

Les Objets Connectés pour le Parc National de la Pendjari:

Une stratégie d'investissement progressif des technologies innovantes pour améliorer l'efficacité de la gestion du parc

Deuxième rapport de la mission de l'IUCN au Parc
National de la Pendjari



Photo crédit : Llan Pin Koh, Collage de nids de Urangutan identifié par Drones

Simon Hodgkinson & Daniel Young



Avant-propos

Les espèces avec qui nous partageons la planète, et les écosystèmes qui en dépendent, sont détruits à un rythme sans précédent. Malgré des décennies d'efforts de conservation, les espèces et habitats sont encore en voie de disparition. Inverser ce déclin est l'un des plus grands défis de notre époque. Les zones protégées couvrent 15 % de la surface des terres à l'échelle mondiale et représentent une proportion importante de la biodiversité de la planète. Bien gérer ces zones est un aspect essentiel dans la préservation des espèces et des habitats pour les générations futures. C'est le sujet de l'un des deux rapports (l'autre s'intitule 'Des objets connectés pour les aires protégées : l'utilisation de technologies innovantes pour améliorer l'efficacité de la gestion') commandés par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) qui montrent très concrètement comment une nouvelle révolution technologique, les objets connectés (ou l'internet des objets) a le potentiel de transformer l'efficacité de la gestion des aires protégées en Afrique et ailleurs. Ils montrent comment les technologies innovantes peuvent nous aider à mieux comprendre ce qui se passe, accroître la capacité d'identifier et de faire face aux menaces, aider à renforcer la participation et la confiance des communautés locales grâce à une bonne communication, et améliorer la sécurité et l'expérience des visiteurs.

Les rapports sont fondés sur une mission au Parc National de la Pendjari au Bénin réalisée par Smart Earth Network et Eridanis en collaboration avec le Ministre du Cadre de Vie et du Développement Durable et le Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF), la Fondation des Savanes Ouest Africaines (FSOA), ainsi que des groupes communautaires locaux, des ONG, la Zoological Society of London (ZSL) et l'Université des Sciences et Technologies du Bénin (USTB). D'autres technologues ont également contribué, dont notamment Day Systems et Matt Taylor. Sans ce soutien et cette aide considérable cet important travail n'aurait pas été possible.

Il appartient désormais à nous tous de tirer les enseignements de ce travail et de commencer à les appliquer sur le terrain de manière collaborative, évolutive et reproductible, pour aider à combattre le déclin de la biodiversité.



Geoffroy Mauvais
Coordinateur du Programme Aires Protégées d'Afrique & Conservation
(IUCN-APAPCO)
Union Internationale pour la Conservation de la Nature

Contact des auteurs

Geoffroy Mauvais, Coordinateur du Programme Aires Protégées d'Afrique & Conservation (IUCN-APAPCO)
Geoffroy.Mauvais@iucn.org

Simon Hodgkinson, Fondateur, Smart Earth Network
Simon@smarteearthnetwork.com

Daniel Young, PDG, Eridanis UK
Daniel.Young@eridanis.com

Table des matières

1. Introduction.....	4
<i>Le contexte.....</i>	4
<i>Pourquoi cette mission ?.....</i>	5
2. L'Approche.....	7
<i>Introduction.....</i>	7
<i>Parties prenantes.....</i>	7
3. Les défis rencontrés par le Parc National de la Pendjari.....	9
<i>Communications.....</i>	9
<i>Collecte des données écologiques pour établir les tendances, les menaces et la causalité, et prendre en charge la planification des programmes de conservation :.....</i>	9
<i>Surveillance du parc afin de détecter les menaces de braconnage, d'exploitation forestière et de la transhumance :.....</i>	9
<i>Les menaces qui pèsent sur le bétail et les cultures des communautés locales.....</i>	10
<i>Collaboration et gouvernance entre les groupes d'intervenants.....</i>	10
<i>L'expérience des touristes avant et pendant leur visite.....</i>	10
4. Initiatives technologiques existantes dans la Pendjari.....	11
5. Sommaire des technologies innovantes.....	12
<i>Collecte automatisée des données écologiques.....</i>	12
<i>Surveillance automatique du parc.....</i>	12
<i>Sécurité du personnel et des touristes.....</i>	13
<i>Sécurité des communautés locales.....</i>	13
<i>Améliorer l'expérience des visiteurs.....</i>	13
<i>Systèmes de collaboration entre les intervenants.....</i>	13
6. Esquisse d'un Modèle de Maturité pour la Pendjari.....	14
<i>Introduction.....</i>	14
<i>Vision d'une amélioration d'efficacité de gestion basée sur la technologie.....</i>	14
<i>Architecture technologique pour la réalisation de la vision.....</i>	15
<i>Les Principes de sélection de la technologie.....</i>	16
<i>Plan de déploiement progressif en 4 phases pour transformer l'efficacité de la gestion de la Pendjari.....</i>	17
<i>Avantages du programme proposé.....</i>	18
7. Business case des solutions sélectionnées.....	19
<i>Introduction.....</i>	19
<i>Infrastructures de communication.....</i>	19
<i>Véhicules Aériens Motorisés pour la Surveillance Écologique.....</i>	26
<i>Véhicules Aériens Motorisés pour la Surveillance.....</i>	33
<i>Caméra-pièges Connectés pour la Surveillance Écologique.....</i>	36
<i>Systèmes d'Information Géographique pour la Surveillance des Changements Habitat... </i>	40
<i>Dispositifs de messagerie d'urgence par satellite.....</i>	42
<i>Réseaux de capteurs acoustiques.....</i>	45
8. Coûts estimatifs de la phase de déploiement.....	52
<i>Résumé des coûts.....</i>	53

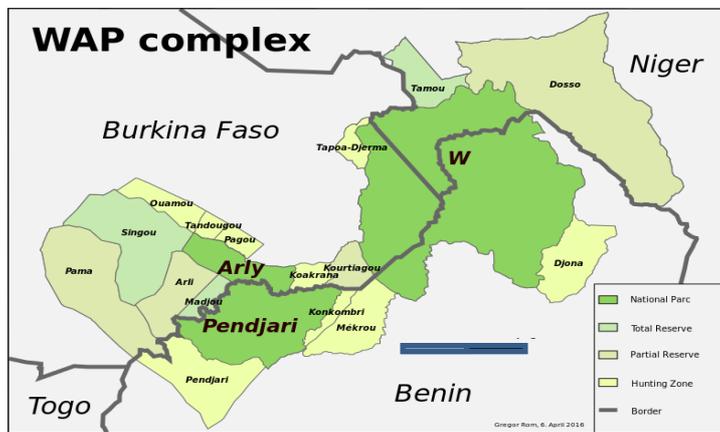
1. Introduction

Le contexte

Au début de l'année 2016 l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, et son Programme Aires Protégées d'Afrique et Conservation (UICN-APAPCO), a commandé une étude concernant les possibilités d'utiliser des technologies novatrices (en particulier les objets connectés) afin d'améliorer l'efficacité de la gestion du Parc National de la Pendjari et d'autres aires protégées (APs) semblables.

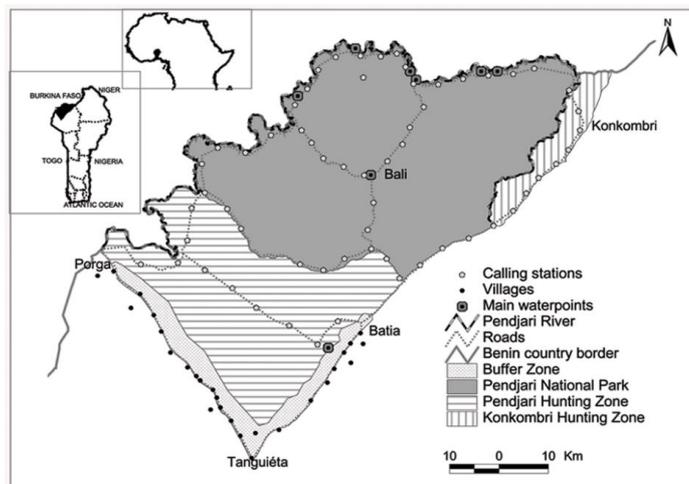
Le Parc National de la Pendjari, qui couvre une superficie de 2 755 km² dans le nord-ouest du Bénin, fait partie du complexe WAP s'étendant sur les frontières du Bénin, du Niger et du Burkina Faso. La Pendjari possède certaines des dernières populations ouest-africaines d'éléphants, de lions, d'hippopotames, de buffles et de divers espèces d'antilope. Le parc est également célèbre pour sa richesse en différentes espèces d'oiseaux.

Fig. 1 : La Pendjari dans le complexe d'aires protégées WAP en Afrique de l'ouest



Crédits : Gregor Rom, Wikimedia Commons

Fig. 2 : Parc National de la Pendjari



L'étude de l'UICN a permis de réaliser deux rapports :

1. Un rapport général intitulé **Des objets connectés pour les aires protégées : l'utilisation de technologies innovantes pour améliorer l'efficacité de la gestion**, concernant les défis rencontrés par la Pendjari et par d'autres APs similaires en Afrique, ainsi qu'une sélection des technologies susceptibles de relever ces défis.
2. Le présent rapport présente une stratégie d'investissements évolutifs et reproductibles susceptible d'améliorer l'efficacité de la gestion, non seulement du Parc National de la Pendjari, mais également d'autres AP similaires dans la région et au-delà.

La mission au Bénin pour l'UICN a été entreprise du 29 mai au 6 juin 2016 par deux sociétés de conseil :

- Smart Earth Network (SEN), une société à but non lucratif qui rassemble des défenseurs de l'environnement et des technologues afin de développer et de déployer des solutions technologiques pour faire face aux défis de conservation. SEN était représentée par ses fondateurs, Simon Hodgkinson et Sarah LaBrasca. Plus d'informations sur cette société sont disponibles sur : www.smartearthnetwork.com
- Eridanis, une société de conseil en innovation spécialisée sur l'Internet des Objets, qui conseille et accompagne les organisations dans leur transformation digitale avec des technologies émergentes. Eridanis était représentée par Daniel Young, Directeur Général pour le Royaume-Uni et Guillaume Jouffre, consultant. Plus d'informations sur cette société sont disponibles sur : www.eridanis.com/en

La mission a été menée avec le soutien de Geoffroy Mauvais et de Béatrice Chataigner de l'UICN-Papaco, et a été facilitée grâce à la participation d'Alfred Allogninouwa de la Fondation des Savanes Ouest-Africaines (FSOA).

Pourquoi cette mission ?

Moins d'un quart des APs dans le monde sont gérées de manière efficace¹. Ils souffrent de ressources inadéquates (financement, personnel, équipement, compétences). La plupart ne sont pas actuellement en mesure de préciser si leur programme de conservation est réellement efficace, et beaucoup n'ont pas les moyens d'identifier et de réagir aux nombreuses menaces².

La révolution technologique apportée par les objets connectés rend désormais possible une réelle transformation dans l'efficacité de la gestion des AP, grâce à des processeurs puissants placés dans de petits périphériques distants qui nécessitent de moins en moins d'énergie, activés par des systèmes robustes de communication et d'analyse, le tout à des coûts qui diminuent de plus en plus. Les objets connectés ont déjà un impact majeur sur la création de villes intelligentes et l'amélioration de l'efficacité des secteurs de la santé et de l'énergie. Toutefois, la prise de conscience de cette opportunité au sein des APs reste faible, les investissements sont fragmentaires et il existe des obstacles importants à surmonter pour atteindre des résultats extensibles, reproductibles et durables.

Il s'agit d'un défi crucial pour toutes les APs, mais surtout pour les APs africaines où ils manquent généralement d'infrastructures de communication, où l'investissement en matière de technologie est le plus souvent fragmentaire, peu durable et souvent en désuétude, et où les compétences nécessaires pour assurer et maintenir une solution intégrée ne sont pas présents.

L'UICN-Papaco a choisi la Pendjari pour son étude de cas dans le but non seulement de développer des *business cases* particuliers à ce parc, mais également de constituer un modèle de maturité évolutif, avec des investissements échelonnés par étapes, chacune apportant des bénéfices directs. Ceci permettra d'obtenir des retombées bénéfiques dès le départ, et d'atteindre une pleine capacité

¹ Global Analysis of AP Management Effectiveness; Fiona Leverington, Katia Lemos Costa, Helena Pavese, Allan Lisle, Marc Hockings, Springer Science+Business Media, LLC 2010

² Making parks make a difference: poor alignment of policy, planning and management with protected-area impact, and ways forward; Robert L. Pressey, Piero Visconti, Paul J. Ferraro, 2014.

au fur et à mesure des investissements avec, à terme, une plateforme commune qui pourra être déployée rapidement et à moindre coût, et qui sera reproductible dans les autres parcs.

2. L'Approche

Introduction

Le premier objectif de la mission UICN était de mener un diagnostic pour identifier les valeurs à protéger et les défis rencontrés par les gestionnaires du parc et les rangers, qui pourront éventuellement être solutionnés par les objets connectés et d'autres technologies innovantes. L'objectif n'était pas d'évaluer l'efficacité globale du management du parc, mais d'identifier des technologies dont le parc pourrait bénéficier. Il a fallu évaluer de manière tangible les cas d'usage technologiques identifiés pour permettre la prise de décision de financement et de développement.

Le schéma suivant illustre comment le diagnostic a été abordé. L'équipe a effectué les 3 premières étapes pendant leur visite au Bénin.

Fig. 3 : Étapes du projet de diagnostic



Parties prenantes

Le premier objectif des consultants a été de comprendre les activités, les objectifs et les principaux défis rencontrés au Parc National de la Pendjari. Pour ce faire, avant de voyager au Bénin, les consultants ont réalisé un sondage parmi tous les acteurs impliqués dans le parc. L'intention était d'identifier des objectifs et des défis, et d'aborder les idées et les initiatives autour des nouvelles technologies formulées par les parties prenantes et basées sur leur expérience au parc.

Dans le cadre de la mission, Smart Earth Network et Eridanis ont visité le parc accompagné du personnel de l'administration du parc. L'équipe s'est également entretenue avec les principaux intervenants :

- CENAGREF (Centre National de Gestion des Réserves de Faune), responsable de la gestion de la Pendjari. Des réunions ont été organisées avec les personnes impliquées dans la gestion de parc (à Cotonou et à Tanguiéta près du parc), dans le tourisme et la surveillance écologique.
- Le gouvernement : Didier José Tonato, Ministre du Cadre de Vie et du Développement Durable

- AVIGREF (Associations Villageoises de Gestion des Réserves de Faune) et U-AVIGREF (Union des AVIGREFs)
- Partenaires : FSOA (Fondation des Savanes Ouest Africaines), GIZ (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), le PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement)
- ONG : Nature Tropicale, CREDI (Centre Régional de Recherche et d'Education pour un Développement Intégré), BEES (Benin Environment and Education Society), OE Bénin (Organisation pour la Promotion de l'Education)
- Recherche : Université d'Abomey-Calavi, ZSL (Zoological Society of London), Eco-Consulting, ENSAGAP (École Nationale Supérieure d'Aménagement et de Gestion des Aires Protégées)

3. Les défis rencontrés par le Parc National de la Pendjari

Le diagnostic mené au Parc National de la Pendjari a identifié six défis majeurs de gestion où des technologies de pointe permettraient des gains d'efficacité significatifs :

Communications

Il n'y a aujourd'hui aucun moyen de communication efficace au sein du parc : il n'y a pas de réseau de téléphonie public ; un réseau radio a été installé mais ne fonctionne pas ; les talkies-walkies utilisés par le personnel ont une portée limitée et ne sont pas sécurisés. Cela rend difficile une collaboration coordonnée du personnel, et crée un risque de sécurité pour le personnel et pour les visiteurs car il est impossible d'appeler à l'aide en cas d'urgence (accident ou panne de véhicule). Un système peu coûteux de communication est nécessaire tant pour la voix et les données que pour permettre le fonctionnement des objets connectés évolutifs et reproductibles. Une variété de technologies sont désormais disponibles, allant de télécommunications par satellite, la radio VHF, le 4G privé et aussi des systèmes Wi-Fi pour communiquer par voix, texte et données, qui, combinés avec le GPS, peuvent résoudre ces problèmes et permettre le déploiement efficace de périphériques connectés. Le souci est de sélectionner des technologies qui correspondent aux besoins du parc sur le long terme, compte tenu des problèmes de croissance, de bande passante, de sécurité, etc.

Collecte des données écologiques pour établir les tendances, les menaces et la causalité, et prendre en charge la planification des programmes de conservation :

Le travail de collecte dans la Pendjari est aujourd'hui ardu, coûteux et peu efficace :

1. Une étude des transects linéaires, par exemple, implique des traversées du parc à pied par de nombreuses personnes pendant plusieurs semaines, et n'est donc entreprise que tous les 2 ou 3 ans. Les données obtenues sont souvent partielles et peuvent se révéler insuffisantes pour déceler les menaces pour la biodiversité, leur lien de causalité et les impacts des programmes en place.
2. Des caméras-pièges pour la surveillance écologique sont également utilisés dans le parc par diverses organisations, mais ceux-ci ne sont pas connectés. Par conséquent, d'importants efforts manuels sont nécessaires pour récupérer les cartes SD et puis classer les données. Par ailleurs les données ne sont pas partagées parmi les organisations d'où une importante duplication des efforts.
3. Des enquêtes sur les grands mammifères sont entrepris par surveillance aérienne. Ils sont coûteux et trop rarement effectués (tous les dix ans) pour permettre une planification efficace de la conservation.

Il serait possible d'augmenter considérablement la vitesse de collecte des données ainsi que leur exhaustivité et leur exactitude grâce à des réseaux de capteurs, des caméras-pièges et des véhicules aériens sans pilote reliés à une plate-forme d'information partagée entre collaborateurs au sein d'un AP (et éventuellement entre APs). Ceci permettra aux ressources limitées en personnel qualifié de se concentrer davantage sur les activités à forte valeur ajoutée, la conception des programmes efficaces et la gestion.

Surveillance du parc afin de détecter les menaces de braconnage, d'exploitation forestière et de la transhumance :

Les ressources limitées en rangers, l'ampleur du parc et l'accès routier limité, rendent difficile une surveillance avec des patrouilles complète et efficace. Lors de la saison des pluies lorsque les animaux se dispersent, les patrouilles deviennent encore plus difficiles et certaines zones du parc ne sont pas inspectées pendant plusieurs mois. Pendant ce temps, les braconniers, les bûcherons et les

agriculteurs pastoraux peuvent opérer en toute impunité. Les nouvelles technologies ont le potentiel de transformer ce défi en réalisant des patrouilles automatisées du parc sur une base quotidienne. L'identification des menaces en temps réel devient possible, fournissant des informations de haute qualité sur l'emplacement précis et la nature de la menace, et permettant aux rangers d'apporter une réponse rapide et appropriée.

Les menaces qui pèsent sur le bétail et les cultures des communautés locales

Les communautés locales souffrent parfois de la prédation du bétail par les carnivores ou la destruction des cultures par de grands herbivores. Il existe désormais des solutions qui préviennent les communautés des dangers imminents et dissuadent les animaux.

Collaboration et gouvernance entre les groupes d'intervenants

La bonne gestion du parc est entravée par un niveau peu élevé de collaboration entre les principaux intervenants, que ce soit les groupes communautaires locaux, les ONG nationales et internationales, les universités et les intérêts commerciaux. Bien qu'ils partagent les mêmes intérêts, ces établissements travaillent le plus souvent dans l'isolement, sans discuter ni partager leurs informations, ce qui occasionne parfois une duplication d'effort. Le manque d'outils participatifs empêche actuellement une collaboration efficace, entraînant l'incompréhension et la mésentente, et nuisant ainsi à la cause de conservation.

Il y a aujourd'hui plusieurs plateformes puissantes qui facilitent les communications entre des groupes d'intervenants disparates, ce qui permet le partage et la discussion autour des idées, des informations et des pratiques optimales. Cette technologie ne constitue pas la panacée pour les problèmes culturels enracinés, mais a le pouvoir d'ouvrir des canaux de communication, même pour ceux qui ne possèdent qu'un simple téléphone mobile. Au fil du temps, avec l'appui des forces politiques et du leadership, ces plateformes pourront transformer une culture de non-collaboration en culture de partage et d'engagement grâce à l'édification de réseaux communs efficaces.

L'expérience des touristes avant et pendant leur visite

Les touristes consultent de plus en plus les plateformes tels que Tripadvisor pour planifier leurs vacances et pour se renseigner lors de leur voyage sur les activités locales, les restaurants, etc. Les destinations touristiques absentes de ces plateformes ont un désavantage concurrentiel certain. Il est désormais possible d'apporter des recommandations en fonction de l'emplacement de la personne, même lorsqu'il n'a pas accès à Internet. Des applications de science citoyenne grand public fournissent aux visiteurs des outils pour les aider à identifier la flore et la faune, et leur permettre d'enrichir la base de données existante grâce à leurs propres observations.

4. Initiatives technologiques existantes dans la Pendjari

Lors de la mission, l'équipe a identifié plusieurs initiatives technologiques en cours dans le parc :

1. Caméras-pièges : Les caméras-pièges sont utilisés dans le parc depuis 2012 pour la surveillance des espèces. Ils ont été déployés par différents organismes, dont l'Agence du Parc de la Pendjari, l'Université de Cotonou et la Zoological Society of London. D'après nos informations, les données ne sont pas partagées par ces organisations.
2. Appareils GPS : Les rangers s'appuient sur des dispositifs GPS pour naviguer au sein du parc.
3. Un outil permettant la remontée d'incidents dans une base de données de cartographie (SMART) : actuellement à l'essai par la Zoological Society of London (ZSL)
4. ZSL va mettre à l'essai l'Instant Detect (ID) qui comprend des caméras et des capteurs qui détectent des incidents et envoient des alertes en quasi-temps réel par satellite.
5. Drones : Un essai a été fait en 2015 mais les cas d'usage n'ont pas été définis et le travail à notre connaissance n'a pas progressé.
6. Systèmes d'Information Géographique (SIG) : est présent mais uniquement fondé sur des données statiques (cartes).
7. Surveillance par station météorologique : une station météo de surveillance a été mise en place dans le parc, mais on nous a indiqué qu'il n'est plus fonctionnel
8. VHF Radio : Un système de radio VHF a été installé mais n'est plus opérationnel.
9. Talkies-walkies : Les talkies-walkies utilisés par les rangers ont une portée limitée.

5. Sommaire des technologies innovantes

Nous indiquons ci-dessous un résumé des applications technologues susceptibles de relever les défis clés identifiés dans la Pendjari. Une liste plus détaillée est donnée dans le rapport **Des objets connectés pour les aires protégées : l'utilisation de technologies innovantes pour améliorer l'efficacité de la gestion du parc.**

Collecte automatisée des données écologiques

- *Caméras-pièges connectées et caméras de sécurité* : Réseau de caméras-pièges et de caméras de sécurité reliés sans fil qui remontent automatiquement leurs images au centre de traitement, et dans le cas de caméras de sécurité, alertent le personnel de patrouille de potentielles activités illégales.
- *Réseaux de capteurs acoustiques* : Un réseau de capteurs acoustiques dont les enregistrements audio sont traités en continu afin de distinguer les différentes sources audio. De cette façon les emplacements des véhicules, des coups de feu et des tronçonneuses sont automatiquement identifiés et signalés.
- *Bio-suivi* : Suivi à distance des déplacements des animaux à l'aide de trackers GPS qui enregistrent leur emplacement et transmettent des données à l'aide d'un modem intégré cellulaire, radio ou satellite.
- *Logiciel de détection de changement d'habitat* : Une visibilité perfectionnée des changements de condition de l'habitat est possible en utilisant des systèmes avancés d'information géographique (SIG), afin de modifier les algorithmes de détection et de prédiction, améliorant ainsi la qualité et les systèmes de télédétection disponibles.
- *Drones pour la surveillance des populations d'animaux* : Des populations d'animaux sont suivies à l'aide de surveillance automatisée sur une base plus fréquente (mensuelle, trimestrielle) que les méthodes manuelles actuelles.
- *Drones pour suivre les changements d'habitat* : Des drones munis des caméras traditionnelles et multi-spectrales capturent des images à haute résolution qui peuvent ensuite être regroupées en cartes-images géo-référencées. Des logiciels de reconnaissance automatique de modèles et de changements mettent alors automatiquement en évidence les changements dans les habitats et dans l'utilisation des terres.
- *Drones pour le suivi d'espèces envahissantes* : Des caméras multi-spectrales capturent l'intensité lumineuse détectée en fonction des intervalles de longueurs d'onde, ce qui permet la différenciation des espèces de plantes. Ces images automatisées révèlent les modifications de type et de distribution de la flore.
- *Logiciel d'identification d'espèces automatisé* : Des logiciels de reconnaissance d'image appliqués aux images et aux vidéos de la faune peuvent automatiser l'identification des espèces.
- *Stations météorologiques automatiques* : Des stations météorologiques automatiques fonctionnent en temps quasi réel, soit par satellite ou par réseaux de téléphonie mobile, et envoient des données automatiquement sur un système d'information géographique (SIG) pour analyse et reporting, ou sur un site web destiné aux visiteurs.

Surveillance automatique du parc

- *Réseaux de capteurs anti-braconnage/déforestation illégale* : Plusieurs capteurs (acoustique, sismique, infrarouge) et des caméras reliées peuvent être déployés pour détecter les éventuelles activités de braconnage et de déforestation illégale. Ceux-ci envoient des alertes par l'intermédiaire de réseaux sans fil et fournissent aux rangers des informations sur la localisation et la nature de la menace.
- *Cartographie et des outils de reporting* : Logiciel qui permet aux rangers d'enregistrer des incidents de braconnage et de prendre des décisions de gestion efficace. Les données sont

stockées sur une base de données centrale qui peut être interrogée, et qui produit des cartes, permettant une répartition intelligente des ressources pour mieux lutter contre le braconnage.

Drones pour la surveillance : Des drones de longue portée (jusqu'à 100km) peuvent être configurés pour couvrir des zones sensibles du parc et fournir des alertes aux rangers indiquant l'emplacement et la nature des menaces et leur permettant d'y répondre rapidement.

Sécurité du personnel et des touristes

- *Dispositifs de messagerie d'urgence par satellite* : En attendant la mise en place de radio VHF et/ou de réseaux LTE, des dispositifs satellite permettront des alertes et l'échange de messages afin de répondre rapidement aux situations d'urgence.

Sécurité des communautés locales

- *Répulsifs automatisés d'animaux* : Gamme d'appareils qui utilisent le son et les lumières pour prévenir les conflits entre animaux et hommes.

Améliorer l'expérience des visiteurs

- *Applications 'science pour citoyens grand public'* : des applications mobiles et un site web qui permettent aux visiteurs d'identifier la flore et la faune qu'ils voient et de soumettre des photos pour classification et analyse.
- *Applications axées sur le tourisme* : des applications mobiles qui offrent des renseignements ciblés du parc pour améliorer la visite des touristes.

Systèmes de collaboration entre les intervenants

- *Plateformes de collaboration communes* : Outils basés sur Web et SMS pour améliorer la collaboration et l'engagement des intervenants au parc.

6. Esquisse d'un Modèle de Maturité pour la Pendjari

Introduction

UICN-Papaco a choisi le Parc National de la Pendjari au Bénin comme une étude de cas en vue de développer des *business cases* pour le parc et un modèle de maturité pour les APs. Cela permettra des investissements progressifs apportant des avantages dès le départ et arrivant à sa pleine capacité au fil du temps, à travers une plateforme commune qui pourrait être déployée rapidement et à moindre coût dans d'autres parcs. Il est donc important de clarifier les éléments suivants dès le départ :

1. Une vision du résultat final pour une amélioration de l'efficacité de gestion du parc
2. L'architecture technologique haut niveau nécessaire pour pouvoir réaliser cette vision
3. Les principes et critères à observer lors de la sélection des technologies qui vont permettre de réaliser cette vision
4. L'approche de déploiement progressif basé sur le modèle de maturité qui permet de bâtir les capacités au fur et à mesure, créant de la valeur à chaque étape, et d'utiliser les solutions avant le déploiement final global

Nous indiquons ci-dessous nos propositions pour chacun de ces quatre éléments, pour commentaires et discussion.

Vision d'une amélioration d'efficacité de gestion basée sur la technologie

Le tableau ci-dessous est le résumé d'un programme technologique potentiel pour transformer les défis clés de gestion des APs identifiés à la section 2 et les options technologiques identifiées à la section 3.

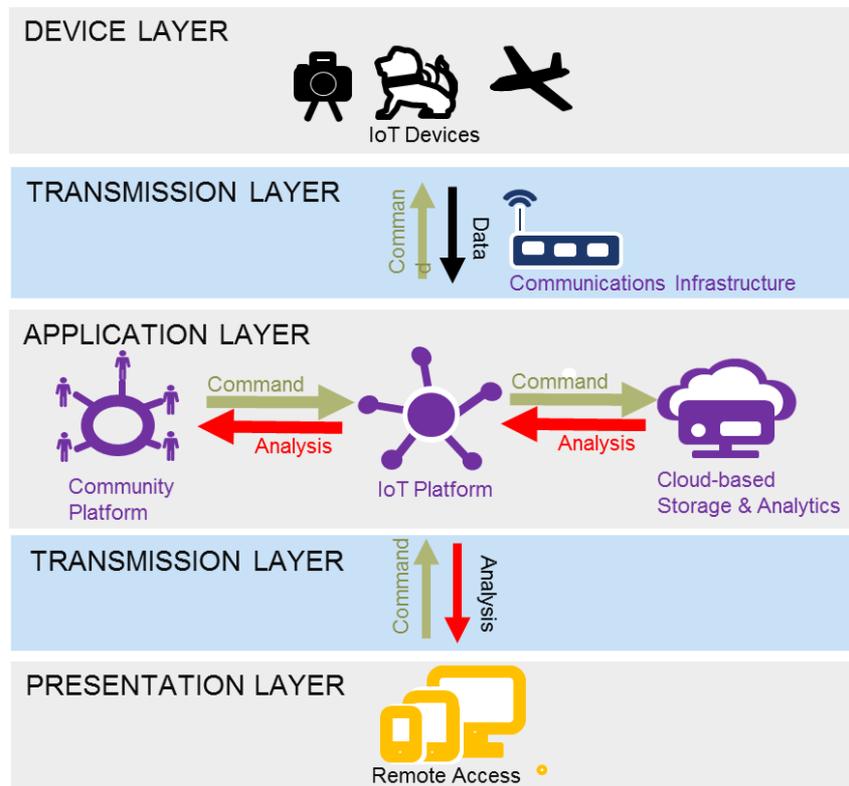
Fig 4 : Vision de la transformation des défis clés de gestion des APs à l'aide de la technologie

	Actuel	Futur
Communications voix et données	Le manque de communications électroniques dans le parc entrave la coordination du travail, entraînant des risques de sécurité pour le personnel et les visiteurs, empêchant le déploiement de périphériques connectés	Un réseau voix-données (GPS) au sein du parc permettra au personnel et aux visiteurs de communiquer et d'accéder à Internet, et permettra le déploiement d'objets connectés. Le GPS permettra la géolocalisation, assurant ainsi la sécurité dans le parc
Surveillance, Évaluation & Conception du programme	Collecte manuelle et intensive de données mais données peu probantes pour l'évaluation d'impacts, et rend difficile la conception de programmes	Un réseau de capteurs à distance couplé à une puissante analytique pourra améliorer la base de données et facilitera la conception de programmes efficaces
Gestion de la conservation	Des ressources limitées et des processus de travail manuels limitent l'efficacité des activités de conservation	L'utilisation des technologies pour automatiser les alertes et déclencher les mesures correctives libèrera les ressources pour des activités vitales et augmentera la capacité de conservation du parc
Collaboration et Gouvernance	Les multiples initiatives non coordonnées des parties prenantes à différents niveaux crée une charge administrative importante	L'utilisation d'outils de gestion et de communication entre parties prenantes simplifiera et facilitera le travail
Visiteurs	Peu d'outils pour aider les futurs visiteurs à planifier leur voyage et pour les guider dans le parc	Des applications mobiles avec géolocalisation permettront aux visiteurs de planifier leur visite à l'avance, de naviguer dans le parc et d'interpréter ce qu'ils voient
Communautés locales	Perte de bétail et des cultures à cause de la prédation et du piétinement	Les dispositifs connectés permettent une alerte rapide afin d'activer à temps des mesures dissuasives

Architecture technologique pour la réalisation de la vision

L'architecture d'une solution de protection digitale, évolutive et reproductible, pour le Parc National de la Pendjari devra comporter les quatre couches illustrées ci-dessous (Fig 5). Des périphériques physiques seront placés à distance dans le parc (capteurs, caméras, drones etc..). Ils utiliseront une couche de transmission pour collecter des données et les transmettre à une couche applicative qui gèrera les données, les stockera et les traitera. Les résultats seront présentés aux utilisateurs à travers une gamme d'appareils (téléphones, smartphones, ordinateurs, tablettes, etc.).

Fig 5 : Les couches types (périphérique, transmission, application, présentation) d'une architecture numérique pour les APs



Les Principes de sélection de la technologie

La sélection des solutions technologiques et du plan de déploiement sera basée sur neuf critères fondamentaux :

1. Une technologie robuste, éprouvée, simple, et autant que possible facile à gérer et à entretenir localement.
2. Les APs manquent de ressources aujourd'hui et l'objectif doit être d'augmenter leur productivité. La technologie ne doit pas servir à supplanter les ressources humaines, mais doit être déployée d'une manière qui soutient et enrichit les processus actuels de travail, remplaçant le travail manuel de faible valeur par un travail à plus forte valeur ajoutée, pour lequel le personnel sera formé.
3. Un déploiement progressif doit être planifié, offrant des bénéfices et des gains à chaque étape (comme par exemple l'amélioration de la surveillance écologique et des alertes contre le braconnage), tout en renforçant l'infrastructure sur laquelle les phases ultérieures peuvent être basées (la connectivité, l'analytique et le stockage).
4. Des essais rigoureux sur le terrain effectués avant déploiement.
5. Une stratégie de contrôle du matériel, de gestion, d'entretien, et de formation du personnel mise en place dès le départ.
6. Une bonne appréhension de tous les coûts (capital et prévisions) et la mise en place des budgets nécessaires pour les soutenir.
7. La prise en compte dès le départ des exigences de sécurité physique et numérique.
8. L'analyse de l'horizon des technologies émergentes afin d'éviter d'investir dans des solutions qui risquent de devenir rapidement obsolètes.

9. Si un accès internet est disponible, envisager des services Cloud afin de réduire les coûts et permettre un support technique à distance.

Plan de déploiement progressif en 4 phases pour transformer l'efficacité de la gestion de la Pendjari

En tenant compte des critères ci-dessus, l'approche suivante a été mise au point par Smart Earth Network en collaboration avec Salesforce, Eridanis et Day Systèmes, afin de transformer l'efficacité de gestion de la Pendjari à un coût abordable grâce à l'utilisation d'objets connectés. L'approche proposée est évolutive et reproductible. La technologie de base proposée est robuste, éprouvée, simple (bien que les logiciels évoluent) et facile à gérer et maintenir localement ou à distance.

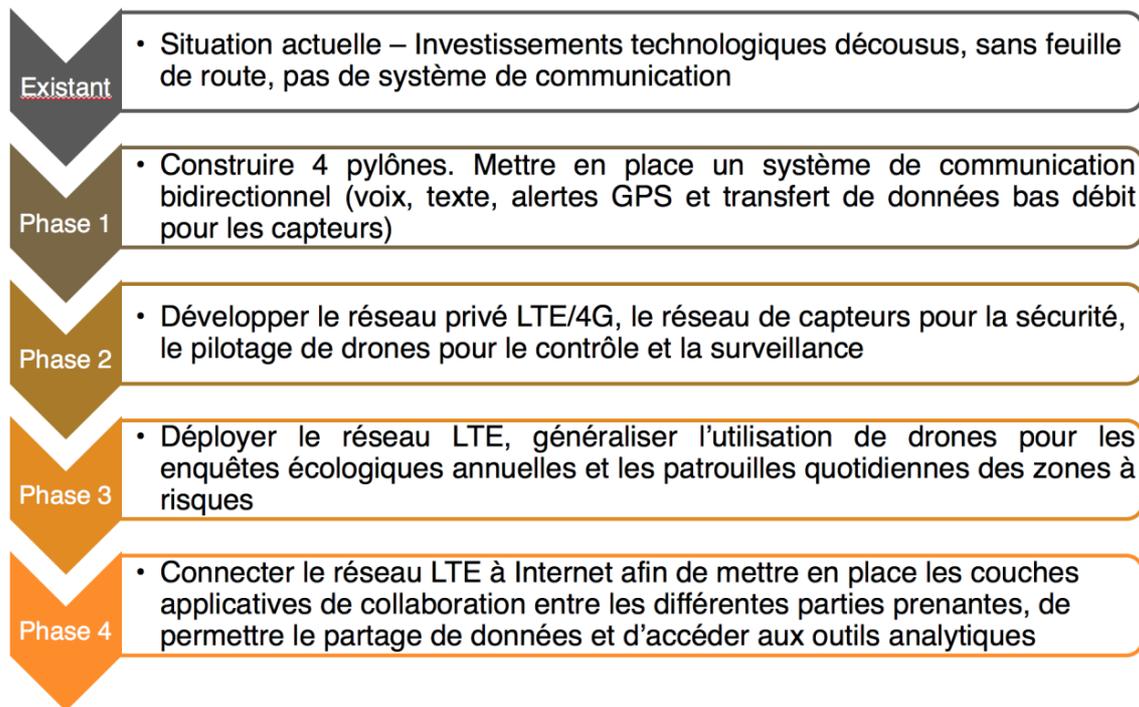
Fig 6 : Les types de technologies et les avantages qu'ils peuvent apporter à l'efficacité de la gestion du Parc National de la Pendjari

Domaine d'application	Technologies envisagées et bénéfices attendus
Communications	Système alliant radio/messages/GPS + réseau privé 4G qui apportera plus de sécurité au personnel et aux visiteurs, améliorera la coordination, et permettra la transmission de données IoT
Surveillance, évaluation & élaboration du programme	Réseau de capteurs connectés à distance, complété par une surveillance par drones, intégrés avec de puissants outils analytiques qui amélioreront la base de données et permettront une élaboration efficace du programme
Surveillance et réponse aux menaces pour la faune	Utilisation de caméras de surveillance, de drones et de capteurs acoustiques qui amélioreront considérablement la détection de menaces et fourniront des alertes pour permettre une riposte rapide et efficace
Sécurité des visiteurs et du personnel	Des dispositifs de sécurité satellite et GPS pour fournir des alertes de sécurité avant la mise en place de radio VHF
Communautés locales	Alertes provenant de capteurs IoT qui déclencheront des actions de dissuasion et d'éloignement
Tourisme	Applications mobiles avec géolocalisation qui permettront aux visiteurs de préparer leur visite, de se repérer sur place et d'obtenir des informations sur ce qu'ils voient en temps réel
Gouvernance et collaboration	Utilisation d'outils de management et de communication qui permettront aux différents acteurs de faciliter la gouvernance et de rationaliser les différentes actions

L'approche de déploiement progressif ci-dessous suppose qu'une stratégie de contrôle du matériel, de gestion, d'entretien, et de formation du personnel soit en place dès le départ. La phase

d'investissement au niveau 1 comprend les infrastructures sur lesquelles les phases ultérieures peuvent évoluer (mâts, couche de transmission, couche de demandes), ainsi que des cas qui apportent une valeur immédiate (par exemple la sécurité et les communications vocales, les alertes braconniers et la surveillance écologique). L'approche propose un pilotage rigoureux des cas d'utilisation sur le terrain avant le déploiement complet. La vitesse de progrès entre les phases est une question de choix et dépendra de ressources, de la réussite des pilotes et de la capacité organisationnelle.

Fig. 7 : Une approche progressive pour l'investissement technologique dans le Parc National de la Pendjari



Avantages du programme proposé

Le programme proposé apportera une meilleure préservation de l'équilibre écologique dans le parc, et permettra de recentrer les ressources sur des activités vitales, à plus forte valeur ajoutée. En particulier, il apportera :

- Une amélioration de la communication et de la sécurité au sein du parc pour le personnel et les visiteurs
- Une collecte de données précises et à jour, et un meilleur mécanisme de transmission des informations aux autorités, renforçant ainsi leur confiance dans les valeurs des programmes de conservation
- L'identification immédiate des menaces des braconniers et des bûcherons, permettant une réponse rapide
- L'amélioration de la communication entre les intervenants, leur collaboration et leur gestion

7. Business case des solutions sélectionnées

Introduction

Dans cette vision globale, huit technologies ont été sélectionnées pour élaborer des *business cases*, sur la base des critères suivants :

1. Les attentes/besoins des parties prenantes
2. Leur contribution par rapport à la vision décrite dans la section précédente
3. Leur potentielle contribution à l'efficacité des initiatives de conservation du Parc National de la Pendjari
4. La capacité du personnel du parc de la Pendjari à gérer le déploiement des technologies, dans le cadre du plan de déploiement par phases

Les applications sélectionnées sont les suivantes :

1. Infrastructures de communications comprenant les technologies VHF et LTE
2. Véhicules aériens sans pilote (UAV) - Drones pour la surveillance écologique
3. Véhicules aériens sans pilote (UAV) - Drones et caméras connectées pour la surveillance
4. Caméras-pièges connectés pour la surveillance écologique
5. Capteurs acoustiques de surveillance
6. Systèmes d'Information Géographique pour la surveillance des habitats naturels
7. Dispositifs d'urgence de communication par satellite
8. Couche applicative comprenant outils analytiques, connectivité, stockage et plateforme de collaboration

Veillez noter que les coûts fournis dans les *business cases* sont indicatifs et basés sur une recherche rapide des fournisseurs de technologie en fonction des critères d'exigence. Le pré-requis pour pouvoir élaborer un business case est d'identifier les critères de sélection et d'établir un sourcing pour définir les besoins précis de la solution technologique et pour sélectionner des fournisseurs compétitifs. Dans ce document, lorsque les coûts annuels sont fournis, nous sommes partis de l'hypothèse où une phase représente une année calendaire.

Infrastructures de communication

LE DÉFI

Le Parc National de la Pendjari n'utilise presque aucune infrastructure de communication. Il n'y a pas de réseau Internet ou de couverture de téléphonie mobile. Le système de radio existant est actuellement en désuétude (s'il est encore fonctionnel, une évaluation de sa pertinence et de son évolutivité devra être réalisée avant d'investir dans un nouveau système). Le parc emploie des employés qui patrouillent à pied pour mener des études écologiques et pour gérer les attaques qui menacent les espèces sauvages. Le personnel a besoin d'un système pour améliorer la communication afin qu'ils soient en mesure de mieux coordonner leurs efforts. Ceux-ci ainsi que les visiteurs du parc ont également besoin d'un système de communication avec géolocalisation lorsqu'une action de sauvetage ou de renfort est nécessaire. En outre, la surveillance écologique est limitée par le manque d'infrastructures de communication. Les caméras-pièges sur le terrain nécessitent une récupération manuelle de leurs données, ce qui constitue un travail fastidieux. Le

manque de communications empêche le déploiement d'autres solutions technologiques, tels que des capteurs acoustiques connectés ou des drones.

OPTIONS ENVISAGÉES

Option	Description	Avantages	Inconvénients
Pas de changement	Continuer à gérer le parc sans communication	<ul style="list-style-type: none"> Aucun investissement supplémentaire nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> Impossible d'améliorer de façon significative les possibilités technologiques sans comms Risque permanent pour le personnel du parc, les visiteurs et les ressources
Diffusion radio FM	Diffusion unidirectionnelle pour fournir des informations/alertes aux visiteurs et au personnel	<ul style="list-style-type: none"> Faible investissement Facile à déployer 	<ul style="list-style-type: none"> Unidirectionnel Messages sont reçus seulement si les radios sont allumées Ne résout pas les problèmes de sécurité
Déployer un système de communications avec des pylônes	Pylônes qui seront déployés dans l'ensemble de la Pendjari, à une hauteur suffisante pour fournir une couverture globale. Une fois construits, n'importe quelle technologie de communication peut être ajoutée (LTE, VHF, Sigfox, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Coûts d'utilisation faibles : coûts de transmission pour les systèmes privés de communication faibles Flexible : de nombreuses antennes de technologie différente peuvent être installées sur les pylônes 	<ul style="list-style-type: none"> Frais d'installation importants (voir §Coûts) Les pylônes peuvent devenir la cible d'actes de vandalisme Possibilités de zones noires dans la couverture Besoin de compétences spécialisées
Communications satellite où la vitesse est importante (voix, alertes)	Systèmes de détection de menaces et alerte de sécurité utilisent la communication par satellite, d'autres systèmes (e.g. caméras pièges) utilisent des communications terrestres	<ul style="list-style-type: none"> Aucun coût de construction initial Faible dépendance sur les compétences Peu de maintenance « Plug and play » : prêt à être utilisée immédiatement Système immunisé contre le vandalisme Peut être utilisé comme complément de secours à radio terrestre 	<ul style="list-style-type: none"> Coûts d'usage élevés Impossible d'utiliser le satellite pour tous les cas d'usage

Drones alimentés par énergie solaire(Google, Facebook)	Drones ou ballons volant à haute altitude au-dessus du parc et fournissant une connectivité internet à bas prix	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun investissement initial car les ballons seront fournis dans le service • Faible dépendance sur les compétences • Pourrait être rentable (coûts inconnus pour l'instant) • Devrait éviter les problèmes zones non couvertes 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie non mature. Les détails du service n'ont pas encore été communiqués par Facebook • Aucune date précise pour une utilisation opérationnelle dans la Pendjari
--	---	--	--

SOLUTION RECOMMANDÉE

L'approche que nous recommandons consiste à déployer une série de pylônes qui facilitera l'utilisation d'une gamme de technologies et de systèmes de communication. Il est proposé de suivre quatre phases de déploiement, chacune s'appuyant sur les possibilités prévues dans la phase précédente. L'avantage de ceci est que les coûts d'installation sont étalés de façon à convenir à toutes les contraintes budgétaires, et que les capacités des technologies mises en place peuvent être évaluées et améliorées de façon continue. La première phase va tester et implanter un système de radio bidirectionnel (DMR) à laquelle des fonctionnalités LTE pourront être ajoutées, après une phase de test. Nous travaillons avec deux fournisseurs, Baicells et Motorola, qui seront en mesure de fournir la technologie dans les coûts indiqués dans ce rapport.



Antenne Baicells LTE pour le haut débit dans les zones rurales

Le déploiement progressif par phases est résumé ci-dessous :

Phase 1 : Quatre pylônes de communication vont être construits, chacun équipés de panneaux solaires et d'antennes de radio numérique mobile bidirectionnel (DMR) reliées par des liaisons micro-

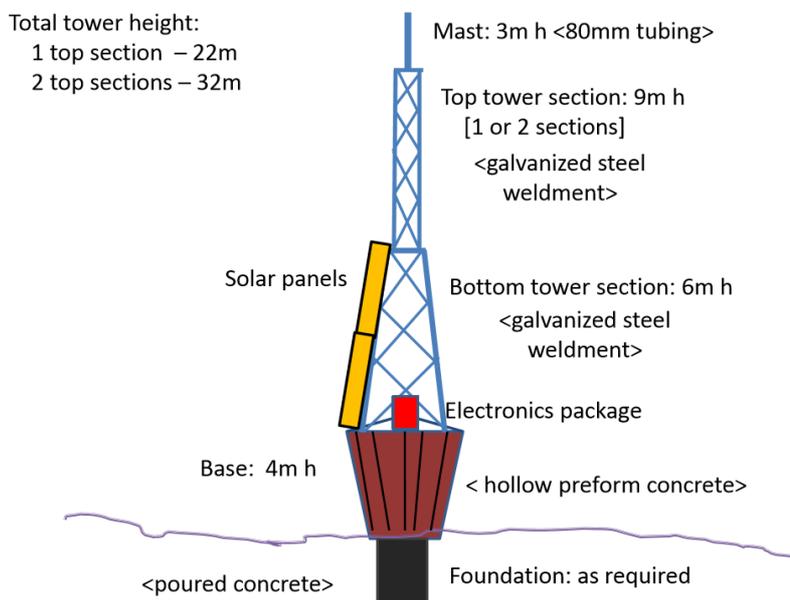
ondes point à point. Un serveur de contrôle maître pour le tableau DMR sera mis en place. Le personnel pourra utiliser des postes de radio portatifs, des radios sur leur véhicules, ainsi que des stations fixes de radio. Une formation leur sera apportée et du matériel de rechange leur sera fourni. Des messages textes et, éventuellement, de géolocalisation pourront être envoyés. Les visiteurs seront également en mesure d'utiliser ces radio, en cas d'urgence. Le signal couvrira tous les domaines du parc ouverts aux visiteurs et environ quatre cinquièmes de la superficie totale.

Phase 2 : Un pylône supplémentaire sera ajouté, ce qui devrait être suffisant pour que le signal radio couvre l'ensemble de la Pendjari. En outre, le premier nœud privé de téléphonie mobile (LTE) est installé sur le pylône au Nord du parc couvrant une zone de plus 25 km de diamètre. Cela permettra le test des applications mobiles dans le parc, et de la remontée de données provenant des caméras-pièges et des capteurs acoustiques.

Phase 3 : Le service LTE est étendu grâce à l'ajout de deux nœuds LTE supplémentaires sur les pylônes existants. Un serveur de contrôle maître pour la téléphonie et les services de messagerie sera mis en place. Compatible avec de nombreux smartphones de type Android. Les services LTE seront utilisables à des fins de surveillance et de gestion écologiques, telles que la surveillance, la détection de mouvement, des intrus, et des capteurs acoustiques parmi d'autres.

Phase 4 : Le système LTE est étendu aux deux derniers pylônes. Un lien longue-distance micro-ondes vers le centre le plus proche permettra de relier ce réseau privé à Internet et à la téléphonie classique. Des hotspots ou modems LTE seront ajoutés pour une utilisation fixe du service aux camps et dans les autres secteurs très fréquentés, ce qui donnera accès aux services de messagerie, de téléphonie et aux bases de données. Des ordinateurs seront mis à disposition à des emplacements fixes donnant accès aux applications de surveillance et de gestion. Les équipements informatiques fixes et mobiles seront intégrés dans une matrice partagée d'applications.

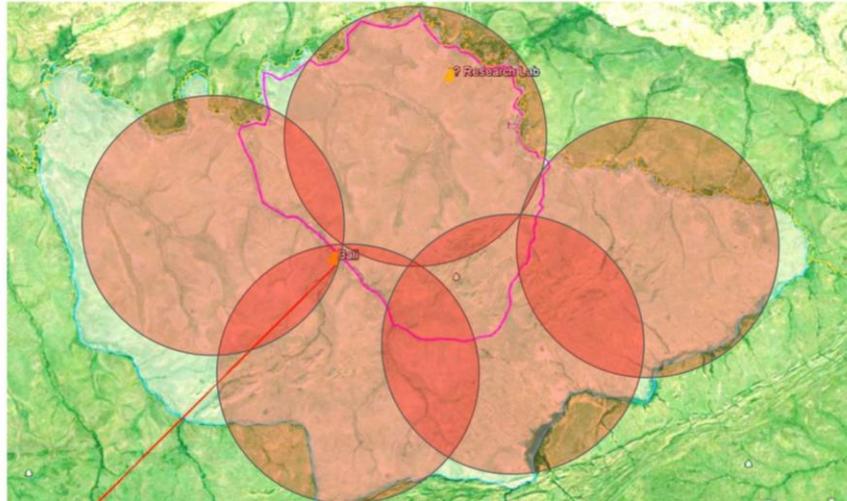
Fig 8 : Design indicatif de la structure du pylône



Une fondation en béton avec un cône en béton inversé et préformé fournira une protection de sécurité contre d'éventuels vandales qui chercheraient à escalader la structure, contre les coups de feu et autres tentatives d'altération et de sabotage. Il fournit également une protection contre les dommages causés par la faune. Le pack électronique est sécurisé à la base de la tour, au-dessus de la base en béton, ce qui permettra de le protéger des coups de feu et de prévenir son accès par des intrus. Un couplage satellite permettra de réduire les risques associés aux éventuels dommages causés sur la structure.

Chaque structure individuelle offrira une couverture LTE de 25km de diamètre, ce qui signifie qu'un agencement de cinq tours pourra offrir une couverture sur la majorité du parc (voir Fig. 9)

Fig 9 : Point mise en page des cinq tours au sein de la Pendjari National Park



Surveillance

Les caméras de sécurité fonctionnant 24 heures sur 24 pourront être connectés via la technologie LTE, ce qui permettrait une surveillance continue du centre de contrôle et un envoi des alertes au personnel du parc si les caméras sont déclenchées par un mouvement ou un son. Les alertes de texte par radio seront disponibles au sein de la première phase, et au sein de la troisième phase, celles-ci pourront être étendues à des alertes sur smartphone via LTE.

Sécurité

La capacité de communiquer avec les autres membres du personnel, d'appeler à l'aide, de relayer des informations précises d'emplacement et de demander du renfort permettrait d'améliorer la sécurité du personnel qui traite des incidents. En outre, la localisation des visiteurs pourra être communiquée sans fil, afin que dans l'éventualité où des personnes se perdent ou sont en difficulté, le sauvetage puisse être lancé immédiatement et efficacement. La sécurité des visiteurs sera donc améliorée, ce qui augmentera la confiance des touristes et améliorera la réputation de la Pendjari comme une destination de voyage en tant que telle et générera plus de revenus pour le parc.

Surveillance écologique

La collecte des données écologiques peut être automatisée, dans la mesure où les capteurs pourront envoyer leurs données à un système central via LTE. La récupération manuelle des données ne sera plus nécessaire, libérant ainsi du temps pour le personnel ce qui leur permettra de se concentrer sur des tâches à plus haute valeur ajoutée. Cela sera particulièrement utile pour les caméras-pièges déployés à distance et pour les capteurs acoustiques.

RÉSULTATS ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats prévus :

- Réseau de communication mis en place au sein de PNP
- Alertes automatisées et réponses rapides aux incidents
- Situations de sécurité traitées avec rapidité et efficacité
- Partage de données et d'informations entre scientifiques et personnel, aidant une prise de décisions

- Collecte automatisée des données écologiques à distance, ce qui améliore la connaissance et la conservation du parc
- Augmentation du tourisme à mesure que les infrastructures du parc s'améliorent et amélioration de la réputation du parc concernant la sécurité des visiteurs

Facteurs critiques de succès :

- Le Gouvernement du Bénin doit autoriser l'utilisation des fréquences radio VHF et 700MHz LTE
- Les pylônes sont correctement entretenus et protégés contre les menaces
- Les emplacements des pylônes sont choisis avec soin afin de minimiser les menaces des intrus ou d'animaux sauvages
- La couverture du parc est quasiment totale et n'est pas affectée par d'éventuels obstacles qui créeraient des zones d'ombre
- La vitesse de remontée des données est suffisamment grande pour permettre une surveillance en temps réel, une communication immédiate et la collecte automatique de données

COÛTS ET RISQUES

Coûts

	US\$			
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Construction des pylônes	48000	12000	-	-
Énergie solaire	20000	30000	10000	10000
Liens micro-ondes	8000	8000	-	28000
Base antennes	10000	4000	-	-
Mobile/portable	8000	4000	-	-
Nœuds LTE	-	36000	72000	72000
Serveurs de communication	-	-	-	50000
Smartphones	-	-	20000	5000
LTE fixe	-	-	3000	10000
Design	20000	10000	10000	10000
Intégration	10000	10000	20000	20000
Applications	5000	5000	10000	20000
Total	129000	119000	142000	225000

Risques

Risques	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
Braconniers et autres intrus peuvent endommager l'infrastructure du pylône. Les coups de feu représentent un risque important.	Le réseau de communication devient inutilisable. Impossible d'envoyer des alertes, les incidents ne peuvent être traités.	Le design du pylône avec un cône en béton apporte un degré de protection. Les comms devraient apporter une valeur à toutes les parties prenantes, les motivant à les protéger. Les caméras devraient dissuader toute altération. Le système de couplage satellite peut agir comme un back-up en cas d'urgence.
Le signal peut ne pas couvrir une surface suffisante du Parc National de la Pendjari, en raison d'obstacles.	Crée des zones d'ombre où aucun signal ne peut être reçu, ce qui signifie aucune alerte ou communication dans ces zones	Il s'agit d'un risque faible dans la mesure où le profil topographique de Pendjari est plat, mais il faut en être conscient lors du positionnement des pylônes
La maintenance peut ne pas être fournie	Les pylônes et systèmes de communication tombent en ruine peu à peu	Le support de maintenance est garanti et inscrit dans le budget.
La formation n'est pas assurée pour l'utilisation et l'entretien du matériel.	Les pylônes et systèmes de communication tombent en ruine peu à peu	La formation fournie au personnel du parc est incluse dans le budget.

Véhicules Aériens Motorisés pour la Surveillance Écologique

LE DÉFI (this section has been revised, please check final version on Dropbox)

Les inventaires de la faune sont réalisés dans le PNP tous les 1 ou 2 ans et occupent un certain nombre de membres du personnel durant 2 à 4 semaines. Les inventaires se concentrent sur 20 à 30 espèces. Les inventaires des grands mammifères (éléphant, hippopotame, lion, buffle) se déroulent tous les 2 à 3 ans à l'aide de plusieurs équipes de 3 personnes et sont parfois pris en charge par des avions si le financement le permet. Les inventaires des carnivores sont réalisés tous les cinq ans. Les données provenant des enquêtes sont réunies en rapports par la direction du parc. Les changements d'habitat naturel et la propagation d'espèces envahissantes ne sont actuellement pas surveillés de manière régulière.

Le problème des rares et peu fiables relevés manuels entraînant une surveillance écologique limitée affecte la gestion du PNP et les parties prenantes, qui sont incapables de prendre des décisions éclairées pour favoriser la conservation du parc.

Le besoin est de fournir aux gestionnaires PNP et aux parties prenantes une visibilité régulière des changements de population d'animaux sauvages, des habitats et des espèces envahissantes, pour leur permettre de prendre des décisions éclairées de conservation en temps opportun.

OPTIONS ENVISAGÉES

Option	Description	Avantages	Inconvénients
Ne prendre aucune mesure maintenant	Continuer avec les enquêtes manuelles.	<ul style="list-style-type: none"> - Relevés transects manuels par les collectivités locales augmentent leur engagement dans la protection et la conservation. - Ces enquêtes sont chronophages mais à faible coût. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enquêtes sont conduites tous les 2-3 ans - Exactitude des résultats est considérée comme insuffisante.
Enquêtes réalisées avec des aéronefs pilotés	Mener des enquêtes avec des avions pilotés, hélicoptères.	<ul style="list-style-type: none"> - Service établi et éprouvé. - Les enquêtes peuvent être menées plus rapidement qu'avec des drones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cher à entreprendre – peut seulement être réalisé que rarement.
Drones à bas coût	Utilisation de drones à bas coût (comme HBS Skywalker) au lieu de drones professionnels.	<ul style="list-style-type: none"> - Moins d'investissements requis (investissement total inférieur à \$300 k pour plus de 3 ans). 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite une capacité technique pour exploiter et entretenir les opérations UAV - La charge utile transportable est plus faible, ce qui limite l'équipement de détection qui peut être utilisé.
Drone milieu de gamme	Mener des enquêtes avec des drones à ailes fixes capables de voler pendant 1,5 heures à la fois, piloté par le logiciel.	<ul style="list-style-type: none"> - Capable d'effectuer des relevés avec moins de main-d'œuvre sur une base plus fréquente. - Le logiciel permet d'analyser automatiquement les résultats. - Précision des résultats peut être mieux qu'avec des relevés transect manuels. 	<ul style="list-style-type: none"> - La mise en place et l'exploitation efficace d'un drone nécessite des ressources qualifiées et une gouvernance prudente pour que cela soit une solution durable

Option	Description	Avantages	Inconvénients
Drones longue portée	Enquête avec des drones de longue portée qui peuvent rester en vol plus de 6h d'affilée.	<ul style="list-style-type: none"> - Moins de main d'œuvre et d'opérations nécessaires car les drones peuvent être lancés depuis un emplacement fixe dans le parc. - Moins de drones sont nécessaires. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût des drones est significativement plus élevé (250 000€ chacun) ce qui les rend inabordables pour cette application.
Externalisation des opérations de surveillance écologiques par drones à une société tierce	Au lieu d'être réalisées par le management du parc, les opérations drones, traitement de l'image et l'analyse seraient réalisées par une société tierce	Devrait permettre d'améliorer la qualité et la fiabilité des opérations.	<ul style="list-style-type: none"> - Coûteux. - Limite le développement de compétences locales.

SOLUTION RECOMMANDÉE

Présentation de la solution

La solution que nous recommandons est d'utiliser des drones à portée moyenne, exploités par l'Agence du Parc de la Pendjari pour sonder toute la zone protégée et utiliser un logiciel pour déterminer les changements dans les populations, les habitats et la propagation des espèces envahissantes.

La solution se compose des éléments suivants :

1. **Acquérir** : Les missions effectuées par des drones, dotés d'un pilote automatique, sont menées de façon à enregistrer systématiquement la globalité de la surface du parc.
2. **Consolider** : Les photographies haute résolution et multispectrales sont regroupées par logiciel de photogrammétrie en une carte orthomosaïque avec des images géo-référencées.
3. **Analyser** : Les populations d'animaux sauvages clés sont alors comptées manuellement ou avec l'aide du logiciel de reconnaissance d'image. La répartition de l'habitat est mappée et des algorithmes de détection de changements sont utilisés pour mettre en évidence les changements d'habitats et l'utilisation des terres au fil du temps. La propagation des espèces envahissantes est mappée si la signature multispectrale de l'espèce en question est connue, sinon l'emplacement peut être partagée pour une classification visuelle.
4. **Rapport** : Les tendances pour les populations, l'habitat et les espèces envahissantes sont ensuite mis à disposition sur une plateforme web pour le management du parc et les parties prenantes.

Détail de la solution

1. Acquérir

Le principe de cette solution est la capture d'images de qualité de l'ensemble du parc grâce aux enquêtes menées par les drones. Afin d'identifier efficacement les espèces sauvages clés et habitats, on estime que la résolution d'image requise est de 2-3 cm/pixel. Pour atteindre cette résolution avec des capteurs standard de caméra, les drones auront besoin de voler à une altitude d'environ 100m. Les images sont prises à l'aide de capteurs de caméra face vers le bas pour prendre des images photographiques et multispectrales à intervalles réguliers. Pour permettre aux images d'être mis à l'échelle correctement et regroupées en une carte orthomosaïque d'images géo-référencées, il est

important qu'il y ait un chevauchement suffisant entre les images suivantes et les images latérales prises lors des différents passages.

Pour effectuer une enquête unique sur l'ensemble du parc, il est nécessaire d'effectuer de multiples vols chacune avec une trajectoire de vol unique. Les drones volent en pilote automatique le long d'une trajectoire prédéfinie, ce qui signifie que des pilotes ne seront pas nécessaires.



Exemple de la trajectoire de vol d'un seul drone pour la cartographie

L'objectif est de minimiser le nombre de vols nécessaires pour couvrir la zone, afin de réduire le nombre de décollages et d'atterrissages. Les drones à ailes fixes semblent les plus pertinents puisqu'ils fournissent la plus grande autonomie. Ceux-ci ont une envergure comprise entre 1,5 m et 3m, peuvent atteindre actuellement des temps de vol d'environ 1,5 à 2 heures, et survoleraient entre 2,5 à 4 km² par vol pour une résolution suffisante, en incluant les chevauchements.

Exemples de Drones avec plus de 2 heures de temps de vol en autonomie :



Cumulus (Ciel-Watch)
 envergure d'aile de 1,65 m
<http://Sky-Watch.dk/Products/Cumulus/>



Nomad (Novadrone)
 envergure d'aile de 3M
<https://novadrone.com/>



HBS (Enquêtes de Calao)
 envergure d'aile de 1,8 m
<https://hornbillsurveys.com/Equipment/>

Pour ce business case, nous avons sélectionné le drone Cumulus de Sky-Watch. Il s'agit d'un drone de cartographie professionnelle qui peut être lancé à la main, peut voler en pilote automatique pendant 2 heures et peut automatiquement effectuer un atterrissage avec un parachutage à l'emplacement désigné. La raison du choix de ce drone est qu'il est robuste et fiable (permettant rapidité d'exécution), exige des compétences minimales à exploiter et à entretenir, et est suffisamment petit pour être facilement transporté.

En volant à une altitude de 100m, le Cumulus peut photographier des images à une résolution de 2,32 cm/pixel sur une superficie de 2,75 km² durant un vol de 2 heures.

Hypothèses :

Surface totale à couvrir	2 755 km ²
	275 500 hectares
Couverture par vol	275 hectares
Durée de vol du drone	2 heures
Temps moyen pour un aller-retour	0,5 heures
Durée du jour	8 heures
Vols / jour / drone	3 vols
Jours de vol par mois en moyenne	20 jours
Drones par équipe de lancement	2 drones

Calculs :

25% du Parc National de la Pendjari	688,75 km ²
	68 875 hectares
Surface couverte par un drone en un mois	16 500 hectares
Nombre de drones nécessaires pour couvrir environ 25% du parc en un mois	4 drones

Durée de l'enquête	Jours de vol disponibles	Nombre de drones requis	Équipes nécessaires
4 mois	80	4	2

Pour une enquête annuelle réalisée dans un délai de 4 mois (25% de la surface du parc par mois), l'installation nécessiterait 4 drones exploités par 2 équipes. Chaque équipe se composerait de 2 employés, se déplaçant avec un véhicule et munis de 2 drones. Chaque équipe suivrait un planning leur précisant l'endroit où lancer le drone et lancerait chaque drone 3 fois par jour (6 lancements par jour au total). Les drones seraient réglés sur le pilote automatique selon un plan de vol qui est chargé sur le drone avant le lancement. Les équipes iraient à la localisation de l'atterrissage pour récupérer le drone et échanger la batterie et la carte mémoire avant de procéder au lancement suivant. À la fin de la journée, les équipes retourneraient à la base et les données des cartes mémoires seraient remontées sur un ordinateur.

2. Consolider :

Un workflow automatique traite les images photographiées à l'aide de logiciels de photogrammétrie et les regroupe en une carte-image orthomosaïque géo-référencée du parc. Il existe plusieurs logiciels de photogrammétrie. Les exemples incluent Pix4Dmapper (<https://pix4d.com/>), AgiSoft Photoscan (<http://www.agisoft.com/>) et ERDAS IMAGINE UAV (www.hexagongeospatial.com). Pour ce business case, ERDAS IMAGINE UAV a été sélectionnée car elle est intégrée avec ERDAS Imagine, le système d'Information géographique (SIG) sélectionné. Chaque jour, comme une section supplémentaire du parc est recensée, les images seraient traitées automatiquement et ajoutées au SIG où une vision actualisée du parc peut être visualisée et comparée aux enquêtes précédentes.

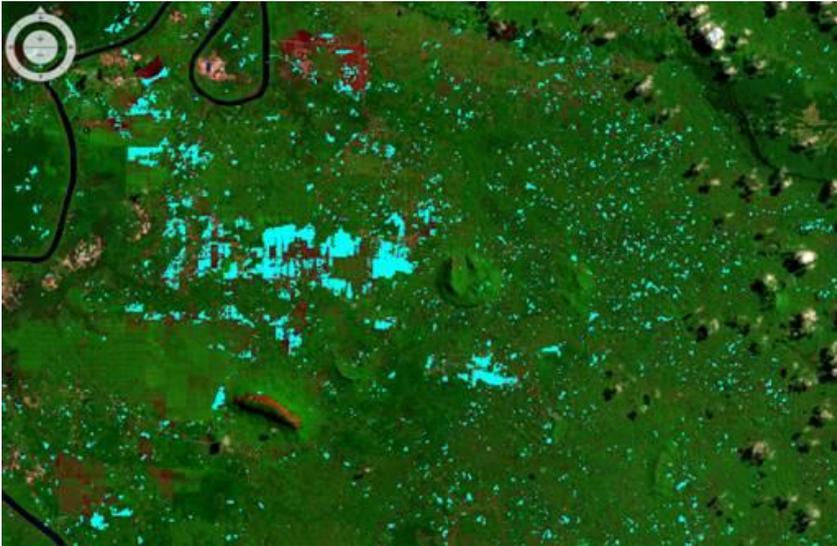
3. Analyser :

L'analyse manuelle et automatisée des cartes-images se dérouleraient dans le logiciel SIG, (ERDAS Imagine www.hexagongeospatial.com);

- Surveillance des Populations fauniques : Dans le cadre du SIG, ERDAS IMAGINE, l'outil de modélisation spatiale ou un module de reconnaissance d'image appelée Objective, servirait à

automatiser l'identification des espèces de la faune. Au début, les espèces de la faune devront être classées manuellement pour l'apprentissage du modèle, et par la suite le workflow sera en mesure de les identifier automatiquement. Le résultat final est l'identification des animaux individuels sur le plan en fonction de l'espèce (et potentiellement sexe et âge), à partir duquel le décompte, la répartition, l'estimation des populations et des tendances (par rapport aux périodes précédentes) pourront être générés automatiquement.

- Surveillance des changements d'habitat : au sein du SIG, ERDAS IMAGINE, l'outil de modélisation spatiale, servira à automatiser l'identification des différents types de végétation, routes, exploitations forestières et types d'habitats. Au départ, les différentes catégories seraient classées, et par la suite le workflow pourra les identifier automatiquement. Le traitement d'images serait configuré pour identifier visuellement les changements entre les images prises à des jours différents et calculer les statistiques de changement. Par exemple, un workflow de déforestation servirait visuellement à identifier les régions de déboisement et de calculer le pourcentage de perte et le taux.



Exemple d'identification de la perte de forêt entre 2 dates, où les zones bleues sont des régions de déboisement.

Surveillance des espèces envahissantes : Dans le cadre du SIG, ERDAS IMAGINE, l'outil spatial modèleur servirait à traiter la carte image multispectrale pour identifier automatiquement les espèces invasives classées et les espèces inconnues (potentiellement nouvelles espèces envahissantes). Le workflow spécifique serait configuré pour identifier visuellement les changements entre les images prises à des jours différents et calculer les statistiques de changement. Les emplacements des espèces inconnues seraient automatiquement déclarés pour une enquête de terrain et de classification.

4. Rapport :

Afin de maximiser la valeur des données analysées pour prendre des décisions, le SIG doit être intégré à un site web analytique appelé Smart M. Apps (www.hexagongeospatial.com). Cela permettrait aux parties prenantes et au management du parc d'examiner les dernières tendances sur les populations, l'habitat et les espèces envahissantes, à partir de n'importe quel ordinateur, tablette ou téléphone qui possède une connexion internet. De plus, les cartes récentes et plus anciennes du parc pourront être dynamiquement revues et comparées.

RÉSULTATS ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats prévus

- Fournit une plus grande précision dans le comptage des espèces animales .
- Offre une visibilité accrue des tendances des populations animales et potentiellement permet un nombre plus important d'espèces suivies

- Permet de surveiller une espèce animale supplémentaire de façon rétrospective
- Offre une visibilité accrue des changements d'habitat
- Offre une visibilité des tendances dans la distribution des espèces envahissantes et permet d'identifier plus tôt de nouvelles espèces envahissantes
- L'augmentation de la fréquence des enquêtes permet d'identifier des menaces et de prendre des décisions de conservation plus rapidement.
- La normalisation accrue et la reproductibilité des enquêtes permet une analyse détaillée et une vérification indépendante.
- Permet d'évaluer objectivement l'impact des programmes de conservation.
- Fournit des données synthétiques sur les tendances à l'équipe de management du parc et aux parties prenantes d'une manière accessible.

Facteurs critiques de succès

- Le choix de drones robustes, relativement faciles à entretenir et à exploiter, tout en étant viables et rentables.
- L'achat de drones de rechange et d'un kit complet de pièces de rechange permettant au service d'être rétabli aussi rapidement que possible en cas de perte de drones ou d'endommagement.
- La disponibilité du support technique à entreprendre une configuration logicielle à distance ou une résolution des problèmes qui ne peuvent être résolus par le personnel sur le terrain.
- La sélection du logiciel qui répond aux exigences de la PNP, est rentable et en mesure d'être durable.
- La formation du personnel PNP au fonctionnement, à l'entretien des drones et à l'utilisation du logiciel.
- Modalités de gouvernance qui garantissent que le service est disponible non seulement pour le personnel PNP mais aussi à d'autres (par ex. ONG) qui souhaiteraient en faire usage selon un planning pré-défini (avec peut-être quelques frais).
- Les données de l'enquête et les résultats doivent être rapidement partagées avec toutes les parties prenantes.

COÛTS ET RISQUES

Coûts

Ces coûts sont basés sur l'hypothèse d'une surveillance écologique de l'ensemble du PNP une fois par an (pendant une période de 4 mois).

Coûts du projet	Détails	Fréquence	Montant
Achat de drones	6 x Cumulus à \$20 000 chacun – 2 dans la phase 2, et 4 supplémentaires en phase 3	Une fois	\$ 120 000
Entretien annuel des drones	6 x Service/Réparation de drones à \$2 500/an/drone	Tous les ans	\$ 15,000
Achat de logiciel UAV/SIG	1 x licence du logiciel ERDAS IMAGINE, IMAGINE Objective & IMAGINE UAV - \$11 200 par licence à but non lucratif)	Une fois	\$ 11,200
Maintenance logicielle UAV/SIG	1 x Maintenance/Mise à jour logicielles IMAGINE \$1900 par année/licence	Tous les ans	\$ 1 900
Licence et installation de plate-forme web	Licence, configuration et hébergement pour Smart M. Apps web (plate-forme \$11 900 par année/licence)	Tous les ans	\$ 11 900
Achat de matériel informatique	1 x ordinateurs de bureau (~\$2 500 chacun) 3 x ordinateurs portables (~\$500 chacun) 2 x dispositifs de stockage de données (~\$1000 chacun)	Une fois	\$ 6,000
Travail	5 x employés (1 directeur/manager, 1 analyste, 3 opérateurs UAV) à une moyenne de \$13,5/jour et 240 jours travaillés/an	Tous les ans	\$ 16 200
Charges d'exploitation	2 x frais de déplacement au moyen de \$12/jour et 240 jours ouvrables/an	Tous les ans	\$ 5 760

Coûts pour le sourcing et la mise en œuvre de la solution sont non inclus.

Risques

Risque	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
Incapable de réparer /maintenir les drones	Capacité tombe en désuétude	Veiller à ce que la capacité à assurer une maintenance des drones est intégrée à la proposition dès le jour 1
Personnel incapable de faire fonctionner les drones et/ou les logiciels	Capacité tombe en désuétude	Assurer que la formation du personnel et/ou l'embauche de personnel qualifié est intégrée dans la proposition
Logiciel ne fonctionne pas comme attendu	Capacité tombe en désuétude	S'assurer que le logiciel est en mesure de répondre aux exigences
Le coût annuel est inabordable	Capacité tombe en désuétude	S'assurer dès le départ que les coûts sont abordables & durables
Drones perdus durant les opérations	Besoin d'acheter un nouveau drone	S'assurer que ce risque est intégré dans le budget. S'assurer que le modèle choisi est aussi fiable que possible, et que des pièces de rechange sont disponibles.

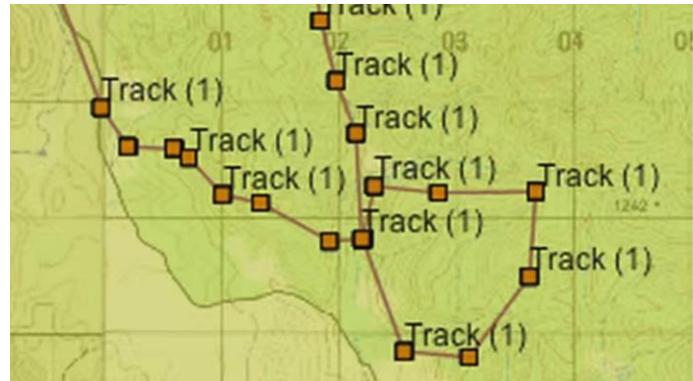
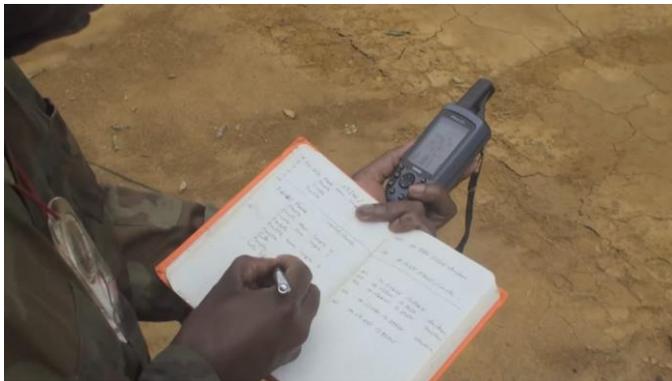
Véhicules Aériens Motorisés pour la Surveillance

LE DÉFI

Il est entendu que la biodiversité au sein du PNP est menacée par les activités des braconniers, de la déforestation illégale et d'éleveurs illégaux. La détection de ces menaces par l'intermédiaire de patrouilles aléatoires en véhicule et à pied a eu un succès mitigé en raison de la vaste zone géographique et les ressources limitées pour effectuer ces patrouilles. Le problème est particulièrement prononcé au cours de la saison des pluies, lorsque les animaux sont dispersés et que les patrouilles deviennent plus difficiles à mener.

Afin de résoudre ces problèmes, la société zoologique de Londres (ZSL) ont une initiative en cours et ont déployé au sein du PNP :

- SMART, qui est un outil permettant la remontée d'incidents dans une base de données de cartographie qui permet aux rangers de localiser les zones à risques de braconnage et de prendre des décisions efficaces en conséquence. Page Web : <http://www.smartconservationsoftware.org/Materials>



- INSTANT DETECT, qui comprend des caméras et des capteurs qui détectent des incidents et envoient des alertes en quasi-temps réel par satellite. Page Web : <https://www.ZSL.org/conservation-initiatives/conservation-Technology/instant-Detect>

Nous croyons qu'il est possible que les drones (UAV) soient en mesure de compléter ces deux technologies et de relever les défis suivants :

- Conduire efficacement jour et nuit la surveillance des zones à haut risque dans le parc, compte tenu des ressources limitées pour les patrouilles.
- Diriger les patrouilles à l'emplacement réel des intrus de jour comme de nuit et fournir des renseignements en direct pour permettre leur appréhension.

OPTIONS ENVISAGÉES

Option	Description	Pros	Inconvénients
Ne prendre aucune mesure maintenant	Continuer avec les patrouilles aléatoires avec le reporting SMART et les caméras satellite	<ul style="list-style-type: none"> - Aucun investissement supplémentaire requis 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible efficacité dans la détection des menaces surtout en saison des pluies et capacité limitée à appréhender les intrus dans la nuit ou loin de l'emplacement des caméras satellite.
Longue portée UAV (Surveillance permanente)	Utilisation de drones ayant une grande autonomie (6 à 12 heures) afin d'assurer une surveillance stratégique des zones à haut risque du parc pendant la journée ou la nuit.	<ul style="list-style-type: none"> - En mesure de fournir aux patrouilles ou aux équipes d'intervention rapides une vidéosurveillance en direct sur une zone étendue du parc durant de longues périodes de la journée ou de la nuit - Permet aux rangers d'optimiser où sont déployées leurs ressources limitées. - Capable de fournir aux patrouilles sur le terrain un soutien aérien au cours de leur intervention. - En mesure d'assurer une surveillance même lorsqu'aucune équipe ne patrouille dans le parc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investissement important pour des drones longue portée (200 000\$). - Ressources locales sont nécessaires pour exploiter et maintenir les opérations des drones. - Un ranger est nécessaire pour surveiller le flux vidéo live et déterminer si l'action n'est requise.
Courte portée UAV (Surveillance tactique)	Utilisation de drones avec une autonomie courte portée (20-40min) afin d'apporter une surveillance tactique de leurs abords immédiats pendant la journée ou la nuit.	<ul style="list-style-type: none"> - Moins d'investissement et d'expertise exigés comparés aux drones longue portée. - Les rangers sont en mesure d'améliorer l'efficacité et la sécurité de leurs patrouilles, car ils sont capables de voir au-delà de leur ligne de mire et de voir des intrus pendant la nuit. 	<ul style="list-style-type: none"> - La surveillance est limitée à la proximité (quelques kilomètres) de la patrouille des rangers et seulement pendant de courtes durées. - Doit être opéré par une patrouille (quand il n'y a aucune patrouille active, il n'y a aucun avantage).

SOLUTION RECOMMANDÉE

Présentation de la solution

La solution que nous recommandons est d'utiliser des drones à courte distance de portée pour augmenter les chances de détecter les activités illégales dans le parc et pour permettre aux rangers de localiser et d'appréhender les intrus pendant la journée ou la nuit.

Basé sur l'intelligence fournie par SMART, les patrouilles de rangers se concentreront sur les zones à haut risque du parc ou répondront aux alertes émises par les caméras satellites en se déplaçant vers l'emplacement. La patrouille porterait un drone dans un sac à dos, et lorsque de la surveillance aérienne est requise, ils lanceraient le drone. Celui-ci inclura une caméra thermique haute définition (HD) caméras et un transmetteur radio qui permettra de diffuser la vidéo en direct à un ordinateur de poche contrôlé par un membre de la patrouille des rangers. Les caméras thermiques permettront d'identifier les intrus dans la nuit grâce à leur chaleur corporelle, ou à la chaleur d'un véhicule ou d'un incendie. Lorsque l'intrus est localisé, le drone serait configuré pour suivre l'intrus automatiquement, et la patrouille de Rangers se déplacerait alors pour l'intercepter et l'appréhender. Lorsque l'intrus est appréhendé ou lorsque le niveau de batterie descend sous un certain niveau, le drone retournerait aux rangers et atterrirait automatiquement.

Exemples de drones autonomes disponibles sur le marché, qui sont robustes et éprouvés pour la surveillance :

Courte portée



Huginn X1
(Sky-Watch)
Autonomie de 25 minutes
Portée de 2km de vidéo en direct
<http://Sky-Watch.dk/Products/Huginn-x1/>

Milieu de gamme



Heidrun V1
(Ciel-Watch)
Autonomie de 2 heures
Portée de 25km de vidéo en direct
<http://Sky-Watch.dk/Products/Heidrun-v1/>

Longue portée



Superbat DA 50
(Martin UAV)
Autonomie de 10 heures
Portée de 50km de vidéo en direct
<http://martinuav.com/UAV-Products/Super-bat-DA-50/>

RÉSULTATS ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats prévus

- Les rangers seront en mesure d'étendre la portée de leurs patrouilles et d'obtenir une visibilité sur des zones normalement inaccessibles.
- Les rangers seront en mesure d'identifier la localisation en temps réel de personnes non autorisées au cours de la journée ou de la nuit, ce qui leur permettra de les appréhender plus aisément
- Possibilité de fournir des preuves visuelles pour engager des poursuites.

Facteurs critiques de succès

- Les rangers sont formés dans le bon fonctionnement et l'entretien du drone de surveillance.
- Les rangers sont formés sur les mesures à prendre suite à une alerte donnée par une caméra satellite et ont la capacité de réagir rapidement.
- La sélection de drones et de caméras durables, relativement faciles à entretenir et à exploiter, tout en étant viables et rentables, dans le contexte des finances du PNP
- Les drones et caméras peuvent être endommagés. L'achat de drones de rechange, de caméras et d'un kit complet de pièces détachées permettra au service d'être rétabli aussi rapidement que possible.
- La disponibilité du support technique pour effectuer une configuration logicielle et pour résoudre les problèmes qui ne peuvent être résolus par le PNP personnel sur le terrain.

COÛTS ET RISQUES

Coûts

Coûts du projet	Détails	Fréquence	Montant
Achat de drones	1 x drone de surveillance de courte portée, contrôleur, piles de rechange et formation (par ex. Huginn X1 Sky-Watch estimé à \$ 50,000)	Une fois	\$ 50,000
Entretien annuel	1 x UAV Service/Réparation \$3,000 /drone/an	Tous les ans	\$ 3, 000

Risques

Risque	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
Incapacité à maintenir et entretenir le drone de surveillance	Capacité tombe en désuétude	Sélectionner un drone qui nécessite un minimum d'entretien. Dispenser une formation sur l'entretien et la maintenance.
Personnel incapable d'exploiter les drones et/ou logiciels	Capacité tombe en désuétude	Veiller à ce le personnel soit formé sur l'utilisation des drones
Le coût annuel est inabordable	Capacité tombe en désuétude	S'assurer dès le départ que les coûts sont abordables & durables
Drones perdus dans les opérations ou abattu par des braconniers	Besoin d'acheter un nouveau drone	S'assurer que ce risque est intégré dans le budget. S'assurer que le modèle choisi est aussi fiable que possible, et que des pièces de rechange sont disponibles.
Les rangers ne sont pas en mesure ou ne répondent pas aux alertes	L'investissement est inefficace	S'assurer que la planification comprend le développement d'une capacité de réaction rapide efficace

Caméra-pièges Connectés pour la Surveillance Écologique

LE DÉFI

Les caméras-pièges ont été utilisés dans le PNP depuis 2012 et servent à surveiller entre 20 et 30 espèces. Il y a actuellement 30 caméras-pièges dans le parc et environ 200 installations mis en place par d'autres organisations (universités et ONG). Les données sont collectées manuellement tous les mois par 2 membres du personnel sur une période de 6 jours. Les photos (environ 250 par caméra et par mois) sont ensuite manuellement analysées par un membre du personnel sur une période de 2 semaines. Une fois que les images ont été traitées, un membre du personnel prépare un rapport d'analyse pour l'équipe de management du parc, afin d'éclairer leurs décisions de conservation.

Le processus actuel de collecte, de traitement et de rapport sur la caméra-piège est chronophage, et il y a un manque de collaboration entre les parties prenantes. Ceci réduit l'efficacité de la recherche et de la surveillance écologique. En outre, actuellement une grande partie des caméras-pièges tombent en panne sur le terrain, ce qui n'est pas détecté jusqu'à ce que la caméra soit visitée.

Il est nécessaire de réduire l'effort dans le reporting de l'observation des espèces, augmenter la

qualité et l'étendue de la surveillance et accroître la collaboration entre les intervenants. Il est également nécessaire de réduire la proportion des caméras qui sont hors service.

OPTIONS ENVISAGÉES

Option	Description	Pros	Inconvénients
Ne prendre aucune mesure pour le moment	Continuer avec la collecte manuelle et le traitement manuel des caméras-pièges	<ul style="list-style-type: none"> - Aucun coût additionnel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Effort manuel à poursuivre - Collaboration inefficace entre tous les intervenants. - Grande redondance du travail effectué en double et des caméras non opérationnelles.
Caméras-pièges connectées à un réseau cellulaire privé	Les caméras-pièges transfèrent leurs données sur un réseau GSM / 3G. La bande passante accrue avec la 3G permet des images de meilleure qualité qui sont automatiquement remontées.	<ul style="list-style-type: none"> - Les caméras-pièges connectées à un réseau cellulaire sont disponibles sur le marché. - Si le système est basé sur un réseau cellulaire privé, les coûts d'usage seraient faibles. - Les images sont envoyées en quasi-temps réel, réduisant le délai entre l'observation et l'analyse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessiterait un investissement dans l'installation d'un réseau cellulaire privé.
Caméras-pièges connectées à un réseau local créé par un drone	Caméra-piège traditionnelle avec une carte mémoire et une connexion Wi-Fi. Un drone est utilisé pour survoler régulièrement la caméra-piège afin de recueillir les images prises.	<ul style="list-style-type: none"> - Aucun réseau cellulaire ou satellite n'est nécessaire pour collecter les données provenant des caméras-pièges. Cela réduirait les coûts en données. 	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie non éprouvée. - Il faudrait une utilisation significative de drones pour couvrir l'ensemble des caméras.
Caméras-pièges connectées à un réseau radio	Caméras-pièges avec des émetteurs radio.	<ul style="list-style-type: none"> - Peut s'ajouter au réseau radio utilisé pour les communications vocales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bande passante pour envoyer des images peut-être insuffisante. - Caméras avec des émetteurs radio compatibles n'existent pas : il devra être rajouté à la caméra.

SOLUTION RECOMMANDÉE

Présentation de la solution

La solution que nous recommandons consiste à remplacer les caméras-pièges existants par un réseau de caméras-pièges connectées au réseau cellulaire qui seront en mesure de transférer sans fil

les images prises vers une plate-forme cloud partagée qui rationalise, et si possible automatise, le traitement d'image et l'établissement de rapports.

La solution se compose des éléments suivants :

1. Acquisition

Les caméras-pièges connectées au réseau cellulaire fonctionnent de façon similaire à une caméra-piège traditionnelle, en prenant des photos en journée ou de nuit lorsqu'un mouvement infra-rouge les déclenche. Cependant, une fois qu'une photo est prise, au lieu d'attendre d'être recueillie manuellement, la photo est transférée en temps réel en utilisant une connexion cellulaire vers un serveur dans le cloud. Afin de pouvoir rester opérationnel sans maintenance pendant de longues périodes, chaque caméra serait reliée à un panneau solaire. Dans la mesure où les images sont transmises lorsqu'elles sont prises, les caméras-pièges endommagés ou mal dirigés peuvent être rapidement identifiés. Un exemple d'une caméra-piège professionnelle connectée à un réseau cellulaire, fiable et avec un temps de déclenchement rapide est :



PC900C cellulaire HyperFire
Caméra-piège cachée
professionnelle
(Reconyx)
<http://www.RECONYX.com/Product/PC900C-Cellular-HyperFire-Professional-Covert-IR>

2. Traitement

Les images brutes doivent donc être analysées afin d'ignorer les images vides et pour classer les espèces de la faune qui sont prises en photographie. Il est proposé que les images capturées soient importées automatiquement dans une plateforme partagée où les images peuvent être classées en dans un effort collaboratif. Cette catégorisation d'image peut être menée par des chercheurs du PNP et aussi pris en charge par la plateforme de crowdsourcing science citoyen comme Zooniverse (www.zooniverse.org) et MammalWeb (<https://www.mammalweb.org>). Comme ces caméras-pièges envoient les photos quasiment en temps réel, le nombre d'images à traiter chaque jour est relativement faible (en moyenne environ 8 photos par caméra par jour dans le PNP). Il est donc possible pour les chercheurs locaux de les traiter chaque jour au fur et à mesure de leur réception.

3. Elaboration de rapports (reporting)

Afin d'optimiser la valeur des images classifiées pour la prise de décision, il est proposé que la plateforme partagée inclurait ou intégrerait une plate-forme analytique qui fournirait des rapports de façon automatique. Comme les images sont classées, l'équipe de management du parc et les parties prenantes aurait la capacité de passer en revue les dernières images et tendances depuis n'importe quel ordinateur, tablette ou téléphone ayant une connexion de Internet.

En connectant toutes les caméras-pièges dans le parc à une plate-forme partagée unique, les parties prenantes et les chercheurs individuels auront accès à des données plus larges, avec un effort réduit pour collecter et traiter les données.

RÉSULTATS ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats prévus

- Réduire le délai entre le moment où la faune est observée par les caméras et le reporting
- Réduire l'effort manuel requis pour la récupération et la collecte des données
- Une augmentation du nombre d'espèces qui pourront être identifiées.
- Une augmentation du partage des images de caméras-pièges entre parties prenantes.
- Problèmes avec les caméras peuvent être identifiés immédiatement.
- Offre une plate-forme évolutive permettant d'ajouter des caméras supplémentaires.
- Implication potentiellement augmentée de la part de la population à travers la plate-forme de science citoyen.

Facteurs critiques de succès

- Les caméras-pièges sont déployées correctement (dans des lieux corrects et sécurisés, avec les bons réglages, etc.) afin qu'ils ne nécessitent pas de visites inopinées.
- La création d'une collaboration efficace entre les organisations qui ont besoin d'utiliser ces caméras-pièges.
- Le système de communication doit être en mesure de proposer un téléchargement des images à un coût durable.

COÛTS & RISQUES

Coûts

Les frais ci-dessous sont des estimations basées sur des hypothèses d'utilisation et des prix communiqués par les fournisseurs.

Coûts du projet	Détails	Fréquence	Montant
Appareil photo achat	30 x Caméras cellulaires (env. \$1000 chaque) et panneaux solaires (env. \$250 chaque).	Une fois	\$ 37 500
Appareil photo Installation	Installation des caméras et tests - 10 jours de 2 employés, incluant le transport (en moyenne \$40/jour)	Une fois	\$ 400
Appareil photo Entretien	Entretien des caméras, 2 fois par an, à chaque fois nécessitant 6 jours de 2 employés, incluant le transport (en moyenne \$40/jour)	Annuel	\$ 240
Plateforme partagée	Coût à déterminer.	Une fois	-

Remarque l'estimation des coûts suppose un réseau cellulaire disponible et n'inclut pas les frais de données réseau.

Risques

Risque	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
Participation partielle des parties prenantes pertinentes	Poursuite dans les efforts réalisés en double	Rendre le travail dans le parc dépendant du partage des données.
Coûts de données cellulaires est inabordable.	Système tombe en désuétude.	S'assurer que les frais sont bien calculés au départ et abordables.
Plateforme de partage ne répond pas aux besoins des utilisateurs.	Système tombe en désuétude.	S'assurer que les besoins des utilisateurs sont bien identifiés au départ et sélectionner la bonne plateforme.

Systèmes d'Information Géographique pour la Surveillance des Changements Habitat

LE DÉFI

Les habitats naturels, ainsi que la biodiversité qu'ils abritent, est touchée par l'exploitation forestière et l'élevage. En raison de la grande superficie du parc et des ressources limitées, il est difficile d'identifier les modifications de l'habitat naturel au sein du PNP et de prendre des décisions éclairées de conservation et de management en temps opportun.

Options CONSIDÉRÉ COMME

Option	Description	Pros	Inconvénients
Ne prendre aucune mesure maintenant	Poursuivre l'approche actuelle de surveillance de l'habitat.	Aucun investissement nécessaire.	Visibilité limitée des changements de l'habitat.
Utiliser les données de drones	Utiliser des images de résolution supérieure recueillies par des drones au lieu d'utiliser les données d'images satellite.	Les images de résolution plus élevées permettent une meilleure analyse et compréhension.	L'exploitation de drones pour couvrir l'ensemble du parc de façon régulière exige une gestion et des opérations importantes.
Utilisation des données provenant d'images satellite	Utiliser les images provenant d'un réseau de satellites.	Données satellitaires basse résolution sont disponibles gratuitement, sont fréquentes et complètes.	La résolution est faible et limitée par la couverture nuageuse.

SOLUTION RECOMMANDÉE

Présentation de la solution

La solution que nous recommandons consiste à utiliser une imagerie satellite, gratuite ou non, couplée avec un Système d'Information Géographique (SIG) afin de mettre en valeur automatiquement les changements d'habitat naturel au sein de la zone protégée.

En utilisant des flux de données satellites réguliers, cette solution permettra à l'équipe de management de la zone protégée et aux parties prenantes d'obtenir des mises à jour régulières sur les changements de l'habitat. Cette analyse et l'imagerie sous-jacente serait alors partagées avec l'équipe de management du parc et avec les parties prenantes via une interface web.

La solution se compose des éléments suivants :

1. Acquisition : Imagerie satellitaire

Il y a nombreuses constellations de satellites d'imagerie différentes selon les besoins. Il est proposé au départ d'utiliser une imagerie satellite disponible gratuitement et de configurer un logiciel pour télécharger les données dès qu'elles sont mises à jour. La principale imagerie satellite disponible gratuitement est :

- a. Landsat : Résolution de 30m et fréquence de rafraîchissement des images de 16 jours
http://Landsat.usgs.gov/Landsat_Search_and_Download.php

- b. Sentinel : Résolution de 10 à 60m avec différentes bandes spectrales et fréquence de rafraîchissement des images de 10 jours
<https://Sentinel.ESA.int/Web/Sentinel/Sentinel-Data-Access/Access-to-Sentinel-Data>

Un avantage clé des données de l'imagerie par satellite est que les anciennes données restent disponibles et peuvent être analysées pour mettre en évidence des tendances. Le défi majeur avec l'imagerie par satellite est la couverture nuageuse. PNP est particulièrement nuageux et il est estimé que seulement les images d'octobre/novembre à mars seront claires.

2. Traitement : Système d'Information Géographique

Il est proposé d'utiliser un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) comme ERDAS Imagine (www.hexagongeospatial.com). Le SIG sera configuré pour automatiquement importer et traiter les images satellites téléchargées dès qu'elles sont disponibles. L'imagerie par satellite sera alors disponible pour l'analyse et la détection des modifications mettra en évidence les changements de l'habitat naturel (végétation, couverture forestière, utilisation des terres) au fil du temps. C'est le même système de SIG qui serait utilisé pour appuyer la surveillance écologique à l'aide de drones.

3. Élaboration de rapports (reporting)

Afin de maximiser la valeur des données analysées pour une prise de décision, le SIG devrait être intégré dans une plate-forme analytique comme Smart M. Apps (www.hexagongeospatial.com). Cela permettrait à l'équipe de management du PNP et aux parties prenantes d'avoir la possibilité de passer en revue les derniers changements d'habitat et tendances depuis n'importe quel ordinateur, tablette ou téléphone équipé d'une connexion internet. En outre les cartes les plus récentes et anciennes du parc pouvant être lues et comparées dynamiquement.

RÉSULTATS ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats prévus

- Fournit une visibilité de haut niveau des modifications de l'habitat naturel à l'équipe de management du parc et aux parties prenantes de façon régulière.
- Une fois installée, l'analyse des changements et l'élaboration de rapports sont automatisés, minimisant le besoin de spécialistes.

Facteurs critiques de succès

- Les critères clés de la surveillance écologiques sont clairement précisées au début afin que les données satellite et les algorithmes de changement soient correctement configurés.
- Les organismes non-lucratifs/ONG/initiativtes de conservation de l'environnement arrivent à obtenir des images satellite de plus grande qualité à un coût faible ou inexistant.
- Les ressources appropriées sur le terrain sont formés à l'utilisation du SIG choisi.
- L'équipe de management du parc et les parties prenantes sont formés dans la façon d'accéder et d'interpréter les données.

COÛTS ET RISQUES

Coûts

Veillez noter que ces frais sont également inclus dans la partie sur l'utilisation des drones pour la surveillance écologique.

Coûts du projet	Détails	Fréquence	Montant
Achat de logiciel UAV/SIG	1 x licence du logiciel ERDAS IMAGINE, IMAGINE Objective & IMAGINE UAV - \$11 200 par licence à but non lucratif)	Une fois	\$ 11,200

Maintenance logicielle UAV/SIG	1 x Maintenance/Mise à jour logicielles IMAGINE \$1900 par année/licence	Tous les ans	\$ 1 900
Licence et installation de plate-forme web	Licence, configuration et hébergement pour Smart M. Apps web (plate-forme \$11 900 par année/licence)	Tous les ans	\$ 11 900
Achat de matériel informatique	1 x ordinateurs de bureau (~\$2 500 chacun) 1 x appareil de stockage de données (~\$1 000)	Une fois	\$ 3,500

Risques

Risque	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
Système n'est pas maintenu.	Analyse de changement d'habitat ne sera pas disponible.	S'assurer que la procédure d'entretien du système est en place. Traitement effectué par une société tierce ou hors du pays.
Les parties prenantes n'utilisent pas le système	Le système tombe en désuétude, et aucun avantage n'est acquis.	S'assurer que les parties prenantes sont impliquées au cours du projet et fournir des conseils sur la façon de l'utiliser.
Système n'utilise pas l'imagerie satellitaire nouvellement disponible (quand des satellites supplémentaires sont lancés).	Tous les avantages du système ne se concrétiseront pas.	S'assurer qu'une procédure est en place pour l'intégration de données satellitaires nouvellement disponibles.

Dispositifs de messagerie d'urgence par satellite

LE DÉFI

Actuellement, il n'y a aucune couverture cellulaire dans le PNP. Radios pour la communication du personnel ont été précédemment testées dans le PNP mais ne sont pas utilisées car ils ne fonctionnent pas. Des talkies-walkies sont utilisés par les rangers du parc, mais ceux-ci ont une portée limitée. Il n'y a donc aujourd'hui aucun moyen efficace pour les visiteurs ou le personnel de communiquer ou d'envoyer des messages d'alerte lorsqu'ils se trouvent en plein milieu du parc. Cela limite sévèrement l'efficacité opérationnelle du personnel et augmente le risque de sécurité pour les visiteurs et le personnel. Des incidents comme des pannes de véhicule, accidents et des braconniers agressifs ne peuvent être déclarés et peuvent constituer des dangers mortels en l'absence d'assistance. Le but de ce business case consiste à dessiner les grandes lignes d'une méthode durable d'alerte d'urgence, de communication et de géolocalisation.

Notez qu'il s'agit d'une solution à court terme si le déploiement recommandé d'un réseau de communications établi ci-dessus est finalement entrepris. Dans ce cas, les smartphones ou les radios VHF bidirectionnelles peuvent accomplir la même fonction.

OPTIONS ENVISAGÉES

Option	Description	Pros	Inconvénients
Ne prendre aucune mesure	Continuer avec aucune méthode de communication au sein de la PNP pour les visiteurs et les talkies-walkies simples pour le personnel.	- Aucun investissement supplémentaire requis.	- Pauvre communication du personnel. - Incapable de réagir efficacement aux menaces. - Risque pour la sécurité du personnel et des visiteurs.
Émetteurs-récepteurs radio & répéteurs	Installer les unités de répéteur radio dans tout le parc et l'utilisation des émetteurs-récepteurs radio pour la communication.	- Permet une communication voix & texte. - Aucun frais d'utilisation. - Permet un transfert bas-débit à court terme. - Relativement peu coûteux.	- Complexe à déployer, à maintenir et à utiliser. - Ne peut être durable compte tenu de l'expérience antérieure avec la radio PNP. - Pylônes peuvent être vandalisés.
Réseau GSM / 3G	Installer un réseau GSM / 3G qui couvre le parc	- Permettrait l'utilisation de smartphones avec tous les avantages du service Surveillance du.	- Pas viable pour l'opérateur public de réseau. - Un réseau privé est possible mais l'investissement est élevé.
Téléphones par satellite	Utiliser des téléphones satellites	- Simple à déployer – plug and play. - Technologie robuste.	- Dispositif cher et coût mensuel élevé.

SOLUTION RECOMMANDÉE

La solution proposée est de fournir un **Dispositif de Notification d'Urgence par Satellite (SEND)** pour chaque véhicule entrant dans le parc. En cas d'urgence, l'utilisateur peut cliquer sur un bouton SOS pour envoyer une alerte d'urgence qui inclue leur emplacement. Pour le suivi, les appareils fournissent des mises à jour régulières de leur emplacement pouvant être analysées par la direction du parc. Pour la communication, certains dispositifs permettent également d'envoyer des messages texte à d'autres dispositifs ou à des téléphones mobiles (Si elles sont connectés à un réseau de téléphonie mobile en dehors du parc).

Les dispositifs d'urgence de Notification Satellite (SEND) sont des appareils portatifs dotés de GPS et qui communiquent via un réseau de satellites commercial. Les alertes SOS et les messages, incluant la position GPS actuelle, sont transmises via le réseau satellite et sont envoyées par e-mail ou SMS. Les dispositifs fonctionnent sur des batteries rechargeables et peuvent être fournis avec une prise chargeur pour la recharge dans les véhicules.

Il est proposé que, lorsque les visiteurs entrent dans le parc, il leur soit fourni un dispositif de messagerie satellite avec des consignes sur la façon de l'utiliser, en échange d'une caution ou d'une redevance. Dans l'éventualité d'un problème au sein du parc, les visiteurs peuvent appuyer sur le bouton d'alerte pour demander de l'aide. Un accusé de réception peut être envoyé, et le visiteur peut être secouru. Avant de quitter le parc, le visiteur devra retourner l'appareil.

Il y a un certain nombre de Dispositifs de Notification d'Urgence par Satellite :



SPOT Gen3
(Réseau satellitaire de



DeLorme InReach SE
(Réseau de satellites iridium)



Briartek Cerberus
(Réseau de satellites iridium)

Globalstar)

La solution recommandée actuellement est la DeLorme InReach SE (<http://www.inreachdelorme.com/Product-info/inreachse.php>), car, en plus de l'alerte SOS, il permet la messagerie texte bidirectionnelle. Ceci permet la communication lors d'une urgence pour un échange d'informations pertinentes et permet au personnel de coordonner les opérations partout dans le parc.

Les alertes SOS peuvent être configurées pour être reçues par SMS ou par courriel à Tanguiéta. Les dispositifs SEND seraient fournis au personnel à Batia et Porga, qui recevraient également les alertes. Une fois l'alerte d'urgence reçue, des mesures appropriées doivent être prises. Lors du déploiement des dispositifs SEND, le processus d'alertes d'urgence serait défini.

UNITÉ D'ORGANISATION TCOMES ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats escomptés :

- Les visiteurs et le personnel peuvent déclencher une alerte d'urgence pour une assistance au sein du PNP.
- Les visiteurs et le personnel peuvent être localisés et communiquer partout au sein du PNP.
- Les rangers PNP et l'équipe de management peuvent communiquer par SMS partout au sein du PNP.

Facteurs critiques de succès

- Les dispositifs de messagerie par satellite doivent être rechargés régulièrement (en les reliant à l'allume-cigare du véhicule).
- Les visiteurs et le personnel doivent recevoir des consignes et conseils sur l'utilisation et le fonctionnement des dispositifs.
- Un système doit être mis en place pour fournir aux visiteurs les dispositifs et les récupérer quand ils partent.
- Il faut répartir les responsabilités pour prendre des mesures appropriées lorsqu'une alerte d'urgence est reçue.

COÛTS & RISQUES

Les coûts sont indicatifs et basés sur des prix communiqués par les fournisseurs.

Coûts du projet	Détails	Fréquence	Montant
Achat du dispositif	20 dispositifs de (DeLorme InReach SE) à \$380 chacun (livraison, activation & chargeur allume-cigare inclus) ; -10 pour les véhicules des visiteurs (pic maximal estimé par jour) -2 pour des emplacements fixes (Batia, Porja) -8 pour le personnel et véhicules PNP	Une fois	\$ 7,600
Abonnement de connexion	10 x \$270/an Plan Récréation (pour les visiteurs) -Incluant 40 messages/mois & illimité pings pour localiation 10 x \$540/an Expedition Plan (pour le personnel de la PNP) - messages/suivi/emplacement illimités Inc.	Par an	\$ 8 100

Risques	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
Perte ou vol de l'appareil	Besoin de remplacer le dispositif ce qui rajoute des coûts.	Connecter les dispositifs aux véhicules.
Le coût annuel est inabordable	Système tombe en désuétude.	S'assurer dès le départ que les tarifs sont abordables & et que le paiement peut être maintenu. Faire payer les visiteurs pour l'utilisation du dispositif

Réseaux de capteurs acoustiques

LE DÉFI

Il y a un besoin de surveillance écologique à long terme et à grande échelle afin d'établir des stratégies de conservation efficace. Les enquêtes de mammifères sont rares et pour de nombreuses espèces sont inexistantes. Cela gêne considérablement la fiabilité des estimations des populations et des tendances. Il y a également un besoin pour une surveillance en temps réel de plusieurs menaces, notamment la déforestation illégale, le braconnage et l'empiètement de l'habitat naturel par les agriculteurs.

De nombreuses espèces communiquent acoustiquement et peuvent être identifiées grâce à leurs appels caractéristiques à leur espèce. Un réseau de capteurs acoustiques peut être déployé et les sons émis par la faune collectés à distance. L'analyse du fichier audio peut être automatisée pour une identification efficace des espèces présentes.

La même technologie peut détecter les signatures sonores de plusieurs activités humaines, telles que des coups de feu, scies à chaîne et mouvement du véhicule. L'identification de menaces humaines permettrait de produire des alertes en temps réel qui seraient communiquées aux rangers et le personnel du parc pour une réponse rapide et décisive.

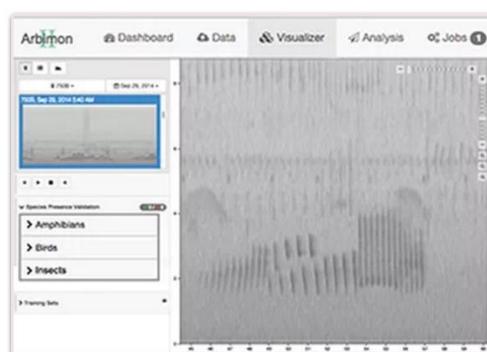
SOLUTIONS DE RECHANGE

Option	Description	Pros	Inconvénients
Ne prendre aucune mesure	Continuer sans réseau de capteurs acoustiques.	- Aucun investissement supplémentaire ne requis.	- Ne pas collecter de données sur les espèces et les menaces. - Aucune capacité de détection continue, à distance et à grande échelle.
Réseau de microphones + données recueillies manuellement	Installer des réseaux de microphones au sein du parc et collecter manuellement les cartes SD régulièrement.	- Facile à déployer. - Ne nécessite aucune infrastructure de communication existante. - Relativement peu coûteux. - Batterie longue durée par rapport aux caméras. - Moins visibles que les pièges de caméra – moins sujettes au vandalisme.	- Exige la récupération de données, ce qui pourrait prendre du temps. - Aucune alerte en temps réel, donc inefficace pour la détection et la réponse aux menaces.
Réseau de microphones + données transmises via le réseau sans fil	Installer des réseaux de microphones qui sont connectés à un réseau sans fil.	- Permet un suivi en temps réel. - Peut également être utilisé pour détecter les menaces (des coups de feu, la scie à chaîne, etc.) et envoyer des alertes.	- Plus cher. - Nécessite une infrastructure sans fil existante.
Classification automatique des espèces	Utilisation d'un logiciel qui permet l'identification d'espèces automatique à partir de fichiers audio.	- Traitement plus rapide des données. - Peut être appliqué à toutes les espèces (mammifères, insectes, oiseaux).	- Nécessite la configuration préalable avec des fichiers sonores de référence. - Taux d'erreur pouvant varier selon le type d'habitat et le bruit de fond
Classement manuel des espèces	Traitement manuel des données sonores et identification des espèces à l'oreille	- Pas cher. - Ne nécessite aucun pré-programmation. - Ne nécessite aucun spécialiste logiciel.	- Énormément de temps. - Exige un niveau élevé d'expertise. - Taux d'erreur élevé. - Retard de l'identification, ce qui signifie pas de surveillance en temps réel.

SOLUTION RECOMMANDÉE

Il existe sur le marché plusieurs dispositifs de détection acoustique totalement intégrés et pris en charge par des logiciels analytiques. Des dispositifs acoustiques couplés avec une prise en charge analytique est recommandé pour s'assurer que les données sont traitées correctement et peuvent être traduites en informations utiles pour les décisions de l'équipe de management.

La solution recommandée consiste à utiliser : AUTOMATED REMOTE BIODIVERSITY MONITORING NETWORK - Capteurs acoustiques ARBIMON et solutions de logiciel d'analyse.



Les capteurs sont relativement peu coûteux et de longue durée et peuvent être joint à un réseau sans fil existant. Ils sont alimentés par l'énergie solaire (un panneau solaire accompagne chaque appareil). Ils ont déjà été testés dans une gamme variée d'environnements et pour un certain nombre d'espèces différentes.

Le logiciel analytique est flexible et peut être configuré pour répondre à n'importe quelle espèce de l'échantillon choisi. La plate-forme cloud computing inclut une interface intuitive d'utilisation avec une identification de chaque espèce à l'aide d'algorithmes. L'offre permet une installation aisée des algorithmes d'identification propres à chaque espèce qui sont utilisés pour identifier automatiquement les espèces grâce aux sons qu'ils émettent.

RÉSULTATS ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats escomptés :

- La surveillance à distance d'une variété d'espèces est possible.
- L'automatisation de l'analyse générera des informations utiles rapidement à partir de gros volumes de données.
- Les menaces peuvent être détectées en temps réel pour des réponses rapides.

Facteurs critiques de succès

- Les microphones et logiciel analytique doivent être étalonnés correctement.
- Les réseaux sans fil existants doivent être en place pour faciliter la transmission des données acoustiques.
- Le logiciel analytique doit avoir un taux d'erreur suffisamment faible pour une évaluation précise.

COÛTS ET RISQUES

Les coûts sont indicatifs et basés sur des citations d'initiales auprès de fournisseurs.

Coûts du projet	Détails	Fréquence	Montant
Dispositifs de détection acoustique	10 dispositifs @ 2000 \$ chacun	Une fois	20 \$,000
Plateforme d'analyse	0,03 \$ / 1 minute d'enregistrement pour 1 an (1 heure par appareil par jour = $60 \times 10 \times 365 \times 0.03 = 6,570$)	Tous les ans	\$ 6 570

Risques	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
Perte ou vol de micro	Besoin de remplacer le dispositif – coûts supplémentaires.	Dispositifs sont bien cachés et sécurisés.
Le coût annuel est inabordable	Système tombe en désuétude.	S'assurer dès le départ que les tarifs sont abordables & paiement peut être maintenu. S'entendre sur les limites de données au préalable.
Aucune configuration préalable ou formation dispensée pour l'utilisation du logiciel analytique	Aucune analyse de données.	S'assurer de la configuration correcte d'un algorithme et dispenser une formation adéquate pour l'utilisation de l'outil analytique.

Couche application

LE DÉFI

De nombreuses zones protégées contiennent des solutions technologiques non connectées, qui peuvent être maintenues et entretenues par de nombreuses organisations et parties prenantes différentes ayant peu ou aucune collaboration entre eux.

Aujourd'hui, le manque de connectivité et de collaboration entrave les efforts de recherche en limitant les données disponibles pour les chercheurs. Les communications limitées ralentissent la prise de décision et les réponses aux incidents. Les données recueillies par ces dispositifs sur le terrain nécessitent une récupération manuelle pour qu'ils puissent être analysés, et donc il y a un retard significatif entre la collecte de données et l'analyse. Les capacités analytiques limitées peuvent causer une accumulation de données et réduisent l'utilité des données.

La solution consiste à mettre en place un système qui :

- fournit la connectivité aux dispositifs dans le domaine
- fournit un stockage des données et une utilisation d'outils analytiques dans le cloud
- autorise les communications et la collaboration entre les parties prenantes de la zone à protéger et entre les personnes et les autres à l'extérieur.

OPTIONS ENVISAGÉES

Option	Description	Pros	Inconvénients
Ne prendre aucune mesure	Continuer sans connectivité entre les dispositifs, aucune plateforme de collaboration entre le personnel et parties prenantes, et aucun outil analytique intégré.	<ul style="list-style-type: none"> Aucun investissement supplémentaire requis. 	<ul style="list-style-type: none"> Répétition des tâches. Collaboration est limitée par le manque de connectivité. Aucune alerte en temps réel. Processus décisionnel entravé. Pas d'alignement de la stratégie. Données limitées dans leur utilité.
Internet des objets, stockage et Analytique sans plateforme de collaboration	Dispositifs de champ sont connectés à la plateforme et peuvent être surveillés et recevoir des alertes et des données instantanées. Données peuvent être stockées et analysées.	<ul style="list-style-type: none"> Autorise le suivi en temps réel et la production d'alertes si nécessaire. Données peuvent être automatiquement stockées dans la base de données commune. Outils d'analyse partagées. 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessite l'appui externe de développeurs experts– peut être fourni à distance. Absence d'outil de collaboration contraint partage, engagement, collaboration.
IoT + Analytique + plateforme communautaire et collaboratif	Les capacités analytiques et de surveillance ci-dessus. En outre une plate-forme où les intervenants peuvent partager des idées, des connaissances et des meilleures pratiques.	<ul style="list-style-type: none"> Les avantages ci-dessus. De plus, la gouvernance sera améliorée, les décisions seront plus clairement communiquées à toutes les parties prenantes. Stratégies des acteurs mieux alignées. 	<ul style="list-style-type: none"> L'option la plus chère. Nécessite le plus grand soutien de spécialistes, mais peut être fourni à distance.

SOLUTION RECOMMANDÉE

La couche applicative est la troisième couche dans l'architecture de l'Internet des Objets (IoT) illustrée à la Section 6 et est conçue pour répondre à plusieurs défis, techniques et non techniques :

- La plate-forme de l'IoT** : La plupart des capteurs nécessitent un solide *back-end* avec qui communiquer, ce que nous pourrions appeler une plate-forme IoT. Surtout utilisé par les équipes techniques du parc ou par des fournisseurs, une telle plate-forme permet la gestion de tous les dispositifs sur le terrain. Il fournit une interface permettant de connecter des périphériques en toute sécurité et facilement à une base de données et permet le stockage sécurisé des données recueillies par les appareils. La plate-forme IoT contrôle le comportement de chaque appareil et fournit le traitement automatisé des données recueillies pour l'établissement de rapports. La plate-forme IoT est le facteur clé pour une utilisation durable et le regroupement des périphériques connectés. Il y a maintenant des fournisseurs de cloud proposant des plates-formes IoT, et ce service peut être acheté sur une base paiement à l'usage, relativement bon marché. Des ressources qualifiées sont nécessaires pour configurer la plate-forme aux exigences des dispositifs sur le terrain.
- Stockage des données et Analytique** : Cette plate-forme reçoit et stocke les données des dispositifs sur le terrain et est en mesure d'inspecter, nettoyer, transformer et modéliser les données dans le but de découvrir des informations utiles, suggérant des conclusions afin de soutenir la prise de décisions. Il y a maintenant des fournisseurs de cloud proposant des plates-formes IoT, et ce service peut être acheté sur une base paiement à l'usage, relativement bon marché. De nouveau, des ressources qualifiées sont nécessaires pour configurer mais cela peut s'opérer à distance.

- **Plateforme de collaboration** : Comme indiqué précédemment, le management du parc est entravé par la mauvaise collaboration entre les principales parties prenantes, allant des communautés locales, aux ONG nationales et internationales, et aux universités. Bien qu'ils partagent les mêmes intérêts, ces parties travaillent souvent dans l'isolement, sans discuter de questions, sans partager d'information, et parfois en dupliquant leurs efforts. Le manque d'outils participatifs empêche une collaboration efficace, conduisant à l'incompréhension et la méfiance, ce qui nuit à la cause de conservation efficace. Il y a plusieurs outils et plateformes de collaboration puissantes aujourd'hui qui facilitent les communications efficaces entre des groupes d'intervenants disparates, ce qui permet le partage et la discussion d'idées, d'informations et des meilleures pratiques. Alors que cette technologie n'est pas la panacée pour résoudre les questions culturelles enracinées, il a le pouvoir d'ouvrir des canaux de communication, même avec ceux qui n'ont qu'un simple téléphone mobile. Au fil du temps, si la volonté politique et le leadership sont là, ces plates-formes peuvent aider à transformer une culture de non collaboration en un réseau efficace de discussion, de partage, de recherche conjointe et d'un engagement effectif.

Cette couche applicative peut être fournie via le « Cloud ». Cet outil sur Internet permet l'accès à un pool partagé de ressources informatiques configurables (p. ex., réseaux, serveurs, stockage, applications et services) qui peuvent être rapidement configurés et libérés avec un effort minimal de gestion. Ces solutions de cloud computing et de stockage peuvent fournir à une zone protégée des capacités de stockage et d'analyse dans les centres de données, d'une manière qui évite les coûts d'infrastructure (ils sont souvent basés sur un modèle de tarification à l'usage) et réduit la maintenance et l'entretien des questions (ceux-ci peuvent être gérés à distance). Un des principaux avantages du cloud computing est qu'une fois configuré pour un AP, la même ressource peut être déployée et utilisée dans d'autres parcs, avec des coûts d'intégration et de déploiement réduits considérablement lorsque le modèle est reproduit. Ces services Cloud nécessitent une bonne connectivité Internet alors si elle n'est pas présente, ce n'est pas une bonne option.

La solution proposée consiste à mettre en œuvre une plate-forme intégrée fournie par le fournisseur de logiciel Salesforce avec trois principales capacités intégrées : IoT plate-forme (Heroku), Vague Analytique, communauté Cloud.

1. **Heroku**, la plate-forme IoT recommandée, permet de créer des applications en plusieurs langues qui peuvent évoluer en toute simplicité. Avec des apps flexibles et personnalisables par le biais de « buildpacks », nous pouvons obtenir une plate-forme sur mesure pour les données de surveillance recueillies par les dispositifs déployés sur le terrain.
2. **Vague Analytique** est un puissant outil d'analyse basé sur le cloud. Sa connectivité avec la Communauté Cloud signifie que les tendances et les résultats d'analyse peuvent être livrés aux contacts rapidement. Les apps de Vague Analytique peuvent être construits et personnalisés pour fournir le type d'analyse nécessaires pour chaque source de données.
3. **Communauté Cloud** peut être facilement configuré pour fournir plateforme SMS et en ligne qui est accessible depuis n'importe quel appareil, même avec un téléphone 2G, et utilisés par les parties prenantes de la Pendjari pour joindre ou former des groupes d'intérêt spécialisés, s'engager dans des discussions qui les intéressent, poser des questions, partager des fichiers et accéder aux informations pratiques. Une fois établie, la plate-forme peut être facilement développée pour englober les intervenants des autres parcs WAP, voire plus loin.

RÉSULTATS ET FACTEURS CRITIQUES DE SUCCÈS

Résultats escomptés :

- Les intervenants peuvent commencer à collaborer d'une manière qui était précédemment impossible et d'instaurer la confiance.
- Les périphériques connectés fourniront des alertes en temps réel.
- Les dispositifs peuvent être continuellement surveillés.
- Les informations peuvent être facilement partagées.
- Des quantités sans précédent de données peuvent être analysées.

- Un plus grand nombre de questions peut être posée sur les données, ce qui améliore la compréhension.

Facteurs critiques de succès :

- Une formation adéquate et un soutien continu est prévu pour éviter la désuétude de la plate-forme.
- Salesforce exploite une communauté de professionnels bénévoles appelés « Power of Us » qui peut fournir le support à distance, souvent sur bénévollement, ou à des coûts qui sont bien en deçà des niveaux commerciaux.

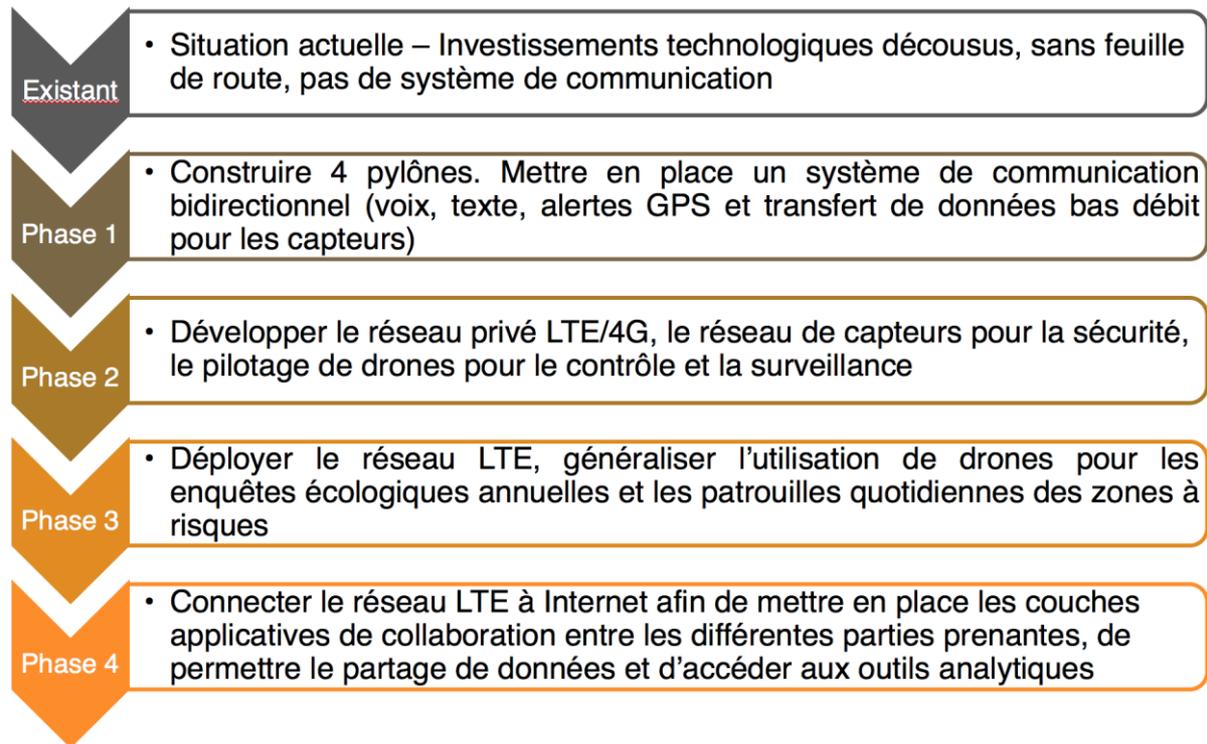
COÛTS DES RISQUES &

Coûts du projet	Détails	Fréquence	Montant
Communauté Cloud	100 utilisateurs : £588/ mois (766\$) 50 utilisateurs : 383 * 12 = 4596	Annuel	\$ 4 596
Vague Analytique	Doivent être fournis	Annuel	À DÉTERMINER
Plateforme IoT (Heroku)	Standard 1 x : \$25per dyno/mois	Annuel	4000 \$

Risques	Impact potentiel	Mesures d'atténuation
• L'adoption est lente	• Utilisateurs considèrent la plate-forme inutile. La plate-forme requiert une masse critique pour réussir	• Obligation pour le personnel du parc et des parties intéressées à devenir membres et de placer des données sur le système
• Les frais deviennent prohibitifs	• Plate-forme tombe en désuétude ou est annulée	• Intégration de plans prépayés dans un budget assurera des coûts anticipés et convenus au préalable
• Manque d'expertise en développement	• Plateforme ne peut pas livrer les résultats prévus et donc tombe en désuétude	• Entente avec les fournisseurs de plate-forme pour la fourniture d'assistance technique et de formation. Obtenir le soutien via le réseau mondial de « Power of Us »
• Manque de soutien continu	• Plate-forme n'est peut-être pas en mesure d'être développée, ou sur mesure ou mise à l'échelle. Elle restreint la connexion de périphériques, le niveau d'analyse qui peut être effectuée et le nombre de membres de la communauté	• Accord avec les fournisseurs de plate-forme pour un soutien continu. « Power of Us » de Salesforce offre des conseils continus à but non lucratif.

8. Coûts estimatifs de la phase de déploiement

La stratégie de déploiement progressif est résumée ci-dessous. Basé sur cette stratégie, le tableau ci-dessous fournit une estimation des coûts par type de technologie et par phase de déploiement. Aucune information sur le planning n'est donnée dans la mesure où aucune hypothèse n'a été faite concernant la durée de chaque phase de déploiement. Cependant, nous avons supposé que la durée de chaque phase était d'un an.



Résumé des coûts

	\$US				Ongoing operations and maintenance
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	
COMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE					
Mast construction	48000	12000	12000	12000	12000
Solar power	20000	30000	10000	10000	0
Links	8000	8000	0	28	0
Base radios	10000	4000	0	0	0
Mobile/portable	8000	4000	0	0	0
LTE nodes	0	36000	72000	72000	0
Comm servers	0	0	0	50000	0
Smartphones	0	0	20000	5000	0
Fixed LTE	0	0	3000	10000	0
Design	20000	10000	10000	10000	0
Integration	10000	10000	20000	20000	0
Applications	5000	5000	10000	20000	0
Subtotal	129000	119000	157000	209028	12000
DRONES FOR ECOLOGICAL MONITORING					
Drones Cumulus	0	40000	120000	0	0
Maintenance	0	5000	20000	20000	20000
Software	0	22000	0	0	0
Software Maintenance	0	1900	1900	1900	1900
Web platform	0	11900	11900	11900	11900
Itequipment	0	6000	0	0	0
Labour	0	5,832	29160	29160	29160
Operating	0	8500	25920	25920	25920
Subtotal	0	101132	208880	88880	88880
CAMERAS FOR ECOLOGICAL MONITORING					
Camera traps	0	37500	37500	37500	0
Camera installation	0	400	400	400	0
Camera maintenance	0	480	960	1440	1440
Analytical software	0	2000	2000	2000	2000
Subtotal	0	40380	40860	41340	3440
SECURITY AND SURVEILLANCE					
UAV purchase	0	8000	0	0	0
UAV maintenance	0	1000	1000	1000	1000
Subtotal	0	9000	1000	1000	1000
GIS					
GIS Software Purchase	0	11200	0	0	0
UAV/GIS Software Maintenance	0	1900	1900	1900	1900
Web Platform Setup and Licence	0	11900	11900	11900	11900
IT Equipment Purchase	0	14700	0	0	0
Subtotal	0	39700	13800	13800	13800
ACOUSTIC SENSORS					
Acoustic sensors	4000	16000	20000	0	0
Sensor analysis	1314	6570	13140	13,140	13,140
Subtotal	5314	22570	33140	13140	13140
Total	134314	331782	454680	367188	132260
4 year total				1287964	0