



KRAKEN RESORT  
★ ★ ★ ★ ★

**Rapport préliminaire sur l'impact  
environnemental du projet.  
Novembre 2019**

***Rapport produit par :***  
**Kraken Management**  
**Avistra International**

## Table des matières

1.	Mise en contexte .....	4
2.	Objet du rapport.....	5
3.	Sommaire exécutif.....	6
4.	Les préoccupations analysées .....	9
4.1	Dégradation des matériaux utilisés pour les Unités Hôtelières Flottantes (UHF).....	9
4.2	Corrosion, peintures et hydrocarbures .....	10
4.3	Impact lié à la construction .....	13
4.4	L'impact des ancrages sur le Fonds Marins .....	14
4.5	La récupération des eaux des unités hôtelières flottantes .....	15
4.6	La gestion et le traitement des eaux usées .....	18
4.7	L'approvisionnement en eaux .....	20
4.8	L'impact des ombrages sur les milieux de vie en fonds marins .....	21
4.9	L'impact des brise-lames de béton flottant .....	23
4.10	Les bruits des bateaux sur les écosystèmes maritimes.....	24
4.11	La gestion des gaz à effet de serre .....	26
4.12	Les mauvaises habitudes humaines .....	29
4.13	Les autres sources de contaminant.....	31
5.	Conclusion .....	33



## Liste des Annexes

Annexe I, ancrages fonds marins

Annexe I, ancrages écologies permanents

Annexe II, Enviro-septic

Annexe III, l'agriculture épuise l'eau souterraine à Dakhla

Annexe III, gestion durable de l'eau au Maroc

Annexe IV, usines de désalinisation et saumures

Annexe V, ONEKA Technologies

Annexe VI, Pêche et Océan Canada

Annexe VII, Étude de Clearseas

Annexe VIII, cartes réchauffement de la planète

Annexe IX, Les éoliennes et le solaire en lien avec la pluie

Annexe X, ECORoads

Annexe XI, la pollution par les mégots de cigarette



## 1. Mise en contexte

Le projet du Kraken Resort repose en grande partie sur un nouveau concept d'unité hôtelière flottante. Ces unités mobiles disposent de points d'attache prédéfinis et fixes.

Les promoteurs principaux du projet sont de fervents défenseurs de l'environnement et du développement durable. Ils souhaitent non seulement connaître les possibles impacts de leur projet sur la faune et les écosystèmes, mais sont également disposés à moduler leur projet, même si cela représente des coûts directs, pour adapter des composantes pour minimiser leurs impacts environnementaux.

Les clients du Resort devront d'ailleurs accepter une tarification qui inclut la neutralité de carbone en fonction de leur déplacement réel (reboisement international pris en charge par le complexe hôtelier) et un pourcentage du coût du séjour en donation à la Fondation Kraken, qui aura pour mandat de soutenir les interventions qui favorisent le maintien de la biodiversité non seulement à Dakhla, mais au niveau international.

Le projet a été développé selon les 13 règles de la charte de géotourisme de National Geographic.

La Baie de Dakhla est un joyau de biodiversité qu'il faut garder dans son état naturel.



## 2. Objet du rapport

Le présent rapport vise d'abord à identifier les possibles impacts du projet du Kraken Resort dans son ensemble sur l'environnement tant terrestre que maritime ainsi que sur la biodiversité. Il vise ensuite à répertorier et qualifier les choix stratégiques que les promoteurs envisagent pour minimiser leurs impacts environnementaux.

Tout le contenu de ce rapport sera repris par une équipe indépendante menée par le Dr Daniel Fortin, spécialiste en impacts de l'homme sur l'environnement de L'Université Laval, au Canada et l'équipe du professeur Aziz Benhoussa directeur du laboratoire « Biodiversité Écologie et génome » de l'Université Mohamed V de Rabat qui dispose de l'expertise des écosystèmes Sahariens et plus particulièrement dans l'extrême sud du Maroc, incluant la région de Dakhla.

Le rapport environnemental final servira de balise pour le développement technique final des unités hôtelières flottantes. Un premier prototype sera envoyé à Dakhla pour validation du respect des normes de protection environnementale édictées par le rapport final.

L'équipe du docteur Daniel Fortin et du professeur Benhoussa, suivront également toutes les étapes de construction terrestre et d'installations maritimes afin de s'assurer que l'ensemble du projet reste dans les balises de protection environnementale établies. Un suivi du projet pendant les opérations sera également fait par cette même équipe pour qualifier, quantifier et documenter les impacts environnementaux et voir les possibilités de mesures d'atténuation.

Toute la caractérisation de la biodiversité terrestre et maritime sera également faite par cette équipe d'expert, qui déterminera les actions à prendre pour protéger ou déplacer certaines espèces plus fragiles et sensibles.



### 3. Sommaire exécutif

Le présent rapport fait état des recherches préliminaires d'informations sur les possibles impacts du projet sur son environnement.

Le développement technique des unités hôtelières flottantes et du masterplan tiendront compte des éléments identifiés, et le rapport final des experts indépendants viendra dicter les modifications finales à apporter au projet avant sa mise en chantier.

On peut regrouper les éléments d'études en 13 grandes familles de préoccupations environnementales :

- Dégradation des matériaux utilisés dans la fabrication des Unités Hôtelières Flottantes (UHF);
- Corrosion, peintures et hydrocarbures;
- Impact lié à la construction;
- L'impact des ancrages sur le Fonds Marins;
- La récupération des eaux des unités hôtelières flottantes;
- La gestion et le traitement des eaux usées;
- L'approvisionnement en eaux;
- L'impact des ombrages sur les milieux de vie en fonds marins;
- L'impact des brise-lames de béton flottant;
- Les bruits des bateaux sur les écosystèmes maritimes;
- La gestion des gaz à effet de serre;
- Les mauvaises habitudes humaines;
- Les autres sources de contaminant.

Plusieurs mesures d'atténuation sont déjà intégrées dans le projet dans sa forme actuelle, et le rapport final viendra mesurer si l'ensemble de ces mesures sont pertinentes, s'il faut en ajouter et établir le plan de gestion environnemental pour planifier, mesurer et réagir pendant toute la durée de vie du complexe hôtelier terrestre et aquatique.



Voici la liste des principales mesures d'atténuation identifiées et documentées dans ce rapport préliminaire :

- L'utilisation de l'aluminium avec le processus de boehmitage et les structure d'acier CORTEN pour réduire au minimum les effets de la corrosion;
- L'utilisation de la cellulose de soja pour l'isolation, 100% naturelle et libre de tout impact sur l'environnement;
- L'utilisation de bois d'ipé et de cèdre traité thermiquement, contre les insectes et moisissures;
- Élimination des hydrocarbures des opérations (moteurs électriques, bancs de batteries et énergie solaire);
- Préfabrication des unités d'habitation en structure de conteneurs maritimes pour réduire les travaux en place;
- L'utilisation des ancrages permanents, de type corps mort, pour éviter la destruction des fonds marins;
- L'utilisation d'un système à quadruple sécurité pour le pompage des eaux grises et noires récupérées à 100%;
- Usine de traitement des eaux usées passifs sur place et système de valorisation des boues sceptiques;
- L'utilisation de la technologie ONEKA pour désaliniser l'eau de mer sans énergie autre que les vagues pour l'approvisionnement du complexe en eau potable;
- L'utilisation de barrières diphasiques et de murs acoustiques terrestres pour bloquer les sources de bruits aquatiques;
- L'imposition d'une taxe environnementale aux clients pour rendre leur séjour neutre en termes d'émission de CO2;
- L'utilisation de conteneur agricole The Growcer pour assurer l'approvisionnement en fruits et légumes frais tout en réduisant les besoins de transport;
- L'élimination de la vente de shampoing et crème solaire contenant des substances nuisibles pour l'environnement aquatique;
- L'éducation de la clientèle sur les mauvaises habitudes humaines.

Il est important de noter que la Commune de Dakhla via sa station d'épuration des eaux usées rejettent quotidiennement environ 30 000 mètres cubes d'eaux, ne répondant pas aux critères marocains de rejet, dans l'Océan Atlantique. Notre analyse des courants maritimes nous indique qu'une majorité de ces eaux reviennent vers l'entrée de la Baie.



Cette problématique devra être réglée avant les investissements massifs de construction du Resort.

Les promoteurs sont disposés à suivre toutes les recommandations environnementales afin de s'assurer de la viabilité à long terme de la Baie de Dakhla comme destination touristique.



## 4. Les préoccupations analysées

### 4.1 Dégradation des matériaux utilisés pour les Unités Hôtelières Flottantes (UHF)

Les structures flottantes seront construites en aluminium de deuxième fusion (aluminium recyclé qui nécessite 95% moins d'énergie pour être transformé que lors de la première fusion) ayant subi le processus de boehmitage qui améliore ses propriétés anticorrosives.

Même si le procédé de production de l'aluminium est énergivore, il reste le corps métallique le plus écologique puisqu'il ne se dégrade pas dans l'environnement et il est réutilisable à l'infini. Cette caractéristique de recyclabilité justifie l'abandon de la fibre de carbone et de la fibre de verre (les liants chimiques difficiles à décomposer et à rendre les produits de base réutilisables).

L'aluminium est présent naturellement dans les eaux des lacs, rivières et océans, mais en très faible quantité (entre 0,13 et 5 ppb). L'augmentation de cette concentration d'aluminium dans l'eau pourrait être néfaste pour la biocénose. Or l'aluminium ayant subi le processus de boehmitage doit être chauffé à très haute température pour que des particules se détachent et se retrouvent dans l'eau.

La structure de la section habitable des unités hôtelières flottantes sera faite de conteneurs maritimes recyclés. Ces structures d'acier Corten (acier auto-patiné à corrosion superficielle forcée) qui disposent d'une plus grande résistance à la dégradation, ne seront aucunement exposé à l'atmosphère et à l'eau et ne pourront donc aucunement se détériorer. La présence de particules oxydées dans l'eau liée aux unités hôtelières flottantes est donc très limitée.

L'isolation des portions habitables sera faite avec de la cellulose de soja 100% naturelle. Ce produit offre une protection contre le feu, la moisissure et les insectes. Même si ce produit venait à entrer en contact avec l'eau de la Baie, il n'y aurait aucun impact pour l'écosystème.



Toutes les surfaces de bois seront du bois traité par procédé thermique et non chimique. Aucun teinture ou protection chimique ne sera ajouté sur les surfaces de bois. Les bois d'ipé et le cèdre ont été choisi pour toutes les surfaces apparentes pour leurs caractéristiques de résistance aux insectes et à l'humidité sans traitement.

## 4.2 Corrosion, peintures et hydrocarbures

Le fer et l'acier doivent être peints pour une meilleure protection contre la corrosion. Les peintures mêmes dites écologiques sont tout simplement moins nocives pour l'environnement, mais sont encore nocives. Les particules de peinture se détachent des structures et se retrouvent dans les systèmes digestifs des poissons et ont un effet néfaste sur leur croissance et leur capacité reproductive. Les promoteurs n'utiliseront donc ni fer, ni acier, ni aucune peinture pour tout ce qui sera en contact avec l'eau de la Baie.

Selon une étude<sup>1</sup> réalisée par GEOMER, Institut Universitaire Européen de la Mer à Brest, les particules issues de peinture antisalissures qui recouvre la coque des bateaux et la combustion des hydrocarbures entraînent également la contamination des mollusques filtreurs (huîtres, palourdes, pétoncles...) qui deviennent impropres à la commercialisation.

Le carénage des navires entraîne également la libération de particules dans l'eau qui entre dans la chaîne alimentaire. Seul le carénage à l'éponge devrait être permis dans l'eau. Pour ce qui est des pontons d'aluminium qui seront utilisés pour les unités hôtelières flottantes du Kraken Resort, nul besoin de caréner pour limiter la corrosion et nul besoin de le peindre, puisque l'aluminium n'est pas affecté par la corrosion. Il ne faut que retirer les mollusques et autres organismes qui pourraient se fixer à la paroi. Cette tâche peut s'effectuer seulement avec une éponge rigide.

---

<sup>1</sup> Article scientifique de GEOMER parut en 2013.





En ce qui concerne les hydrocarbures, le Kraken Resort les éliminent complètement de ses opérations. Les voitures à essence sont arrêtées à l'entrée du site du complexe et tous les déplacements internes se font en voiturettes électriques ou pédestres.

Tous les bateaux de surveillances, services et traversiers seront propulsés par les moteurs électriques haute performance de l'entreprise allemande Torqeedo. En plus de n'utiliser aucun hydrocarbure, ces moteurs sont silencieux. Ils réduisent donc les inconvénients pour les clients, les résidents de la baie et les écosystèmes marins.

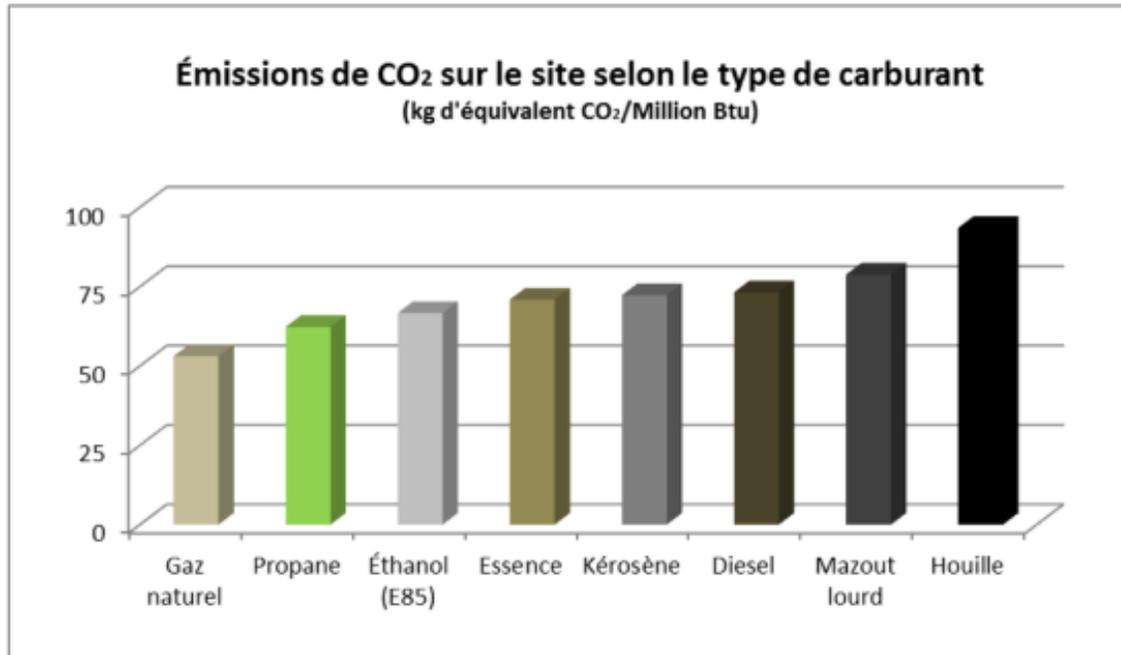


Toute l'électricité qui sera nécessaire à l'alimentation du complexe et aux chargements des batteries (unités hôtelières flottantes, voiturettes, bateaux de services...) sera produite par une minicentrale de panneaux photovoltaïques.

Les bateaux de Madera Ribs de Rotterdam aux Pays-Bas, ont été choisis non seulement parce qu'ils sont quasi indestructibles, mais aussi parce que la conception de leur coque prend compte la réduction des bruits sous-marins lors des déplacements.



Le propane qui sera utilisé pour les BBQ et la cuisson dans les unités de services, sera produit à partir de biogaz (biopropane) et représente le meilleur choix en termes de taux d'émission atmosphérique et de risque de déversement.



### 4.3 Impact lié à la construction

Plus tôt dans le rapport nous avons élaboré sur les choix de matériau pour réduire les impacts environnementaux du projet. Dans cette section nous allons regarder l'activité humaine liée à la construction elle-même.

L'utilisation de machinerie utilisant les diverses formes de pétrole constituent le principal risque de contamination du site. Le monde de la machinerie lourde est en changement et la multiplication des équipements hybrides diesel-électrique s'observe au niveau international. Par contre, leur disponibilité à Dakhla dans le sud du Maroc est inexistante et inclure l'obligation d'utiliser ce genre d'équipement viendrait augmenter de façon significative les coûts du projet.

Pour limiter ces risques, les promoteurs ont opté pour la réduction du temps d'utilisation des équipements lourds. La solution principale appliquée est que 80% des constructions terrestres seront préfabriquées, donc peu de change de déversements de la part de machinerie et autres possibilités de contamination.

Le partenaire KubWorld (usines de préfabrication d'unité d'habitation à partir de conteneur maritime dans le nord de la France, à Faro au Portugal et à Montréal) produira non seulement les habitacles des unités hôtelières flottantes, mais également les modules pour les constructions terrestres. Cette entreprise ne produit aucun rejet et réutilise tous les résidus liés à la production d'unités d'habitation.

La deuxième préoccupation environnementale provenant des activités humaines est l'aspect sanitaire. Les premières installations qui seront faites sur le terrain seront les installations de traitement de eaux usées et la ferme solaire. Des remorques sanitaires seront acquises pour services les employés pendant la période de construction et seront par la suite utilisées pour l'hébergement en tentes caïdales.



## 4.4 L'impact des ancrages sur le Fonds Marins

Depuis les deux dernières décennies on observe une multiplication des études sur les impacts des ancrages (ou mouillage) temporaires versus les ancrages permanents sur les fonds marins directement lié à navigation de plaisance (voir annexe I). Les ancrages temporaires sont majoritairement jetés ou mouillés alors que le bateau est encore en mouvement. Pour freiner le bateau, l'ancrage doit labourer les fonds marins et détruire une végétation fragile qui prend énormément de temps à se régénérer. Les ancrages temporaires sont également trop légers pour tenir parfaitement en place l'embarcation au mouillage. Lorsque les vagues réussissent à déplacer le bateau, c'est encore le fonds marin qui écope.

Les unités hôtelières flottantes du Kraken Resort seront fixées à des ancrages permanents, de type corps mort, de 350kg avec des anneaux en acier inoxydable. Chaque unité sera fixée à deux corps morts en disposition croisée. La force des vagues ne pourra alors pas bouger les ancrages et ainsi protéger les fonds marins. Les sites d'ancrage seront sélectionnés non seulement en fonction de l'intérêt touristique, mais également en fonction des fonds marins. Les sites à fonds sablonneux sans végétation marine seront choisis. Chaque ancrage sera déposé à l'endroit exact identifié à l'aide d'une grue marine.



De l'hydrobéton sera utilisé pour la fabrication des corps morts pour éviter la détérioration du béton et limiter la libération de CO2 et l'impact sur le PH de l'eau.



## 4.5 La récupération des eaux des unités hôtelières flottantes

Comme les unités hôtelières flottantes seront utilisées au même titre qu'un hébergement terrestre, il faut considérer que les occupants ne se limiteront pas dans l'utilisation de l'eau et de la toilette. Les calculs de consommation d'eau par unités ont été faites à partir des données suivantes :

- 80 litres d'eau utilisés pour une douche;
- 2 douches par personne par jour;
- 6 litres d'eau utilisés pour une chasse d'eau;
- 6 chasses d'eau par personne par jour;
- Lave-vaisselle, 12 litres d'eau par jour;
- Autres utilisations (lavages des mains, cuissons...) 30 litres par jour.

Nous obtenons une capacité potentielle d'eaux usées, pour une unité à pleine occupation, de 398 litres (105 gallons) par jour. Comme le Resort souhaite que les unités puissent accumuler quatre (4) jours d'occupation, de façon autonome, les unités auront donc une capacité de récupération de 1592 litres (620 gallons) embarquée.

Kraken Resort veut récupérer 100% des eaux grises et noires produites sur les unités hôtelières flottantes et ainsi s'assurer qu'aucune quantité de ces eaux ne se retrouvent dans la Baie de Dakhla.

Deux solutions sont en analyses pour déterminer laquelle offre les chances minimums de déversements accidentels ou reliés à l'usure des équipements.

La solution de cartouches interchangeables de 15 gallons (70kg) embarquées (42 cartouches) sur les unités hôtelières flottantes présentent un intérêt côté coûts des équipements, mais perd tout son sens au niveau opérationnel et risque de déversements causés par la manipulation humaine.



La solution de pompage est la solution la plus pratique au niveau opérationnel pour le Resort, mais la plus onéreuse. C'est tout de même l'option retenue par les promoteurs pour assurer une meilleure protection environnementale de la Baie de Dakhla. Les équipements nécessaires pour la solution de pompage sont :

- Les unités hôtelières flottantes seront équipées de réservoirs d'une capacité de 1600 litres d'eau usées, muni d'une pompe broyeuse (le broyage des eaux noires et grises constitue la première étape de traitement des eaux usées);



- Un bateau MR-900 cargo II, de Madera Ribs modifié avec un compartiment spécialement adapté pour recevoir sécuritairement un réservoir de 250 gallons (1150kg), pour une capacité de portance du bateau de 2500kg;



- Le réservoir de 250 gallons aura une double paroi pour éviter les déversements dû aux bris de la paroi pendant le transbordement du réservoir au quai;

- Le quai de service (le quai du traversier) sera muni d'une grue marine d'une capacité de 3000kg pour transférer les réservoirs sur une remorque tirée par un petit véhicule tout terrain;



- Les unités hôtelières flottantes à quai seront vidangées directement dans la remorque;
- Le déversement final du réservoir vers la station de traitement des eaux usées se fera à plus de 500 mètres de la berge.

Les bateaux vidangeurs pourront vidanger une ou deux unités hôtelières flottantes par aller-retour, selon les niveaux d'utilisation.

Une attention particulière a été mise sur les connecteurs, les boyaux et les réservoirs afin de réduire les risques de déversements liés à la manipulation humaine. Les embouts seront visés à la pompe qui ne pourra démarrer que si les contacts magnétiques s'effectuent aux deux extrémités de vissages des embouts. Deux valves de sécurité doivent être ouvertes pour effectuer le transfert des eaux usées de l'unité hôtelière flottante vers le réservoir du bateau vidangeur. La connexion de l'embout dans l'unité hôtelière flottante se fera dans un compartiment sécurisé avec un bassin de récupération des pertes.



Un cycle de rinçage du tuyau se fera partir des réserves d'eaux propres de l'unité hôtelière flottante (20 litres d'eau circulant sous pression). Ce qui permet au moment du dévissage des embouts d'avoir un minimum de résidus d'eaux usées et de minimiser les odeurs.



## 4.6 La gestion et le traitement des eaux usées

Le processus retenu par les promoteurs pour le traitement des eaux usées est une solution mixte entre les systèmes de Enviro-Septic (système passif, voir Annexe II) et un système de traitement et valorisation des boues septiques d'ASDR Canada. Le processus modulable sera initialement installé pour traiter 40 mètres cubes par jour (soit l'équivalent de 200 chambres d'hôtel). Le système pourra s'adapter à l'évolution du nombre d'unités hôtelières et d'habitations sur le complexe touristique.

Comme seules des eaux domestiques (aucune eaux industrielles) n'entrera dans le processus de traitement des eaux, Kraken Resort pourra sans trop de difficulté, utiliser ses boues septiques comme engrais pour ses espaces verts et fermettes. Le système D'ASDR permettra une stabilisation et un traitement des boues qui réduira leur pouvoir fermentescible et les odeurs afin que leurs utilisations comme engrais n'entraînent pas de désagrément pour la clientèle du Resort. Les déchets de tables seront également récupérés sous forme de compost.

Les lixiviats du système Enviro-Septic seront utilisés pour l'irrigation des espaces verts et fermettes.

Aucune eau ne sera pompée dans la baie par les unités hôtelières flottantes. Comme ces eaux sont salées, elles détérioraient la capacité des bactéries dans le processus de traitement passif.



Les normes canadiennes, plus sévères, seront observées pour l'acceptabilité des rejets du système de traitement d'eaux usées.

#### Tableau des limites des rejets au Canada

Paramètre de l'effluent	Concentration réglementaire
DBOC <sub>5</sub>	Moyenne de 25 mg/L
MES	Moyenne de 25 mg/L
Chlore résiduel total (CRT)	Moyenne de 0,02 mg/L
Ammoniac non ionisé (NH <sub>3</sub> -N, 15 °C)	Maximum de 1,25 mg/L

#### Tableau des limites des rejets au Maroc

**Valeurs limites spécifiques de rejet applicables aux déversements d'eaux usées des agglomérations urbaines**

Paramètres	Valeurs limites spécifiques de rejet domestique
<b>DBO5 mg O<sub>2</sub>/1</b>	120
<b>DCO mg O<sub>2</sub>/1</b>	250
<b>MES mg/l</b>	150

*MES = Matières en suspension.*

*DBO5 = Demande biochimique en oxygène durant cinq (5) jours.*

*DCO = Demande chimique en oxygène.*



## 4.7 L'approvisionnement en eaux

L'approvisionnement en eaux est difficile au Maroc et encore pire dans la zone saharienne (Annexe III). Les promoteurs du projet du Kraken Resort ne voulant pas utiliser des volumes d'eaux pour les clients (à majorité international) au détriment des populations locales ont choisi une solution de désalinisation d'eau de mer.

En effet, l'option de creuser un ou des puits d'approvisionnement en eaux potables est non seulement hasardeuse dans le désert, mais en plus, les chances sont très élevées que ces puits soient contaminés au sel, dû à la proximité de l'Océan Atlantique.

Les solutions de désalinisation sont souvent des options très coûteuses puisque travaillées dans des contextes de mégaprojets afin d'optimiser les coûts par mètre cube d'eau. En plus du fait que ces usines de désalinisation consomment énormément d'énergie (souvent produite avec d'importantes émissions de GES), ils produisent une quantité importante de saumures (solution hyper saline) dans lesquelles se retrouvent différents contaminants issus du procédé (cuivre oxydé ou vert-de-gris, toxique pour les organismes vivants surtout en milieu marin). Les plus récentes études (entre autres de L'ONU) tendent à démontrer que la production de saumure est plus importante que prévue et que son retour dans les océans accélère le réchauffement des eaux par l'augmentation de la concentration saline (Annexe IV).

Les promoteurs ont choisi la solution offerte par ONEKA Technologies, une société canadienne issue d'un « SPINOFF » de l'université de Sherbrooke dans laquelle des chercheurs et étudiants ont trouvé le moyen de désalinisation de l'eau de mer en utilisant aucune source d'énergie autre que les vagues (Annexe V).

De plus, cette technologie de traitement de l'eau de mer directement dans l'eau de mer permet limiter la destruction des micro-organismes qui sont rejetés directement après une première phase de filtres et la réintroduction du sel en continu pendant le traitement diminue l'impact des rejets en hautes concentrations salines.



## 4.8 L'impact des ombrages sur les milieux de vie en fonds marins

Il est clair qu'il y a peu de zones ombragées dans la Baie de Dakhla. Peu de végétations riveraines qui pourraient mettre de l'ombre sur les rives et aucune île, hormis l'Île aux Dragons, ne crée des zones ombragées évolutives en fonction du parcours du soleil. La faune et la flore marine de la baie se maintient et se développe donc en pleine lumière le jour et dans la noirceur la nuit.

L'intégration temporaire de zones ombragées dans la baie pourrait avoir deux résultantes :

- Le déplacement temporaire de certaine forme de vie;
- Attirer certaines formes de vie qui n'étaient pas présentes dans la baie et qui recherchent les zones ombragées.

Dans les deux cas il s'agit d'impacts très mineurs reliés à la variation de la température de l'eau à court terme et sur un faible volume d'eau. Il faudra tout de même monitorer sur une longue période cet effet pour éviter un déséquilibre à long terme de l'écosystème. Étant donné le réchauffement de la planète et par conséquent des eaux, peut-être que les zones ombragées seront bénéfiques aux écosystèmes marins.

Comme les unités hôtelières flottantes ne seront pas fixées de façon permanente aux fonds marins et que les sites d'ancrage ne seront pas toujours occupés, les espèces affectées par les ombrages devraient reprendre possession de leur habitat dès le déplacement de l'unité hôtelière flottante.

Le choix des sites d'ancrage en fonction de fonds sablonneux plutôt que végétal permettra également de minimiser les impacts même temporaires sur les écosystèmes des fonds marins.

Des thermographes seront installés sur les unités hôtelières flottantes afin de quantifier et répertorier les variations de températures des eaux environnantes afin mesurer et comprendre l'impact de la présence des unités dans la baie. Ces appareils seront directement liés au système de contrôle et de sécurité du complexe. La moindre variation brusque

indiquera une problématique mécanique ou humaine liée à la présence de l'unité. Les bateaux de sécurité pourront intervenir rapidement sur la situation et la corriger si faire se peut.

Quoique très limité entre termes de possibilités, il faut également mesurer l'impact de ces zones de limitation de lumière sur le développement de cyanobactéries. La présence de phosphore est un critère plus important et plus inquiétant du développement des cyanobactéries. L'autre condition pour la prolifération de ces bactéries est le manque d'oxygène dans l'eau, qui n'est absolument pas un problème dans la Baie de Dakhla à l'heure actuelle. Le monitoring de ces zones ombragées nous permettra d'aider les autorités concernées dans la préservation de la qualité des eaux de la baie.



## 4.9 L'impact des brise-lames de béton flottant

L'impact le plus important du projet sur les fonds marins est l'installation de quai brise-lames en béton flottant de façon permanente sur la rive est de la Baie de Dakhla (Annexe VI).

Le choix de brise-lames flottant repose sur l'intention de minimiser l'impact environnemental versus des quais avec des assises en béton directement dans le fonds marin. L'exemple du port actuel de Dakhla est un bon exemple d'un impact sur les fonds marins. Le port de béton avec assise dans le fonds de la Baie sur près d'un kilomètre a modifié la configuration de la baie en empêchant les courants marins de sortir les sables de la Baie.

Mêmes si les impacts des brise-lames flottants sont en apparence moindres, ils ont tout de même tendance à rediriger les vagues vers les fonds marins. Aucune étude sérieuse n'étudie présentement ce phénomène. C'est un autre sujet d'étude sur une longue période qui pourrait être mené et partagé à travers le monde.



## 4.10 Les bruits des bateaux sur les écosystèmes maritimes.

De plus en plus d'études à travers le monde font état des problématiques liées aux bruits anthropiques dans les écosystèmes aquatiques. Comme il s'agit d'un sujet d'étude relativement nouveau, peu de recommandations fiables sont documentées et appliquées (Annexe VII).

Malgré cela, les promoteurs souhaitent être proactif sur cet aspect et ont déjà appliqué des choix en fonction de ce facteur polluant (le choix des matériaux, les conceptions de coques réductrices de bruits sous-marins...).

Kraken Resort ne s'arrêtera pas là. Certaines zones devront être identifiées pour limiter les vitesses de navigation pour éviter les impacts négatifs :

- Stress des poissons et mammifères;
- Manœuvre d'évitement;
- Lésions suite au contact avec une hélice;
- Lésions auditives.

La présence dans la baie de certains mammifères marins utilisant la baie ponctuellement comme les orques, les dauphins et les phoque moines, dictera également des périodes où les activités devront être modulées par limiter les dérangements sonores.

À court et moyen terme, il faut éviter de nuire aux habitudes de migration de certaines espèces qui utilisent la Baie de Dakhla comme havre de paix pour se reposer pendant leur long voyage. Les bruits pourraient les effrayer et diminuer l'attractivité de la baie de Dakhla.

Ce ne sont pas uniquement les bruits qui pourraient potentiellement venir d'un futur Kraken Resort, qui sont en jeu, mais l'ensemble des bruits d'origines anthropiques liés au développement de la péninsule de Dakhla.



Différentes solutions simples et ponctuelles pourraient déjà être mises en place et qui seront utilisées par le Kraken Resort :

- Les barrières diphasiques (rideaux de bulles d'air) pourraient être employées pour atténuer les bruits sous-marins des zones où les bruits anthropiques sont les plus concentrés ou circonscrits (exemple les activités du port de Dakhla);
- Murs acoustiques terrestres pour ralentir la vibration des ondes sonores pour diminuer les possibilités de transferts en bruits sous-marins, dans les zones près des rives où les décibels sont les plus élevées;
- Murs coupe son végétal;
- Perturbation constante : cascade ou chute d'eau.



## 4.11 La gestion des gaz à effet de serre

La principale problématique environnementale de la planète est son réchauffement due à l'augmentation des gaz à effet de serre. Le GIEC lançait d'ailleurs une alerte en octobre 2018, à propos de ville qui pourrait disparaître dont certaines Maroc, entre autres Dakhla (Annexe VIII). L'aménagement du territoire et le développement urbain devrait d'ailleurs tenir compte de la variation du niveau de l'eau à Dakhla.

Selon l'Agence internationale de l'énergie, les émissions de CO2 par habitant, au niveau international, sont en moyenne 4,37 tonnes par personne par année (Canada à 14,99 tonnes par habitant et USA à 14,61 tonnes par habitant), soit 12kg par jour.

Un seul vol aller-retour de Montréal à Casablanca en classe économique représente 2,41 tonnes d'émission de CO2 par personne.

Pour des fins de calculs un arbre emmagasine de 10 à 50kg de CO2 annuellement selon le type d'arbre, sa taille et son âge (données de YOU MATTER.WORLD, média du mouvement international pour une transition environnementale). Les jeunes pousses stockent moins de CO2 par année que les arbres matures.

L'objectif du complexe est que les séjours de chacun des voyageurs au Kraken Resort soit au minimum neutre au niveau des émissions de CO2 et ce dans la même année (la récupération du CO2 se fera dans la première année de vie des arbres plantés).

Pour y arriver le complexe va imposer à la clientèle (afficher clairement dans la facturation) une taxe environnementale qui servira à financer directement des organismes qui plantent des arbres dans les divers pays d'origine des clients. Le coût moyen de reboisement par hectare est d'environ 500\$US et 2000 à 2500 arbres sont plantés par hectare. Cela représente donc un coût moyen par arbre planté de 0,23\$US. Pour l'exemple du voyageur de Montréal qui viendrait passer 14 nuits au complexe, sa facturation inclurait pour l'ensemble du séjour les taxes suivantes :



- Transport aérien (2,41 tonnes de CO2 à récupérer à une moyenne pour les jeunes pousses de 20kg par année, soit 121 arbres plantés à 0,23\$US) : 27,83\$US;
- Pour combler les émissions de 12kg par jour (7 arbres plantés) :1,61\$US.

Même si tous les spécialistes s'entendent sur le fait que le reboisement ne constitue pas en lui seul la solution à la présente problématique de réchauffement de la planète, il reste que la reforestation fait partie du portrait globale de la lutte au GES.

La limitation de l'utilisation des énergies fossiles ou de produit à base de pétrole demeure l'impact le plus significatif dans la lutte au GES. Nous avons plus tôt dans le rapport identifié le fait que le Kraken Resort planifie éliminer tous les hydrocarbures de son exploitation.

Le complexe souhaite être autonome en production d'énergie avec une importante ferme solaire (20 000m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques).

Les deux systèmes énergétiques produisant le moins de GES incluant leur fabrication sont le solaire et l'éolien. Les promoteurs ont opté pour le solaire d'abord parce qu'il présente un taux d'efficacité plus élevé dans la région et deuxièmement parce que l'éolien peut avoir une incidence sur la force des vents en région. Comme le vent est à la base du développement touristique de la région, l'éolien a été écarté.

De plus, une étude démontre que la multiplication des centrales solaires augmente les précipitations de pluie et par conséquent, réduit les vapeurs d'eau (gouttelettes d'eau formant les nuages) qui représentent 72% des gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre, en plus de favoriser l'irrigation des sols et la baisse de leur température (Annexe IX).

La ferme solaire sera installée sur un lit de conteneurs de production agricole de la compagnie The Growcer. Cette compagnie canadienne a développé un système de production agricole pour les conditions arides qui utilise 97% moins d'eau que l'exploitation agricole régulière sur une terre arabe et produit plus vite (environ 6 semaines pour la maturité de



la majorité des fruits et légumes). L'objectif de l'utilisation de ces conteneurs est de non seulement de s'assurer de fraîcheur et de l'autonomie du complexe hôtelier en fruits et légumes, mais également de réduire les besoins de transport et par conséquent l'émission de gaz à effet de serre.



Le complexe n'utilisera pas non plus de bitume pour le recouvrement des chemins d'accès. Les produits ECORoads utilisant de multiples enzymes naturelles (betteraves, pins...) permettent la construction de routes plus résistantes que l'asphalte, moins onéreuses et n'utilisant aucun produit à base de pétrole (Annexe X).



## 4.12 Les mauvaises habitudes humaines

Les mauvaises habitudes humaines sont à la base de la majorité des pollutions dites de premier niveau. Sans réfléchir aux conséquences encore plusieurs humains font des simples gestes comme jeter un mégot de cigarette ou uriner dans la nature ou dans l'eau.

L'urée représente 1,1% de l'urine humaine, ce qui représente bien peu en rapport au nombre de litres contenu dans la baie. Le problème c'est le phytopharmaceutique qui est contenu dans l'urée qui ne se décompose jamais. Ces produits se retrouvent dans les poissons via leurs systèmes respiratoires (les branchies), leurs systèmes digestifs et s'accumulent dans la chaîne alimentaire puisqu'ils ne décomposent jamais. Avec l'accumulation, ils deviennent génotoxique et crée des problèmes de reproduction et de fertilité, et par conséquent, de diminution de l'espèce.

Il y a également différentes concentrations d'ammoniaque dans l'urine humaine. En ce qui concerne l'ammoniaque, les poissons produisent déjà des déchets azotés sous forme d'ammoniaque. Ces déchets font partie d'un cycle normal biogéochimique qui produit l'azote atmosphérique nécessaire à la vie sur terre (les transformations bactériennes de l'ammoniaque en nitrites puis en nitrates et finalement en azote atmosphérique). Le problème survient dans la surabondance d'ammoniaque. Le cycle naturel devient incapable de transformer l'ensemble de la quantité d'ammoniaque et le processus d'eutrophisation s'enclenche et accentue la prolifération et une croissance excessive des algues et plantes qui surconsomment l'oxygène et peuvent mener à « l'asphyxie des écosystèmes aquatiques ». Comme le développement agricole et les pluies apportent déjà leur lot d'ammoniaque, éviter que l'humain en ajoute volontairement serait une bonne idée.

Il est difficile de contraindre les personnes qui pourraient uriner volontairement dans la Baie. L'éducation et le choix de clientèles plus respectueuses de l'environnement restent les seules options pour diminuer le facteur humain de contamination du milieu.



Les mégots de cigarettes sont des déchets non biodégradables qui polluent particulièrement les milieux aquatiques. Les filtres des cigarettes ont absorbé une partie des 4000 substances nocives présentes dans la cigarette, dont la nicotine, l'éthylphénol, des résidus de pesticides, des métaux lourds, des gaz toxiques tels que l'ammoniaque et l'acide cyanhydrique. Une étude<sup>2</sup> de 2011, démontrait qu'un seul mégot de cigarette contenait suffisamment de poison pour tuer la moitié des poissons d'un aquarium de 20 litres en 96 heures. Les filtres de cigarette représentent 40% des déchets présents dans la mer Méditerranée (Annexe XI). Évitions de répéter ce gâchis. Encore une fois c'est l'éducation et le choix des clientèles qui représentent les meilleures chances de succès pour contrer ce phénomène. L'éducation devrait également gagner la population de Dakhla afin que les habitants même de Dakhla ne soit pas à l'origine de la dégradation de la qualité des écosystèmes de la Baie.

---

<sup>2</sup> Elli Slaughter, Richard M Gersberg, Kayo Watanabe, John Rudolph, Chris Stransky, Thomas E Novotny, Toxicity of cigarette butts and their chemical components to the marine and freshwater fishes, *Atherinops affinis* and *Pimephales promelas*, *Tob Control* 2011



### 4.13 Les autres sources de contaminant

Une problématique à la station d'épuration (STEP) des eaux usées de Dakhla fait en sorte que tous les jours des quantités non négligeables d'eaux dépassant les normes de contaminant sont rejetées dans l'Atlantique du côté ouest de la Péninsule de Dakhla. Quoique ces rejets sont dilués dans d'importantes quantités d'eau de l'Atlantique, les mouvements maritimes vont à la longue apporter ces contaminants dans la Baie de Dakhla. Comme les mouvements marins sont moins importants dans la Baie avec la présence d'un brise-vagues naturel qu'est la Péninsule de Dakhla, les contaminants qui y entrent prennent plus de temps à être purgés.

Une intervention de l'ONEP ou de la Commune de Dakhla devra rapidement corriger la situation, d'autant plus que la population de Dakhla augmente de façon significative mois après mois. Au mois de mai 2019, les promoteurs du Kraken Resort ont accompagné à Dakhla les dirigeants d'ASDR Canada, une firme spécialisée dans l'environnement, et ces derniers mentionné aux autorités locales qu'ils étaient en mesure de régler le problème en moins de 8 semaines. Cependant les autorités locales, à notre connaissance, n'ont toujours pas pris de décision sur une quelconque intervention en ce sens. Dans l'optique d'un développement touristique axé sur l'environnement, les autorités locales devraient porter une plus grande attention aux facteurs qui influencent cet équilibre fragile.

Les autres Resort et complexes touristiques peuvent avoir des notions de préservations environnementales très différentes des promoteurs du Kraken Resort. L'équipe de chercheurs du Kraken Resort mené par le Dr. Daniel Fortin devra travailler étroitement avec l'INRH de Dakhla pour s'assurer que le contrôle est serré et constant sur la qualité et la salubrité du milieu marin de la Baie.

Même si la majorité des clients utiliseront la douche abord des unités hôtelières flottantes et que les savons ou autres produits seront récupérés et traités, il reste que certains seront tentés un bain dans l'eau de mer. Dans ces cas, il faudra que les shampoings et revitalisant sans les parabènes (agent de conservation qui nuit au processus de



biodégradation naturelle des milieux marins), les sulfates et les silicones (qui ne sont pas biodégradables) soient utilisés pour ne pas nuire aux écosystèmes maritimes.

De même pour les crèmes solaires qui seront utilisées dans la Baie, ne devront pas contenir d'oxybenzone et d'octinoxate, entre autres produits. Ces produits s'attaquent directement à la végétation aquatique (plus particulièrement aux coraux) et causent leur dégradation rapide. Quoiqu'on puisse penser qu'il s'agit d'une infime quantité, il a été démontré que l'on retrouve plus de 14 000 tonnes de mauvaises crèmes solaires dans les océans de la planète chaque année.

Haereticus Environmental Laboratory émet à tous les ans une liste de crèmes solaires certifiées « Protect Land + Sea ». Il sera difficile de contrôler les produits que les clients apportent avec eux, mais tout comme Hawaï, les produits vendus au Kraken Resort et dans toute la région de Dakhla oued Eddahab devraient être ces produits certifiés.



## 5. Conclusion

Plusieurs facettes de la protection de l'environnement sont à prendre en compte dans le développement du projet du Kraken Resort. Ce nouveau concept apporte de nouvelles façons de réfléchir sur les impacts environnementaux qui n'ont pas fait l'objet d'analyses exhaustives ailleurs dans le monde.

Des processus complexes de mesures et suivis devront être définis par les experts indépendants dans le plan de gestion environnemental :

- Programme de surveillance environnementale;
- Programme de suivi environnemental;
- Plan de mesures d'urgence.

Toutes les manipulations humaines qui pourraient résulter en impact environnemental accidentel dans le cadre opérationnel du Kraken Resort devront être régies par un cadre de gestion et des procédures précises, ayant fait l'objet de formation adéquate à tous les employés impliqués.

Les promoteurs du projet sont disposés à implanter les processus de mesures et de suivis dans leurs opérations quotidiennes et à suivre les recommandations des experts indépendants concernant de possibles nouvelles mesures d'atténuation à inclure au projet.

Dans le cadre du présent rapport préliminaire, aucune des pistes identifiées et analysées ne constituent, pour le moment, un frein au développement pour les promoteurs du projet.

