

merIGéo

*De la côte à l'océan :
l'information géographique en mouvement*

**Le Système d'Information Géographique (SIG): un outil d'évaluation des
terres à risque d'inondation côtière liée aux changements climatiques:
Cas du littoral de Larache, Nord du Maroc**

Mohamed Dahmani*; Abderahim Watfeh; Mohamed Tailassane****

*Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc.

**Université Mohamed V, Rabat, Maroc

CRIGE-PACA, Site de l'Arbois, Aix-en-Provence, 20-22 mars 2018

Plan de la communication

1

Introduction : contextualisation de la recherche

2

Présentation de la zone d'étude

3

Matériel et méthodes

4

Résultats et discussion

5

Conclusion



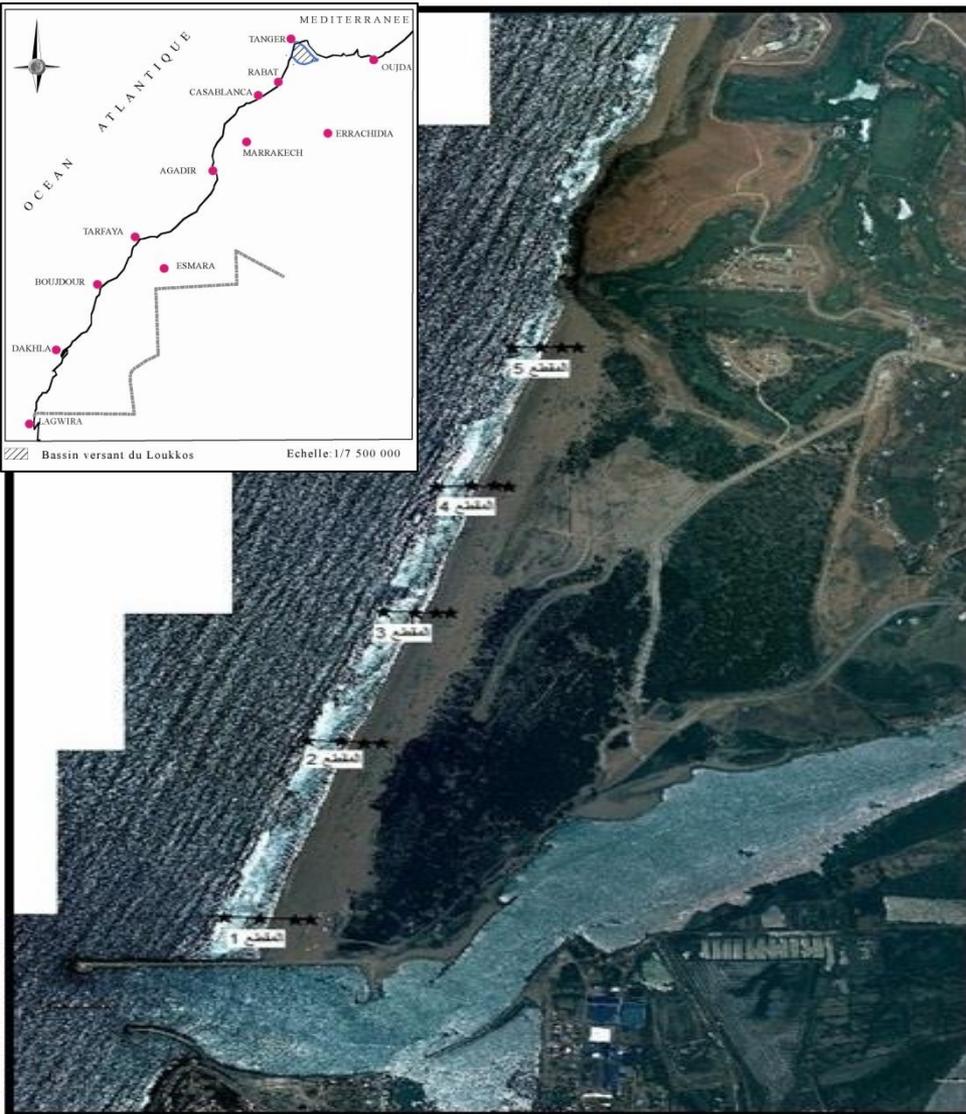
INTRODUCTION : CONTEXTUALISATION DE LA RECHERCHE

- L'une des premières et principales conséquences attendues du changement climatique dans le siècle à venir est l'augmentation des risques côtiers, due notamment à l'élévation du niveau de la mer.
- Les conséquences de cette élévation s'observeront à la fois au niveau d'érosion des côtes et des risques de submersion des zones basses proches du rivage.

Ce travail tente à démontrer l'importance du SIG appuyé par modèles mathématiques, pour:

- évaluer les terres à risque d'inondation dû à une remontée du niveau marin dans les prochaines décennies sur la zone côtière de Larache.
- déterminer les sites sensibles à l'érosion sur la plage de Ras E'rmel à l'horizon 2050 et 2100.
- faciliter la prise de décision pour les acteurs de ce territoire.

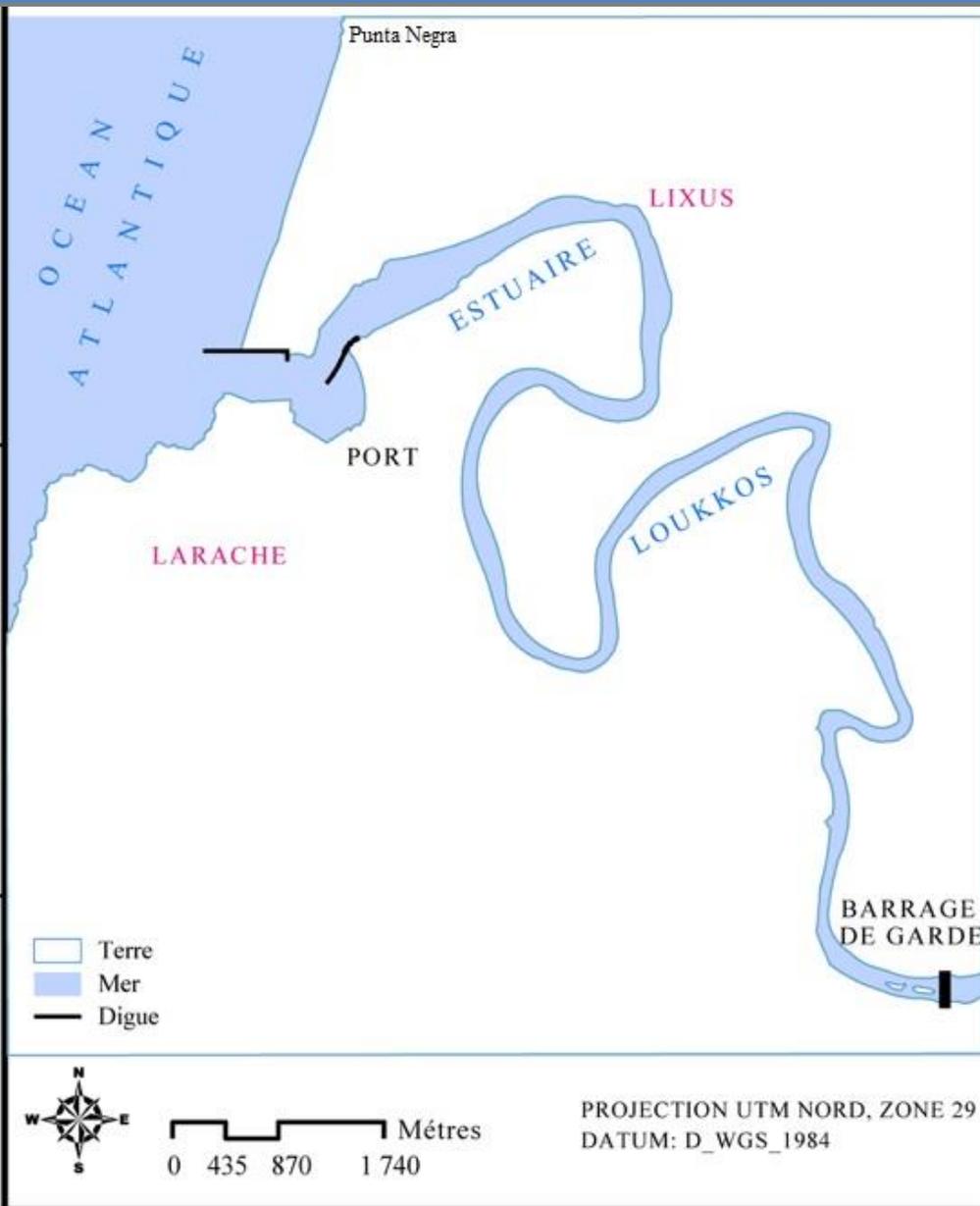
Située sur le nord-ouest de la côte atlantique marocaine au bord du confluent de la rivière Loukous, la région de Larache est un cas exemplaire:



- Une ville dotée d'une architecture reflétant l'histoire des invasions espagnoles et arabes;

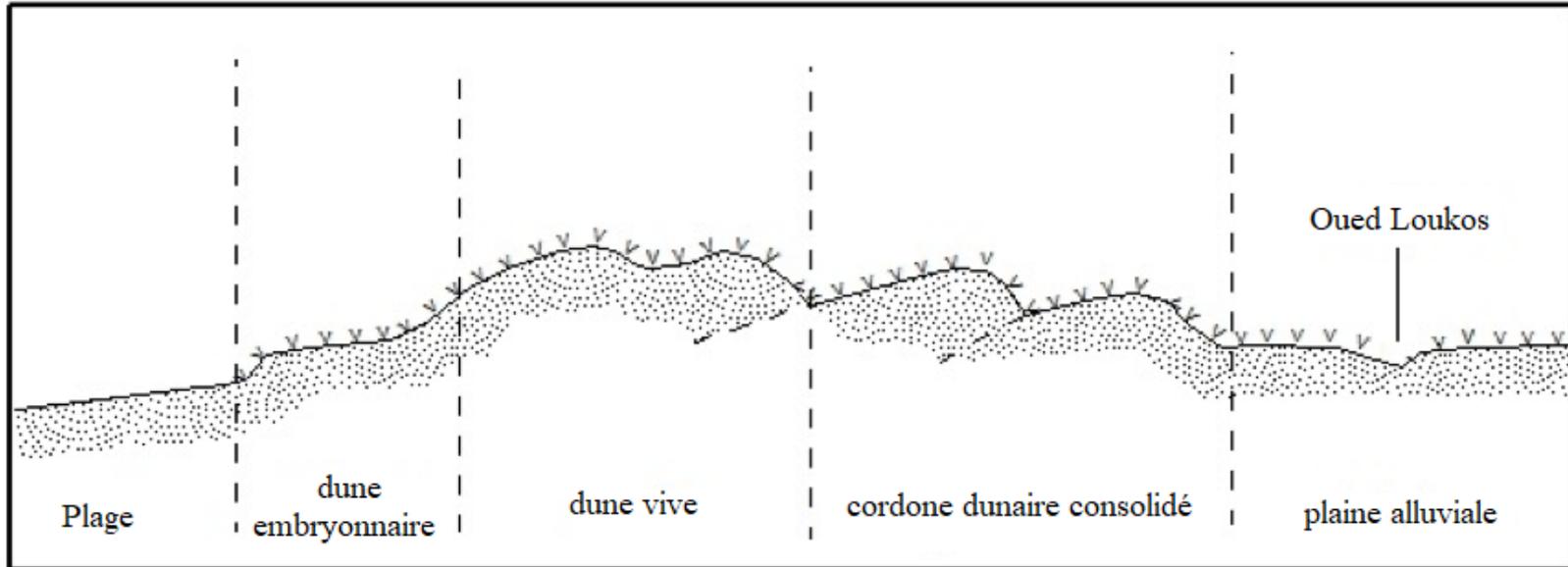
- Un site archéologique (Lixus): une des cités les plus anciennes d'Afrique du Nord, fondée par les Phéniciens au VII^e siècle av. J.-C;

- Un littoral caractérisé par des unités morphologiques variées (plages sableuses, embouchures, falaises, marais ...).



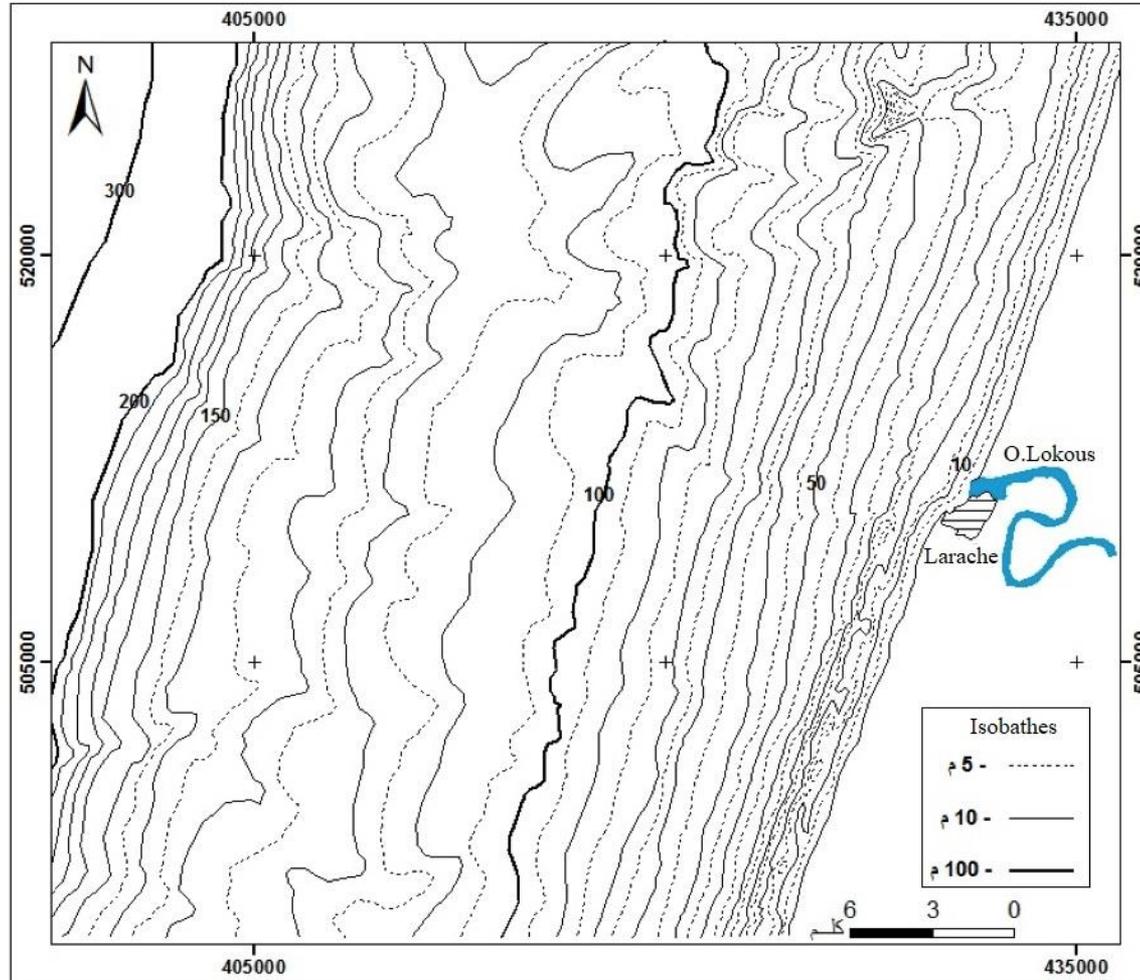
Au nord de la ville de Larache entre la grande jetée du port au sud et la falaise de la Punta Negra au nord la plage sableuse Ras E'rmel sur 1,7 km de long est rectiligne et orientée N-E.

De l'extérieur vers l'intérieur le littoral de Larache est constituée de la succession géomorphologique suivante:



- une plage de sable de 50 à 150 m de large ;
- un cordon dunaire consolidé du Quaternaire moyen ;
- une falaise façonnée dans une dune vive de quelques mètres d'hauteur ;
- une plaine alluviale à caractère estuarien, où se développent de nombreuses Dayas à démentions variables.

La morphologie sous-marine est dominée par un caractère monotone de faible torsion, où l'on peut généralement distinguer deux zones principales:



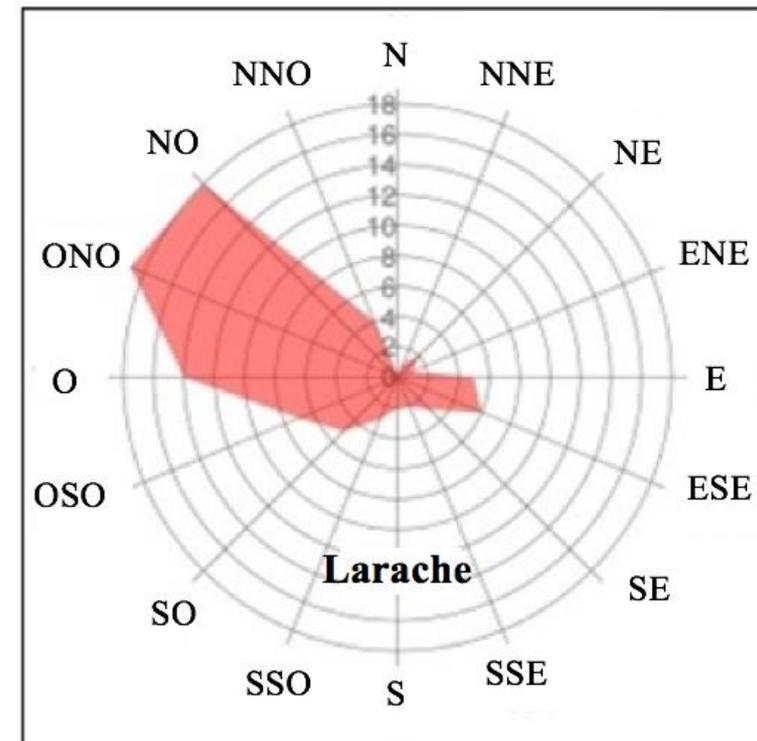
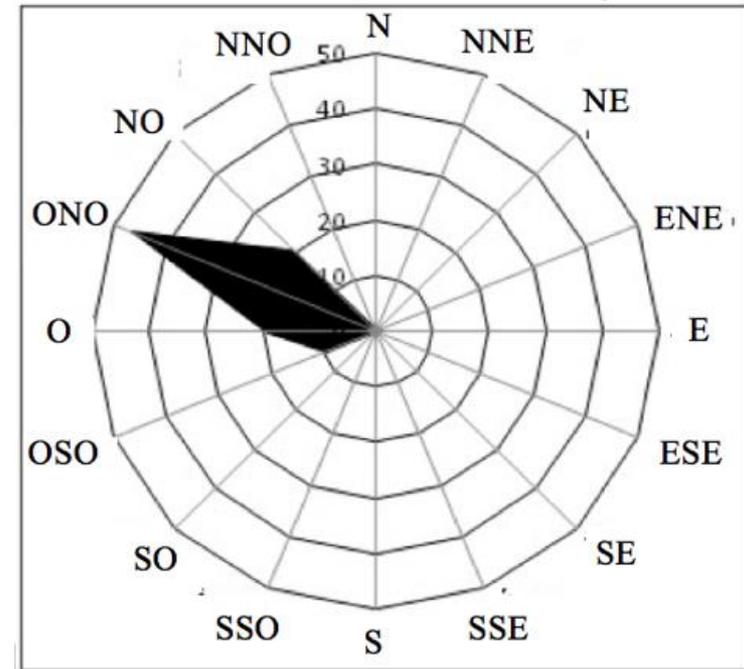
- Un champ proche du trait de côte (0 à -100 m), avec une pente importante, où les isobathes sont plus convergentes, et l'isobathe -10 reste parallèle à la ligne de côte.
- Une gamme plus large de -100 à -150 m se caractérise par la divergence des isobathes, où la pente est inférieure au premier champ.

-Les houles viennent du secteur SSO à NO avec prédominance des houles ONO, qui représentent 47%.

-La houle décennale a une hauteur significative qui oscille entre 0.5m et 3 m.

-Le régime de la marée est de type semi diurne avec un marnage oscillant entre 0,3 m et 3,3 m.

-Les vents dominants proviennent des secteurs ONO (19%) et NO (18%), le littoral est plus venté en hiver.



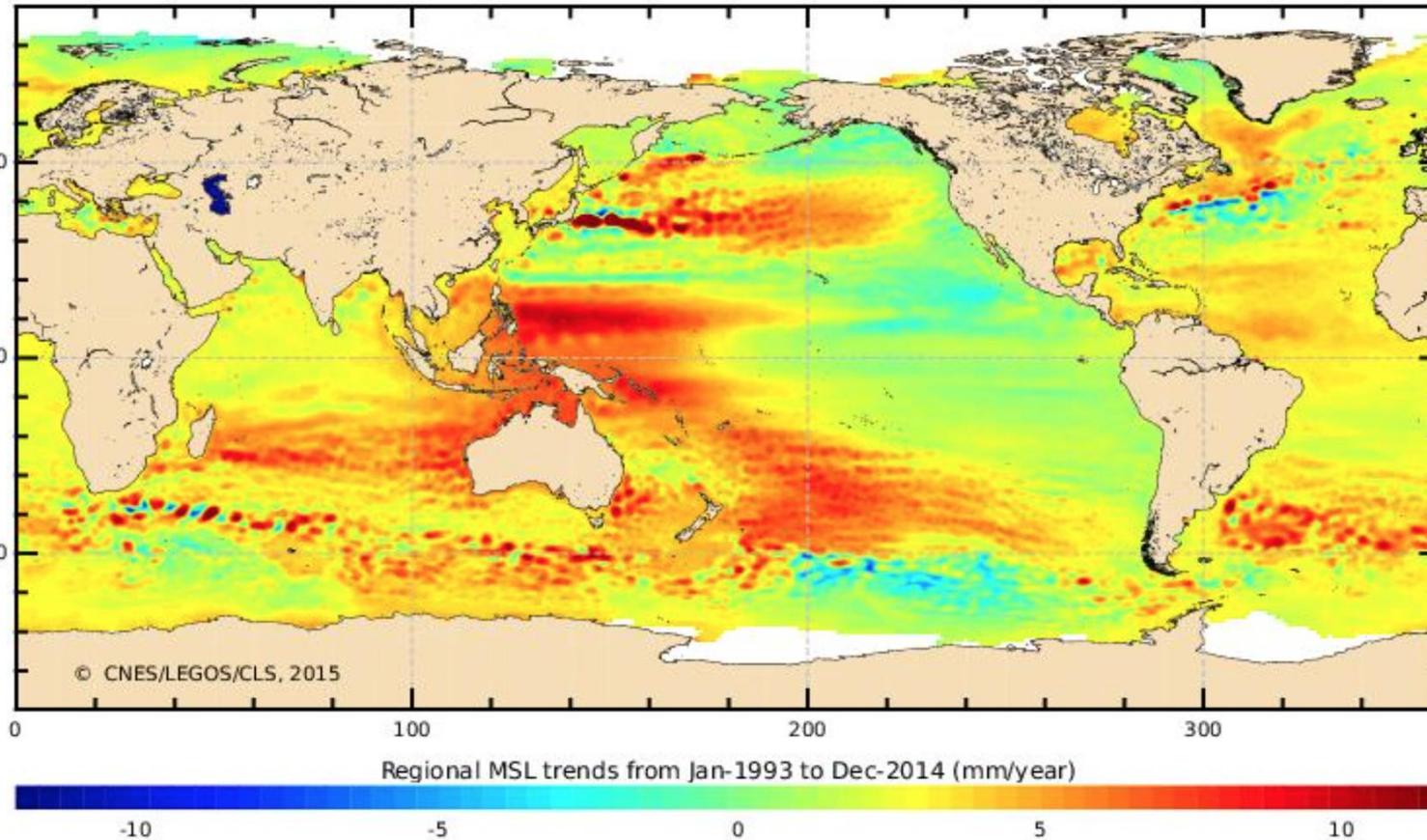
L'approche empirique utilisée pour estimer les niveaux d'inondation est basée sur les éléments suivants :

1- Scenarios de remontée du niveau de la mer

2- Estimation de niveau d'inondation en cas d'événement extrême

3- Détermination de l'élévation topographique de la zone d'étude

4- Cartographie des zones à risque d'inondation



Variabilité régionale de l'élévation du niveau de la mer mesurée par les satellites altimétriques (Source : AVISO - CNES/LEGOS/CLS).

En l'absence de valeurs des variations du niveau marin local (séries de mesures marégraphiques historiques), la valeur moyenne est estimée par les satellites altimétriques sur l'océan Atlantique entre 1993 et 2014 (2,5 mm/an), sera considérée dans cette étude comme scénario de base.

La méthode utilisée pour estimer le niveau d'inondation (Dft) est basée sur la formule de Hoozemans et al. 1993) :

$$Dft = MHW + S_i + W_f + P_f$$

Avec

MHW : le niveau moyen des hautes eaux ;

S_i : l'élévation relative du niveau marin ;

W_f : la hauteur des houles de tempêtes responsables des inondations ;

P_f : l'élévation du niveau marin sous l'effet d'une baisse de pression.

Ce niveau a été déterminé à partir:

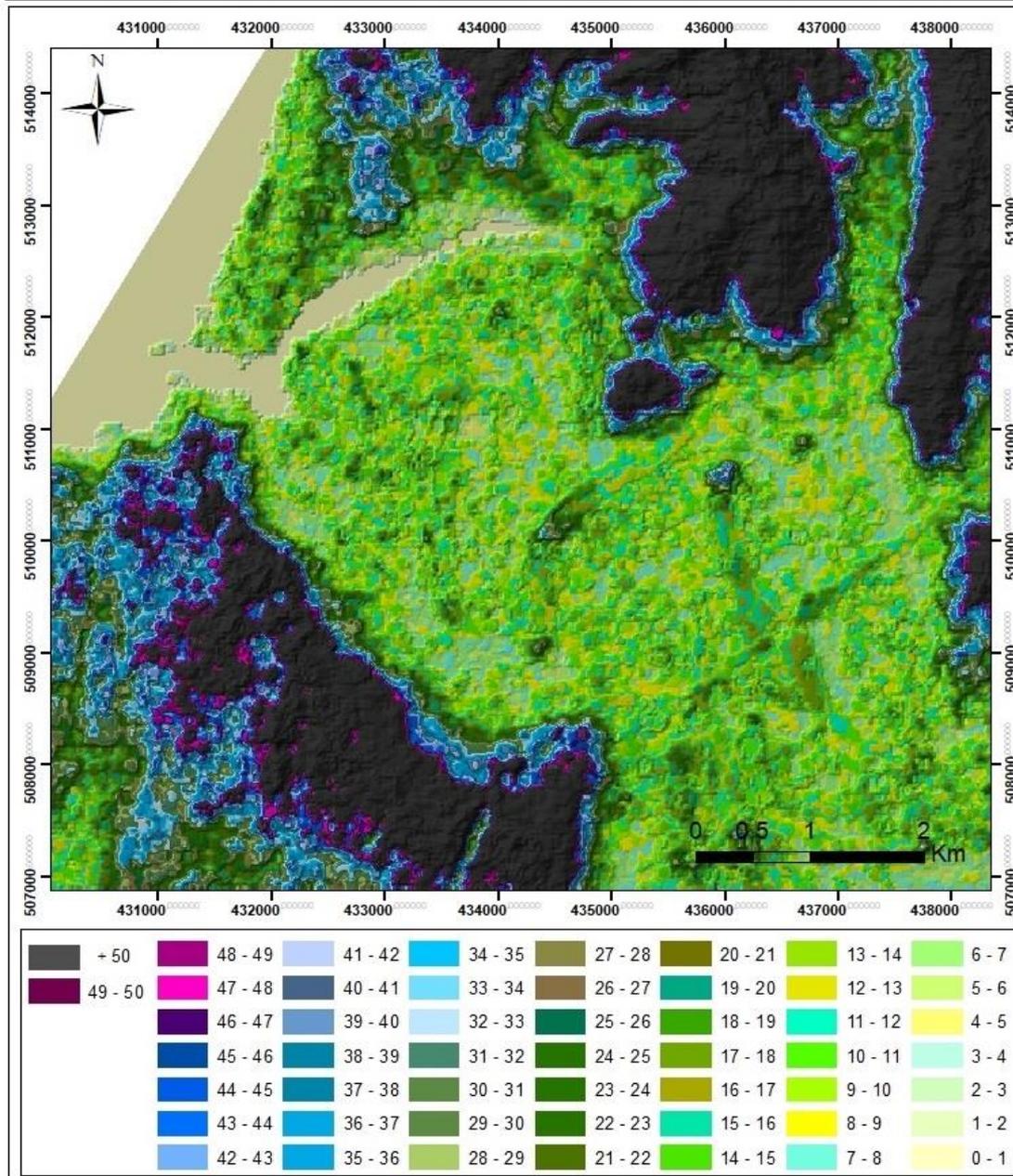
des valeurs de hautes eaux, des hauteurs de houle de tempêtes exceptionnelles, avec une période de retour de 50 ans, de la plus forte estimation d'une remontée du niveau marin qui correspondrait aux phénomènes extrêmes.

3

METHODOLOGIE: 3- Détermination de l'élévation topographique de la zone d'étude

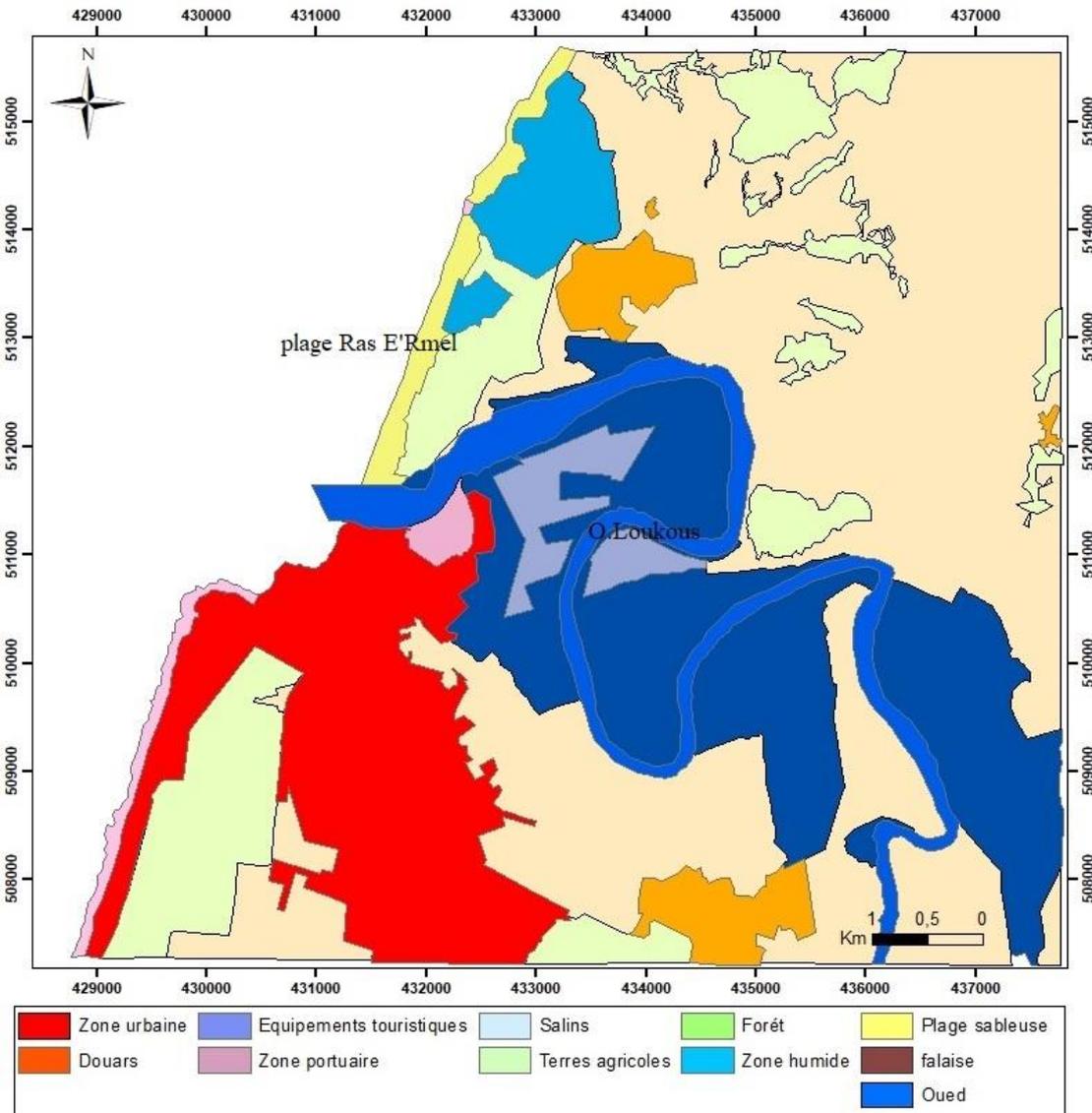
La réalisation d'un (MNT) provenant de la restitution aérienne de 2010 au 1/17 500.

Nous avons adopté une interpolation polynomiale du 5e ordre avec une triangulation irrégulière de Delaunay pour transformer les courbes de niveau en une grille de valeurs altimétriques couvrant toute la zone d'étude.



3

METHODOLOGIE: 4- Cartographie des zones à risque d'inondation



Les zones à risque d'inondation ont été déterminées à l'aide du MNT et par superposition des niveaux d'inondation choisis sur la carte d'occupation du sol générée à partir des mosaïques orthorectifiées des photos aériennes.

Pour estimer l'accélération de l'érosion liée à l'élévation du niveau marin sur la plage de Ras E'rmel, l'approche théorique utilisée est la loi de Bruun (1962) qui est exprimée par la formule suivante :

$$R = G. S. L / (B+d)$$

- R = recul du trait de côte (m) ;
- G=Facteur de remplissage du matériel devant être érodé (G= 1, quand le sédiment est du sable) ;
- S = élévation du niveau de la mer (m) ;
- L= Largeur du profil actif compris entre la base du cordon littoral et la profondeur de fermeture du profil (en m).
- B= Hauteur de la berme (m) ;
- d= La profondeur de fermeture de plage (m) ;

$$R = G. S. L / (B+d)$$

La translation du trait de côte due à l'élévation du niveau marin est calculée à partir de cette règle qui suppose que le recul horizontal se fait parallèlement à lui même entre la berme de haut de plage et la profondeur de fermeture de plage. Elle est ensuite convertie à un changement volumétrique en utilisant la longueur du littoral et la hauteur du profil de plage.

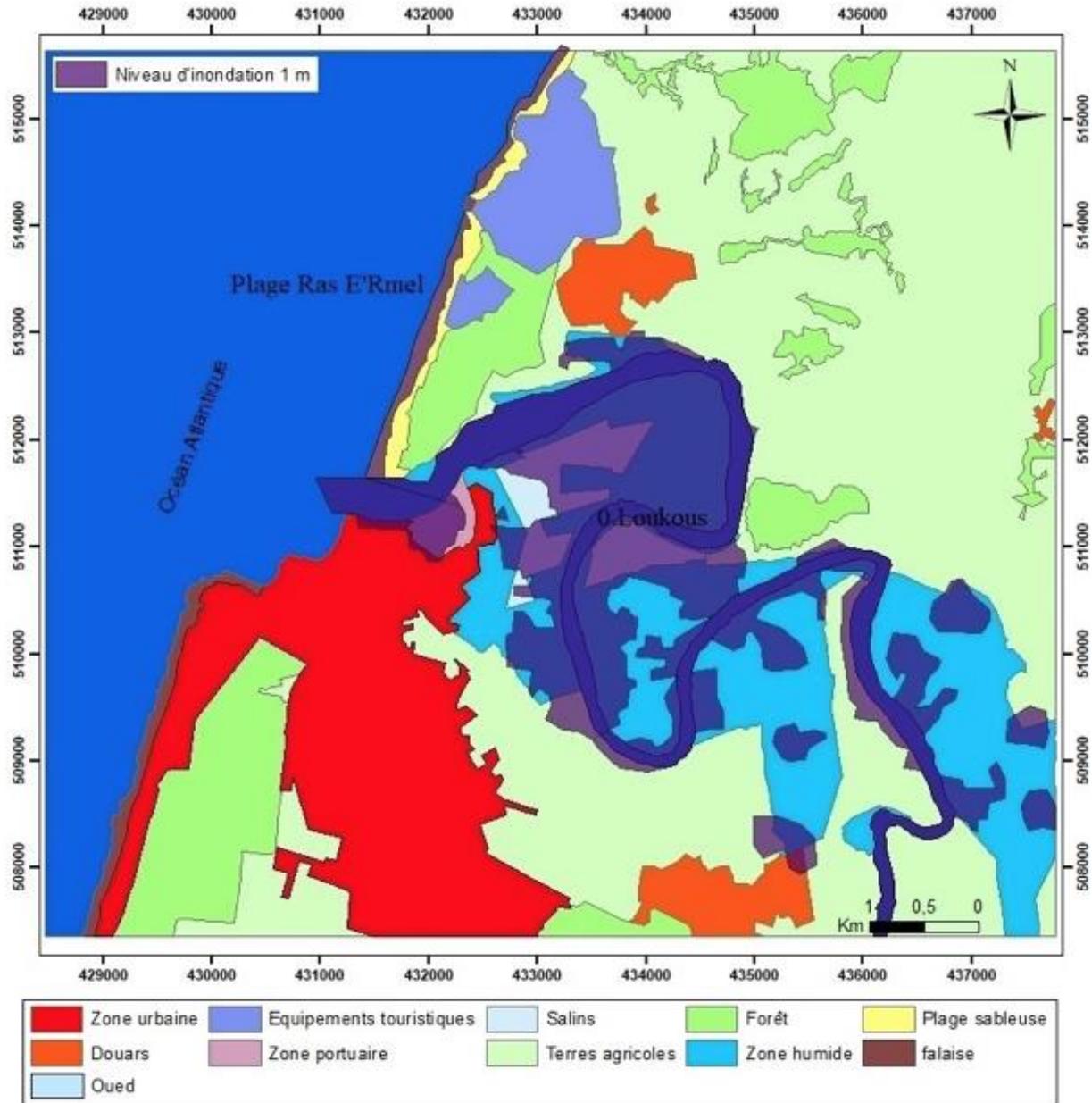
Longueur (km)	Hauteur de la berme (m)	Largeur plage aérienne	Largeur plage sous marin (m)	profondeur de fermeture de plage (m)	sédiment
2,7	10	100	350	-5	Sable bioclastique à grains moyens

Caractéristiques morphologiques et sédimentologiques de la plage de Ras E'rmel

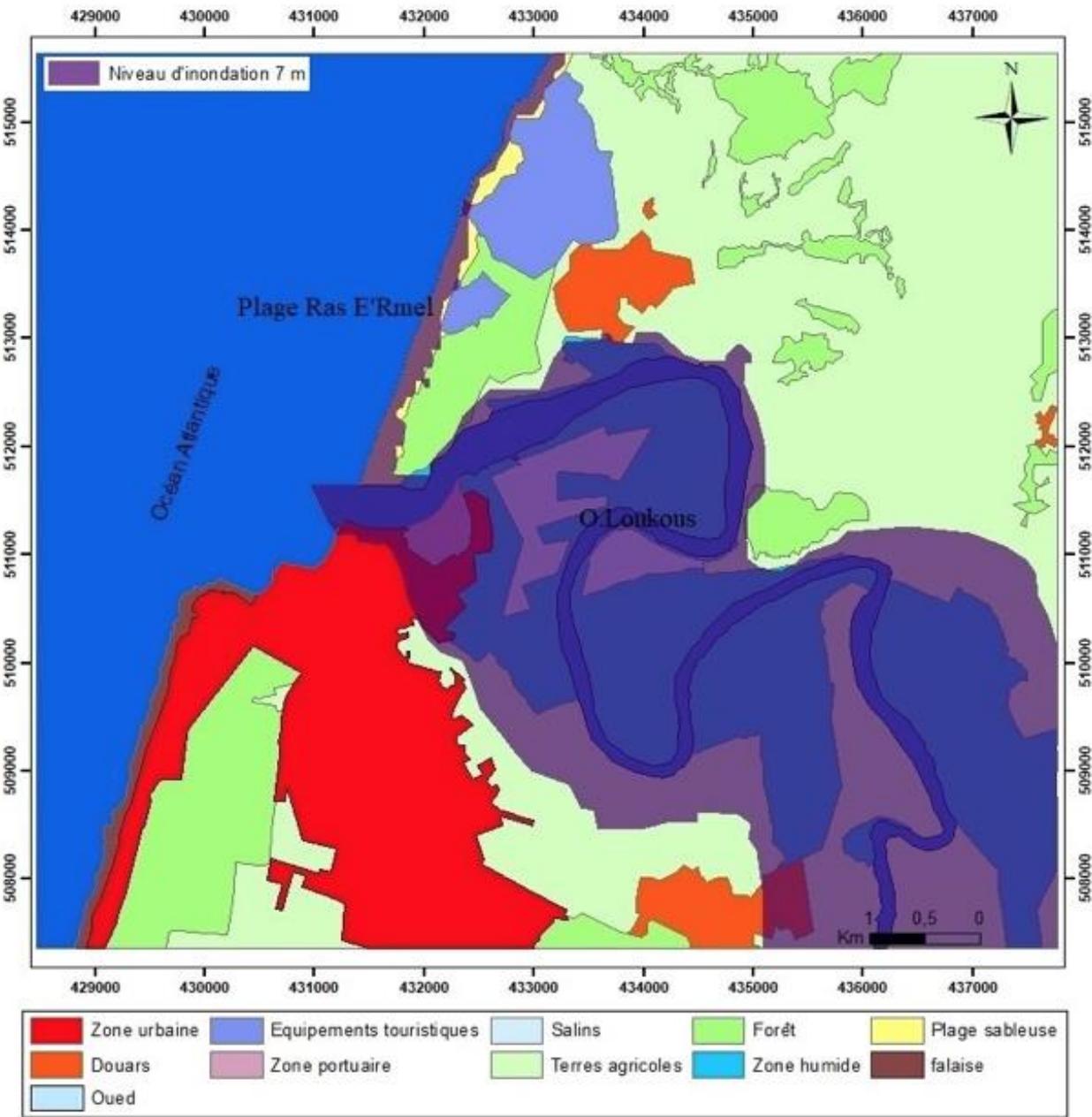
Estimation des zones à risque de submersion en cas d'élévation du niveau marin

Deux scénarios d'élévation future du niveau marin ont été projetés :

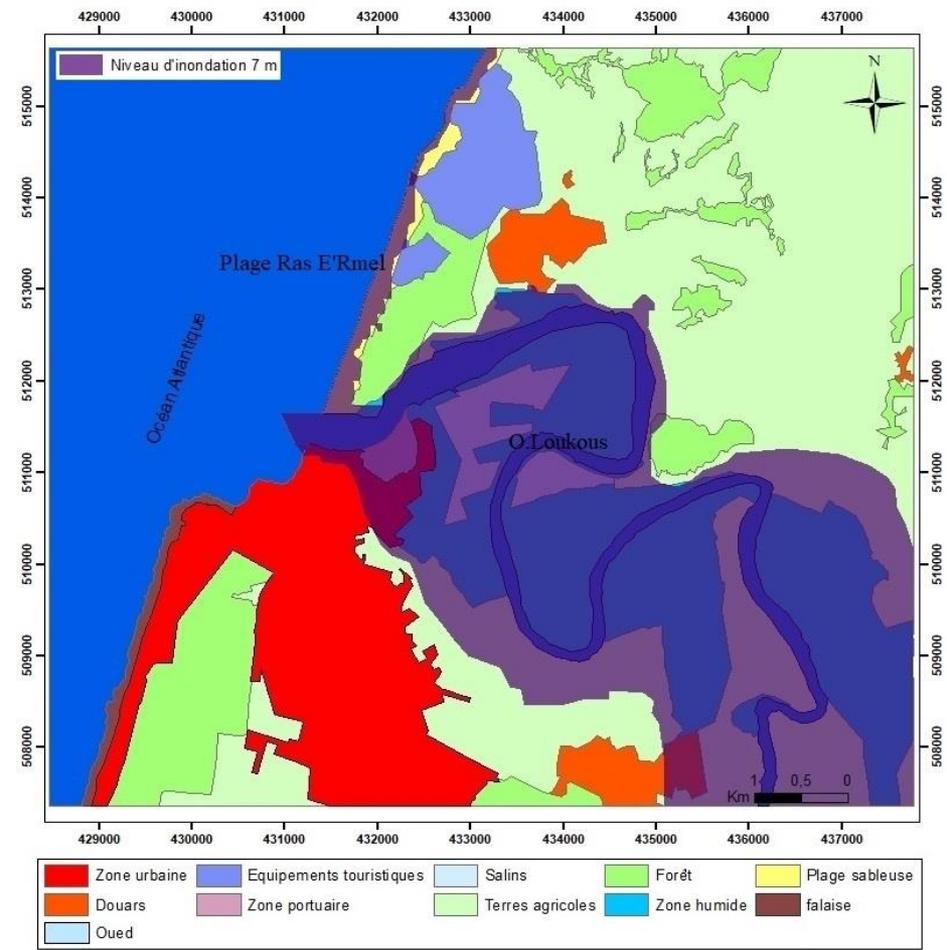
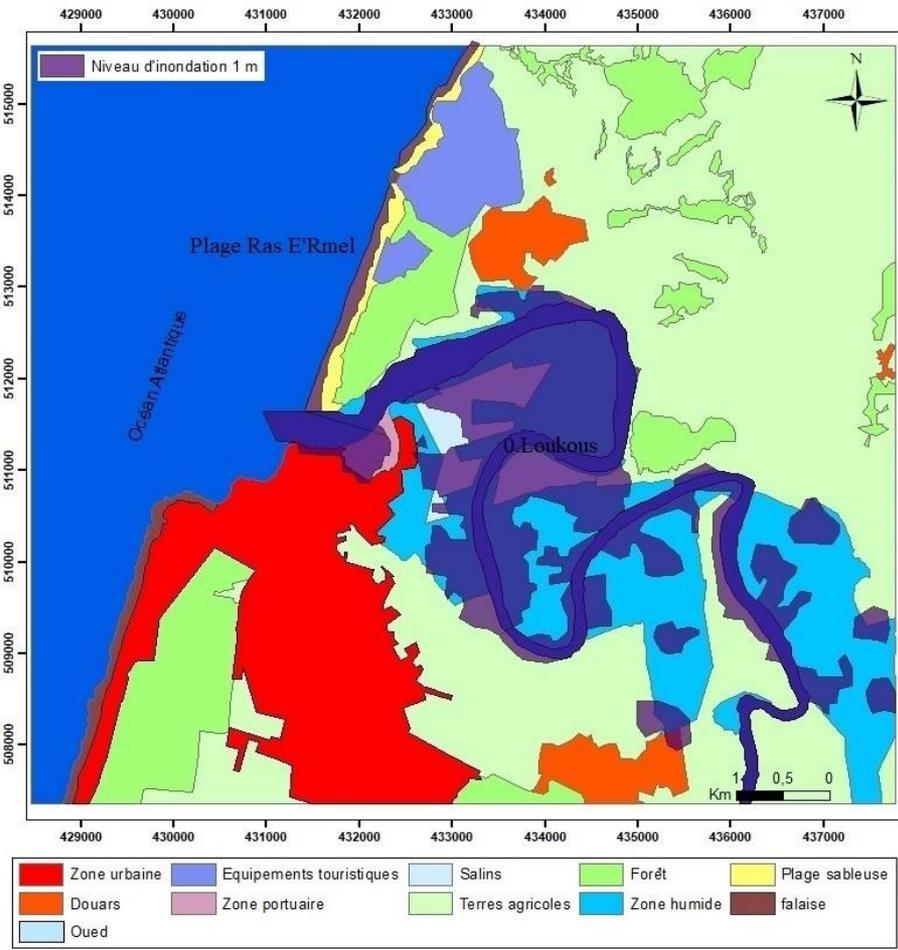
- Un niveau d'inondation de 1 m d'ici 2100.
- Un niveau d'inondation de 7 m d'ici 2050 correspondrait aux phénomènes extrêmes déterminé à partir des valeurs de hautes eaux, des hauteurs de houle de tempêtes exceptionnelles et de la plus forte estimation d'une remontée du niveau marin.



Pour le premier scénario, environ 13% de la totalité du littoral étudié présenterait un risque d'inondation.

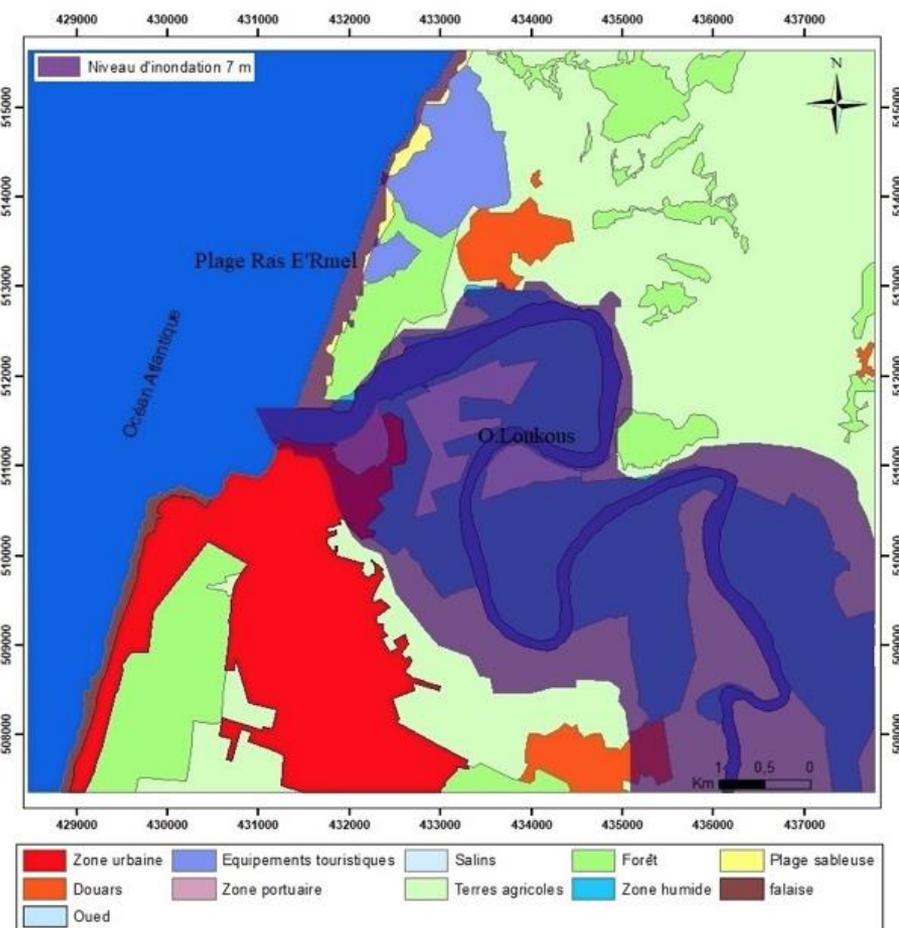
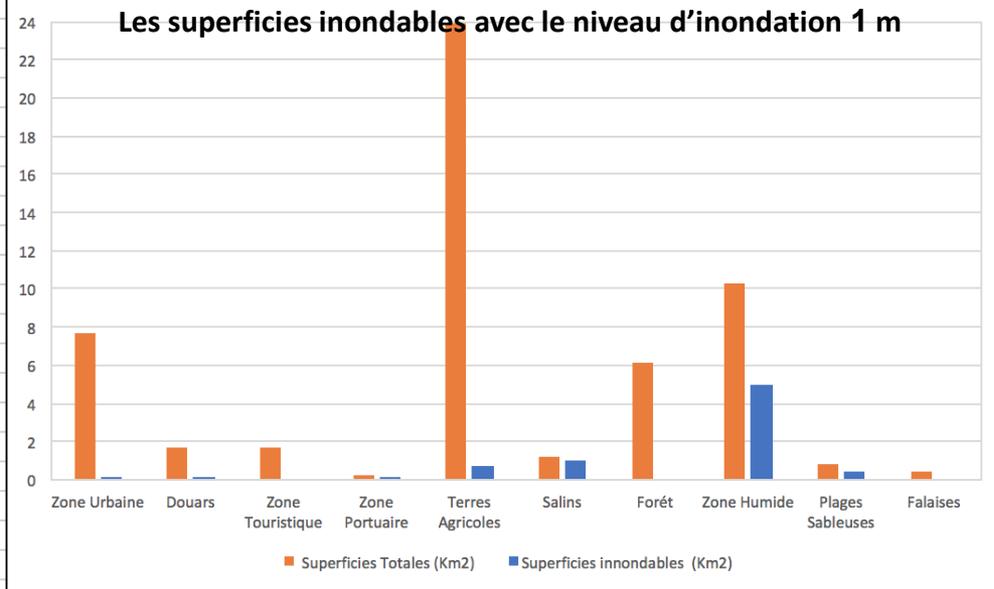


Selon Le second scénario (submersion exceptionnelle), les superficies inondées seraient d'environ 3 fois plus importantes (37% de la totalité du littoral de Larache).



Quelque soit le niveau d'inondation, les zones les plus menacées sont situées particulièrement au bord de l'oued Loukous et au long de la côte sableuse de Ras E'rmel.

Les superficies inondables avec le niveau d'inondation 1 m

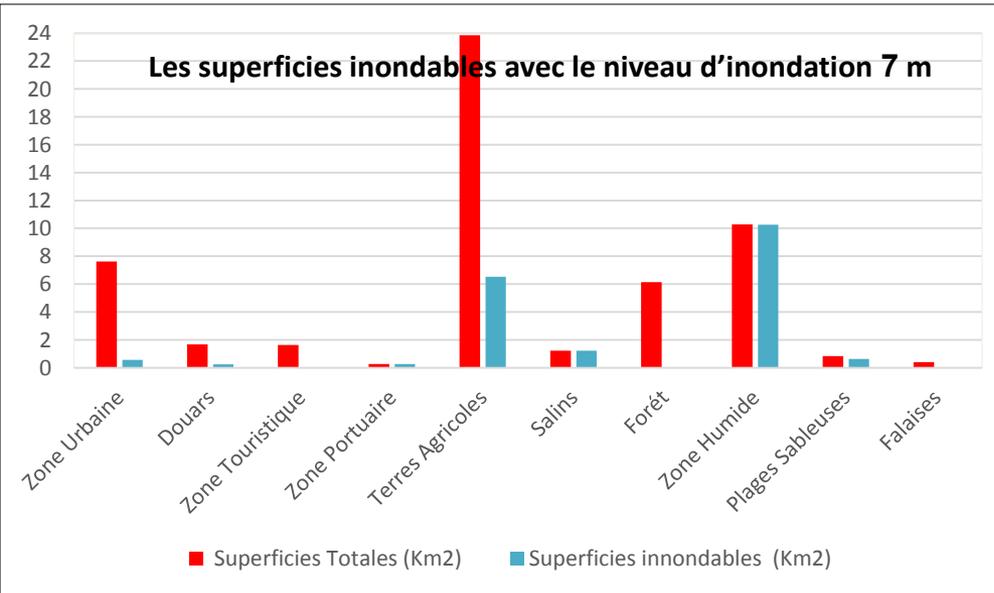


Les conséquences de cette submersion marine seraient lourdes pour les écosystèmes côtiers :

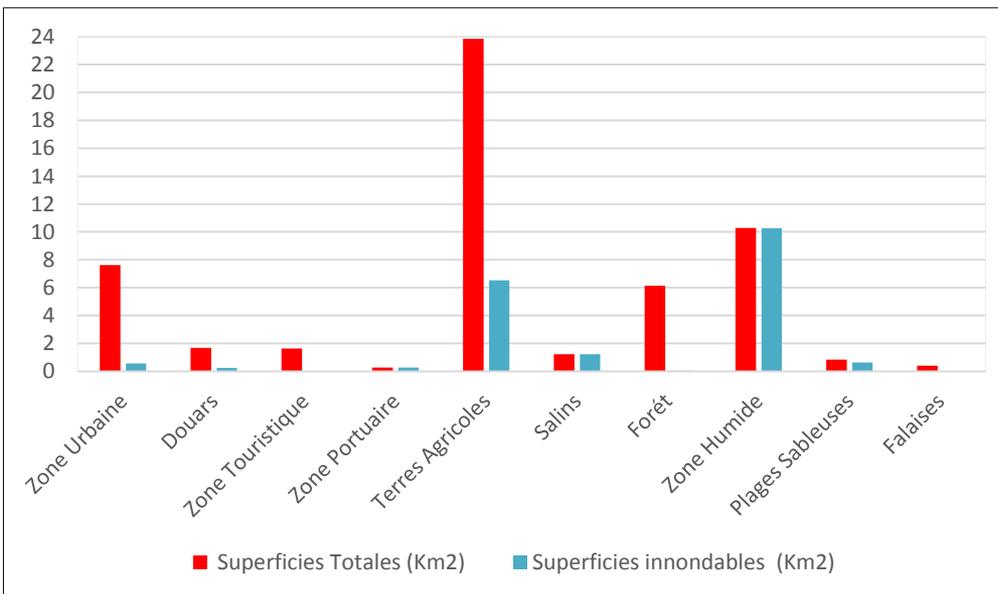
- 48% de la superficie de la zone humide de l'oued Loukous serait submergée avec un niveau d'eau de 1 m. Elle risque aussi d'être complètement inondée d'ici 2050 en cas d'inondation extrême.

- 47% de la superficie de la plages de Ras E'rmel serait submergée avec un niveau d'eau de 1 m.

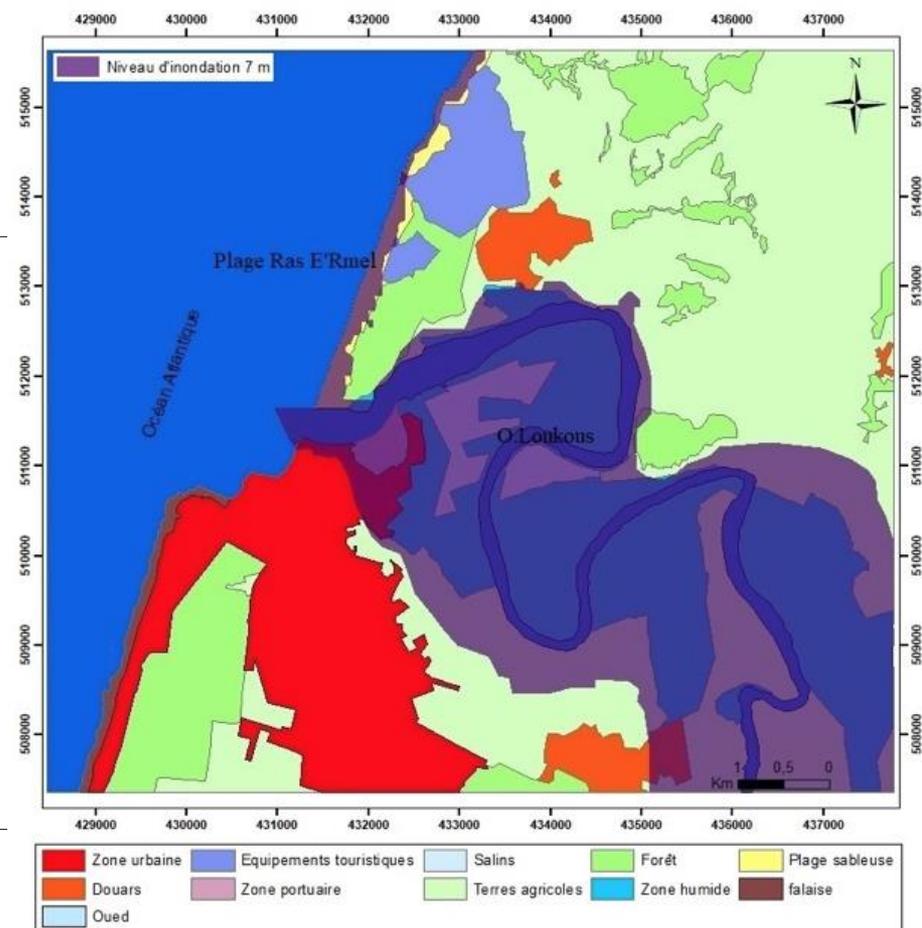
Les superficies inondables avec le niveau d'inondation 7 m



Pour les aménagements et les infrastructures, l'évaluation des risques d'inondation sur ce littoral montre que:



Les superficies inondables avec le niveau d'inondation 7 m



- **21% de la superficie des zones urbaines et périurbaines du littoral de Larache risquent d'être endommagées avec un niveau d'inondation de 7 m d'ici 2050.**
- **Les impacts sur les digues de port pourraient être importantes en cas d'intensité et fréquence accrues des houles de tempêtes qui coïncideraient avec la période des vives eaux. Ceci pourrait entraîner une submersion totale de port d'ici 2050.**

Parmi les conséquences probables de la submersion des zones côtières du littoral de Larache au cours des prochaines décennies, l'accélération de l'érosion à la plage de Ras E'rmel:

A l'horizon 2050:

- Les pertes dues à l'accélération de l'élévation du niveau marin seraient importantes. Elles atteindraient environ 14% de la superficie actuelle de la plage.
- Les volumes de sédiments érodés pourraient atteindre plus de 567.000 m³.

A l'horizon 2100:

- pour un niveau d'inondation de 1 m les superficies érodées enregistreraient environ 10% de la superficie actuelle de la plage.
- Le volume de sable érodé dépasserait les 400.950 m³.

-La cartographie des aléas extrêmes les plus probables au niveau du littoral de Larache à l'aide de SIG signale des perspectives plus inquiétantes, principalement pour les plages sableuses et les plaines alluviales à topographie basse.

-Selon l'approche cartographique, les zones sensibles aux inondations sont maintenant bien connues et cartographiés, cela permettra de:

- prendre des mesures d'adaptation et de protection dès à présent pour faire face aux impacts potentiels prévus par le scénario d'élévation du niveau de la mer.**
- mettre en place une politique de gestion intégrée de cette zone qui représente un atout touristique, un enjeu économique et un patrimoine naturel d'une grande valeur.**

Même si l'étude en question présente certaines incertitudes, telles que les hypothèses d'élévation du niveau marin à l'échelle locale, elle permet néanmoins de prendre conscience des enjeux que génèrent les risques d'inondation et d'érosion en zone côtière de la région de Larache. Elle démontre en outre l'utilité des SIG, comme outils d'aide à la décision pour les acteurs dans ce territoire.

**Merci pour
votre attention**