accentué le compartimentage de la zone humide. Plusieurs plans d'eau sont apparus, séparés par des alignements d'arbres et d'arbustes et des îlots boisés. Les Dossiers du Pou d'Agouti (1994), revue naturaliste de l'association SEPANGUY*, témoigne de l'implication du curage du canal dans la fermeture et indique que des jeunes pousses de palétuviers gris et blancs se développent sur les tas de vase édifiés par la pelleteuse qui réalisait le curage du canal traversant les Salines. Ceci est confirmé par le témoignage des riverains bordant le site.

L'accélération de l'urbanisation depuis 50 ans a également probablement joué un rôle dans la fermeture du milieu. En effet, le site des Salines s'est rapidement retrouvé encerclé par les habitations résidentielles et les services associés. La densification des logements et le vieillissement des dispositifs d'assainissement a entraîné une augmentation des rejets domestiques vers les Salines, augmentant la charge en matière organique de l'eau. Or, les eaux fortement chargées en matière organique sont en général rapidement colonisées par des espèces végétales envahissantes telles que les *Salvinia*, lentilles d'eau, laitues d'eau, ... et augmentent le phénomène d'atterrissement et de fermeture du milieu.

Après avoir caractérisé d'autres zones humides de l'Île de Cayenne, il a pu être constaté que les nénuphars sont présents dans la plupart des zones humides où le courant est relativement faible, et donc sur le site des Salines. Les observations directes indiquent une présence cyclique du nénuphar, qui semble dépendre du taux de salinité. D'après les botanistes, la présence de l'espèce n'entraîne pas la fermeture des milieux lacustres. Or, dans le cas du site des Salines, les assèchements réguliers des plans d'eau entraînent la mort des nénuphars et à sa suite la formation d'une importante couche de matière organique en décomposition (10cm environ). L'accumulation de matière organique associée au développement du palétuvier gris et de la végétation herbacée lors des périodes d'assèchement tend à combler et à faire disparaître les zones d'eau libre. Cette dynamique apparaît particulièrement rapide. De plus, ce comblement semble accentué par les apports de matière organiques liés aux habitations.

Il a également pu être constaté que toutes les zones en eau ne se fermaient pas à la même vitesse ni à la même période (comme les zones 1 et 5 par exemple).

Les facteurs physico-chimiques de l'eau (telles que la salinité, le pH, la profondeur, le courant, etc.) évoluent différemment entre les zones, ce qui pourrait expliquer le fait que l'on ne retrouve pas les mêmes espèces végétales dans toutes les zones. En effet, ces facteurs peuvent en partie expliquer les différences de richesse spécifique floristique et faunistique observées entre certaines zones en eau. Par exemple, le canal possède une richesse faunistique aquatique faible, probablement en raison de son faible taux de saturation en O₂.

Les résultats obtenus pour la caractérisation chimique des zones en eau ne sont néanmoins pas toujours explicables, cela en raison de la complexité du fonctionnement du site. En effet, la lagune est située une grande partie du temps à un niveau supérieur à celui de la mer, et il semblerait que le plan d'eau soit situé au-dessus d'une nappe d'eau salée dont le toit fluctue avec la marée ainsi qu'en fonction du niveau d'eau douce perchée au-dessus d'elle (Anthony et al., 2000). Lorsqu'il y a une baisse importante du niveau de l'eau, la remontée du toit de la nappe salée entraîne une augmentation significative de la salinité des eaux. De plus, si le plan d'eau est asséché pendant plusieurs jours, il peut y avoir formation d'évaporites en liaison avec l'exondation d'une partie des sédiments de surface. Avec la reprise des précipitations, une hyper-acidification temporaire de l'eau (pH<3,5) est constaté consécutivement à la dissolution des évaporites. Cela pourrait en partie expliquer les variations de pH et de salinité entre les zones.

La zone 5, qui est la plus éloignée de la mer et qui se trouve à l'extrémité du canal, subit très peu de variation de pH et de salinité. Cette zone est en effet moins soumise aux infiltrations d'eau de mer via le cordon, ainsi qu'aux entrées potentielles d'eau de mer via le canal. De plus, elle ne semble pas être située sur cette nappe d'eau salée, contrairement à la zone 2 (Anthony et al., 2000). C'est certainement pour ces raisons que cette zone n'a pas été envahie par le palétuvier gris par le passé, contrairement aux autres zones.

Certains résultats anormaux peuvent s'expliquer par des perturbations liées à la pollution, notamment aux hydrocarbures, dont la concentration semble relativement élevée sur le site. En effet, ils peuvent agir sur le pH ainsi que sur le taux de saturation en O₂. De plus, lorsque le milieu est peu profond, la pluviométrie ainsi que la courantométrie peuvent rapidement faire varier le taux de saturation en O₂.

L'ouverture mécanique de l'exutoire le 29 avril 2014 a permis d'observer en temps réel les conséquences sur le site, notamment l'accélération de la fermeture du milieu lacustre par la pousse de la végétation. D'autant plus que l'exutoire est resté ouvert pendant presque 3 mois et plusieurs assèchements successifs des marais se sont produits. Une première tentative de fermeture à la pelle mécanique de l'exutoire a eu lieu le 23 juin, mais celle-ci a échoué. La fermeture « naturelle » de l'exutoire n'a pas pu être observée et il n'est donc pas possible de savoir si la remise en eaux permet une re-stabilisation du milieu.

De jeunes pousses ont commencé à apparaître en grande quantité moins d'un mois après l'ouverture de l'exutoire, sur toutes les zones non exondées. D'autres parts, de nombreux adultes ont perdus leurs feuilles et sont morts au cours de cette période. Ce phénomène peut s'expliquer par l'augmentation des concentrations en sel. En effet, le palétuvier gris stocke le sel au niveau de ses feuilles (Tomlinson, 1986), et l'évacue en les perdants (Sobrado, 2005). Cette forte mortalité des individus adultes a d'autant plus permis aux jeunes pousses de se développer. Cependant, les fortes pluies dues à la saison ont permis de limiter cette progression en exondant certaines pousses, notamment à l'intérieur des marais, qui se trouvent en dessous du niveau de la mangrove. Ces observations permettent de supposer que le palétuvier gris s'est développé rapidement au début des années 2000 en raison d'un assèchement prolongé du site, permettant aux jeunes pousses de perdurer et de croître rapidement.

Il a pu être constaté que l'ouverture de l'exutoire influe directement sur la végétation et entraîne une forte mortalité de la faune aquatique, ainsi qu'une migration de la grande faune (telle que les cabiaïs, caïmans, et la loutre) dans d'autres zones. Elle a également entraîné l'apparition de deux nouvelles espèces : la

jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* et la laitue d'eau *Pistia stratiotes L.* (qui n'avait jamais été observée sur le site). Ces deux espèces peuvent se développer très rapidement dans les zones à faible courant et sont connues pour former des tapis monospécifiques qui entraînent l'asphyxie du milieu. Des pousses de moucou-moucou *Montrichardia arborescens* sont également apparues dans la zone 5. Or, il a été mis en évidence que l'espèce est en grande partie responsable de la fermeture des plus importantes zones humides de Guyane que sont les marais de Kaw et de Yiyi. La végétation herbacée flottante s'est aussi développée très rapidement dans toutes les zones (notamment l'espèce *Eleocharis mutata*).

L'assèchement du site a de graves conséquences sur le court-terme, ainsi que la fermeture du milieu, qui est accentuée par cet assèchement, sur le moyen et le long terme. En effet, la fermeture du milieu entraîne une perte importante de diversité, tant végétale qu'animale, et diminue l'importance écologique du site ainsi que son attrait pour le public. De plus, elle impliquerait le déplacement de la « grande » faune telle que les cabiaïs, caïmans et la loutre, car les Salines ne communiquent avec aucune autre zone humide et sont totalement enclavées dans le tissu urbain. Il n'y a donc pas de zone « refuge » pour la faune des marais. Cependant, un compromis est nécessaire entre la préservation du site et la protection des riverains contre les inondations.

Une nouvelle tentative de fermeture de l'exutoire à la pelle mécanique par la mairie a été décidée. L'action en saison sèche est propice au maintien du bouchon. La localisation du bouchon de sable ainsi que le lieu où le sable va être prélevé a également été discuté. L'exutoire a ainsi été refermé avec succès le 26 juillet (quasiment 3 mois après son ouverture). Une étude devrait ensuite être mise en place afin de trouver une solution à long terme afin de maintenir un niveau d'eau minimum pour le site qui n'impactera pas les riverains. Cette étude permettra de mettre à jour celle réalisée en 2000 par BRL-ingénierie, qui proposait la mise en place d'un seuil au niveau de l'exutoire.

7. Conclusion et perspectives

Peu de données sur la fermetures des milieux lacustres sont disponibles dans la littérature, notamment en Guyane. Or, de plus en plus de gestionnaires de zones humides sont confrontés à ce problème. Cette étude a permis de confirmer la fermeture du milieu lacustre sur le site des Salines de Montjoly ainsi que d'en suggérer les causes. Cette fermeture du milieu est certainement accentuée par les pressions anthropiques. Cependant, en raison de la complexité du fonctionnement de ce site, cette étude n'a pas permis de répondre à toutes les questions posées. En effet, il n'a pas été possible de définir dans quelle mesure et à quelle vitesse le milieu se fermait pour la période 1950-1979 en raison du manque de données pour cette période. Le fonctionnement hydrologique du site étant complexe, toutes les variations chimiques (pH, salinité et O₂ dissous) de l'eau n'ont pas pu être expliqués. De plus, peu de solutions ont été trouvées pour lutter contre la fermeture sur le long terme. Il serait en effet nécessaire de mieux connaître la nature de ces pressions, de les quantifier et d'en évaluer leur impact sur le milieu afin de pouvoir mettre en place la gestion la plus adaptée possible.

Néanmoins, des protocoles de suivi peuvent être suggérés au gestionnaire afin de suivre la progression des palétuviers gris ainsi que l'évolution de la mangrove, comme des relevés de hauteur de végétation. De plus, un suivi photographique pourra être réalisé afin de suivre l'évolution de chaque zone. Pour cela, les photos seront prises tous les mois au niveau de postes fixes (au niveau des règles de mesure du niveau de l'eau). La progression des espèces végétales à caractère invasifs est également à surveiller, notamment la progression du moucou-moucou, qui est envahissant sur de nombreuses zones humides de Guyane (comme les marais de Kaw et les pripris de Yiyi) et qui est actuellement en progression sur le site. Pour cela, la localisation ainsi que la quantification des individus pourront être notés sur un GPS à chaque sortie sur le site. Des actions de coupe sont également à envisager. Pour finir, les cabiaïs jouent probablement un rôle important dans le maintien de l'ouverture de la végétation et leur sauvegarde est essentielle pour le

ralentissement de l'atterrissement du marais. Il serait pour cela intéressant de favoriser les espèces végétales consommées par cette espèce, notamment sur les bords du canal, mais également de davantage contrôler le braconnage de cette espèce sur le site.

Le gestionnaire ainsi que le propriétaire du site vont rapidement devoir décider du devenir du site, à savoir : la fermeture du site ou le choix d'un maintien de zones d'eau libre. S'il n'y a pas d'intervention, le site se fermera et cela entraînera une uniformisation du milieu et une perte de diversité, point sur lequel les riverains ne semblent pas être favorables (car perte de l'intérêt paysager, de leur cadre de vie, et moins de proximité avec la faune). Si la décision est en faveur du maintien du milieu ouvert, cela engendrera des interventions et des aménagements lourds financièrement et techniquement, comme la création d'un seuil. Cependant, cela sera-t-il suffisant face à la rapidité et à l'état d'avancement de la fermeture ? Sera-t-il nécessaire de coupler cela avec des interventions manuelles (telles que des coupes de végétation, favorisation des cabiaïs, etc.) ?

Le maintien des zones ouvertes nécessite également des interventions en amont du site qui dépassent les compétences du gestionnaire, comme par exemple la réduction des rejets polluants ou la gestion et l'entretien des canaux d'arrivée d'eau.

Bibliographie

- Alard, D., Chabrierie, O., Dutoit, T., Roche, P., & Langlois, E. (2005). Patterns of secondary succession in calcareous grasslands: can we distinguish the influence of former land uses from present vegetation data? *Basic and Applied Ecology*, 6, 161–173.
- Anthony E.J., Dolique F. & Gardel A. (2000). Dynamique morphosédimentaire de la plage de Montjoly, Cayenne, Guyane : analyse des causes de l'érosion du secteur Nord-Ouest, 40p.
- Anthony E.J., Guiral D., Dolique F. & Gardel A. (2006). Le fonctionnement dynamique d'un système lagunaire « perché » et ses répercussions écologiques : les Salines de Montjoly, Cayenne, Guyane. *Terres d'Amériques* 5 : La Caraïbe, données environnementales (Eds. Karthala), 390-407.
- Barret J. (2009). Des paysages évoluant rapidement vers la fermeture des milieux. L'exemple de Roquefort et des Corbières. *Conservatoire des Espaces Naturels Languedoc-Roussillon*, 16p.
- Betoulle J.L. (2000). Caractérisation floristique et avifaunistique des milieux. Plan de gestion des Salines de Montjoly. IRD, BRLingénierie.
- BRL Ingénierie-IRD (2000). Plan de gestion des salines de Montjoly – Phase 1. IRD, Cayenne, 32 p.
- Chanéac L. & Legrand C. (2009). Synthèse bibliographique sur les zones humides de Guyane. Rapport final. Rapport BRGM RP-57709-FR, 137 p., 28 cartes 05 ann.
- DEAL de Guyane (2010). Proposition de mise à jour des ZNIEFF de Guyane pour la période 2009-2012. 7p.

- Guerrere V. (2011). Présentation du projet : Gestion intégrées des espèces « envahissantes » de la réserve de Kaw., SIMA-PECAT.
- Gourmet C. (2008). Etude de l'expansion des populations de moucou-moucou (*Montrichardia spp, Araceae*) dans lessavanes inondables de Kaw (Guyane française). Rapport de stage. Université Paul Sabatier. 36p.
- IRD (1999). Cartographie des zones humides du littoral guyanais. Spatialisation des connaissances actuelles sur ces milieux dans la perspective d'un développement durable. IRD/DIREN Guyane.
- IRD (2011). Relations fonctionnelles et interactions biotiques entre la biodiversité végétale et les communautés microbiennes au sein des mangroves de la Guyane française. Rapport d'étape 3. Les mangroves des Salines de Montjoly.
- Kwata (2012). Plan de gestion des Salines de Montjoly, 2013-2017. 44p.
- Medina E. & Francisco M. (1997). Osmolality and $\delta^{13}\text{C}$ of leaf tissues of mangrove species from environments of contrasting rainfall and salinity. *Estuarine Coastal Shelf Science* **45**, 337-344.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). Current State and Trends Assessment, Washington D.C., Island Press, 59p.
- Ministère de l'Ecologie, de l'Environnement, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer (2010). Plan national d'action en faveur des zones humides. 28 p.
- Mittermeier R.A., Myer N., Thomsen J.B., Da Fonseca G.A. & Olivier S. (1998). Biodiversity hotspots and major tropical wilder-ness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology*, **12**(3), 516–520.
- Piqueray J. & Mahy G. (2010). Revue bibliographique sur la restauration des pelouses calcicoles en Europe : contraintes rencontrées et solutions proposées. *Biotechnoly, Agronomy, Society and Environment*, **14**, 471-484.
- Rivages de France, Conservatoire du littoral & Veolia environnement (2013). Guide d'application. Les zones humides littorales : des écosystèmes utiles pour le territoire (Ed. O. Thevenet).
- Sazzatin M. & Guiral D. (2013). Qualité chimique des eaux et des sédiments des Salines de Montjoly. IMED, IRD. 23p.
- SEPANGUY (1994). Les Salines de Montjoly. Les Dossier du Pou d'Agouti. 10p.
- Sobrado M.A. (2007). Relationship of water transport to anatomical features in the mangrove *Laguncularia racemosa* grown under contrasting salinities. *New Phytologist*, **173**, 584-591.
- Tomlinson P.B. (1986). The Botany of Mangroves. Cambridge University Press London, 413p.

Site internet :

Developpement.durable.gouv.fr

Forum-zones-humides.org

Annexes

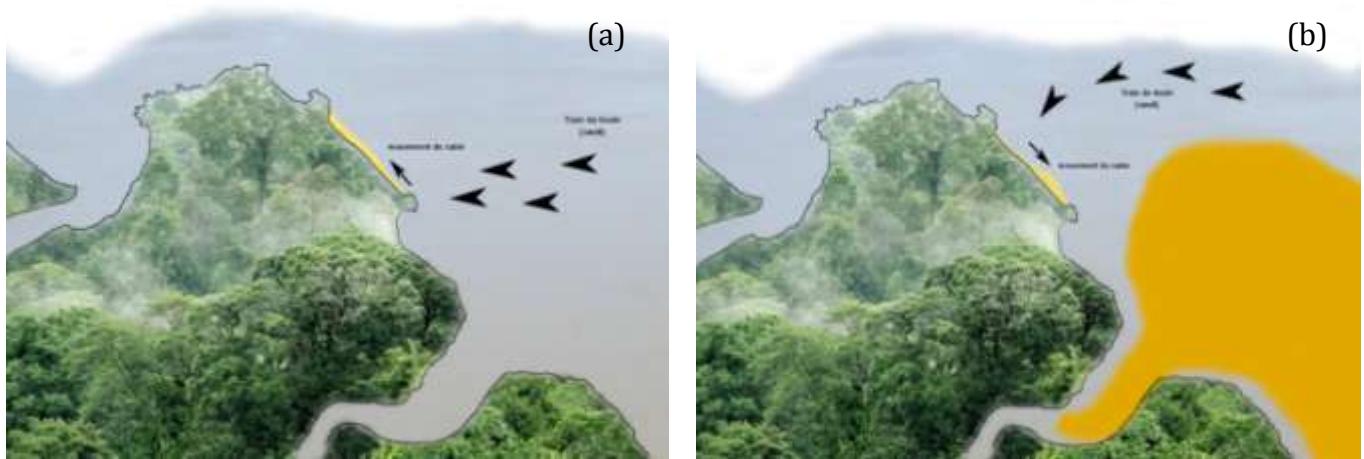


Figure 1 : Houle sans banc de sable (a) et houle avec banc de vase (b)

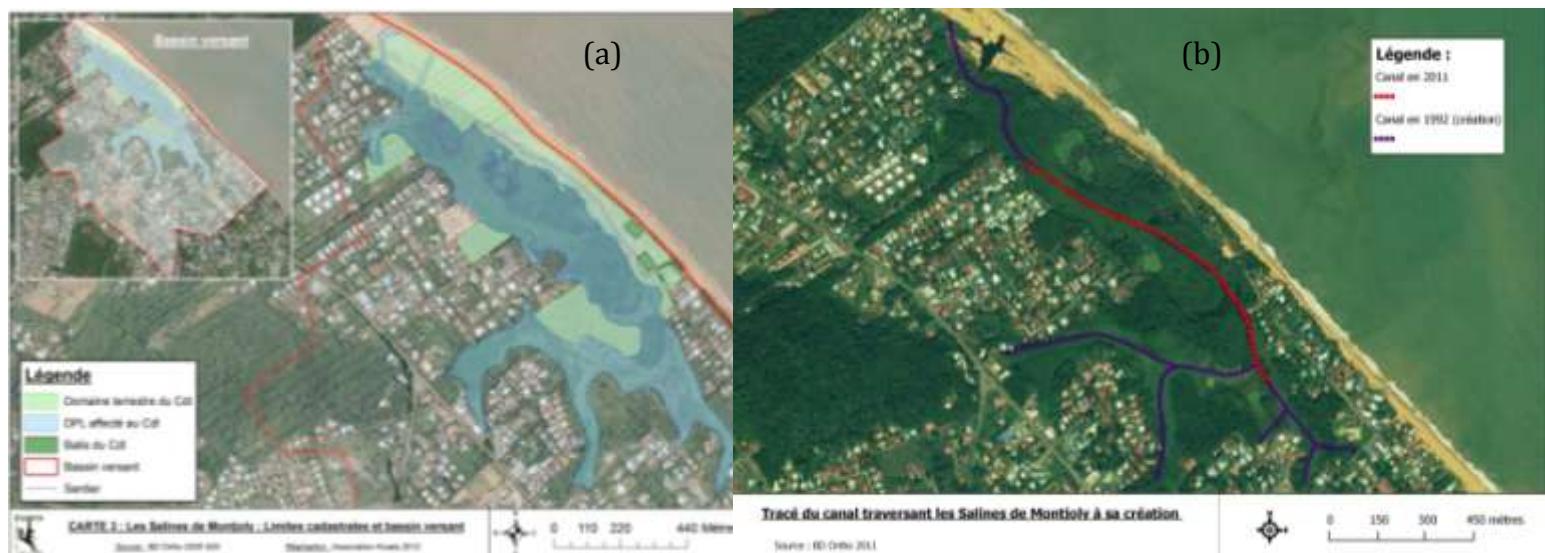


Figure 2 : Limites du bassin versant des Salines de Montjoly (a) et localisation du canal traversant les Salines de Montjoly (b)



Figure 3: Carte de végétation des Salines de Montjoly réalisée en 2012 par l'ONF

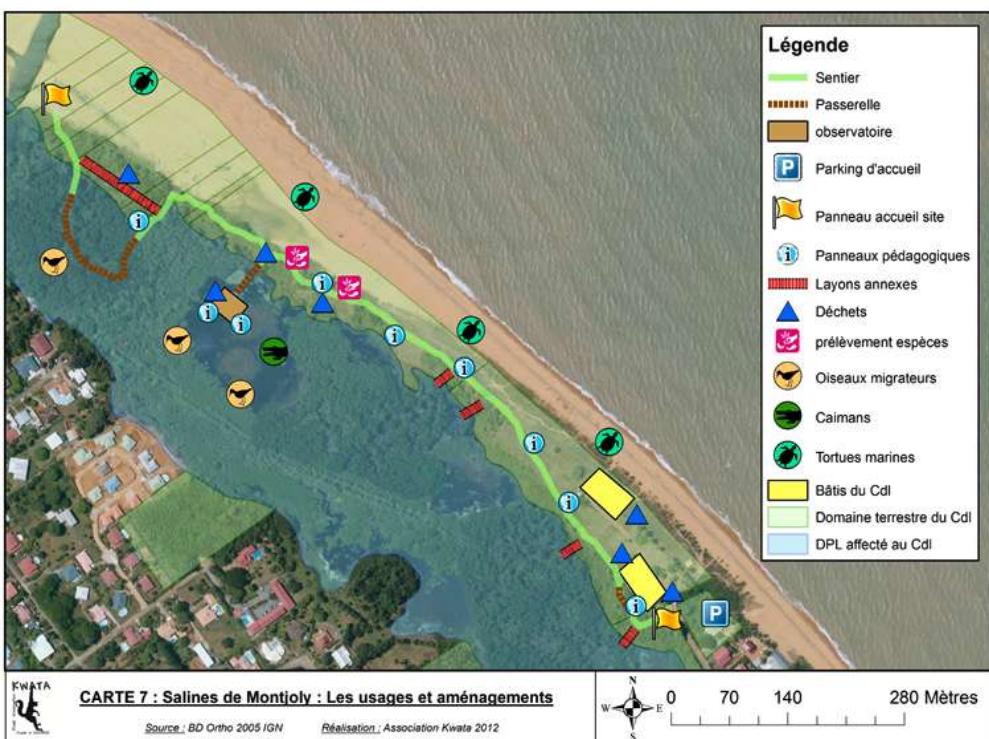


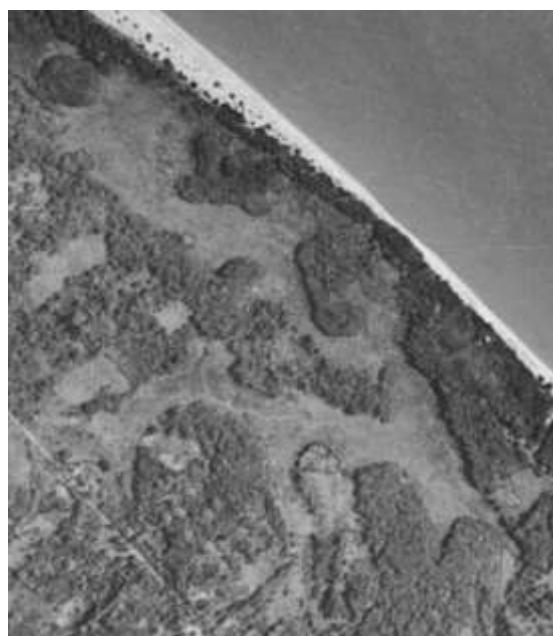
Figure 4: Carte des usages et des aménagements du site

Tableau 1 : Date de pose des nasses et nombre de nasses posées par zones

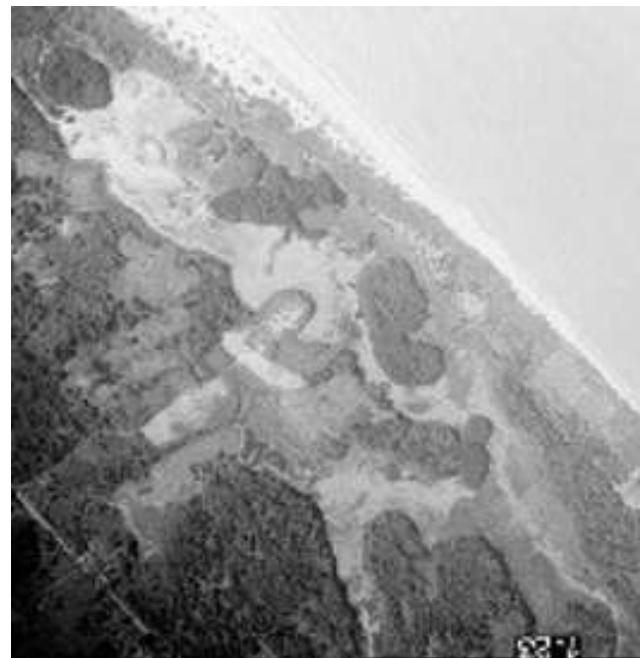
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Canal
Date	10-14/03 et 07-14/04	07-14/04	07-14/05	07-14/04		07-14/05
Nasses posées	24	10	5	5	0	5



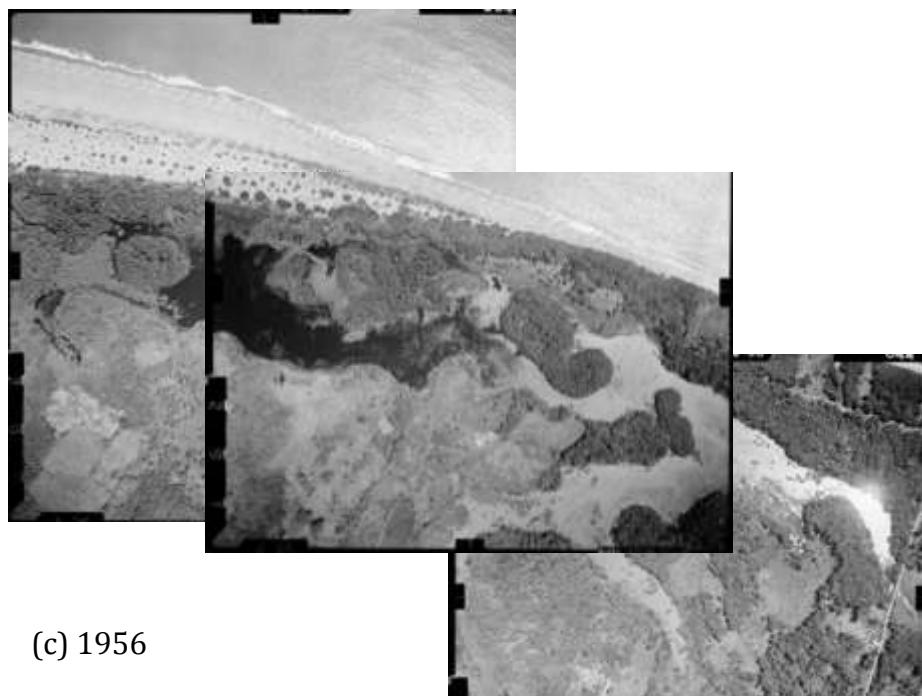
Figure 5: Localisation des zones humides prospectées sur l'île de Cayenne



(a) 1950



(b) 1955



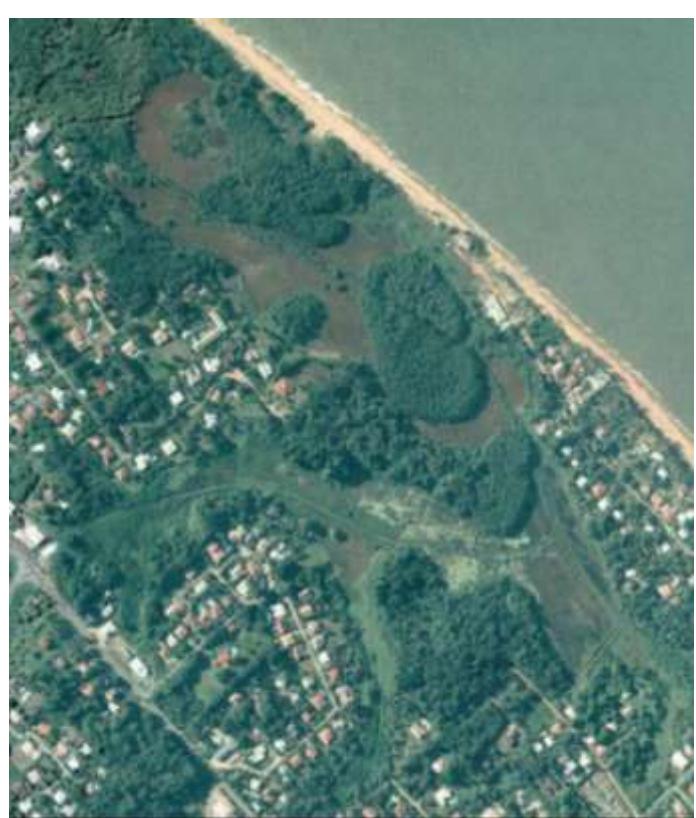
(c) 1956



(d) 1969



(e) 1987



(f) 1999



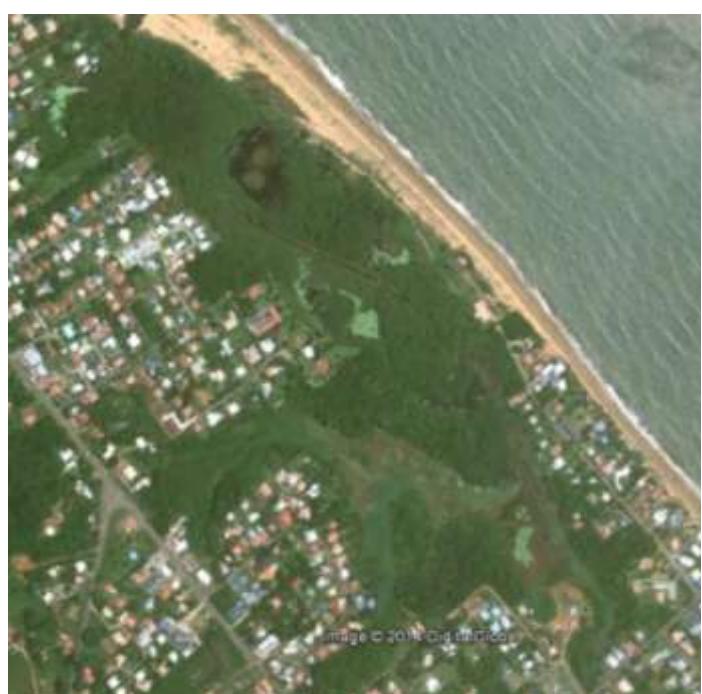
(g) 2001



(h) 2005



(i) 2006



(j) 2009



(k) 2011



(l) 2013

Figure 6 : Images aériennes et satellites des Salines de Montjoly

	Zone 1(1)	Zone 1(2)	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Canal
<i>Eleocharis mutata</i>		x	x	x			x
<i>Echinochloa polystachya</i>			x		x		x
<i>Sporobolus virginicus</i>		x	x	x		x	x
<i>Cyperus articulatus</i>							
<i>Cyperus odoratus</i>	x						
Typha sp.	x						
<i>Ceratopteris thalictroides</i>					x	x	
<i>Cydista aequinoctalis</i>	x			x			x
<i>Stygmaphylon bannisterioides</i>							x
<i>Cassytha filiformis</i>			x	x			
<i>Montrichardia aborescens</i>				x			x
Ludwigia sp.		x	x		x	x	x
<i>Lacistes aggregatum</i>							x
<i>Acrostichum aureum</i>	x		x	x			x
<i>Bambusa vulgaris</i>						x	
<i>Annona glabra</i>			x	x		x	x
<i>Laguncularia racemosa</i>	x	x	x	x	x		x
<i>Rhizophora racemosa</i>	x		x	x	x		x
<i>Avicennia germinans</i>					x		
<i>Nymphaea cf. rudgeana</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lemna cf. minor</i>	x	x	x				x
<i>Salvinia</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x
<i>Utricularia hydrocarpa</i>	x	x		x	x	x	x
<i>Eichhornia crassipes</i>							x
Richesse spécifique	10	9	13	12	9	8	17

Tableau 2 : Espèces végétales identifiées par zones avec les espèces qui ont disparues après ouverture de l'exutoire (en rouge), celle qui est apparue après ouverture (en vert), celles qui ont souffert de l'ouverture (en orange) ainsi que celles dont la densité a augmenté après ouverture (en bleu)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Canal
Reptiles							
<i>Caiman crocodilus</i>	Caïman à lunette	2	2		1	1	1
<i>Helicops leopardinus</i>	Helicops	1					
<i>Eunectes murinus</i>	Anaconda					1	1
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>	Tortue punctulaire	12	25	5	1		
<i>Iguana iguana</i>	Iguane vert	1			1		
<i>Tupinambis teguixin</i>	Téju			1			
Amphibiens							
<i>Pseudis paradoxa</i>	Grenouille paradoxale	8	2	1	1		
Insectes							
<i>Dysticus sp.</i>	Dytique	14	1				
Poissons							
<i>Symbranchus marmoratus</i>	Anguille	6	1		1		2
<i>Tarpon atlanticus</i>	Palika	3	2	2			1
<i>Poecilia vivipara</i>	Poisson à tête carrée	5	1				
<i>Necora sp.</i>	Etrille	10	31	1			
<i>Hoplias malabaricus</i>	Patagaye	2					
<i>Polycentrus punctatus</i>	Poisson-feuille	4	1				
?	Cichlidé	2					
<i>Cichlidé</i>	Prapra		2				
<i>Mugil incilis</i>	Parassi		2				
?	Yaya (Characidae)	1	1				
<i>Nepa sp.</i>	Nèpe						1
Oiseaux							
<i>Oxyura dominica</i>	Erismature routoutou	1					
<i>Busarellus nigricolis</i>	Buse à tête blanche	x	x				x
<i>Crotophaga major</i>	Ani des palétuviers	x				x	x
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Kikiwi	x	x	x	x	x	x
<i>Cacicus cela</i>	Cacique cul jaune					x	
<i>Fluvicola pica</i>	Moucherolle pie	x	x	x	x	x	x
<i>Jacana jacana</i>	Jacana moir	x	x	x	x	x	x
<i>Egretta thula</i>	Aigrette neigeuse	x	x	x			
<i>Ardea alba</i>	Grande aigrette		x			x	
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	Ibis vert	x	x				
<i>Egretta tricolor</i>	Aigrette tricolore		x				
<i>Megacyrle maxima</i>	Martin-pêcheur géant	x	x		x	x	x
<i>Chloroceryle aenea</i>	Martin -pêcheur nain						x
<i>Butorides striata</i>	Héron strié	x	x	x	x		x
Mammifères							
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Cabiaï	x			x	x	x
<i>Pteronura brasiliensis</i>	Loutre géante	1	1		1		1

Tableau 3 : Espèces animale, identifiées, grâce aux nasses (en bleu) ou à vue, par zones



28/02/2014



23/04/2014



20/05/2014



03/06/2014



12/06/2014 (mise à sec)

Figure 7 : Evolution de la végétation et du niveau d'eau au cours de l'étude sur la zone 2

Résumé

La connaissance sur la fermeture des zones humides de Guyane reste encore incomplète. Cette étude a pour but de confirmer la fermeture du milieu lacustre sur le site des Salines de Montjoly et d'en connaître les causes. Elle vise également à connaitre les impacts des ouvertures et fermetures successives du cordon dunaire. Une photo-interprétation d'images satellites et aériennes a été réalisé et la vitesse de fermeture du milieu a été quantifiée. Cinq zones en eau du site ont été définies et caractérisées (au niveau de la faune, la flore, l'hydrologie et la chimie). Cependant, une ouverture prolongée du cordon dunaire a provoqué une vidange du site et la caractérisation n'a pas pu être terminée. Néanmoins, l'impact immédiat de cette vidange a pu être évalué. Il y a bien une fermeture du milieu lacustre, notamment en raison d'une progression des paléuviers gris *Laguncularia racemosa* ainsi que de la végétation herbacée. Celle-ci s'est accélérée en raison des ouvertures successives du cordon dunaire, qui ont provoqué des assèchements complets du site et ont facilité le développement du palétuvier gris. L'assèchement du site durant l'étude a permis d'observer cette dynamique en direct. Un important comblement des zones en eau a également pu être observé en raison de l'accumulation de matières végétales en décomposition, des apports de matières organiques liés aux habitations, du développement du palétuvier gris ainsi que de la végétation herbacée ... Cette étude a permis de proposer des mesures de gestion pour le site.

Mots-clés : fermeture du milieu, marais, palétuvier gris, mesures de gestion

Abstracts

Knowledge about the closure of wetlands of Guyana remains incomplete. This study aims to confirm the closure of the lake environment on the Salines de Montjoly site and to know the causes. It also seeks to know the impacts of successive openings and closings of the dune. Photo-interpretation of satellite and aerial imagery has been completed and the closing speed of the natural environment was quantified. Five water areas of the site have been identified and characterized (in terms of flora, fauna, hydrology and chemistry). However, prolonged opening of the dune caused an emptying of the site and characterization could not be completed. Nevertheless, the immediate impact of this emptying has been evaluated. There is indeed a closure of swamp, particularly due to an increase of white mangrove *Laguncularia racemosa* and herbaceous vegetation. This has accelerated because of successive openings of the dune, which caused complete drying up of the site and facilitated the development of white mangrove. The drying up of the site during the study allowed observing this dynamic in real time. An important filling of water areas could also be observed due to the accumulation of decaying plant, inputs of organic matter related to housing, development of white mangrove and herbaceous vegetation ... This study has propose management measures for the site.

Key-words: Closure of natural environment, swamp, white mangrove, management measures