

Evaluation prospective des logements menacés par le recul du trait de côte à l'échelle de la France

Prospective assessment of erosion prone housing in France

François HEDOU¹, Boris LECLERC¹

¹ Cerema, Brest, France

RÉSUMÉ – Dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC), le Cerema a élaboré et mis en œuvre une méthodologie de dénombrement des bâtiments potentiellement atteints par le recul du trait de côte au cours de ce siècle. Ces projections fondées sur une analyse historique de l'évolution du littoral a permis d'identifier le nombre de logements concernés et d'évaluer leur valeur.

ABSTRACT – As part of the implementation of the national integrated coastline management strategy (SNGITC), Cerema has developed and implemented a methodology for counting buildings that might be affected by shoreline erosion during this century. These projections based on a historical analysis of the evolution of the coastline made it possible to identify the number of housings concerned and to assess their value.

1. Introduction

Toutes les régions françaises sont concernées, à des degrés divers, par l'érosion littorale qui affecte près de 20 % des côtes françaises. Ce phénomène naturel se traduit par le recul de la position du rivage. Des bâtiments sont régulièrement atteints par la mer et de nombreux autres sont potentiellement exposés, d'autant plus que les effets liés au changement climatique pourraient aggraver les risques littoraux.

Pour objectiver au mieux les enjeux, il était nécessaire d'améliorer la connaissance des enjeux pouvant potentiellement à l'avenir être atteints par le recul du trait de côte.

Les connaissances développées dans le cadre de la mise en œuvre de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (MEEM, 2017), en particulier l'élaboration d'un indicateur national de l'érosion côtière (Cerema (a), 2018 et MEEM, 2016), permettent de produire des simulations de la position du trait de côte dans les prochaines décennies à l'échelle nationale.

L'objectif de cette étude est d'évaluer de manière approfondie le nombre de logements potentiellement atteints jusqu'en 2100, aussi bien en métropole que dans les DOM. Il s'est également agi d'estimer leur valeur immobilière à l'aide des informations disponibles dans la base de données d'origine fiscale sur les transactions foncières et immobilières publiée en 2018 (Cerema (b)(c), 2018).

Cette communication vise à préciser les modalités de prise en compte des tendances historiques d'évolution du trait de côte dans une évaluation à moyen et long termes des positions du trait de côte. Pour répondre à ces enjeux et après avoir défini les principaux concepts, les données mobilisées seront précisées. Il s'agira ensuite de définir les modalités de prise en compte de ces données au sein d'une approche prospective intégrant différentes tendances d'évolution et d'aménagement des côtes. Les principaux résultats seront ensuite précisés et discutés.

2. Constitution d'un socle de données relative à la nature et à l'évolution de la côte

La projection de la position future du trait de côte et l'étude des enjeux potentiellement impactés nécessitent des sources de données fiables et homogènes (figure 1) sur l'ensemble des régions littorales françaises. L'étude s'appuie sur la mobilisation des

données les plus récentes concernant l'évolution du trait de côte et les caractéristiques des enjeux bâtis.

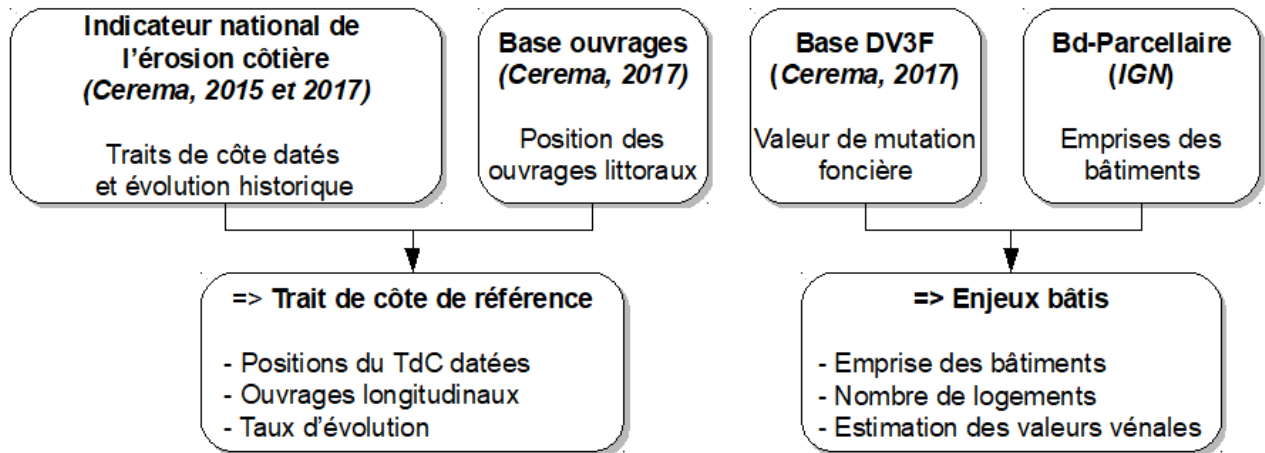


Figure 1. Articulation des données mobilisées.

2.1. Réalisation d'un indicateur national de l'érosion côtière

L'indicateur national de l'érosion côtière représente la tendance passée de l'évolution de la position du trait de côte. Cette tendance, à l'avancée, au recul ou à la stabilité du trait de côte, est calculée en observant la position du trait de côte sur 2 photographies aériennes dont les dates de prise de vue sont éloignées de plusieurs décennies.

Cet indicateur national est produit selon une méthodologie fondée sur 4 étapes principales (figure 2).

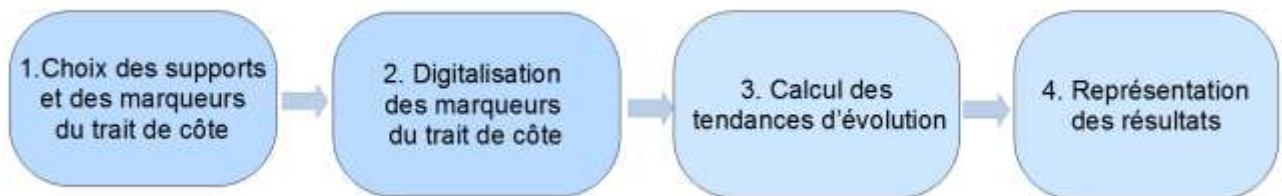


Figure 2. Réalisation de l'indicateur national de l'érosion côtière.

2.1.1. Supports photographiques

Pour être exploitables, les clichés des photographies aériennes verticales doivent être assemblés, positionnés dans l'espace (étape de géoréférencement) et traités pour prendre en compte le relief (étape d'orthorectification). Le choix des supports photographiques ainsi traités est très contraint par leur faible nombre.

Pour la période récente, l'Ortholittorale V2, en particulier pour sa qualité de prise de vue de la zone de falaises et la BD-Ortho® IGN disponible dans la totalité des départements et régions d'outre-mer (DROM) ont été privilégiés.

Pour la période ancienne (1920-1955), les choix se sont portés en priorité sur les orthophotographies anciennes provenant de la BD-Ortho®Historique de l'IGN et à défaut sur les archives traitées par le SHOM et l'Ifremer (© SHOM, Ifremer, photothèque nationale) un peu plus anciennes mais présentant souvent une plus faible résolution.

La durée d'observations de l'évolution du trait de côte s'étend entre 54 et 91 ans et est schématisée dans la figure 3.

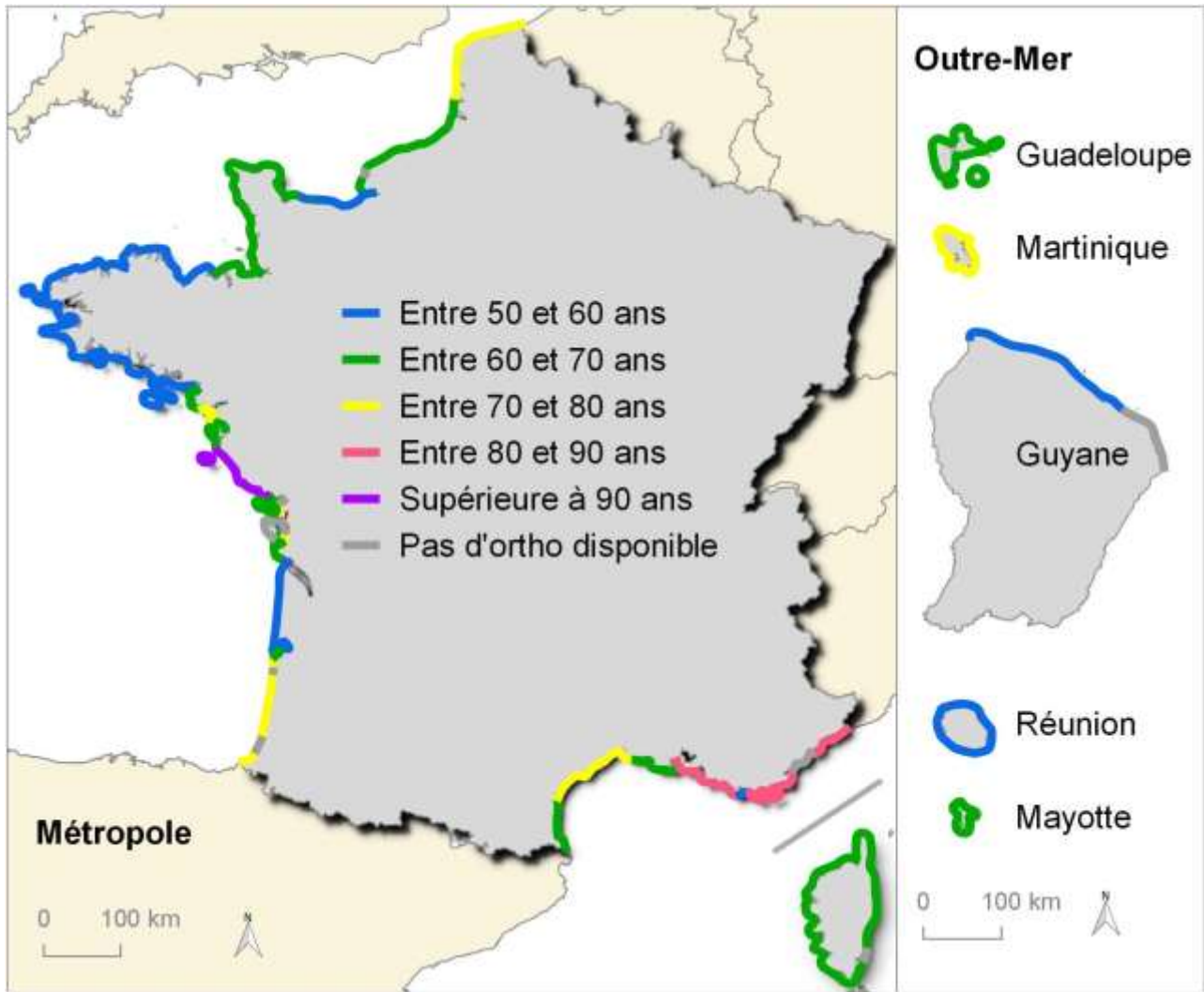


Figure 3. Durée d'observation de l'évolution du trait de côte conditionnée par la disponibilité des supports photographiques au moment de l'étude.

2.1.2. Marqueurs du trait de côte

Il existe une multitude de définitions du « trait de côte » : celle retenue pour cette étude correspond à des marqueurs morphologiques du littoral observables aussi bien sur le terrain que sur des photographies aériennes.

En raison de leur bonne visibilité sur les photographies aériennes récentes et anciennes, le suivi des marqueurs naturels suivants a été privilégié :

- pour les côtes possédant des marées : la limite de la végétation (tous types de côte) et la limite du haut de falaise (côtes à falaise avec une rupture de pente marquée) ;
- pour les côtes ne présentant pas de marée : la limite supérieure du jet de rive, correspondant globalement au sable mouillé (côte basse meuble) et la limite de la végétation (côte à falaise).

La diversité des littoraux français ne permettant pas toujours d'observer ces types de marqueurs, une quinzaine d'autres marqueurs comme les cordons de galets ou le pied de falaise ont pu être utilisés.

2.1.3. Digitalisation des marqueurs du trait de côte

Une fois les supports choisis et les marqueurs du trait de côte pré-sélectionnés, l'étape suivante consiste à tracer la position de ces marqueurs sur ordinateur, on parle alors de digitalisation. Cette étape nécessite un travail de photo-interprétation considérable (analyse

et compréhension des images aériennes) et a mobilisé 7 équipes du Cerema pour assurer un relevé homogène des traits de côte sur le littoral métropolitain et des 5 DROM.

La position du trait de côte est tout d'abord digitalisée sur les prises de vue aérienne les plus récentes disponibles au moment de l'étude (de 2005 à 2014), car ces supports sont très précis et facilitent grandement l'interprétation des images. Les mêmes types de trait de côte (marqueurs morphologiques) ont été digitalisés sur les photographies anciennes sur la période 1920 – 1957. Il est en effet indispensable de relever les mêmes marqueurs du trait de côte entre les clichés récents et anciens afin d'obtenir une comparaison fiable.

Les ouvrages longitudinaux, qui interrompent très généralement le trait de côte « naturel » et les ouvrages transversaux, comme les épis, sont également relevés. La digitalisation de ces ouvrages, complétée avec de nouvelles sources d'informations, est disponible sur le site Géolittoral et constitue la base « ouvrages » mentionnée sur la figure 1.

2.1.4. Calcul des tendances d'évolution

Les tendances d'évolution du trait de côte sont déterminées selon des profils espacés de 200 mètres le long du rivage. La distance entre deux profils (200 mètres) résulte d'un compromis entre la précision des données disponibles relevées à une échelle de 1/2500^{ème} et l'échelle de restitution des résultats au 1/50000^{ème}.

Au droit de chaque profil, la mesure de la distance comprise entre les 2 traits de côte datés permet de calculer un taux d'évolution moyen exprimé en mètre par an avec une valeur fournie au décimètre.

Le calcul des tendances d'évolution a été effectué uniquement sur les sections où les deux traits de côte (récent et ancien) possèdent le même marqueur de position comme une limite de végétation, un pied de falaise. Par ailleurs, la fixation du trait de côte générée par la présence des ouvrages a conduit à ne pas réaliser de calcul lorsque l'un des traits de côte levés correspondait à un ouvrage.

La construction des profils et les calculs des taux d'évolution ont été réalisés à l'aide du logiciel MobiTC, développé par le Cerema (Trmal et al., 2012).

Le relevé des marqueurs de la position du trait de côte intègre une part d'incertitude liée à plusieurs facteurs:

- La qualité des clichés,
- L'ortho-rectification (en fonction du relief et de l'angle de prise de vue, le calage de l'image peut varier significativement au sein d'un même cliché, y compris sur des orthophotographies récentes),
- L'interprétation de l'opérateur (notamment dans les zones de végétations clairsemées).

L'erreur sur la position des traits de côte récents et anciens est respectivement au minimum de 5 mètres et de 10 mètres de part et d'autre du tracé. La combinaison de toutes ces sources d'incertitudes rend très délicate l'estimation d'une incertitude globale sur le calcul des taux d'évolution. Il convient cependant de tenir compte, au minimum, d'une incertitude de 0,25m/an sur les taux d'évolution calculés.

2.2. Agglomération des différentes données

Le trait de côte de référence de l'étude est constitué de la fusion des données géographiques du trait de côte naturel et celles des ouvrages littoraux longitudinaux. Ce tracé « composite » comprend ainsi :

- 29 119 segments de trait de côte de 50 mètres maximum de long et comportant principalement des informations sur l'année de relevé et sur le taux d'évolution historique lorsque celui-ci a pu être calculé ;

- 17 699 segments d'ouvrages de 100 mètres maximum de long et comportant des informations sur la date de relevé et sur le type d'ouvrage.

Les informations sur les enjeux bâtis du littoral ont été constituées en s'appuyant sur des traitements géomatiques permettant d'affecter aux bâtiments les informations sur les logements et sur leur valeur de mutation foncière.

L'étude s'est appuyée pour cela sur les données d'emprise géographique des bâtiments issues de la BD-Parcellaire de l'IGN et sur les données à la parcelle d'origine fiscale, traitées par le Cerema dans le cadre de la base de donnée DV3F.

Cette dernière combine information fiscale (DVF) et informations issues des fichiers fonciers. Elle donne accès, dans sa version de fin 2017, aux valeurs de mutation des biens sur les 7 dernières années.

Le traitement géomatique d'affectation des informations connues à la parcelle aux bâtiments situés à proximité du littoral a été automatisé. Le détail de ces traitements n'est pas présenté dans cette communication.

3. Scénarios d'évolution étudiés

L'étude a été réalisée à **enjeux constants** et ne prend donc pas en compte les dynamiques de développement des territoires littoraux dont la complexité rend difficile l'analyse prospective. Les différents scénarios d'évolution étudiés ont ainsi été construits uniquement sur la base d'hypothèses permettant de définir la position future du trait de côte au cours du siècle à venir. Deux critères majeurs de la dynamique spatiale de la position du trait de côte ont été pris en compte :

- **le taux d'évolution**

La position future du trait de côte est déterminée sur la base des tendances passées d'évolution du trait de côte, observées sur plusieurs décennies par l'indicateur national de l'érosion côtière suivant 2 hypothèses :

– Hypothèse (S1) : Un taux de recul est appliqué uniquement sur les secteurs de l'indicateur national identifiés en recul, soit environ 20 % du trait de côte actuel. Ces valeurs s'étalent de -0,1 m/an à -7,9 m/an. Pour ces secteurs, le taux passé de l'évolution est reconduit et appliqué jusqu'en 2100.

– Hypothèse (S2) : Un taux régional de recul minimal est appliqué à l'ensemble des côtes pour une première approche de la prise en compte des effets potentiels de l'élévation attendue du niveau marin. Ce taux s'étale de -0,1 m/an à -4,9 m/an. Les taux de recul appliqués sont déterminés en fonction de la géomorphologie (les falaises rocheuses reculent ainsi bien moins rapidement que les côtes sableuses) et des évolutions observées par secteurs de côte homogènes. La géomorphologie est issue de la base EuroErosion (2003).

- **l'influence des ouvrages littoraux longitudinaux sur la position du trait de côte**

Le littoral des régions françaises comprend de nombreux ouvrages côtiers dont les futures stratégies de gestion (laisser faire le recul / maintenir la position du trait de côte) sont susceptibles d'influencer fortement la position du trait de côte. Afin d'appréhender et d'encadrer les contrastes de situations introduits par ces différents modes de gestions, 3 hypothèses ont été considérées :

– Hypothèse (A) : les ouvrages sont maintenus en place et le recul est inexistant au droit de ces derniers.

– Hypothèse (B) : les ouvrages sont progressivement détruits et effacés à partir de leurs extrémités et selon les taux d'évolution observés à proximité.

– Hypothèse (C) : les ouvrages sont effacés et les taux d'évolution historique observés à leurs extrémités leur sont uniformément appliqués.

Les positions annuelles du trait de côte sont ainsi définies selon les 6 scénarios résultant de la combinaison des 2 hypothèses sur les taux d'évolution et des 3 hypothèses sur le devenir des ouvrages littoraux. Ces positions du trait de côte à des échéances lointaines reposent sur des hypothèses simplificatrices et ne doivent donc pas être considérées comme des prédictions, mais comme **un moyen d'accéder à une évaluation globale à l'échelle nationale d'un ordre de grandeur des effets potentiels du recul du trait de côte.**

4. Résultats en termes de quantification et de valorisation des enjeux

Les positions annuelles du trait de côte sont calculées de 2015 à 2100 pour les 6 scénarios étudiés.

Elles permettent d'estimer pour chaque bâtiment référencé l'année théorique où il devrait être atteint par le recul du rivage.

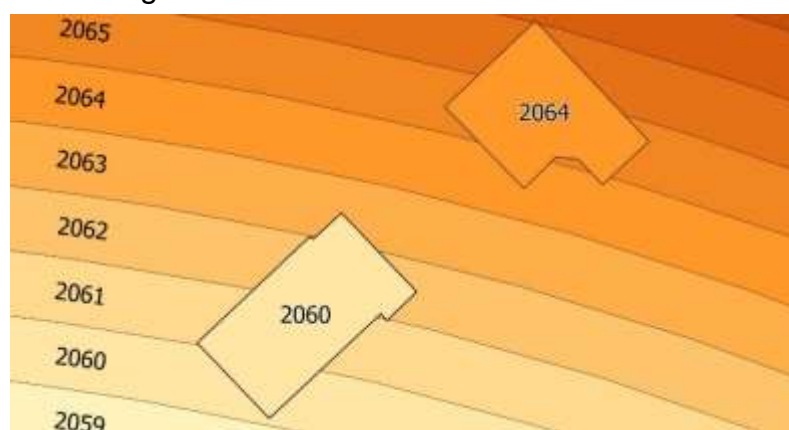


Figure 4. Calcul, pour chaque enjeu et scénario, d'une date prévisible de disparition.

Selon les scénarios étudiés, de 3 300 à 29 000 bâtiments (dont la surface au sol dépasse 20 m²) pourraient être atteints par le recul du trait de côte à l'échéance 2100 :

Les traitements géomatiques réalisés permettent d'estimer le nombre de logements (maison et appartements) contenus dans les bâtiments. Sur cette base de calcul, de 5 000 à 47 300 logements pourraient être atteints par le recul du trait de côte à l'échéance 2100 :

Les ordres de grandeur financiers correspondant à la valeur actuelle des logements concernés sont ainsi estimés entre 800 millions et 8 milliards d'euros selon le scénario considéré (tableau 1). Cette estimation économique ne prend pas en compte l'actualisation des coûts des logements, ni le département de Mayotte (où ces données sont indisponibles).

Tableau 1. Valorisation (€ 2018) des logements impactés par le recul des côtes à l'échelle nationale

Valeur des logements atteints en 2100	Ouvrages maintenus en place (A)	Disparition progressive des ouvrages(B)	Ouvrages effacés (C)
Recul sur les secteurs historiques de l'indicateur national (S1)	0,79 Mrd € 0,67 en métropole 0,12 en outre-mer	1,21 Mrd € 1,07 en métropole 0,14 en outre-mer	2,14 Mrd € 1,97 en métropole 0,17 en outre-mer
Recul généralisé sur la majorité du littoral (S2)	2,24 Mrd € 1,89 en métropole 0,35 en outre-mer	3,69 Mrd € 3,23 en métropole 0,46 en outre-mer	8,01 Mrd € 7,38 en métropole 0,63 en outre-mer

L'évolution dans le temps de la valeur des logements impactés par le recul du trait de côte peut aussi être étudiée (figure 5).

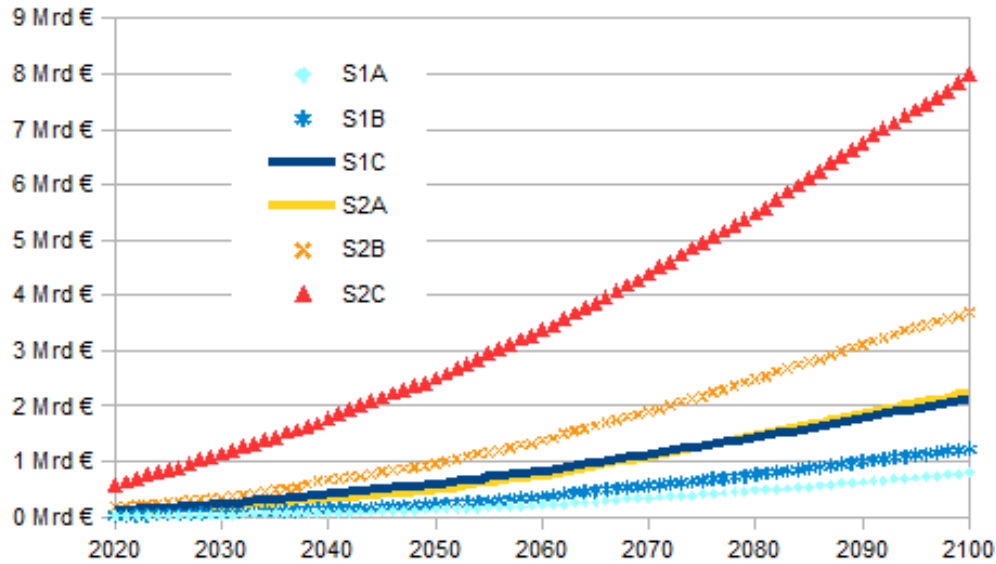


Figure 5. Valeur cumulée des logements selon les différents scénarios.

Ce graphique montre ainsi la forme croissante que suit la valeur cumulée de ces logements au cours de ce siècle pour chaque scénario. A l'approche de l'horizon 2050, ces courbes marquent un point d'inflexion. Des études complémentaires doivent être menées pour confirmer que cette inflexion est imputable à d'une plus forte densité de logements que dans les tous premiers mètres de front de mer.

Compte tenu des hypothèses de l'étude, les scénarios les plus bas sont les plus réalistes à court terme mais à long terme, les scénarios élevés deviennent envisageables.

Il peut en effet être considéré que les hypothèses pessimistes sur les ouvrages et les taux sont moins vraisemblables à court terme car ils divergent brusquement de la situation actuelle. A plus lointaine échéance, ces hypothèses se révèlent plus vraisemblables (incapacité à maintenir des ouvrages en place lesquels risquant d'être contournés, impact du changement climatique).

5. Conclusion et discussion sur l'interprétation des résultats

L'interprétation des résultats de cette étude est à mener avec précaution et doit tenir compte notamment des éléments suivants :

- Les enjeux sont considérés comme constants et ne tiennent pas compte des dynamiques d'aménagement futures (en termes de nombre de bâtiments / logements, et en termes de fluctuation de la valeur de ces biens). Les enjeux n'incluent pas non plus les activités économiques.

- Les taux d'évolution utilisés sont sujets à de nombreuses incertitudes et ne permettent pas de prendre en considération d'éventuels changements de dynamique liés aux modifications des environnements côtiers.

- Les effets sur le recul du trait de côte de la hausse du niveau marin, associés au changement climatique, sont très mal caractérisés et font actuellement l'objet de nombreux travaux scientifiques. Ils ne sont donc pas pris en compte dans cette étude, mais sont néanmoins approchés par une projection de recul généralisé du littoral (S2).

- Les phénomènes de submersion permanente potentiellement induits par les effets de l'érosion sur les environnements littoraux (disparition de cordons dunaires ou d'autres points hauts au droit de zones basses littorales) ne sont également pas pris en compte.
- Les hypothèses sur le comportement des ouvrages côtiers (maintien / disparition progressive / effacement) sont très schématiques et ne tiennent pas compte de leurs états. La construction de nouveaux aménagements n'est également pas considérée.
- Les zones portuaires abritées par des jetées, n'ont pas été étudiées dans le cadre de la cartographie de l'indicateur national de l'érosion côtière. La détermination des positions futures du trait de côte ne peut être menée dans ces secteurs particuliers, lesquels ne sont donc pas étudiés dans ces travaux.
- Ces résultats issus de traitements des données globalisées au niveau national ne sont valables qu'à cette échelle. Pouvant présenter ponctuellement des sur-estimations ou des sous-estimations, leur analyse à des échelles locales est déconseillée.

Ainsi, il convient de rappeler que tous les chiffres présentés dans ce document résultent d'**hypothèses simplificatrices**. Même s'ils peuvent sembler précis, ils permettent uniquement de donner un **ordre de grandeur à l'échelle nationale des possibles conséquences du recul du trait de côte sur les bâtiments et les logements**.

6. Références bibliographiques

CEREMA (a) (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), MTES (Ministère de la Transition écologique et solidaire) (2018). *Cartographie de l'indicateur national de l'érosion côtière*. Disponible en ligne sur URL : <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/indicateur-national-de-l-erosion-cotiere-r473.html>

CEREMA (b) (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement). Base de données d'origine fiscale sur les transactions foncières et immobilières. Disponible en ligne sur URL : <http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/dv3f-r1034.html>

CEREMA (c) (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement). Guide de prise en main des Fichiers fonciers et fiches des variables. Disponible en ligne sur URL : <http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/fichiers-fonciers-r549.html>

MEEM (Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer) (2016). Développer la connaissance et l'observation du trait de côte – Contribution nationale pour une gestion intégrée » publié par le Ministère chargé de l'écologie, en mars 2016. Disponible en ligne sur URL : http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/synthese_nationale_connaissance_trait-de-cote_fev_2016.pdf

MEEM (Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer) (2017). Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte – Programme d'actions 2017-2019. Disponible en ligne sur URL : <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/strategie-nationale-de-gestion-integree-du-trait-r434.html>

Trmal, Céline (2012) MobiTC, outil de calcul automatique de l'évolution historique du trait de côte : exemples sur 3 types de morphologies côtières - 10.5150/jngcgc.2012.055-T