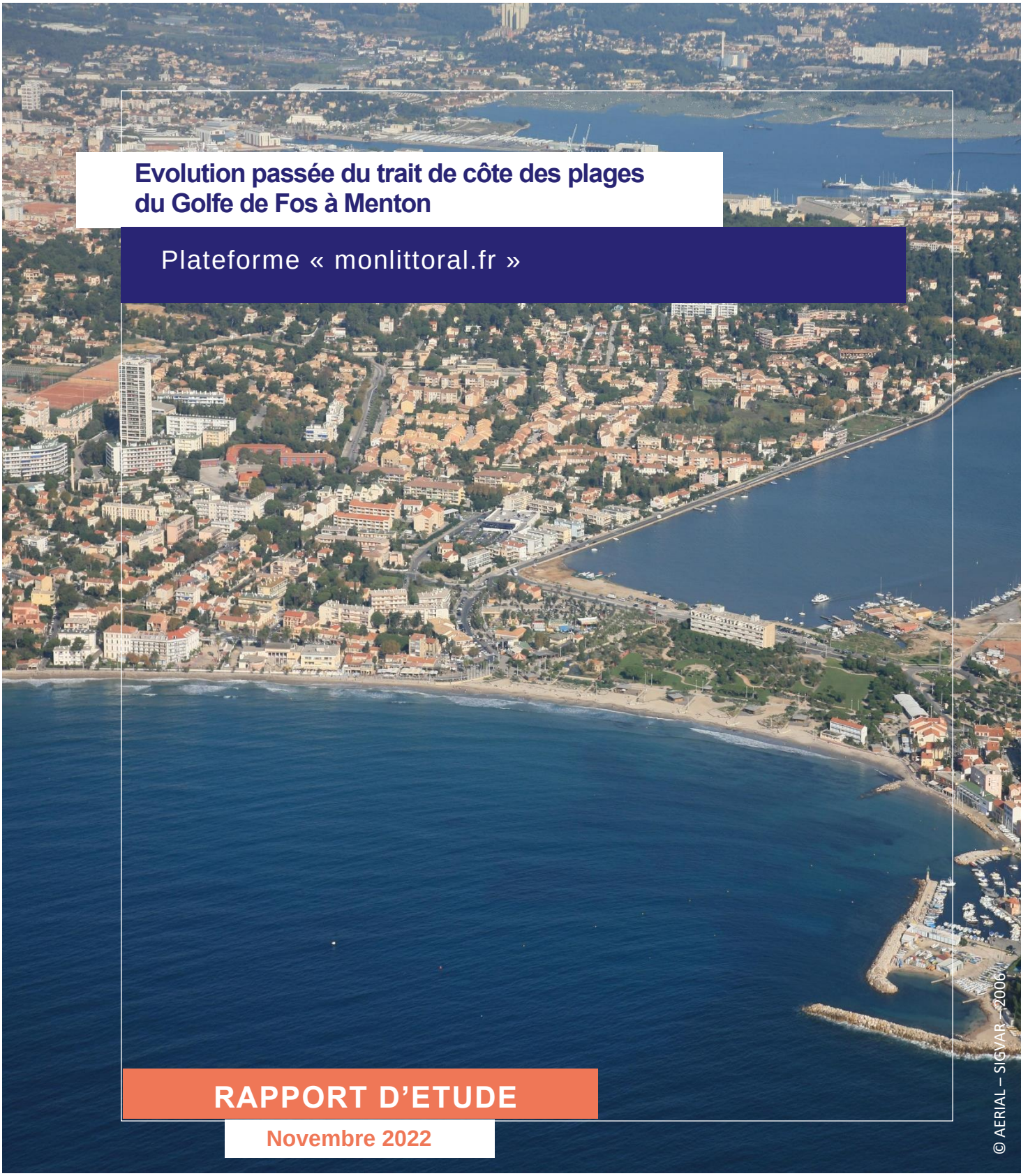
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



Evolution passée du trait de côte des plages du Golfe de Fos à Menton

Plateforme « monlittoral.fr »

RAPPORT D'ETUDE

Novembre 2022

© AERIAL – SIGVAR – 2006

N° NOVA : 21-ME-0702

PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE- ALPES-CÔTE D'AZUR
Liberté
Égalité
Fraternité

MON LITTORAL
Provence - Côte d'Azur

Produit conçu avec le système de management de la qualité certifié AFAQ ISO 9001

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Site web : www.cerema.fr

Evolution passée du trait de côte des plages du golfe de Fos à Menton

Plateforme « monlittoral.fr »

Commanditaire : DREAL PACA

Auteur : Céline TRMAL

Responsable du rapport

Céline TRMAL – Département Risques Naturels – Groupe Risques Inondations Littoraux
Tél. : +33(0)4 42 24 76 77
Courrier : **celine.trmal@cerema.fr**
Direction Méditerranée - Pôle d'activités Les Milles - Avenue Albert Einstein - 13290 AIX-EN-PROVENCE

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V0	Mai 2022	
V1	Octobre 2022	Remise en forme pour publication définitive
V2	Novembre 2022	Dernières corrections

Références

N° NOVA : 21-ME-0702

Partenaires : DREAL PACA

Marché du 16/10/2020

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
Céline TRMAL	DRN/GRIL	**Auteur principal**	14/11/2022	C. Trmal
Frédéric PONS	DRN/GRIL	Contrôleur		Frédéric PONS 3320001346pf Signature numérique de Frédéric PONS 3320001346pf Date : 2022.11.15 16:19:46 +01'00'
David CRIADO	DRN/GRIL	Valideur		David CRIADO 2310028321cd Signature numérique de David CRIADO 2310028321cd Date : 2022.11.15 16:24:48 +01'00'

Résumé de l'étude

Les tendances passées d'évolution du trait de côte sont évaluées à partir d'une analyse diachronique de traits de côte.

La première étape a consisté à réaliser un inventaire des positions passées du trait de côte produites par différents organismes. Pour chaque département de la région PACA (hors Camargue étudiée par le CEREGE), une dizaine de traits de côte historiques ont été reconstitués. Ils couvrent une large période, des années 1920 à 2017, et sont relativement bien espacés dans le temps.

Une fois les bases de données constituées, un travail d'analyse statistique a été réalisé. Des taux historiques d'évolution du trait de côte ont été calculés suivant cinq périodes : toutes dates (depuis 1920), depuis 1950, depuis 1980, depuis 2000 et depuis 2010. Des graphiques sont produits sur de nombreuses traces perpendiculaires au rivage afin de visualiser l'ajustement statistique effectué et notamment sa pertinence (rupture dans l'évolution, linéarité…). Des histogrammes représentant ces taux d'évolution sont cartographiés afin de visualiser spatialement les évolutions des plages.

L'analyse des évolutions historiques du trait de côte permet ainsi d'avoir une cartographie homogène sur la région PACA. L'ensemble des résultats est mis à disposition pour que l'utilisateur puisse appréhender la robustesse des ajustements effectués, notamment en cas de changement dans le temps du comportement de la plage, souvent lié à des actions anthropiques.

Ce travail réalisé à l'échelle régionale ne remplace pas des études locales, qui s'appuieraient sur des positions passées supplémentaires de traits de côte (levés terrain) ou sur des démarches expertes.

5 à 10 mots clés à retenir de l'étude

Trait de côte	
Erosion	
Plage	
Provence-Alpes-Côte d'Azur	
Plateforme « monlittoral.fr »	

Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

- [x] Accès libre : document accessible au public sur internet
- [ ] Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema
- [ ] Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire CeremaDoc, via le dépôt de document : https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx. Elle est également disponible sur la plateforme monlittoral.fr.

Contexte et objet de l'étude

Le littoral de la façade méditerranéenne, qui s'étend sur près de 2400 km, est confronté depuis plusieurs années au défi du changement climatique. Ce dernier impacte notablement le trait de côte et les populations qui y vivent. Il pose par conséquent la question de son attractivité sur le long terme et du modèle de développement touristique tel qu'il a été conçu dans les années 1960.

Or, ce littoral concentre une grande partie de la population et des richesses des territoires (économie, biodiversité, paysages, patrimoine...), il est donc essentiel et urgent d'œuvrer pour définir une stratégie littorale de façade, adaptée à chaque territoire pour accompagner les territoires littoraux à faire face au double défi du changement climatique et de leur attractivité.

Au préalable, pour permettre la prise en compte de ces enjeux littoraux dans les politiques publiques et favoriser la résilience et l'adaptation au changement climatique des territoires littoraux, il est nécessaire de mieux connaître le fonctionnement des zones littorales.

Plusieurs démarches sont engagées, notamment en Provence Alpes-Côte d'Azur. La plateforme « Mon Littoral Provence-Côte d'Azur », initiée concrètement en 2020 par la DREAL avec l'appui du CRIGE, du Cerema, du BRGM, des laboratoires universitaires CEREGE et Espace et soutenue également par la Région Sud Provence Alpes Côtes d'Azur, permet d'expérimenter la mise en commun de données locales ainsi que l'organisation d'échanges sur la gestion du trait de côte.

La plateforme a vocation à promouvoir la gestion intégrée de la zone côtière (GIZC), en considérant les intérêts, les ressources et les contraintes de l'ensemble des acteurs.

Ainsi, « Mon Littoral Provence-Côte d'Azur » se veut être une plateforme, qui regroupe l'écosystème des acteurs du littoral, sur des thématiques larges et transversales, et qui soit :

- Collaborative, de co-création de contenus (données, analyses) autours d'objectifs de production communs ;
- Ouverte, selon le principe de l'Open Data et de l'interopérabilité des outils et des données ;
- Interdisciplinaire, pour croiser les compétences et les analyses, nécessaires à l'appréhension du sujet transversal de gestion du littoral ;
- De partage de données, au sens d'un observatoire, accessible à tout type d'acteurs (publics, privés, associatifs, individuels) ;
- D'échange de pratiques, pour favoriser une meilleure compréhension des problématiques rencontrées, partager les retours d'expérience et faire émerger des solutions durables, au sens du développement durable.

Dans ce cadre, le Cerema, pour le compte de la DREAL PACA, a produit de nouvelles données pour alimenter la plateforme en données « socles », uniformes à l'échelle de la région et constituant des données indispensables à la vision régionale. Ces données sont également primordiales à l'échelle locale, elles sont un des points de départ à l'expertise attendue lors de l'élaboration des stratégies locales de gestion intégrée du trait de côte.

Le présent rapport accompagne les nouvelles données sur l'évolution passée du trait de côte. La zone d'étude s'étend de l'intérieur du golfe de Fos (commune de Fos-sur-Mer) à la frontière italienne (commune de Menton). Le territoire de la principauté de Monaco est exclu. La zone d'étude comprend 57 communes, les plages de l'étang de Berre ne sont pas étudiées.

Sommaire

1 Les traits de côte historiques 8
1.1 Les sources des différents millésimes de traits de côte 8
1.2 Les traits de côte utilisés 9
1.2.1 Département des Bouches-du-Rhône (hors Camargue) 9
1.2.2 Département du Var 11
1.2.3 Département des Alpes-Maritimes 15
2 Calcul de l'évolution passée du trait de côte des plages 18
2.1 Ajustements statistiques des traits de côte profil par profil 18
2.2 Représentation cartographique de l'évolution historique des traits de côte 22
2.3 Les plages étudiées 25
3 Métadonnees des couches SIG produites 26
4 Synthèse et perspectives 28
5 Annexes 29
5.1 Annexe 1 : Comparaison des traits de cote 29
5.1.1 Comparaison des traits de côte des Bouches-du-Rhône 29
5.1.2 Comparaison des traits de côte du Var 29
5.1.3 Comparaison des traits de côte 2004 30
5.2 Table des illustrations 31
5.2.1 Table des figures 31
5.2.2 Table des tableaux 31

Introduction

L'évolution historique du trait de côte est évaluée à partir d'une analyse diachronique de millésimes de traits de côte.

La première étape consiste à constituer un inventaire des positions passées du trait de côte qui ont pu être produites par différents organismes.

Une fois les bases de données constituées, un travail d'analyse statistique est réalisé pour obtenir des taux d'évolution passée des plages.

La zone d'étude s'étend de l'intérieur du golfe de Fos (commune de Fos-sur-Mer) à la frontière italienne. Le territoire de la principauté de Monaco est exclu. La zone d'étude comprend 57 communes, les plages de l'étang de Berre ne sont pas étudiées.

La Camargue n'est pas couverte car le même type d'études a déjà été réalisé par le CEREGE : SABATIER, F., PLAINE, J. et KULLING, B., 2017. Une approche scientifique pour une connaissance des aléas littoraux en Camargue - Tâche 1 - Variations du rivage depuis 10 ans. Aix Marseille Université, CEREGE UMR 7330.

1 LES TRAITS DE COTE HISTORIQUES

L'objectif est d'analyser les tendances d'évolution passées des plages. Pour pouvoir calculer les évolutions il faut avoir un certain nombre de traits de côte historiques.

1.1 Les sources des différents millésimes de traits de côte

Les traits de côte historiques peuvent provenir de plusieurs sources :

- ils sont numérisés :
  - sur des photographies aériennes orthorectifiées au préalable (avion, drone…)
  - sur des orthophotographies produites par l'organisme de référence qu'est l'IGN
  - à partir de photos satellites
- ils sont levés sur le terrain :
  - à l'aide d'un DGPS
  - à l'aide d'un GPS (par ex. celui d'un smartphone).

Ces traits de côte sont datés du jour de la prise de la photo aérienne ou satellite ou du jour (et heure) du levé sur la plage.

Sur les plages de la région PACA, la limite entre la mer et le sable/galet est communément utilisée comme trait de côte. Elle se matérialise souvent comme la limite du jet de rive (limite d'ascension des vagues). Cette limite de jet de rive n'est pas exactement relevée de la même façon suivant les opérateurs.

Sur supports aériens il peut s'avérer difficile de voir la limite du jet de rive et l'opérateur numérise plus ou moins le haut du jet de rive ou le milieu du jet de rive. Une certaine incertitude existe suivant l'expérience de l'opérateur, la qualité du support et les conditions d'agitation.

Sur supports satellites, la reconnaissance du jet de rive se fait par des algorithmes de détection automatique. Selon l'algorithme c'est plus ou moins le jet de rive qui est acquis. Certains algorithmes font des moyennes du jet de rive sur plusieurs photographies satellites.

Sur le terrain, les opérateurs ont leur habitude de relevé et se mouillent plus ou moins les pieds.

Dans tous les cas, la saison d'acquisition des traits de côte est importante. En hiver les plages sont amoindries par les tempêtes et en été les plages sont élargies par le transfert naturel de sable venant des petits fonds ou par des rechargements (en vue de préparer la saison estivale). Il est préférable de comparer les traits de côte d'une même saison.

D'autres incertitudes viennent s'ajouter. La plus importante est le niveau de la mer le jour de l'acquisition. Pendant une période anticyclonique le niveau de la mer est bas laissant une plage émergée plus large, à contrario pendant une période dépressionnaire le niveau de la mer est haut avec bien souvent une agitation qui accentue le rétrécissement de la plage. Sur les plages plates cette incertitude peut être d'une dizaine de mètres.

Il peut localement être fait des choix différents notamment lorsqu'un opérateur lève le trait de côte sur le terrain. Par exemple Esterel Côte d'Azur Agglomération utilise le talus pré-littoral comme matérialisation du trait de côte.

Ces différents points montrent l'importance de disposer des métadonnées associées aux traits de côte.

Dans cette étude, le travail de recueil des traits de côte auprès des différents acteurs a permis de collecter une dizaine de traits de côte « départementaux », c'est-à-dire des traits de côte de plages ayant la même métadonnée et la même date sur l'ensemble d'un département. Ces données « socle » sont complétées par d'autres traits de côte locaux le cas échéant.

1.2 Les traits de côte utilisés

1.2.1 Département des Bouches-du-Rhône (hors Camargue)

1.2.1.1 Les traits de côte de SAFEGE – CD 13

En 2009, le bureau d'études Safege a conduit pour le compte du Conseil Département des Bouches-du-Rhône une étude globale sur les phénomènes d'érosion et de submersion marine. Dans ce cadre le bureau d'études a réalisé une analyse diachronique de l'évolution des plages. Pour cela, plusieurs traits de côtes, de 1950 à 1992, ont été numérisés sur des photographies aériennes calées par le bureau d'études. Les traits de côte 1998 et 2003 ont été numérisés directement sur les orthophotographies de l'IGN.

Safege a mis à disposition ces données au Cerema pour compléter la base de données départementale.

Le tableau ci-dessous récapitule les traits de côte et notamment les dates de prise de vue des photographies aériennes.

Traits de côte	Dates de prise de vue
Traits de côte 1950	16-21/09/1947 : golfe de Fos Du 22/08 au 30/08/1950 : Martigues – La Ciotat
Traits de côte 1977	24/08/1977
Traits de côte 1992	14-15/07/1992
Traits de côte 1998	Du 22/05 au 26/05/1998
Traits de côte 2003	Du 14/05 au 22/05/2003

1.2.1.2 Les traits de côte du Cerema

1.2.1.2.1 Traits de côte produits dans le cadre de l'Indicateur National d'Erosion Côtière

Le Cerema a produit un Indicateur National d'Erosion Côtière à la demande du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/indicateur-national-de-l-erosion-cotiere-r473.html).

Pour cela une comparaison a été réalisée entre un trait de côte historique et un trait de côte récent.

Le trait de côte historique a été digitalisé à partir de photos aériennes très anciennes, orthorectifiées et mises à disposition par l'Ifremer et le CRIGE PACA. Ces photos sur l'est des Bouches du Rhône datent de 1927. On ne connait pas le mois de la prise de vue. Elles commencent sur la commune de Fos-sur-Mer et vont jusqu'à la Ciotat.

Le trait de côte récent a été digitalisé sur l'Ortholittoral v2 (http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/orthophotographie-du-littoral-r181.html). Sur les Bouches-du-Rhône les prises de vue ont eu lieu en septembre 2011.

Pour ces 2 traits de côte le Cerema a digitalisé la limite du jet de rive pour les plages et la limite de végétation pour les côtes rocheuses.

Le Cerema a estimé que l'erreur sur le trait de côte historique (1927) est de +/- 25 m et sur le trait de côte récent (2011) de +/- 5 m.

1.2.1.2.2 Traits de côte produits dans le cadre d'une prestation pour le SGAR PACA

Afin d'améliorer la connaissance sur les plages sableuses de l'est des Bouches-du-Rhône, le SGAR PACA a financé trois millésimes de traits de côte, sur les orthophotographies 2008, 2014 et 2017 de l'IGN.

Sur ces orthophotographies, le Cerema a digitalisé le jet de rive.

Traits de côte	Dates de prise de vue
Traits de côte 2008	19/06/2008 de Fos-sur-Mer à la plage des Catalans à Marseille 18/06/2008 de la plage du Prophète à La Ciotat et îles du Frioul
Traits de côte 2014	Du 13/05 au 15/07/2014
Traits de côte 2017	16/04/2017

1.2.1.3 Synthèse

Le tableau ci-dessous récapitule les traits de côte « socle » de l'est du département des Bouches-du-Rhône.

Tableau 1.1 : Traits de côte retenus dans les Bouches-du-Rhône

N°	Traits de côte	Dates de prise de vue	Producteur	Incertitudes
1	Traits de côte 1927	1927	Cerema	+/- 25 m
2	Traits de côte 1950	16-21/09/1947 : golfe de Fos Du 22/08 au 30/08/1950 : Martigues – La Ciotat	Safege	+/- 5 m
3	Traits de côte 1977	24/08/1977	Safege	+/- 5 m
4	Traits de côte 1992	14-15/07/1992	Safege	+/- 5 m
5	Traits de côte 1998	Du 22/05 au 26/05/1998	Safege	+/- 5 m
6	Traits de côte 2003	Du 14/05 au 22/05/2003	Safege	+/- 5 m
7	Traits de côte 2008	19/06/2008 de Fos-sur-Mer à la plage des Catalans à Marseille 18/06/2008 de la plage du Prophète à La Ciotat et îles du Frioul	Cerema	+/- 5 m
8	Traits de côte 2011	Septembre 2011	Cerema	+/- 5 m
9	Traits de côte 2014	Du 13/05 au 15/07/2014	Cerema	+/- 5 m
10	Traits de côte 2017	16/04/2017	Cerema	+/- 5 m

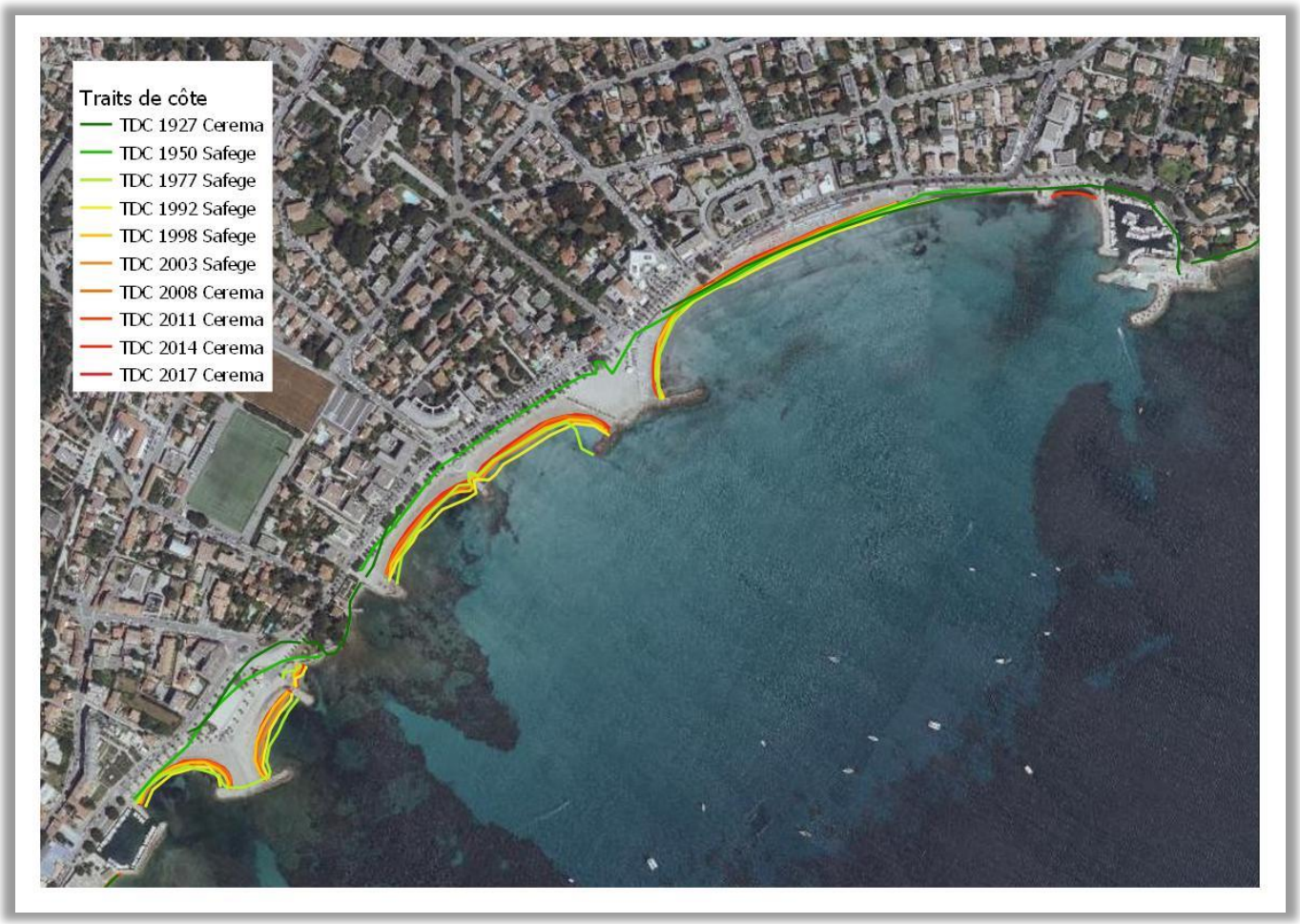


Figure 1.1 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur de La Ciotat

1.2.2 Département du Var

1.2.2.1 Les traits de côte du CD 83

Le Conseil Département du Var a réalisé plusieurs études sur l'évolution du trait de côte. Dans ce cadre, le CD 83 a calé des photographies aériennes de l'IGN de 1972. A l'aide du site https://remonterletemps.ign.fr/ il a été possible de retrouver la date de prise de vue des photos aériennes.

Ensuite le CD 83 a numérisé des traits de côte sur les orthophotographies de l'IGN de 1998, 2003, 2008, 2014 et 2017.

Traits de côte	**Dates de prise de vue**
Traits de côte 1972	Du 25/05 au 08/06/1972
Traits de côte 1998	Du 22/05 au 9/06/1998
Traits de côte 2003	Du 14/05 au 20/05/2003
Traits de côte 2008	Du 23/06 au 25/06/2008
Traits de côte 2014	Du 17/07 au 18/08/2014
Traits de côte 2017	08/06/2017 de l'ouest 83 au Rayol-Canadel 07/06/2017 de Cavalaire à l'est 83

1.2.2.2 Les traits de côte du Cerema

1.2.2.2.1 Traits de côte produits dans le cadre de l'Indicateur National d'Erosion Côtière

Le Cerema a produit un Indicateur National d'Erosion Côtière à la demande du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/indicateur-national-de-l-erosion-cotiere-r473.html).

Pour cela une comparaison a été réalisée entre un trait de côte historique et un trait de côte récent.

Le trait de côte historique a été digitalisé à partir de photos aériennes très anciennes, orthorectifiées et mises à disposition par l'Ifremer et le CRIGE PACA. Ces photos sur le Var datent de 1927 de l'ouest du Var aux environs du port de Caqueiranne et de 1924 à l'est du Var. On ne connait pas le mois de la prise de vue. Le secteur de la ville de Toulon n'a pas été relevé.

Le trait de côte récent a été digitalisé sur l'Ortholittoral v2 (http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/orthophotographie-du-littoral-r181.html). Sur le Var les prises de vue ont eu lieu en septembre 2011.

Pour ces deux traits de côte le Cerema a digitalisé la limite du jet de rive pour les plages et la limite de végétation pour les côtes rocheuses.

Le Cerema a estimé que l'erreur sur le trait de côte historique (1924/1927) est de +/- 25 m et sur le trait de côte récent (2011) de +/- 5 m.

1.2.2.2.2 Traits de côte sur les îles d'Hyères

Le CD 83 n'a pas étudié l'évolution du trait de côte sableux sur les îles d'Hyères. Par contre le BRGM l'a fait dans le cadre du SCOT Provence Méditerranée sur l'île de Porquerolles.

Le Cerema a complété les données sur les îles d'Hyères aux dates manquantes, à savoir 2003, 2014 et 2017 sur l'île de Porquerolles et 2003, 2008, 2014 et 2017 sur l'île de Port-Cros (deux plages de poche). L'île du Levant ne possède pas de plages à suivre.

1.2.2.3 Le trait de côte du CRIGE

Le CRIGE a effectué un relevé de trait de côte sur les photographies aériennes de l'IGN, orthorectifiées par l'IGN et mises à disposition sur Géoportail. A l'aide du site https://remonterletemps.ign.fr/ il a été possible de retrouver la date de prise de vue des photos aériennes sur le Var, du 2 au 8 août 1955.

1.2.2.4 Les traits de côte du SCOT Provence Méditerranée – BRGM

Dans le cadre de l'élaboration du SCOT Provence Méditerranée le BRGM a numérisé 5 traits de côte : 1920, 1970, 1998, 2008, 2011 :

- Celui de 1920 a été numérisé sur le même support que celui du Cerema, à savoir les photographies aériennes calées par l'Ifremer qui datent de 1924, 1927.
- Celui de 1970 a été numérisé sur les photographies aériennes calées par le CD 83, qui datent de 1972, les îles d'Hyères ne sont pas couvertes
- Celui de 1998 a été numérisé sur l'orthophotographies de l'IGN de 1998
- Celui de 2008 a été numérisé sur l'orthophotographies de l'IGN de 2008
- Celui de 2011 a été numérisé en grande partie sur l'orthophotographie du SCoT PM qui date du printemps 2011 et en complément l'ortholittoral v2.

1.2.2.5 Les traits de côte du BRGM

Dans le cadre d'une « Expertise et mise en place d'un suivi interne des plages et des falaises sur le territoire du Parc national de Port-Cros », le BRGM a réalisé des relevés DGPS de traits de côte le 27 et 28 février 2019 sur les plages du Parc (http://infoterre.brgm.fr/rapports//RP-68812-FR.pdf).

Etant donné que les relevés ont été réalisés au DGPS-RTK l'incertitude due à l'appareil est centimétrique, cependant il reste l'incertitude sur la ligne de rivage à suivre. L'incertitude est estimée à +/- 1m pour la présente étude.

1.2.2.6 Les traits de côte du CEREGE – Vieux Salins d'Hyères

Sur le secteur des Vieux Salins, le CEREGE a fourni dans le cadre de la plateforme Mon Littoral plusieurs traits de côte :

- 1947, numérisé sur des photographies du 26 juin 1947
- 1960, numérisé sur des photographies du 27 mai 1960
- 1971, numérisé sur des photographies du 13 février 1971. Ce trait de côte comble un trou dans le trait de côte SCOT/BRGM 1972.
- 1989, numérisé sur des photographies du 3 mai 1989
- 1998, numérisé sur la BD Ortho de l'IGN, il est redondant avec le trait de côte SCOT/BRGM 1998
- 2003, numérisé sur la BD Ortho de l'IGN, il est redondant avec le trait de côte CD 83 cependant la numérisation est sensiblement différente à certains endroits. Ce trait de côte sera retenu à la place de celui du CD 83 sur cette portion. Les photographies ont été prises le 14 mai 2003.
- 2008, numérisé sur la BD Ortho de l'IGN, il est redondant avec le trait de côte SCOT/BRGM 2008.

Le CEREGE a aussi fourni 4 traits de côte de 2011 (septembre et décembre) et 2012 (janvier et mars) probablement des relevés terrains, mais ceux-ci sont trop courts pour être exploitables dans cette étude.

1.2.2.7 Synthèse

Le tableau ci-dessous récapitule les traits de côte « socle » du département du Var en différenciant le territoire du SCOT Provence Méditerranée et le reste du département.

En annexe, une comparaison est effectuée sur des traits de côtes de même millésime mais avec des opérateurs différents.

Tableau 1.2 : Traits de côte retenus dans le Var hors territoire du SCOT Provence Méditerranée

Hors territoire du SCOT Provence Méditerranée :

N°	Traits de côte	Dates de prise de vue	Producteur	Incertitudes
1	Traits de côte 1924/1927	1924/1927	Cerema	+/- 25 m
2	Traits de côte 1955	Du 02 au 08/08/1955	CRIGE	+/- 5 m

3	Traits de côte 1972	Du 25/05 au 08/06/1972	CD 83	+/- 5 m
4	Traits de côte 1998	Du 22/05 au 9/06/1998	CD 83	+/- 5 m
5	Traits de côte 2003	Du 15/05 au 20/05/2003	CD 83	+/- 5 m
6	Traits de côte 2008	Du 23/06 au 25/06/2008	CD 83	+/- 5 m
7	Traits de côte 2011	Septembre 2011	Cerema	+/- 5 m
8	Traits de côte 2014	Du 17/07 au 18/08/2014	CD 83	+/- 5 m
9	Traits de côte 2017	08/06/2017 de l'ouest 83 au Rayol-Canadel 07/06/2017 de Cavalaire à l'est 83	CD83	+/- 5 m

Tableau 1.3 : Traits de côte retenus dans le Var sur le territoire du SCOT Provence Méditerranée

Sur le territoire du SCOT Provence Méditerranée :

N°	Traits de côte	Dates de prise de vue	Producteur	Incertitudes
1	Traits de côte 1924	1924/1927 (hors Toulon)	Cerema	+/- 25 m
2	Traits de côte 1955	Du 02 au 08/08/1955	CRIGE	+/- 5 m
10	Traits de côte 1960	27 mai 1960	Cerege (Vieux-Salins)	+/- 5 m
11	Traits de côte 1971	13 février 1971	Cerege (Vieux-Salins)	+/- 5 m
12 3	Traits de côte 1972	Du 25/05 au 08/06/1972 (hors îles d'Hyères)	BRGM (hors Vieux Salins) CD83 (hors Vieux Salins et hors BRGM)	+/- 5 m +/- 5 m
13	Traits de côte 1989	3 mai 1989	Cerege (Vieux-Salins)	+/- 5 m
14 4	Traits de côte 1998	Du 22/05 au 9/06/1998	BRGM CD83 (hors BRGM)	+/- 5 m +/- 5 m
5 15 16	Traits de côte 2003	Du 14/05 au 20/05/2003 14/05/2003 14/05/2003	CD 83 Cerege (Vieux-Salins) Cerema (îles d'Hyères)	+/- 5 m +/- 5 m +/- 5 m
17 6 18	Traits de côte 2008	Du 23/06 au 25/06/2008 25/06/2008	BRGM CD83 (hors BRGM) Cerema (Port-Cros)	+/- 5 m +/- 5 m +/- 5 m
7	Traits de côte 2011	Septembre 2011	Cerema	+/- 5 m
8 19	Traits de côte 2014	Du 17/07 au 18/08/2014 Du 17/07 au 18/08/2014	CD 83 Cerema (îles d'Hyères)	+/- 5 m +/- 5 m
9 20	Traits de côte 2017	08/06/2017	CD83 Cerema (îles d'Hyères)	+/- 5 m +/- 5 m
21	Traits de côte 2019	27-28/02/2019	BRGM (Quelques plages des îles d'Hyères)	+/- 1 m

Figure 1.2 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur de Bandol (hors SCOT)

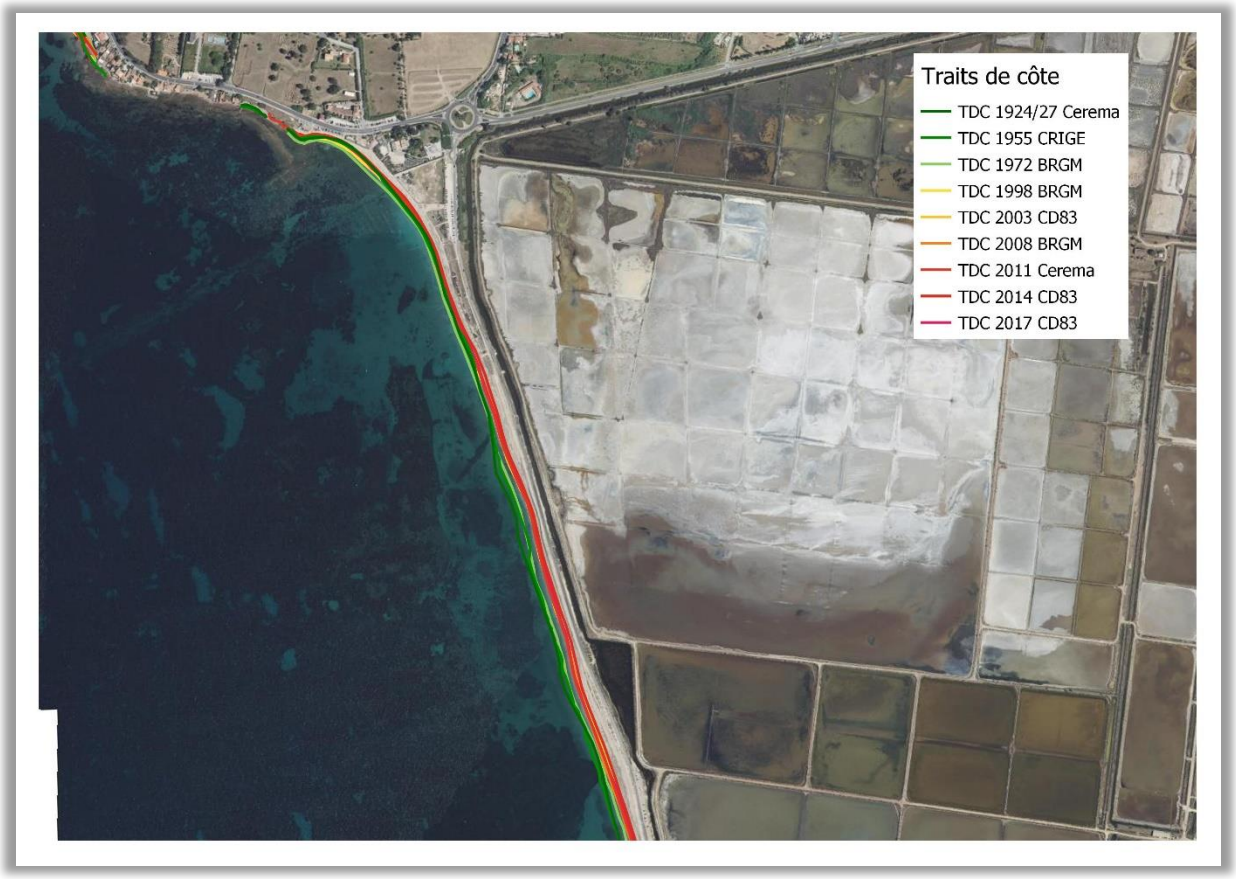


Figure 1.3 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur de Hyères (SCOT)

1.2.3 Département des Alpes-Maritimes

1.2.3.1 Les traits de côte du BCEOM (2007)

Dans le cadre de l'étude de l'évolution du trait de côte littoral des Alpes-Maritimes, commandé par le département en 2007, le BCEOM a calé des photographies aériennes de l'IGN pour relever des surfaces de plage. A l'aide du site https://remonterletemps.ign.fr/ il a été possible de retrouver la date de prise de vue des photos aériennes.

Sur ces photographies géoréférencées, le BCEOM a digitalisé les surfaces de plage, la limite terre/mer s'appuie sur le jet de rive.

Traits de côte	**Dates de prise de vue**
Traits de côte 1950	Août-Septembre 1950 et juin 1949 (sans pouvoir les identifier rigoureusement), l'ensemble est marqué entre août et septembre
Traits de côte 1965	1965 (sans connaitre précisément le mois)
Traits de côte 1974	11 juin 1974
Traits de côte 1983	14 juin 1983 (ouest jusqu'à Antibes-Brague) et 6 août 1983 (est)
Traits de côte 1990	9 juillet 1990 à l'ouest de Monaco et le 9 septembre 1990 à l'est de Monaco
Traits de côte 1994	8 juin 1994
Traits de côte 1999	4 juin 1999
Traits de côte 2004	9 juin 2004

Le BCEOM a estimé que leur travail a amené une erreur de +/- 5 m sur la position du trait de côte.

1.2.3.2 Les traits de côte produits par le Cerema

1.2.3.2.1 Traits de côte produits dans le cadre de l'Indicateur National d'Erosion Côtière

Le Cerema a produit un Indicateur National d'Erosion Côtière à la demande du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/indicateur-national-de-l-erosion-cotiere-r473.html).

Pour cela une comparaison a été réalisée entre un trait de côte historique et un trait de côte récent.

Le trait de côte historique a été digitalisé à partir de photos aériennes très anciennes, orthorectifiées et mises à disposition par l'Ifremer et le CRIGE PACA. Ces photos sur les Alpes-Maritimes datent de 1924. On ne connait pas le mois de la prise de vue. Il manque le littoral à l'ouest de l'aéroport de Cannes.

Le trait de côte récent a été digitalisé sur l'Ortholittoral v2 (http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/orthophotographie-du-littoral-r181.html). Sur les Alpes-Maritimes les prises de vue ont eu lieu en septembre 2011.

Pour ces 2 traits de côte le Cerema a digitalisé la limite du jet de rive pour les plages et la limite de végétation pour les côtes rocheuses.

Le Cerema a estimé que l'erreur sur le trait de côte historique (1924) est de +/- 25 m et sur le trait de côte récent (2011) de +/- 5 m.

1.2.3.2.2 Traits de côte 2004

L'IGN a produit une orthophotographie avec des photos aériennes prises en 2004. Les prises de vue datent du 9 juin 2004.

Le Cerema avait digitalisé la limite du jet de rive. Le Cerema a estimé que l'erreur sur le trait de côte est de +/- 5m.

1.2.3.2.3 Traits de côte 2017

L'IGN a produit une orthophotographie avec des photos aériennes prises en 2017. A l'aide du site https://remonterletemps.ign.fr/ il a été possible de retrouver la date de prise de vue des photos aériennes, soit le 9 juin 2004.

Le Cerema a digitalisé la limite du jet de rive dans le cadre de la présente étude. Le Cerema a estimé que l'erreur sur le trait de côte est de +/- 5m.

1.2.3.3 Synthèse

Sur le Département des Alpes-Maritimes, 11 traits de côte existent, de 1924 à 2017. Le premier ancien a le plus d'incertitude sur le calage et sur les conditions de prise de vue. Les autres ont tous été pris en saison estivale et par temps clair.

En annexe, une comparaison est effectuée sur des traits de côtes de même millésime mais avec des opérateurs différents.

Tableau 1.4 : Traits de côte retenus dans les Alpes-Maritimes

N°	Traits de côte	Dates de prise de vue	Producteur	Incertitudes
1	Traits de côte 1924	1924	Cerema	+/- 25 m
2	Traits de côte 1950	Août-Septembre 1950 et juin 1949 (sans pouvoir les identifier rigoureusement), l'ensemble est marqué entre août et septembre 1950	BCEOM	+/- 5 m
3	Traits de côte 1965	1965 (sans connaitre précisément le mois)	BCEOM	+/- 5 m
4	Traits de côte 1974	11 juin 1974	BCEOM	+/- 5 m
5	Traits de côte 1983	14 juin 1983 (ouest jusqu'à Antibes-Brague) et 6 août 1983 (est)	BCEOM	+/- 5 m
6	Traits de côte 1990	9 juillet 1990 à l'ouest de Monaco et le 9 septembre 1990 à l'est de Monaco	BCEOM	+/- 5 m
7	Traits de côte 1994	8 juin 1994	BCEOM	+/- 5 m
8	Traits de côte 1999	4 juin 1999	BCEOM	+/- 5 m
9	Traits de côte 2004	9 juin 2004	Cerema	+/- 5 m
10	Traits de côte 2011	Septembre 2011	Cerema	+/- 5 m
11	Traits de côte 2017	5 juillet 2017	Cerema	+/- 5 m

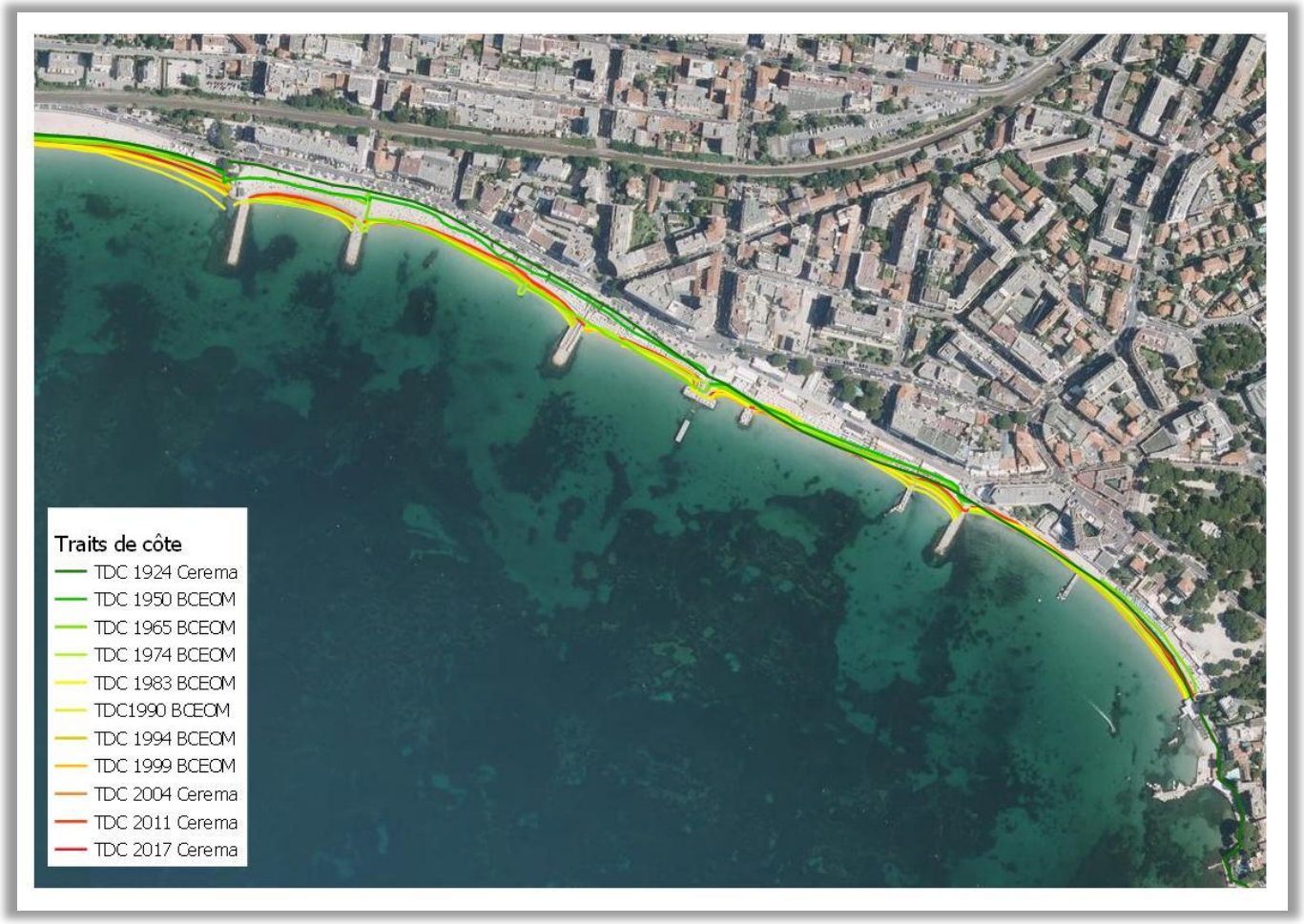


Figure 1.4 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur d'Antibes Ouest

2 CALCUL DE L'EVOLUTION PASSEE DU TRAIT DE COTE DES PLAGES

2.1 Ajustements statistiques des traits de côte profil par profil

Les positions des traits de côte le long d'un transect de plage perpendiculaire au rivage, appelé trace, sont analysées dans le temps. Il est possible d'effectuer des statistiques sur ces positions, par exemple en effectuant des régressions linéaires. L'ajustement permet d'obtenir le taux d'évolution en m/an suivant la trace et ses intervalles de confiance. Ces calculs sont effectués avec le logiciel MobiTC développé par le Cerema (https://github.com/CEREMA/dtermed.MobiTC).

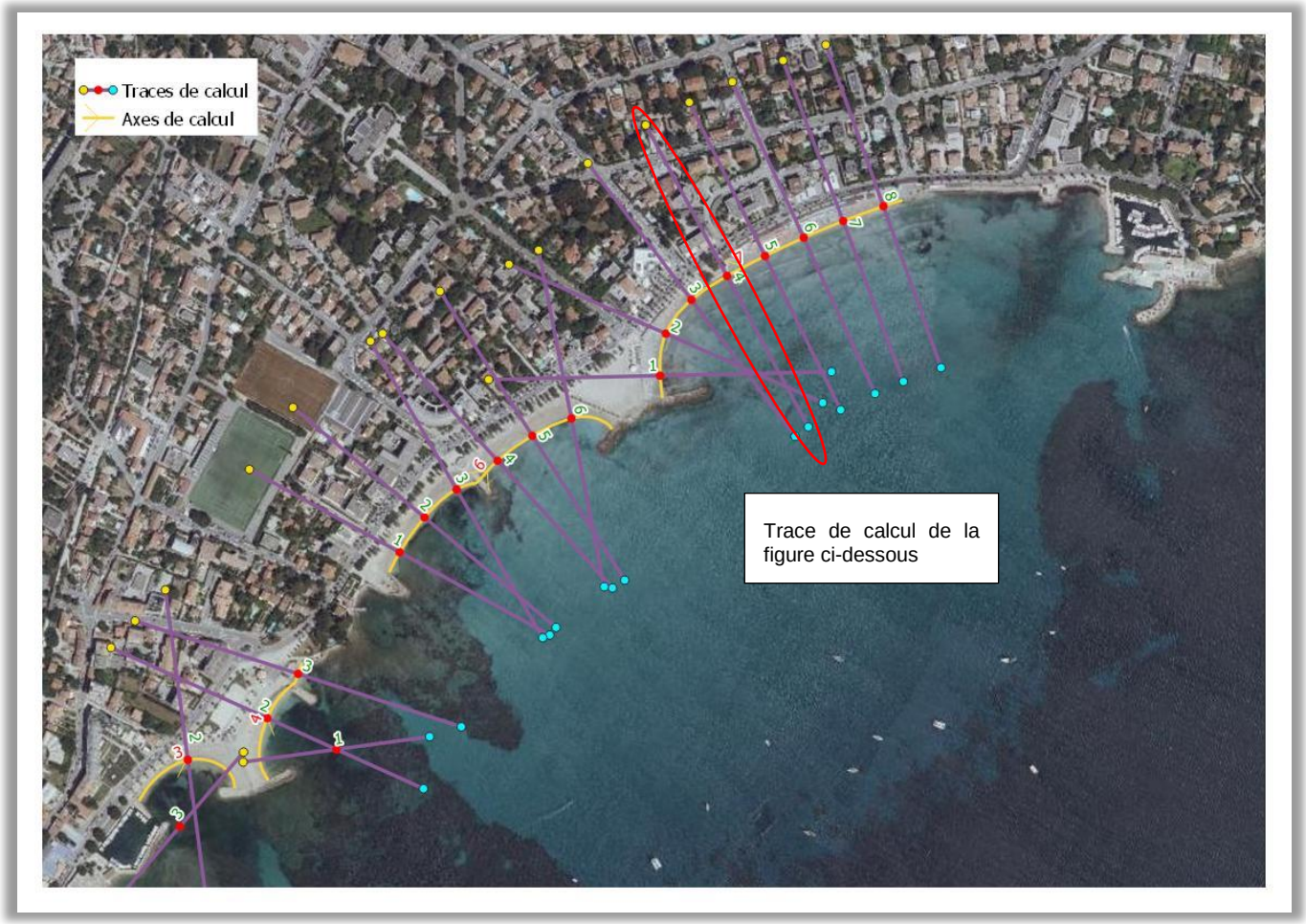


Figure 2.1 : Position des axes et des traces de calcul sur un secteur de La Ciotat

Plusieurs types de statistique peuvent être effectués. Dans le logiciel MobiTC huit lois/méthodes sont mises en œuvre :

- End Point Rate (EPR) ou taux des extrémités : Une droite est tracée entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent. Le taux (EPR) correspond à la distance séparant ces 2 positions divisée par le nombre d'année qui les sépare ;
- Average Of Rate (AOR) ou moyenne des taux : Les traits de côte sont considérés 2 à 2 et un taux est calculé pour chaque couple. Le taux AOR est la moyenne des différents taux ;

- Ordinary Least Square (OLS) ou régression linéaire classique : Une droite est ajustée à travers les positions de trait de côte par la méthode des moindres carrés. Le taux OLS correspond à la pente de la droite. A partir de 3 positions de traits de côte des intervalles de confiance peuvent être calculés ;
- Weighted Least Square (WLS) ou régression linéaire pondérée : La méthode OLS est appliquée en pondérant les positions de trait de côte suivant les incertitudes. Un trait de côte imprécis a moins de poids dans la régression qu'un trait de côte précis. A partir de 3 positions de traits de côte des intervalles de confiance peuvent être calculés. Nous conseillons les résultats de cette méthode ;
- Reweigthed Least Square (RLS) ou régression linéaire repondérée : La méthode OLS est appliquée en retirant au préalable les traits de côte s'écartant de +/- un écart-type. Si après retrait de ces traits de côte il reste 3 points, des intervalles de confiance peuvent être calculés ;
- Reweigthed Weighted Least Square (RWLS) ou régression linéaire bi-pondérée : La méthode WLS est appliquée en retirant au préalable les traits de côte s'écartant de +/- un écart-type. Si après retrait de ces traits de côte il reste 3 points, des intervalles de confiance peuvent être calculés ;
- Jackknifing (JK) ou méthode Jackknife : La méthode OLS est réalisée autant de fois que de traits de côte, en retirant à chaque fois un trait de côte. Le résultat final correspond à la moyenne des OLS. Si seulement 2 positions de trait de côte sont disponibles, le calcul est impossible. A partir de 4 positions de traits de côte des intervalles de confiance peuvent être calculés ;
- Minimum Description Length (MDL-0) : La première étape est de déterminer le type de modèle polynomial qui s'ajuste au mieux aux positions de trait de côte (juste milieu entre la complexité et les erreurs d'ajustements). 3 modèles sont disponibles : linéaire, parabolique ou cubique. Si le modèle linéaire est retenu, le taux MDL-0 est identique au taux OLS. Si le modèle quadratique ou cubique sont retenus, la date du point d'inflexion le plus récent est donnée (DateK). Une régression linéaire est alors réalisée à partir des positions de trait de côte postérieures à cette date. S'il n'y en a pas le calcul est impossible.

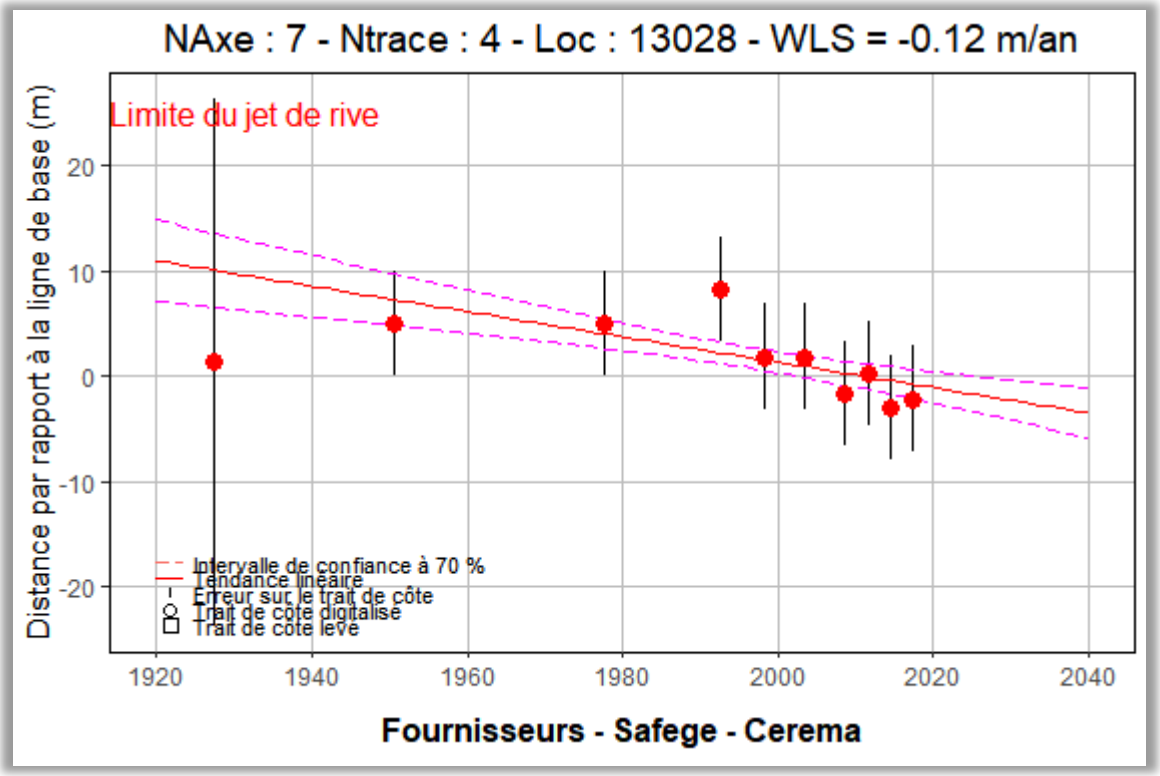
La loi WLS a été retenue pour les ajustements qui seront mis à disposition sur monlittoral.fr.

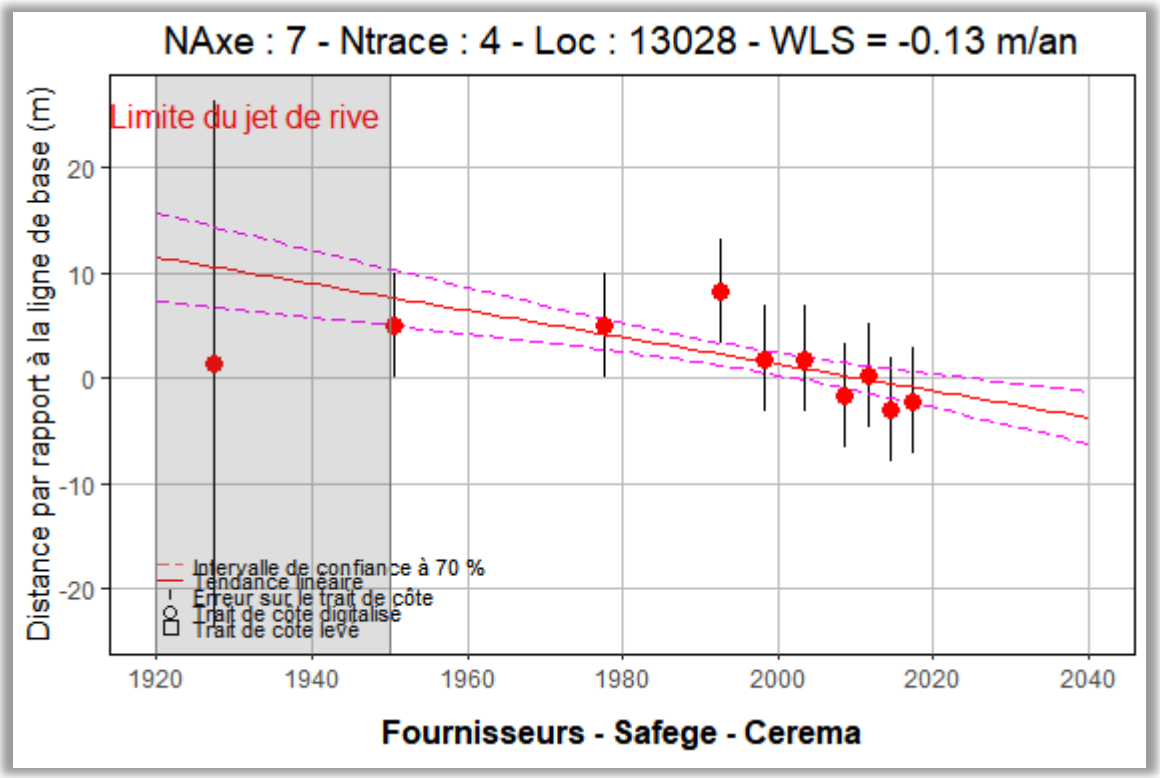
Les évolutions de plage ne sont pas forcément linéaires dans le temps. Notamment des ruptures dans l'évolution peuvent être observées, elles sont souvent d'origine anthropique (rechargement de plage massif, aménagement modifiant les transits sédimentaires…). Pour prendre en compte ces ruptures dans l'évolution, les ajustements statistiques sont effectués sur 5 périodes différentes :

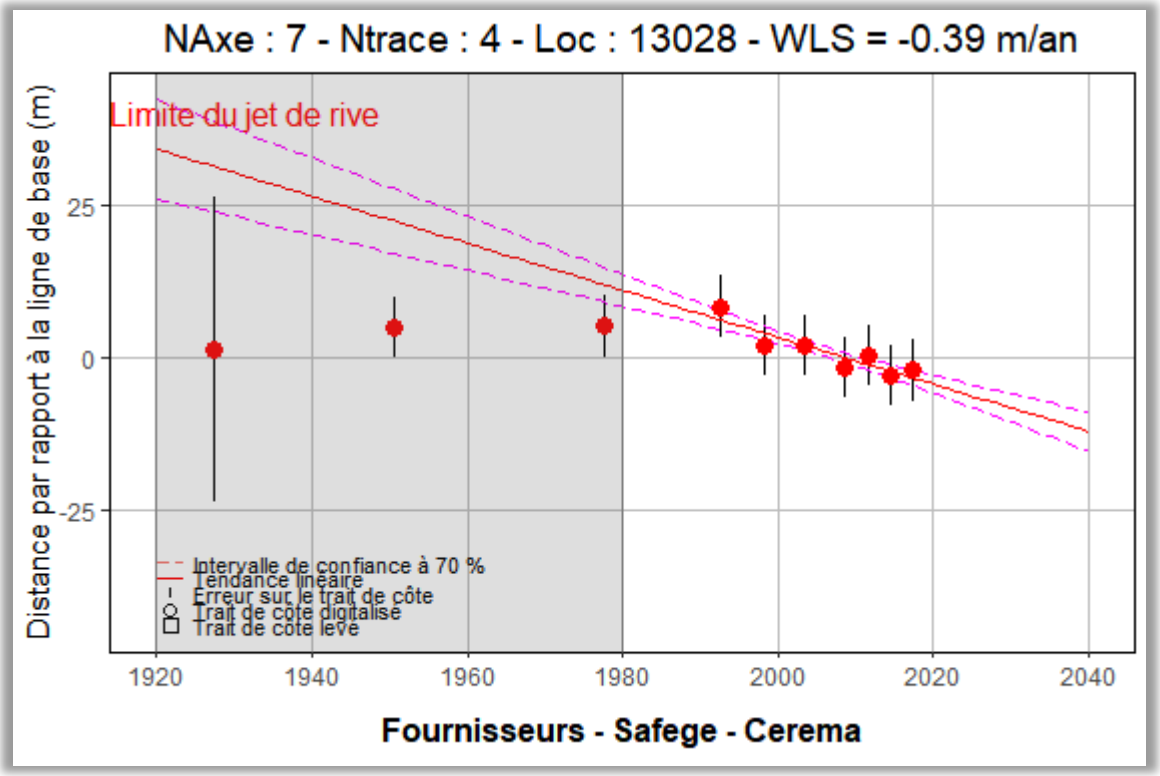
- Avec tous les traits de côte
- Avec les traits de côte après 1950
- Avec les traits de côte après 1980
- Avec les traits de côte après 2000
- Avec les traits de côte après 2010.

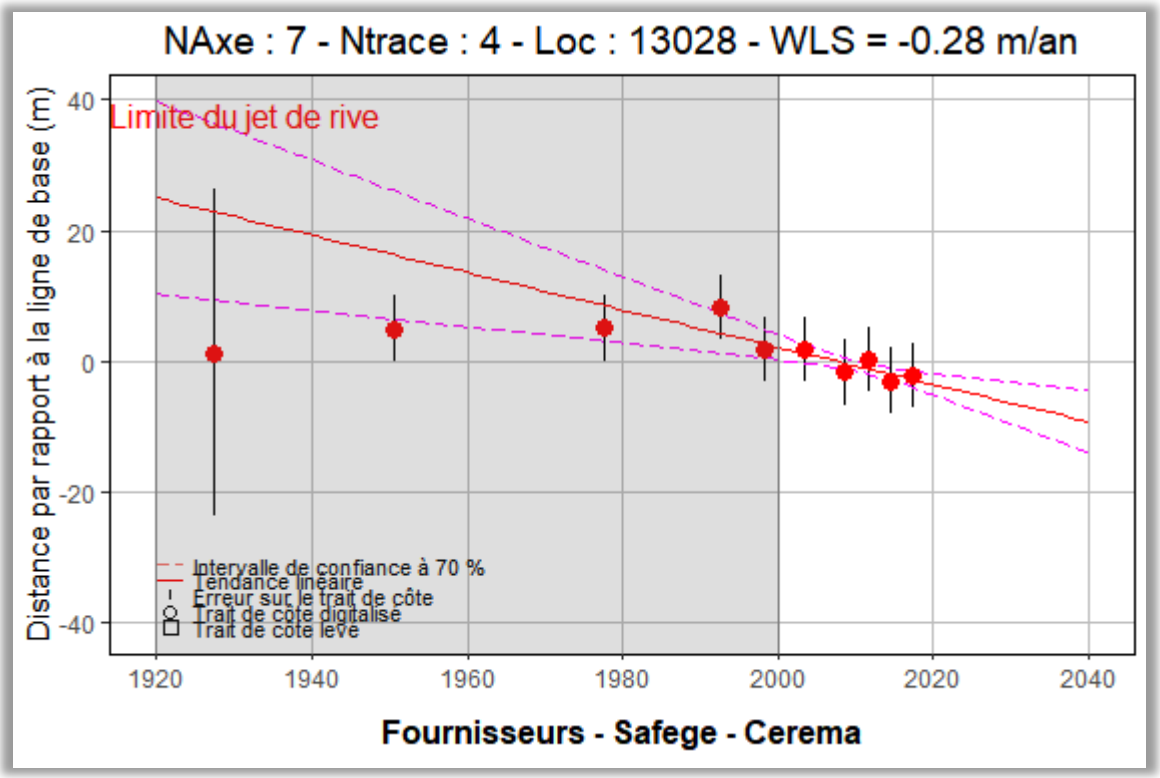
Les graphiques sont indispensables pour apprécier la robustesse de l'évaluation du taux d'évolution de la trace.

Le dernier set de calcul (post 2010) doit être regarder avec beaucoup de précautions, car les ajustements reposent sur 2 ou 3 traits de côte.


NAxe : 7 - Ntrace : 4 - Loc : 13028 - WLS = -0.12 m/an
Limite du jet de rive
Distance par rapport à la ligne de base (m)
20
10
0
-10
-20
1920
1940
1960
1980
2000
2020
2040
Intervalle de confiance à 70 %
Tendance linéaire
Erreur sur le trait de côte
Trait de côte digitalisé
Trait de côte levé
Fournisseurs - Safege - Cerema


NAxe : 7 - Ntrace : 4 - Loc : 13028 - WLS = -0.13 m/an
Limite du jet de rive
Distance par rapport à la ligne de base (m)
20
10
0
-10
-20
1920
1940
1960
1980
2000
2020
2040
Intervalle de confiance à 70 %
Tendance linéaire
Erreur sur le trait de côte
Trait de côte digitalisé
Trait de côte levé
Fournisseurs - Safege - Cerema


NAxe : 7 - Ntrace : 4 - Loc : 13028 - WLS = -0.39 m/an
Limite du jet de rive
Distance par rapport à la ligne de base (m)
25
0
-25
1920
1940
1960
1980
2000
2020
2040
Intervalle de confiance à 70 %
Tendance linéaire
Erreur sur le trait de côte
Trait de côte digitalisé
Trait de côte levé
Fournisseurs - Safege - Cerema


NAxe : 7 - Ntrace : 4 - Loc : 13028 - WLS = -0.28 m/an
Limite du jet de rive
Distance par rapport à la ligne de base (m)
40
20
0
-20
-40
1920
1940
1960
1980
2000
2020
2040
Intervalle de confiance à 70 %
Tendance linéaire
Erreur sur le trait de côte
Trait de côte digitalisé
Trait de côte levé
Fournisseurs - Safege - Cerema

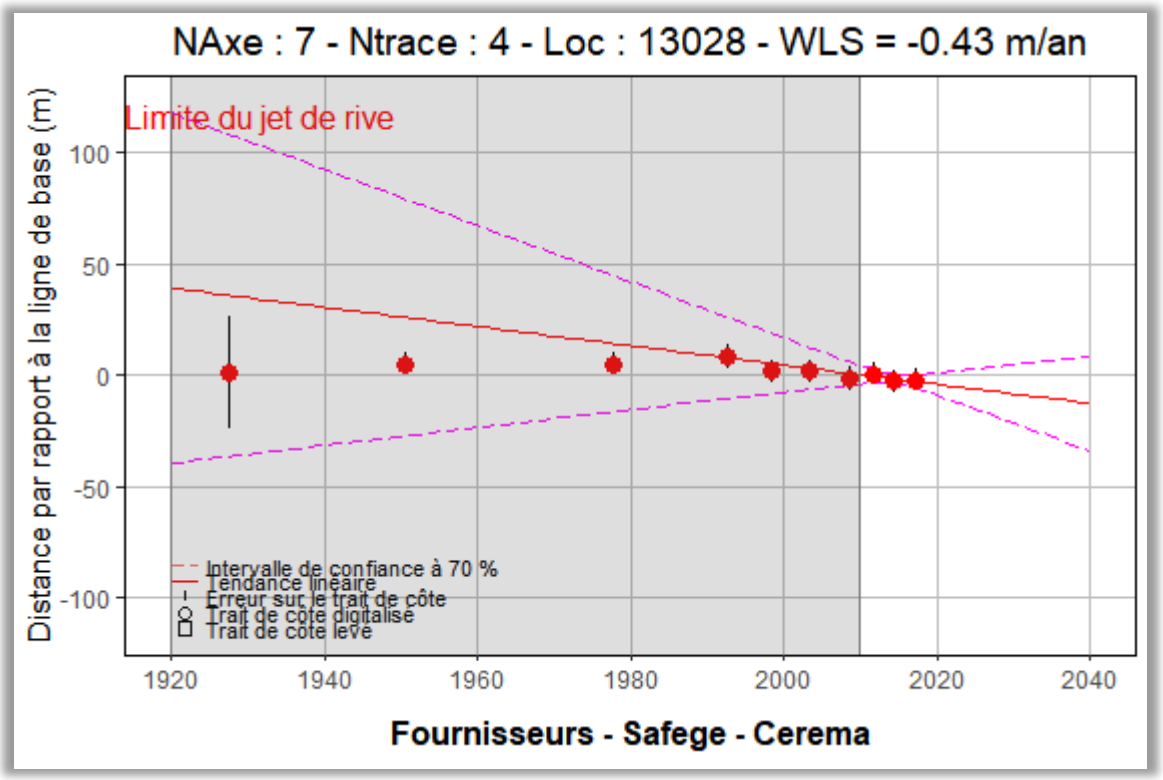
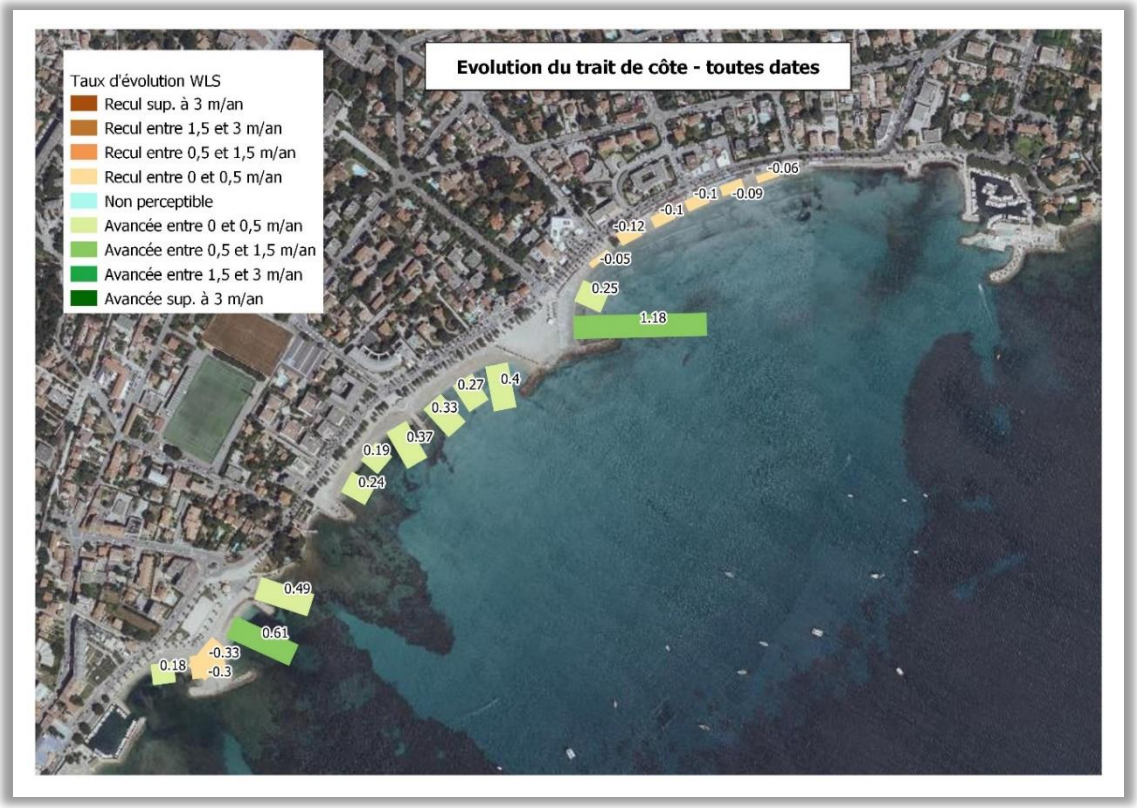
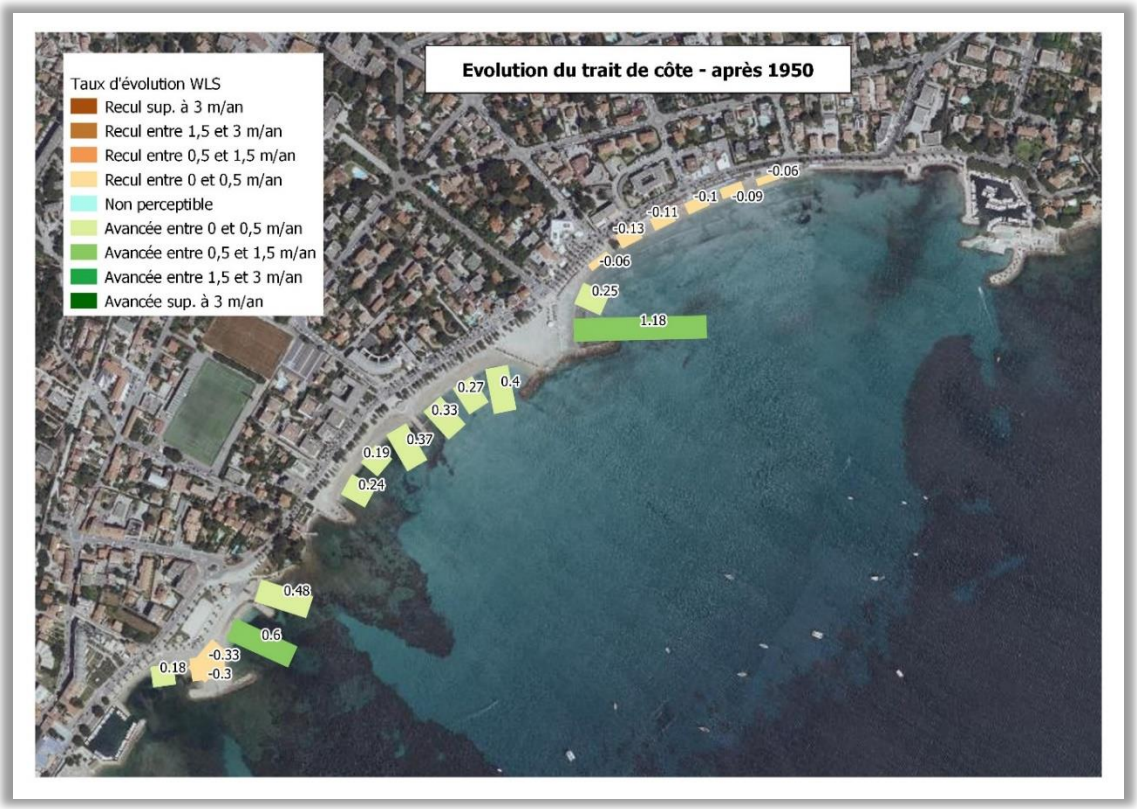


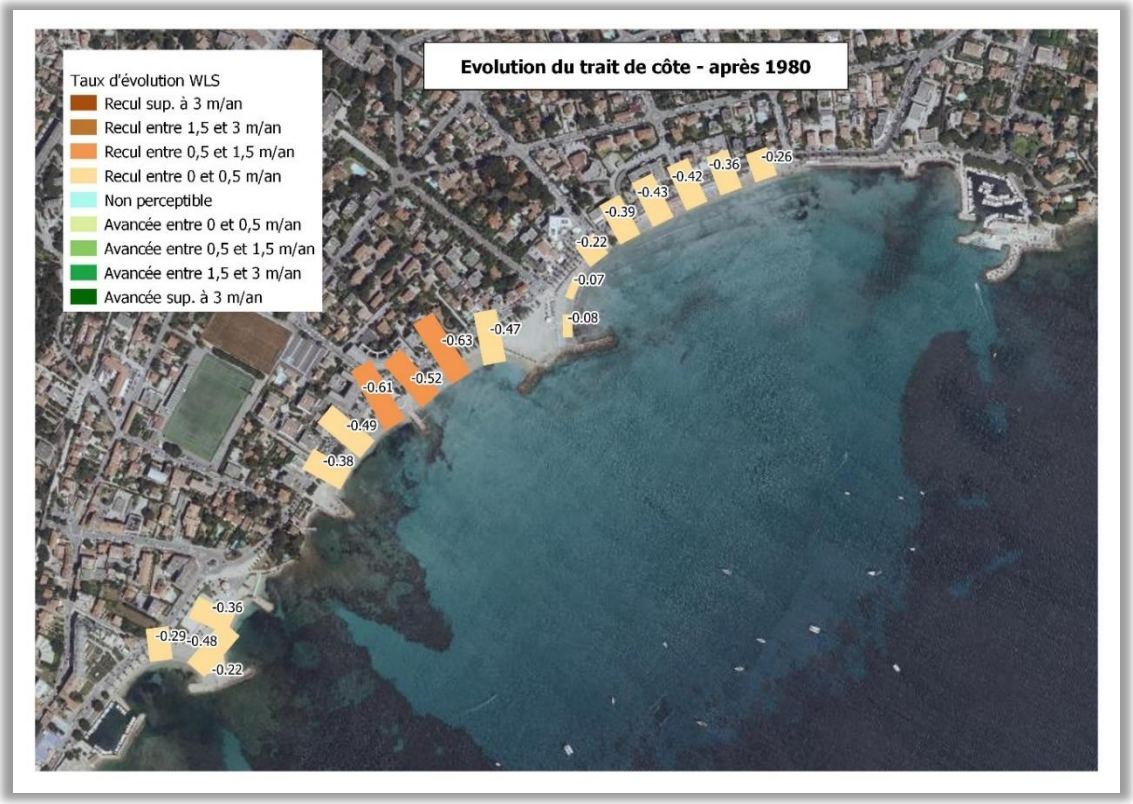
Figure 2.2 : Exemple d'un ajustement de positions des traits de côte sur 5 périodes différentes

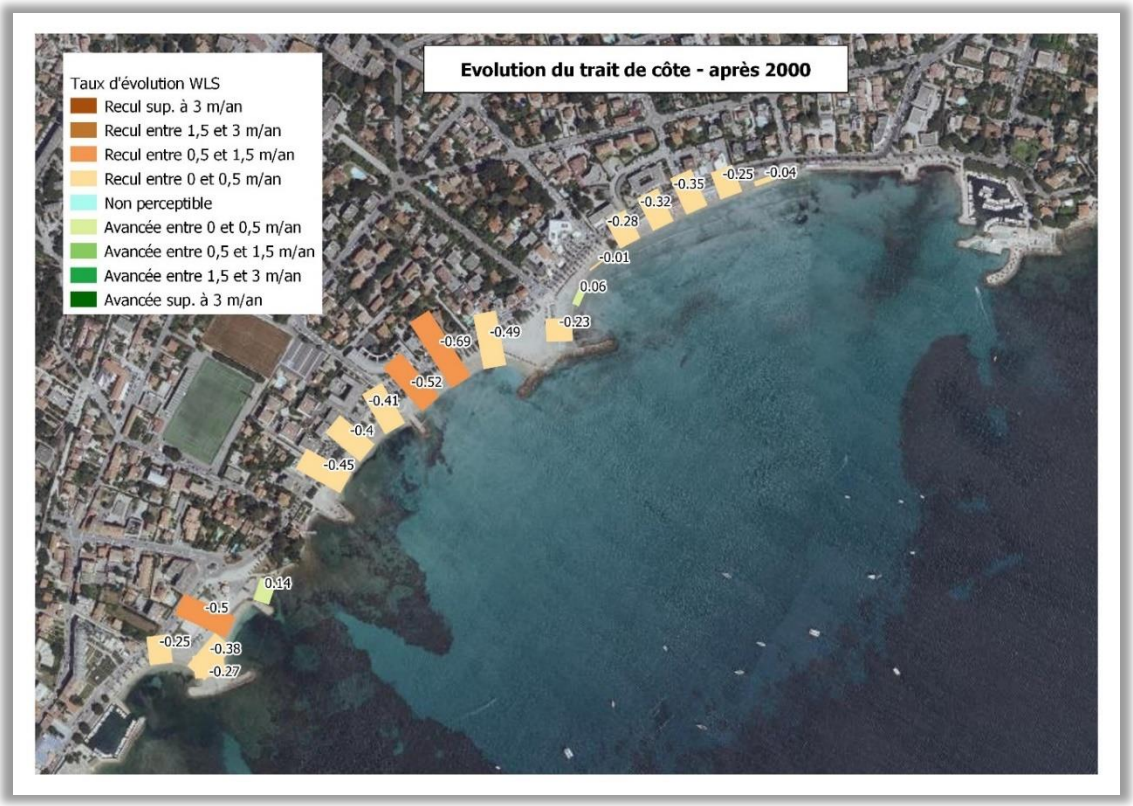
2.2 Représentation cartographique de l'évolution historique des traits de côte

Des histogrammes sont produits sous format SIG représentant le taux d'évolution (en m/an) de la méthode statistique WLS pour chaque trace et chaque période de calcul. La taille des histogrammes est proportionnelle aux taux d'ajustement (WLS) des graphiques (Figure 2.2).


Evolution du trait de côte - toutes dates
Taux d'évolution WLS
Recul sup. à 3 m/an
Recul entre 1,5 et 3 m/an
Recul entre 0,5 et 1,5 m/an
Recul entre 0 et 0,5 m/an
Non perceptible
Avancée entre 0 et 0,5 m/an
Avancée entre 0,5 et 1,5 m/an
Avancée entre 1,5 et 3 m/an
Avancée sup. à 3 m/an
-0.06
-0.1
-0.09
-0.1
-0.12
-0.05
0.25
1.18
0.27
0.4
0.33
0.37
0.19
0.24
0.49
0.61
-0.33
0.18
-0.3


Evolution du trait de côte - après 1950
Taux d'évolution WLS
Recul sup. à 3 m/an
Recul entre 1,5 et 3 m/an
Recul entre 0,5 et 1,5 m/an
Recul entre 0 et 0,5 m/an
Non perceptible
Avancée entre 0 et 0,5 m/an
Avancée entre 0,5 et 1,5 m/an
Avancée entre 1,5 et 3 m/an
Avancée sup. à 3 m/an
-0.06
-0.1
-0.09
-0.11
-0.13
-0.06
0.25
1.18
0.27
0.4
0.33
0.37
0.19
0.24
0.48
0.6
-0.33
0.18
-0.3


Evolution du trait de côte - après 1980
Taux d'évolution WLS
Recul sup. à 3 m/an
Recul entre 1,5 et 3 m/an
Recul entre 0,5 et 1,5 m/an
Recul entre 0 et 0,5 m/an
Non perceptible
Avancée entre 0 et 0,5 m/an
Avancée entre 0,5 et 1,5 m/an
Avancée entre 1,5 et 3 m/an
Avancée sup. à 3 m/an
-0.26
-0.36
-0.42
-0.43
-0.39
-0.22
-0.07
-0.08
-0.47
-0.63
-0.52
-0.61
-0.49
-0.38
-0.36
-0.29
-0.48
-0.22


Evolution du trait de côte - après 2000
Taux d'évolution WLS
Recul sup. à 3 m/an
Recul entre 1,5 et 3 m/an
Recul entre 0,5 et 1,5 m/an
Recul entre 0 et 0,5 m/an
Non perceptible
Avancée entre 0 et 0,5 m/an
Avancée entre 0,5 et 1,5 m/an
Avancée entre 1,5 et 3 m/an
Avancée sup. à 3 m/an
-0.04
-0.25
-0.35
-0.32
-0.28
-0.01
0.06
-0.23
-0.49
-0.69
-0.52
-0.41
-0.4
-0.45
0.14
-0.5
-0.25
-0.38
-0.27

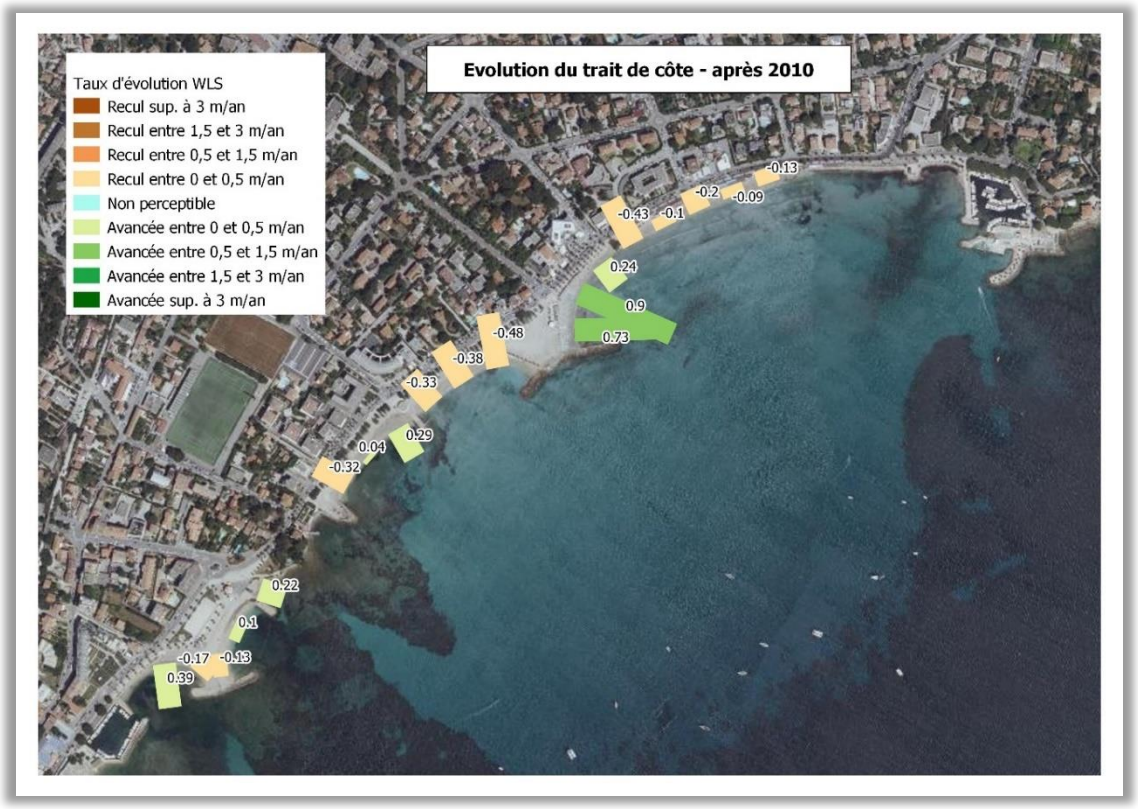


Figure 2.3 : Exemple des taux d'évolution des traits de côte sur 5 périodes différentes

2.3 Les plages étudiées

Le linéaire de plages étudiées s'appuie sur le littoral d'aujourd'hui. A certains endroits, des plages, visibles sur des photos aériennes anciennes, ont pu disparaitre, soit par remblaiement pour aménager le littoral, soit par érosion. Des ouvrages de génie civil peuvent aujourd'hui faire l'interface entre la mer et la terre. Sur ces secteurs il n'y aura pas de calcul des tendances passées.

Toutes les plages de poche de moins de 50 mètres n'ont pas été intégrées dans l'analyse, notamment quand en arrière une falaise délimite la plage. La plupart de ces plages, à niveau de la mer constant, sont relativement stables. Avec la hausse du niveau de la mer ces plages vont évoluer voire disparaitre, cette évolution ne peut pas être anticipée avec la présente méthodologie.

Le calcul des traces perpendiculaires à la ligne de base est réalisé automatiquement en espaçant les traces de 50 mètres. Certaines traces coupaient des ouvrages de lutte contre l'érosion, tels que les épis. Dans ce cas les traces sont supprimées ou déplacées.

3 METADONNEES DES COUCHES SIG PRODUITES

Les 5 couches SIG des histogrammes sont mises en ligne sur le site www.datasud.fr et accessibles sur la plateforme Mon Littoral Provence-Côte d'Aur www.monlittoral.fr .

Elles correspondent aux 5 périodes de calcul :

- Avec tous les traits de côte (toutes dates)
- Avec les traits de côte après 1950 (post1950)
- Avec les traits de côte après 1980 (post1980)
- Avec les traits de côte après 2000 (post2000)
- Avec les traits de côte après 2010 (post2010).

Tableau 3.1 : Contenu de la table attributaire des fichiers SIG correspondant aux 5 périodes de calcul de l'évolution

Nom de la table : Evolution_TDC_[période].shp				
Définition	Histogramme proportionnel à l'évolution passée du trait de côte, méthode WLS			
Géométrie	Surface			
Champs	Nom informatique	Valeur	Définition	Type informatique
	NAxe		Numéro de l'axe à laquelle la trace appartient	Entier
	NTrace		Numéro de la trace	Entier
	Loc		Localisation de l'axe (code insee de la commune)	Caractère
	NDate		Nombre de traits de côte utilisés pour l'ajustement statistique	Entier
	Duree		Nombre d'années qui sépare les traits de côte le plus ancien et le plus récent utilisés pour l'ajustement statistique	Réel
	Amplitd		Distance maximale entre les traits de côte utilisés pour l'ajustement statistique	Réel
	DtTDCvx		Date du trait de côte le plus ancien utilisé pour l'ajustement statistique	Caractère
	DtTDCrc		Date du trait de côte le plus récent utilisé pour l'ajustement statistique	Caractère
	Marquer	3	Marqueur du trait de côte, 3 représente le jet de rive	Entier

	EPR		Évolution (m/an) calculée avec la méthode EPR	Réel
	AOR		Évolution (m/an) calculée avec la méthode AOR	Réel
	OLS		Évolution (m/an) calculée avec la méthode OLS	Réel
	WLS		Évolution (m/an) calculée avec la méthode WLS	Réel
	RLS		Évolution (m/an) calculée avec la méthode RLS	Réel
	RWLS		Évolution (m/an) calculée avec la méthode RWLS	Réel
	JK		Évolution (m/an) calculée avec la méthode JK	Réel
	K	1,2,3	Modèle de la méthode MDL (1 : linéaire, 2 : parabolique ou 3 : cubique)	Entier
	MDL		Évolution (m/an) calculée avec la méthode MDL	Réel
	DateK		Date du point d'inflexion de la méthode MDL	Entier
	Product		Nom du producteur de la donnée	Caractère
	DatePrd		Date de la production de la donnée	Caractère
	Lien_img		Lien vers les graphiques d'ajustement de la méthode WLS	Caractère

4 SYNTHESE ET PERSPECTIVES

Ce rapport présente les données « socles » de traits de côte qui ont pu être relevés par différents organismes. Dans chaque département de la région PACA (hors Camargue étudiée par le CEREGE) une dizaine de traits de côte historiques ont été récoltés. Ils couvrent une large période, des années 1920 à 2017, et sont relativement bien espacés dans le temps.

Une fois les bases de données constituées, un travail d'analyse a été réalisé. Des taux historiques d'évolution du trait de côte ont été calculés suivant cinq périodes : toutes dates (depuis 1920), depuis 1950, depuis 1980, depuis 2000 et depuis 2010. Des graphiques sont produits sur de nombreuses traces perpendiculaires au rivage afin de visualiser l'ajustement statistique effectué et notamment sa pertinence (rupture dans l'évolution, linéarité…). Des histogrammes représentant ces taux d'évolution passée sont cartographiés afin de visualiser spatialement les évolutions sur les plages.

L'analyse des évolutions historiques des traits de côte permet d'avoir une cartographie homogène sur la région PACA. L'ensemble des résultats est mis à disposition pour que l'utilisateur puisse appréhender la robustesse des ajustements effectués, notamment en cas de changement dans le temps du comportement de la plage, souvent lié à des actions anthropiques.

Ce travail à l'échelle régionale ne remplace pas des études locales, qui s'appuieraient sur des positions passées supplémentaires de traits de côte (levés terrain) ou sur des démarches expertes.

Il est voué à être mis à jour dès qu'un nouveau millésime de trait de côte, à minima à un niveau départemental, est disponible. Il sera surement poursuivi dans le cadre de la mise à jour de l'Indicateur National d'Erosion Côtière prévue pour 2023. Le Cerema mettra à jour la plateforme www.monlittoral.fr, le cas échéant.

Il était initialement prévu de réaliser une projection du trait de côte à deux échéances 2050 et 2100, mais l'article L121-22-2 du code l'urbanisme du 25 août 2021 a modifié la pertinence d'un tel travail. Les recommandations pour établir la carte locale d'exposition au recul du trait de côte n'étaient pas disponibles au cours de l'étude. Il n'apparaissait pas opportun de réaliser des projections qui auraient pu ne pas être conformes à ces dernières.

Cette étude constitue néanmoins une des briques à assembler pour construire les cartes d'exposition au recul du trait de côte introduites par la loi Climat et Résilience. Elle devra être complétée et le cas échéant affinée par les communes qui devront réaliser cet exercice. Il convient de bien noté que le travail présenté ici est antérieur à la publication du guide « Recommandation pour l'élaboration de la carte locale d'exposition au recul du trait de côte ».

D'autres étapes sont préconisées pour aboutir aux projections du trait de côte (plusieurs scénarios – plusieurs échéances), notamment :

- L'évaluation des reculs majeurs évènementiels du trait de côte ;
- L'évolution des ouvrages et des aménagements littoraux ;
- La prise en compte de l'impact du changement climatique et notamment l'élévation du niveau moyen de la mer, qui peut provoquer un recul de plage, une disparition de plage et/ou un ennoiement de zones basses.

5 ANNEXES

5.1 Annexe 1 : Comparaison des traits de cote

Sur certain secteur des numérisations du trait de côte ont été réalisées par différents organismes sur le même support de base.

L'inventaire réalisé dans cette étude a permis de les identifier. La comparaison des doublons donne l'occasion de mesurer l'incertitude liée à l'opérateur et aux choix que l'opérateur doit faire quand il numérise.

L'analyse ci-dessous montre que si les supports sont strictement identiques, les différences sont majoritairement inférieures à 5 m.

5.1.1 Comparaison des traits de côte des Bouches-du-Rhône

Il n'y a pas eu de doublons de numérisation dans les Bouches-du-Rhône

5.1.2 Comparaison des traits de côte du Var

5.1.2.1 Comparaison des traits de côte 1924/1927

Le Cerema et le BRGM ont numérisé sur les mêmes photographies aériennes 1924/1927 d'Ifremer le jet de rive.

Sur l'emprise commune et au niveau des traces de calcul, la différence entre le trait de côte Cerema et le trait de côte BRGM est :

- de moins 2 m pour 47 % des points (353/748)
- de moins de 5 m pour 79 % des points (592/748)
- de moins de 10 m pour 94 % des points (700/748)
- de moins de 20 m pour 100 % des points (748/748).

5.1.2.2 Comparaison des traits de côte 1972

Le CD83 et le BRGM ont numérisé sur les mêmes photographies aériennes 1972 le jet de rive.

Sur l'emprise commune et au niveau des traces de calcul, la différence entre le trait de côte CD83 et le trait de côte BRGM est :

- de moins 2 m pour 74 % des points (443/601)
- de moins de 5 m pour 93 % des points (556/601)
- de moins de 10 m pour 99 % des points (593/601)
- de moins de 20 m pour 100 % des points (601/601).

5.1.2.3 Comparaison des traits de côte 1998

Le CD83 et le BRGM ont numérisé sur la même BD Ortho 1998 le jet de rive.

Sur l'emprise commune et au niveau des traces de calcul, la différence entre le trait de côte CD83 et le trait de côte BRGM est :

- de moins 2 m pour 72 % des points (537/744)
- de moins de 5 m pour 92 % des points (683/744)
- de moins de 10 m pour 98 % des points (730/744)
- de moins de 20 m pour 100 % des points (744/744).

5.1.2.4 Comparaison des traits de côte 2008

Le CD83 et le BRGM ont numérisé sur la même BD Ortho 2008 le jet de rive.

Sur l'emprise commune et au niveau des traces de calcul, la différence entre le trait de côte CD83 et le trait de côte BRGM est :

- de moins 2 m pour 79 % des points (570/719)
- de moins de 5 m pour 95 % des points (680/719)
- de moins de 10 m pour 99 % des points (713/719)
- de moins de 20 m pour 100 % des points (719/719).

5.1.2.5 Comparaison des traits de côte 2011

Le BRGM et le Cerema ont numérisé le jet de rive 2011 sur des supports différents.

Sur l'emprise commune et au niveau des traces de calcul, la différence entre le trait de côte Cerema et le trait de côte BRGM est :

- de moins 2 m pour 55 % des points (428/783)
- de moins de 5 m pour 91 % des points (716/783)
- de moins de 10 m pour 99 % des points (767/783)
- de moins de 20 m pour 100 % des points (783/783).

5.1.2.6 Comparaison des traits de côte des Alpes-Maritimes

5.1.3 Comparaison des traits de côte 2004

Sur l'Orthophotographie IGN de 2004, le Cerema et le BCEOM ont digitalisé le jet de rive.

Au niveau des traces de calcul, la différence entre le trait de côte Cerema et le trait de côte BCEOM est :

- de moins 2 m pour 83 % des points (564/678)
- de moins de 3 m pour 93 % des points (631/678)
- de moins de 4 m pour 98 % des points (663/678)
- de moins de 5 m pour 99 % des points (669/678).

5.2 Table des illustrations

5.2.1 Table des figures

Figure 1.1 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur de La Ciotat 10
Figure 1.2 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur de Bandol (hors SCOT) 14
Figure 1.3 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur de Hyères (SCOT) 14
Figure 1.4 : Exemple - Traits de côte disponibles sur le secteur d'Antibes Ouest 17
Figure 2.1 : Position des axes et des traces de calcul sur un secteur de La Ciotat 18
Figure 2.2 : Exemple d'un ajustement de positions des traits de côte sur 5 périodes différentes 22
Figure 2.3 : Exemple des taux d'évolution des traits de côte sur 5 périodes différentes 25

5.2.2 Table des tableaux

Tableau 1.1 : Traits de côte retenus dans les Bouches-du-Rhône 10
Tableau 1.2 : Traits de côte retenus dans le Var hors territoire du SCOT Provence Méditerranée..... 12
Tableau 1.3 : Traits de côte retenus dans le Var sur le territoire du SCOT Provence Méditerranée.... 13
Tableau 1.4 : Traits de côte retenus dans les Alpes-Maritimes 16
Tableau 3.1 : Contenu de la table attributaire des fichiers SIG correspondant aux 5 périodes de calcul de l'évolution 26

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Siège social : Cité des mobilités - 25 avenue François Mitterrand - CS 92 803 - 69674 Bron Cedex -
Tél. : +33 (0)4 72 14 30 30 – www.cerema.fr