

Stratégie

Direction départementale
des territoires et de la mer

Service mer et littoral

Bureau
environnement
marin

2019



Stratégie départementale de gestion des côtes sableuses en érosion dans le Var



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de la Transition écologique et solidaire

www.ecologique-solidaire.gouv.fr

PRÉFET DU VAR

Rédaction

Fanny BROSSARD - DDTM 83

Coordination

Samuel Dijoux - DDTM 83

Relecture

Julien Bremond - DDTM 83

Contributions

DDTM 83 :

Julien Brémond,
Samuel Dijoux,
Hélène Frassa

DREAL PACA :

Catherine Azzam,
Camille Campéon,
Caroline Demartini,
Aurore Fauchas,
Sébastien Fournié

OFB :

Frédéric Villers

Mairie de Grimaud :

Benjamin Kulling

Mairie de Sainte-Maxime :

Christian Debieuvre

Océanide :

Alexis Lenoble

DGALN – Direction de l'eau et de la biodiversité :

Kathleen Monod

Photographie première de couverture :

Jean-Marc Mourand

Ce document a fait l'objet d'un comité technique le 15 octobre 2018 à la DDTM 83 rassemblant des acteurs du littoral (services techniques des communes, bureaux d'études, syndicat des communes du littoral varois, Conseil départemental du Var, Conseil régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, Conservatoire du littoral, gestionnaires de sites Natura 2000, Métropole Toulon Provence Méditerranée) et d'un comité de

pilotage le 18 janvier 2019 à la DDTM 83 auquel étaient conviés les élus des communes du littoral varois, du Conseil départemental, du Conseil régional et une partie des participants au comité technique.

La DDTM 83 tient à remercier l'ensemble de personnes qui se sont rendues disponibles et qui ont participé à cette démarche de co-construction du document stratégique.


À l'heure où le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) vient de remettre son rapport sur les océans et la cryosphère, le sujet de l'adaptation des territoires au changement climatique s'invite sur nos littoraux.

Bien sûr, ce n'est pas un sujet nouveau : pour mémoire, le Grenelle de la Mer s'en était emparé dès 2009. Au fil des réflexions qui ont suivi, le positionnement des services de l'État en la matière s'est précisé. Il repose sur ce qu'il est désormais convenu d'appeler la « gestion intégrée des zones côtières ». Aujourd'hui, ce rôle consiste en substance à stimuler la connaissance en matière de dynamiques côtières, à favoriser la mise en place de projets de territoires et à faire émerger le recours aux solutions fondées sur la nature. Les maîtres mots de ce modèle sont bien : l'adaptation, la résilience et la préservation de notre capital environnemental et paysager.

Dans le cas des plages en érosion, le recours à des ouvrages fixes comme boucliers de protection nous apparaît souvent incontournable de prime abord. Dans certaines situations, les études montrent leur pertinence. Mais en toute circonstance, une vision plus large, qui anticipe les évolutions plus lointaines et intègre la préservation nécessaire de l'écosystème, s'impose.

La protection pérenne des citoyens et la consolidation de l'attractivité socio-économique dépendent, sur le long terme, de cet engagement.

La démarche présentée ici est une déclinaison de cette stratégie à l'échelle du département du Var. Elle s'intéresse précisément aux côtes sableuses. Elle a vocation à donner de la lisibilité à l'action de la Direction départementale des territoires et de la mer, à accompagner les porteurs de projets dans l'instruction des autorisations environnementales et enfin à établir collectivement une doctrine apaisée de la gestion de l'érosion des plages.



Jean-Luc VIDELAINE



Les orientations stratégiques 9

1.1	Objectifs de la stratégie	9
1.2	Grands principes	9
1.3	Fondements de la stratégie départementale du Var	
1.4	Instruction des dossiers par l'État (DDTM du Var)	11
1.4.1	Les dossiers loi sur l'eau	11
1.4.2	La gestion domaniale	12
1.4.3	L'évaluation environnementale	14



Fonctionnement du littoral sableux et érosion 16

2.1	Processus et dynamiques	16
2.1.1	Notions sur les dynamiques littorales	16
2.1.2	Le phénomène d'érosion des plages	24
2.2	Présentation du littoral varois	28
2.2.1	Contexte géologique et forçages météo-marins sur le littoral varois	28
2.2.2	Caractérisation des formes littorales	30
2.2.3	Typologie des plages	32
2.3	La gestion de l'érosion	35
2.3.1	Les modes de gestion	35
2.3.2	Les méthodes « souples » et « dures », distinction	37
2.3.3	Modes de gestion et types de plage : application sur le littoral varois	40



Recommandations

43

3.1	Recommandations générales	43
3.1.1	Les enjeux	43
3.1.2	La prise en compte du changement climatique	44
3.1.3	Dynamiques du site : réaliser un diagnostic du site	46
3.1.4	L'échelle géographique de l'étude	46
3.1.5	Concevoir un projet global	47
3.1.6	La justification du projet	47
3.2	Recommandations après vérification de l'opportunité du projet	48
3.3	Recommandations spécifiques	53
3.3.1	Gestion des banquettes de posidonie	53
3.3.2	Rechargement de plage	59
3.3.3	Ouvrages en géotextiles	65
3.3.4	Autres méthodes de protection	72



Bibliographie

77



Annexes

81



Le cadre européen enjoint les États membres à adopter des stratégies de gestion intégrées et préservant la biodiversité et la ressource : directive cadre sur l'eau (2000/60/CE), directive cadre stratégie pour le milieu marin (2008/56/CE), directive cadre planification des espaces maritimes (2014/89/UE).

Ce cadre s'est traduit par des outils de régulation opérationnels (SDAGE, DSF, PAMM, ...). Il a nourri en parallèle des réflexions nationales sur la gestion du littoral. En effet, suite au *Grenelle de l'Environnement*, l'État a engagé dès 2009 le *Grenelle de la Mer* afin de mettre en place une politique intégrée de la mer et du littoral à travers une Stratégie nationale pour la mer et le littoral (SNML).

Rassemblant 138 engagements, le livre bleu du *Grenelle de la Mer* traduit cette prise de conscience de la place des océans et du littoral dans le développement de la France.

Dans un contexte de changement climatique, l'anticipation et la prévention des risques naturels comme le recul du trait de côte ont été pris en compte et sont retranscrits à travers l'engagement 74 :

- **74.d.** « Prendre en compte systématiquement les risques naturels (tsunamis...), la hausse générale des mers et les autres effets du changement climatique dans les politiques d'aménagement du territoire et adapter les schémas de planification en conséquence, afin de réduire la vulnérabilité des populations et des territoires (...). »

- **74.f.** « Développer une méthodologie et une stratégie nationale (collectivités et État) pour la gestion du trait de côte, pour le recul stratégique et la défense contre la mer. »

Le groupe n°6 du comité opérationnel du *Grenelle de la Mer* a confirmé la nécessité d'élaborer une **stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC)**. En 2010, a été créé, sous l'égide du député Alain Cousin, un groupe de travail qui a remis son rapport à la ministre le 2 novembre 2011.

Des programmes d'actions ont alors été mis en place (2012-2015 et 2017-2019).

Le premier programme d'actions « Vers la relocalisation des activités et des biens » avait pour ambition d'une part, d'améliorer et de mieux partager la connaissance sur les évolutions en cours et d'autre part, de définir des stratégies à l'échelle des territoires pour favoriser leur adaptation. Un second programme d'actions 2017-2019 a été élaboré par le Comité national de suivi de la stratégie.

Il présente :

1. une synthèse des actions réalisées dans le cadre du précédent programme ;
2. les principes communs et recommandations stratégiques en matière de gestion intégrée du trait de côte ;
3. les 11 actions et 51 sous-actions identifiées pour la période 2017-2019, organisées en 5 axes :
 - ▶ développer et partager la connaissance sur le trait de côte (Axe A) ;
 - ▶ élaborer et mettre en oeuvre des stratégies territoriales partagées (Axe B) ;
 - ▶ développer des démarches expérimentales sur les territoires littoraux pour faciliter la recomposition spatiale (Axe C) ;
 - ▶ identifier les modalités d'intervention financière (Axe D) ;
 - ▶ communiquer, sensibiliser et former aux enjeux de la gestion du trait de côte (Axe transversal).

Ce document national constitue une feuille de route qui incite les collectivités locales à mieux prendre en compte l'érosion côtière dans les politiques publiques.

Favorisant la relocalisation des activités et des biens situés dans des zones à risque, tout en maintenant le dynamisme des territoires, la stratégie nationale incite à l'élaboration de stratégies locales de gestion du trait de côte.

Dans ce contexte, la Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM) du Var coordonne et met en oeuvre la présente stratégie de gestion des côtes sableuses dans le département du Var.

L'objectif est d'élaborer une stratégie départementale relative à la gestion de l'érosion des plages et d'accompagner les interventions des collectivités locales, en accord avec les politiques publiques. En effet, les projets implantés en mer ou sur le littoral sont soumis à des procédures que la DDTM instruit en cohérence avec la SNGITC et la protection des milieux aquatiques.

Différentes études* ont montré que le littoral varois est touché par l'érosion et que le recul des plages se verra accentué par le changement climatique et la montée du niveau de la mer.

De plus la vulnérabilité des côtes sableuses du Var est importante. Disposant de peu d'espace de recul, les plages varoises sont sensibles à ce phénomène. De nombreuses plages sont naturellement contraintes par des affleurements rocheux en arrière-plage. Par ailleurs, pour une grande majorité des plages du département, des aménagements empêchent toute adaptation naturelle de ces systèmes littoraux à la montée du niveau de la mer et à ce phénomène d'érosion.

Une stratégie de gestion de l'érosion est donc nécessaire afin que cette gestion s'opère non pas sur des critères d'urgence, mais dans une logique de soutenabilité et d'efficacité à moyen et long terme. Pour intégrer ce recul des plages, des solutions existent, mais elles doivent être appropriées à la dynamique des plages et à la sensibilité des fonds marins.

Ainsi, une connaissance du site et une étude approfondie de son fonctionnement sont indispensables.

La présente démarche se donne ainsi comme objectif d'établir des recommandations afin de promouvoir une gestion cohérente et efficace des côtes sableuses en érosion.

En fonction du type de plages considéré, différentes méthodes de gestion sont à privilégier afin de protéger et de gérer durablement les côtes sableuses.

* CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2015).

Cartographie de l'indicateur national de l'érosion côtière. <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/indicateur-national-de-l-erosion-cotiere-r473.html> ;

- IN VIVO, *Evolution du trait de côte du littoral varois (2004)* ;
- BRUNEL, Cédric. *Évolution séculaire de l'avant côte de la Méditerranée Française, impact de l'élévation du niveau de la mer et des tempêtes (2010)*;
- CAPANNI, Romain. *Étude et gestion intégrée des transferts sédimentaires dans le système Gapeau/rade d'Hyères (2011)*.

1 Les orientations stratégiques

1.1 Objectifs de la stratégie



Conseiller et accompagner les porteurs de projet

La présente stratégie accompagne les porteurs de projet dans leur démarche. Elle permet de définir un cadre général et de préciser les objectifs et modes de gestion pour la plage en érosion.



Faciliter l'instruction des dossiers

Cette succession de recommandations détaillées permet de simplifier l'instruction en définissant les études et justifications attendues, afin de statuer sur l'opportunité et la complétude du dossier. Elle regroupe un ensemble d'éléments qui pourraient être demandés par les services de l'État lors de l'instruction administrative des dossiers (autorisation environnementale, évaluation environnementale, procédures domaniales...). Cela permet aux porteurs de projets d'adapter les cahiers des charges pour les bureaux d'études en amont des consultations.



Assurer le maintien du bon état des eaux et la préservation du milieu marin

À travers ces recommandations, la stratégie poursuit les objectifs de préservation du milieu marin. En cadrant les conditions de mise en oeuvre des projets, la stratégie souhaite assurer le bon fonctionnement des écosystèmes marins tout en limitant les pressions anthropiques et leurs impacts, en intégrant le changement climatique et en invitant les porteurs de projet à réfléchir sur des aménagements à la fois sur le court et le long terme.

1.2 Grands principes

Le littoral est un système dynamique : il est naturel que celui-ci se déplace et cette mobilité garantit son bon fonctionnement. Le phénomène de **l'érosion participe à cette dynamique naturelle du littoral**. Ainsi, la défense systématique en fixant le trait de côte ne peut plus être l'unique réponse face à cet aléa. **Le littoral doit être préservé** de tout aménagement qui ne serait pas pleinement justifié et durable.

La prise en compte du **changement climatique** et de la **montée du niveau de la mer** est fondamentale dans la réflexion sur l'aménagement des littoraux. De plus, **l'érosion peut être aggravée par l'Homme**. Certains aménagements ont des conséquences dommageables avec une aggravation du phénomène de l'érosion côtière sur des secteurs voisins.

La bonne compréhension des processus et agents responsables du phénomène est essentielle à la gestion cohérente et durable des littoraux. Cette **gestion intégrée du trait de côte** doit être réalisée à travers une **réflexion globale**. Les réponses à l'érosion côtière ne doivent plus être apportées au coup par coup.

Cette gestion doit d'ores et déjà s'accompagner d'une réflexion sur une future **recomposition spatiale** pour les territoires les plus menacés. Les projets d'aménagement doivent reposer sur différentes **échelles de temps** et intégrer la notion de **réversibilité** afin de préparer la recomposition.

Enfin, la limitation de l'artificialisation de l'espace littoral et des petits fonds côtiers est un principe réaffirmé par le document stratégique de façade (DSF).

1.3 Fondements de la stratégie départementale du Var

▶ Aucun aménagement n'est accepté sur les plages en milieu non-urbanisé.

▶ Les méthodes dures et l'artificialisation du littoral sont à éviter. Les espaces côtiers n'ont pas vocation à accueillir des aménagements participant à l'artificialisation du littoral et à la modification des conditions hydrosédimentaires.

▶ L'accompagnement des processus naturels est le mode de gestion à privilégier.

▶ La définition du projet et des objectifs est indispensable. Le porteur de projet doit expliquer pourquoi il juge indispensable d'aménager le littoral.

▶ Le porteur de projet doit réaliser une étude pour caractériser l'aléa érosion et les enjeux qui y sont exposés – en prenant en compte le changement climatique – afin de justifier tout aménagement sur la plage et ses abords.

▶ L'absence d'impact sur l'environnement est un critère majeur dans l'examen de tout aménagement visant à lutter contre l'érosion.

▶ Une réflexion sur la désartificialisation est nécessaire sur les espaces déjà aménagés.

▶ Enfin, l'État étant gestionnaire du domaine public maritime naturel (DPMn), il est garant de son intégrité.

1.4 Instruction des dossiers par l'État (DDTM du Var)

Au sein de la DDTM du Var, le service dédié à la mer et au littoral assure la cohérence entre la préservation des milieux marins et littoraux, et la gestion du DPMn.

1.4.1 Les dossiers loi sur l'eau

Le bureau environnement marin (BEM) est en charge de la protection de l'environnement marin, de la qualité des eaux littorales et de la police de l'eau.

Il s'appuie sur les autres bureaux dans une approche transversale, dans la mesure où les projets concernés exigent généralement à la fois des procédures domaniales et au titre de la loi sur l'eau.

La loi établit comme principes :

« L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général. » (article L. 210-1 (V) du code de l'environnement).

« Le milieu marin fait partie du patrimoine commun de la Nation. Sa protection, la

conservation de sa biodiversité et son utilisation durable par les activités maritimes et littorales dans le respect des habitats et des écosystèmes marins sont d'intérêt général. » (article L. 219-7 du code de l'environnement).

Tout projet susceptible d'avoir un impact direct ou indirect sur le milieu aquatique est soumis à la loi sur l'eau*.

La « nomenclature loi sur l'eau** » permet de déterminer la procédure applicable : déclaration ou autorisation environnementale***.

* Article L. 214-2 du code de l'environnement.

** Article R. 214-1 du code de l'environnement

*** Depuis le 1er mars 2017 (Ordonnance n° 2017-80 du 26 janvier 2017)

L'interdiction générale de porter atteinte à l'état naturel du rivage, notamment par endiguement, assèchement, enrochement ou remblaiement, est définie à l'article L. 2124-2 du CGPPP.

Des exceptions sont toutefois prévues pour les zones portuaires, l'aménagement d'ouvrages de défense contre la mer, d'ouvrages et d'installations nécessaires à la sécurité maritime, à la défense nationale, à la pêche maritime, à la saliculture ou aux cultures marines.

Par ailleurs, tout projet destiné à être implanté sur le DPMn nécessite l'obtention d'une autorisation préalable.

Les principes de gestion sont rappelés dans la stratégie départementale de gestion du DPMn dans le Var, notamment :

- l'objectif de préservation des milieux et le rétablissement de leur fonctionnement naturel ;
- le maintien des banquettes de posidonie et leur gestion durable ;
- l'incitation à expérimenter des solutions innovantes.

Le DPMn constitue un patrimoine naturel qu'il convient de préserver, en conciliant sa gestion, son utilisation et les dispositions prévues par le code de l'environnement.

La gestion du DPMn et la préservation des milieux aquatiques sont assurées par le préfet de département qui s'appuie à cet effet sur la DDTM.

1.4.3 L'évaluation environnementale

Il est nécessaire, en amont des instructions visant à autoriser les projets, de déterminer si une étude d'impact est requise. En effet, certains projets de lutte contre l'érosion du littoral entrent dans le champ de l'évaluation environnementale (annexe de l'article R. 122-2 du code de l'environnement).

Ils peuvent être concernés soit directement, soit après un examen au cas par cas.

Le dossier de cas par cas est une évaluation environnementale simplifiée. À ce titre, la DREAL PACA est en attente des éléments suivants en plus des annexes obligatoires :

- présenter les caractéristiques du projet et sa zone d'influence qui ne se limite pas à l'emprise stricte du projet,
- considérer le périmètre d'analyse à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire,
- justifier les résultats (fournir un pré-diagnostic écologique, une analyse paysagère y compris du paysage sous-marin le cas échéant, une analyse de la qualité des eaux et des sédiments, etc.),
- présenter une carte des biocénoses marines avec la localisation du projet,
- présenter de manière précise la phase de travaux (calendrier des travaux, méthodes employées, etc.),

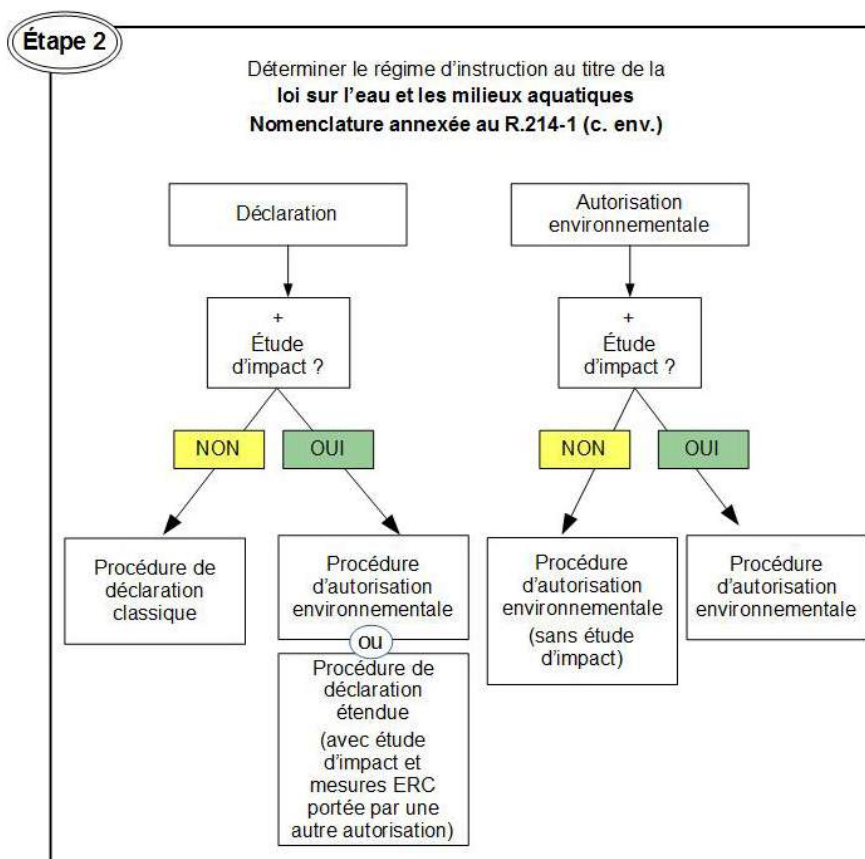
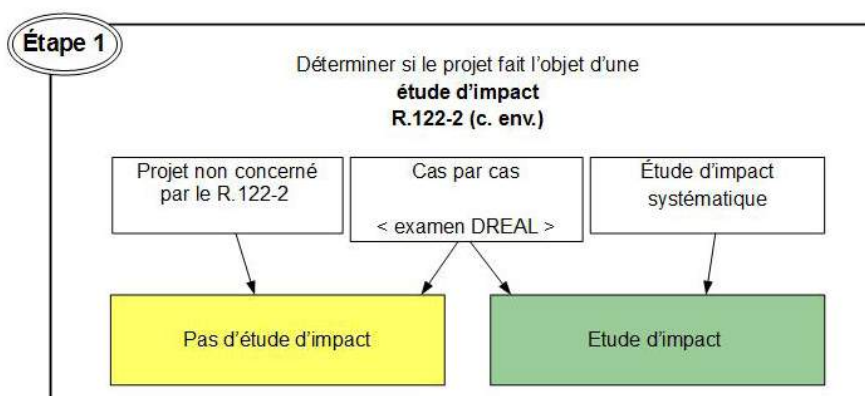
- fournir les autres pièces administratives (dossier de déclaration/ autorisation loi sur l'eau si disponible),
- dans le cas d'un rechargement de plages ; présenter l'historique des opérations réalisées et les projets à venir,
- tout autre élément utile à l'analyse.

L'unité « Évaluation Environnementale » de la DREAL PACA doit être sollicitée :

- par le porteur de projet pour les projets soumis au « cas par cas » ; l'autorité environnementale décide sous 35 jours si le projet est soumis ou non à étude d'impact ;
- par l'autorité compétente pour autoriser le projet pour les projets soumis à « étude d'impact » ; l'autorité environnementale émet un avis simple sous 2 mois sur la qualité de l'étude d'impact et la prise en compte de l'environnement par le projet.

La lutte contre l'érosion du trait de côte nécessite d'avoir une vision à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire. **L'étude d'impact est l'outil approprié** pour engager des réflexions à cette échelle, choisir les bonnes solutions d'aménagement et appréhender correctement les enjeux environnementaux et leur prise en compte sur le long terme.

À ce titre, la DREAL PACA encourage fortement les porteurs de projet à réaliser directement une étude d'impact pour les projets de lutte contre l'érosion et notamment pour les rechargements de plages pluriannuels.



Pour aller plus loin :

Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen. Recommandations des services instructeurs.

► **Fascicule 1 :** Mémento réglementaire, Guide Eval_Impact, DREAL PACA-OCCITANIE, juin 2018.

Disponible sur : www.paca.developpement-durable.gouv.fr/guide-cadre-evalimpact-a11083.html

Schéma 1: Procédures de l'évaluation environnementale et de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques

2.1 Processus et dynamiques

2.1.1 Notions sur les dynamiques littorales

La bande côtière, se compose d'une avant-côte immergée soumise aux effets des courants et des houles, d'une plage, qui subit alternativement les effets de la mer et de l'arrière-côte (ou arrière-plage) qui est formée d'une dune ou d'un cordon dunaire, résultant de l'action du vent. L'ensemble fonctionne en interaction et forme la bande côtière (illustration 2).

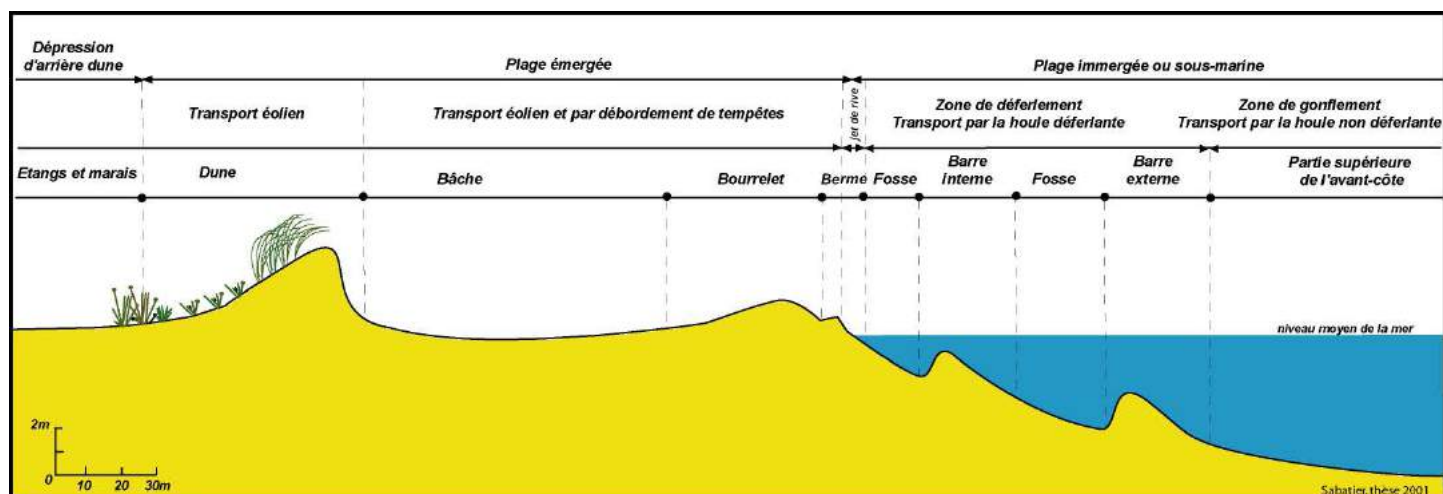


Illustration 2: Caractéristiques de la bande côtière

Cet ensemble est un espace situé à l'interface de la mer, de la terre et de l'atmosphère et possède des propriétés physiques et biologiques qui lui sont propres. C'est un milieu dynamique, qui peut être modifié et modelé par de multiples facteurs en interaction selon différentes échelles de temps et d'espace.

Des processus complexes sont à l'origine de la diversité et la richesse des paysages littoraux.

Les principaux facteurs naturels qui agissent sur la dynamique des transports sédimentaires de nos littoraux et modifient la morphologie de nos plages, sont les vents, la houle, le niveau marin et les courants associés qu'ils génèrent.



Le vent :

Lors du contact avec la mer, le vent apporte de l'énergie. La déformation de la surface de l'eau se traduira par la formation d'onde à l'origine des vagues (illustration 3).



La houle :

Elle transporte une quantité d'énergie importante qui se dissipe lors du rapprochement à la côte (dissipation sur le fond).

L'énergie de la houle et la dissipation des vagues sont des processus côtiers prédominants dans la dynamique des littoraux.

La houle est à l'origine de courants susceptibles de transporter les sédiments et de modeler le paysage littoral.

En fonction de la bathymétrie et de son angle d'incidence sur nos côtes, des courants sont induits et les sédiments sont mis en mouvement et sont déplacés (vers la côte/vers le large).



La marée et le niveau marin :

La marée n'a que peu d'influence sur le transport sédimentaire en Méditerranée.

Les surcôtes et décôtes sont des variations du niveau marin associées au vent et aux effets de changement de pression. Ces phénomènes se superposent à la marée astronomique.

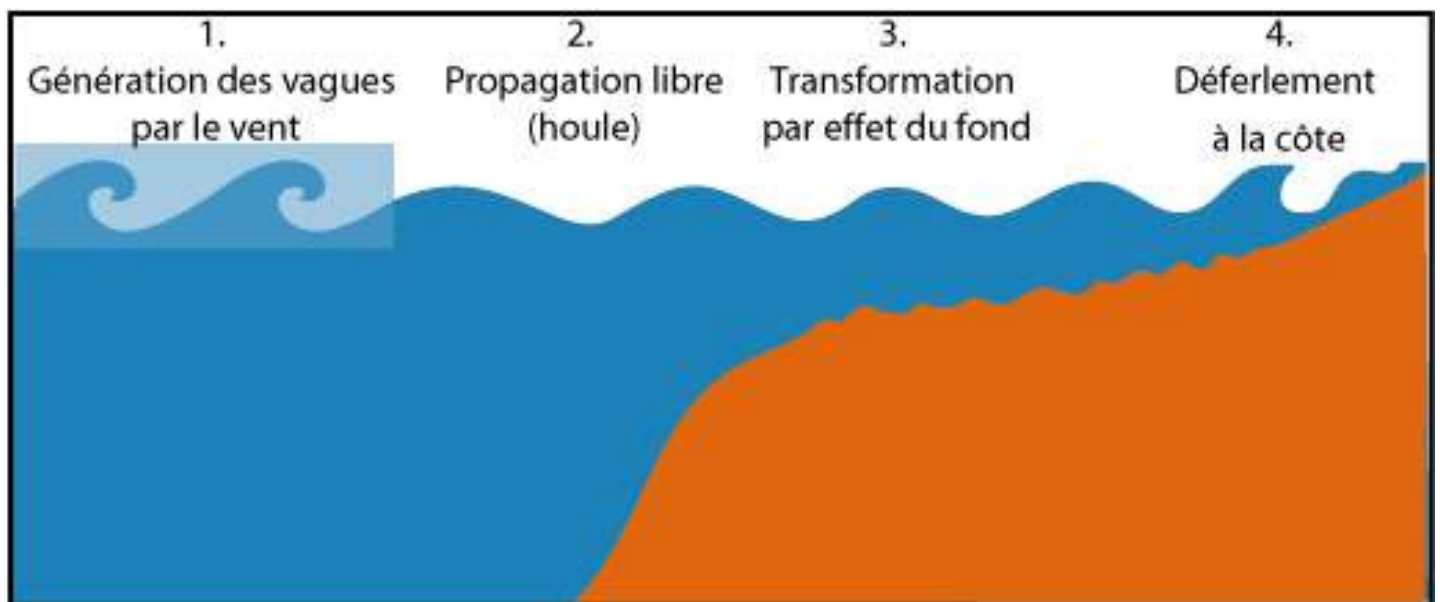


Illustration 3: Houle, vagues et littoral (source : Shom.fr)

Le transport sédimentaire se fait selon deux composantes : **longshore** (parallèle au rivage) et **cross-shore** (perpendiculaire au rivage).



Le transport longitudinal :

la dérive littorale (illustration 4) est un courant résultant du déferlement d'une houle oblique.

Ce courant se dirige parallèlement à la côte dans le sens de propagation de la houle et est susceptible de transporter des sédiments. On parle ici de courant longshore.

Si la houle est purement crossshore, soit perpendiculaire à la côte, il n'y a pas de dérive littorale. Les ouvrages côtiers (digues, épis, etc.) peuvent bloquer cette dérive et le transport de sédiments.

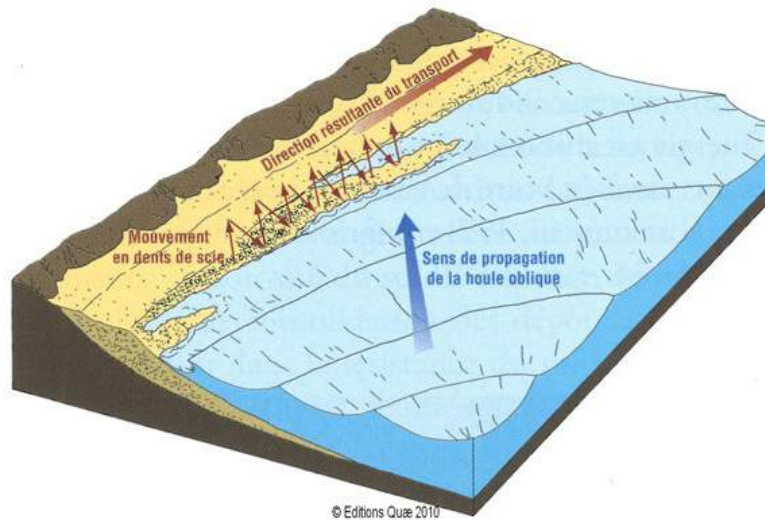


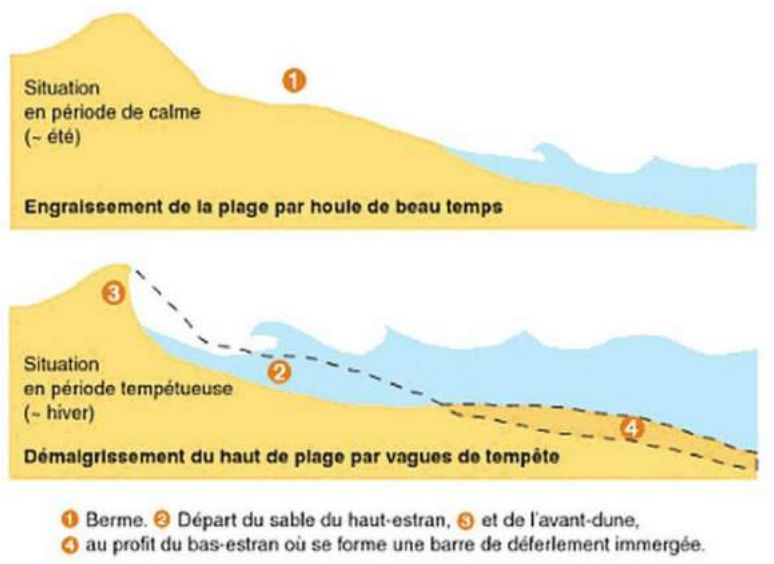
Illustration 4: La dérive littorale



Le transport transversal :

ce transport va influencer le profil de plage. Il est fonction des caractéristiques des vagues (hauteur, déferlement, période). Les vagues qui arrivent sur les plages vont déplacer les sédiments. Le profil de plage peut alors connaître une érosion ou une accrétion.

Les bermes et barres d'avant-côte se déplacent lors des variations du profil de plage et constituent des volumes de sédiments non-négligeables qui protègent la plage et participent à sa résilience.



Variations saisonnières du profil de plage (Paskoff, 1998)

Illustration 5: Variations saisonnières de plage (Paskoff, 1998)

Le littoral dépend des **échanges et des transports de sédiments** dus aux actions marines et éoliennes. Ces échanges expliquent les formes que prennent nos plages qui s'adaptent au **système hydrosédimentaire** du site.

Le prisme littoral représente le volume de sable mobile qui compose à la fois la plage émergée et immergée, jusqu'à la profondeur de fermeture, profondeur au-delà de laquelle les matériaux ne sont plus mobilisés (3 à 8 m en moyenne en Méditerranée*). Le système est délimité par la **cellule hydrosédimentaire**.

Cette cellule hydrosédimentaire se compose à la fois des trois entités de la bande côtière : l'arrière-plage, la plage et la plage immergée (illustration 2).

* EID / SMNLR. *Guide Technique n°9 du SDAGE Connaissance et gestion de l'érosion du littoral*. 2005

Définition de la cellule hydrosédimentaire :

« La cellule hydrosédimentaire est un concept permettant d'identifier, à une échelle donnée, des compartiments du littoral qui peuvent être décrits et analysés de manière autonome sur le plan des transports sédimentaires (illustrations 6 et 7).

Ce découpage du littoral a pour objectif de permettre l'établissement de bilans des échanges de sédiments au sein de chaque cellule et d'aider à la définition de la bonne échelle géographique de prise de décision en matière d'aménagement côtier.

Elle permet en effet de bien prendre en compte l'ensemble des facteurs d'évolution du littoral sur un secteur géographique donné.* »

* CEREMA/MEDDE. *Développer la Connaissance et l'Observation du Trait de Côte*. 2015

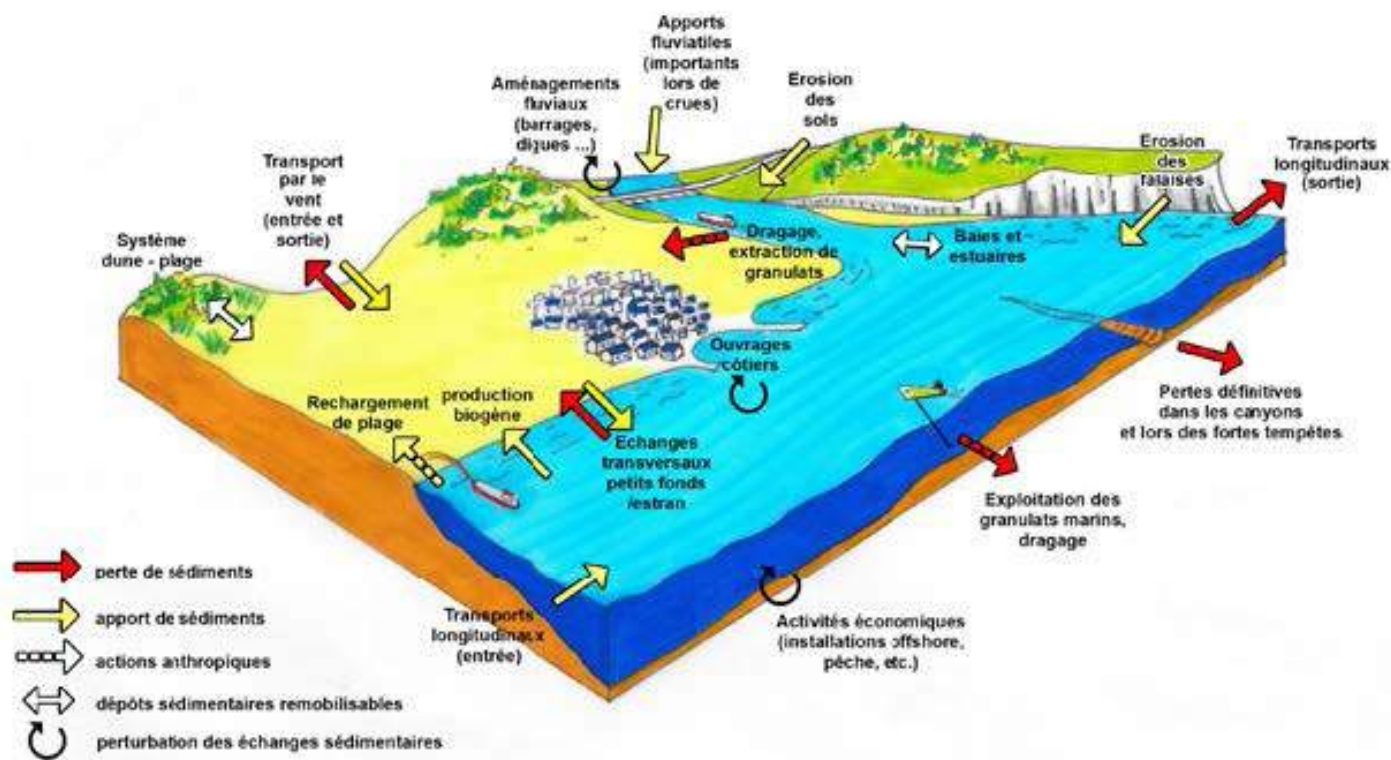


Illustration 6: Échanges sédimentaires au sein d'une cellule hydrosédimentaire (Muriel Sauvé, Cerema)

La cellule hydrosédimentaire ne se limite donc pas à la bande de sable émergé, mais comprend le bassin versant terrestre et les fonds marins participant aux échanges au sein du système.

Elle permet de quantifier l'érosion et l'accrétion d'un site.

La cellule hydrosédimentaire est ainsi indépendante des limites administratives et peut induire l'implication de plusieurs communes.

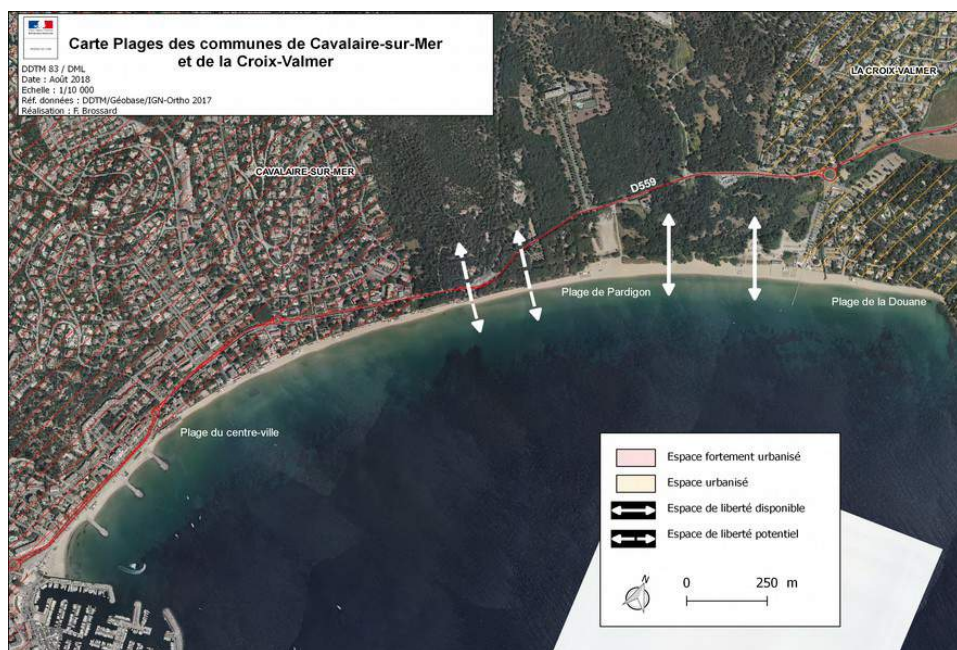


Illustration 7: Le système hydrosédimentaire et son bilan sédimentaire, Wilson Promontory, Australie, 2006, (©Stéphane Costa)

En particulier, un ou plusieurs EPCI, éventuellement investis d'une compétence « défense contre la mer » au titre de la GEMAPI, peuvent être concernés. Dans cette éventualité, des éléments de stratégie et de connaissance locale dont ces EPCI sont dépositaires devront être intégrés.

Cet équilibre hydrosédimentaire dépend aussi de **l'espace de liberté du littoral** (carte 1).


Cet espace est nécessaire à la mobilité du littoral et à son adaptation aux houles, aux vents, aux courants, etc. Le limiter accentue le risque d'érosion et réduit la résilience du système.



Carte 1: Espace de liberté de la plage

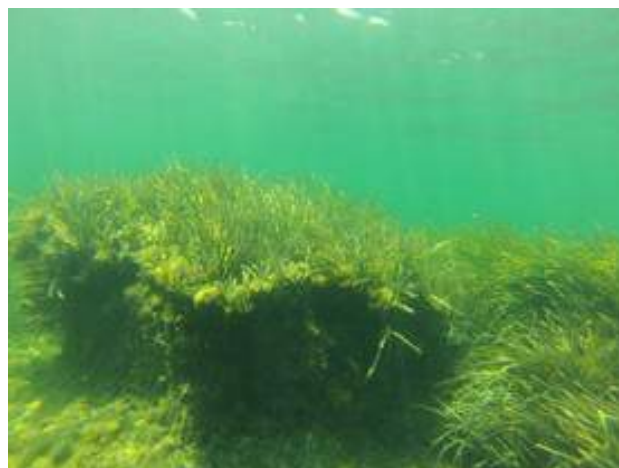
Il est également important de prendre en compte le rôle des habitats naturels au sein de ce système hydrosédimentaire et de cet espace de liberté.

Vis-à-vis de l'érosion, la végétation (terrestre et marine) et le cordon-dunaire jouent un rôle de « zone tampon » et en diminuent l'amplitude et les impacts :

 **Les herbiers à Posidonie**, outre leur fonction majeure dans l'écosystème marin, ont un rôle primordial sur la dynamique littorale (illustration 8).

Composés de feuilles et de racines (rhizomes), ces herbiers participent à la stabilité des fonds meubles et influencent la mobilité des sédiments côtiers.

Quand ces derniers sont composés d'un ensemble mort et vivant compacté par des sédiments, on parle de « matte », dont l'épaisseur peut varier au cours du temps (plusieurs mètres).



Photographie 1: Matte et herbier à Posidonie (Porquerolles) ©Fanny Brossard, juillet 2018

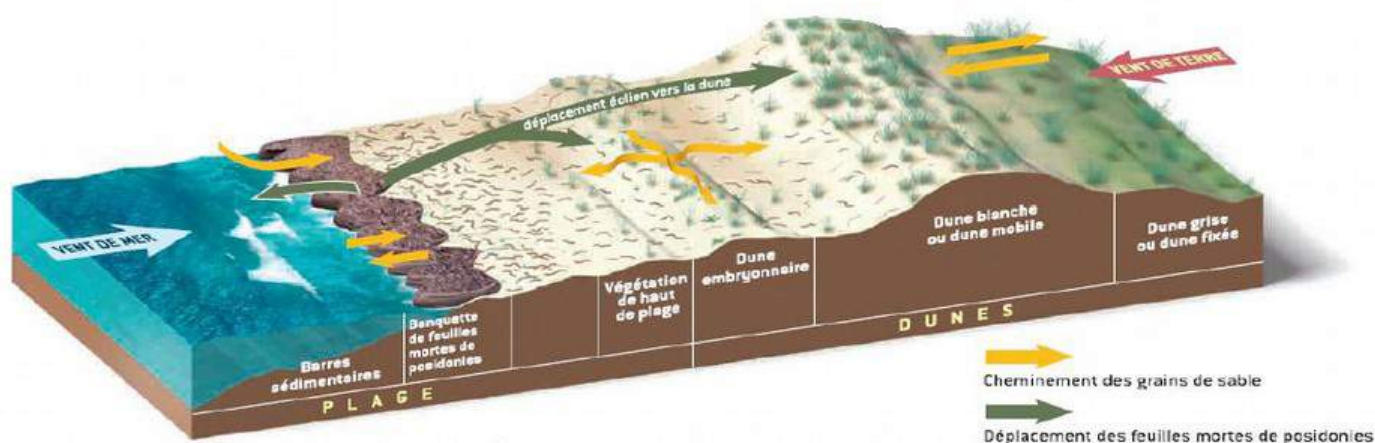


Figure 3 : Dynamique de formation et de déplacement des banquettes de Posidonie. © Conservatoire du littoral & Rivages de France, 2010.

Illustration 8: Dynamique de formation et de déplacement des banquettes de Posidonie. ©Conservatoire du littoral & Rivages de France, 2010.

Plusieurs fonctionnalités peuvent être attribuées à l'herbier à posidonies :

► **L'amortissement de la houle :**

l'herbier peut contribuer à hauteur de 30 à 40 % à l'amortissement des houles, ce qui influe sur le dépôt ou le départ des sédiments. Cet amortissement est dû à la structure de la matre (Jeudy de Grissac, Boudouresque, 1985).

► **L' amortissement des vagues :**

entraînées lors des tempêtes vers les plages, les feuilles mortes de posidonies s'accumulent et constituent alors des "banquettes" en bordure de rivage qui contribuent à protéger les plages contre l'érosion marine en amortissant l'énergie du déferlement de la houle. Une protection est assurée par le bouclier que forme sur la plage l'accumulation des feuilles mortes et par l'augmentation de la viscosité de l'eau, en avant de la banquette, du fait de la mise en suspension par les vagues de fragments de feuilles mortes et de fibres (Jeudy de Grissac, Boudouresque, 1985).

► **Le rôle écologique des banquettes :**

les banquettes de posidonies participent à l'écosystème du bord de mer. Elles permettent par l'apport d'azote et de carbone de favoriser le développement de la végétation en arrière-plage, ce qui facilite le maintien d'une dune. Les feuilles mortes font partie intégrante du réseau trophique (chaîne alimentaire et fonctionnelle) de la plage.

► **Le dépôt et le piégeage de sédiments :**

l'herbier piège les sédiments et joue un rôle de fixation des substrats meubles. De plus les feuilles mortes de posidonie sur la plage favorisent également le maintien de sédiments sur les plages.



*Photographie 2: Feuilles mortes de Posidonie, Plage de Brégançon (Bormes-les-Mimosas)
©Fanny Brossard, avril 2018*



Photographie 3: Banquettes de Posidonie, Baie des Canebiers (Saint-Tropez)
©Fanny Brossard, avril 2018

1 m³ de banquette
= 10 à 100 kg de sédiments piégés
Soit 1,5 tonne de sédiment pour 100 m³ de banquettes
(A. Martin, 2017, d'après De Falco et al., 2003 ; Simeone, 2008.)

Le système du cordon dunaire favorise la dissipation de l'énergie des vagues à la côte et participe à la résilience du littoral grâce aux échanges sédimentaires internes au système (réalimentation en stock sableux de la plage après le passage de tempêtes puis reconstruction dunaire à partir de la plage). Il permet par ailleurs d'assurer aux zones basses situées en arrière-littoral un certain niveau de protection contre la submersion marine (schéma 2). Dans le département du Var, les systèmes de cordon dunaire sont peu représentés. La plage de l'Almanarre est un exemple de ce système dunaire existant.

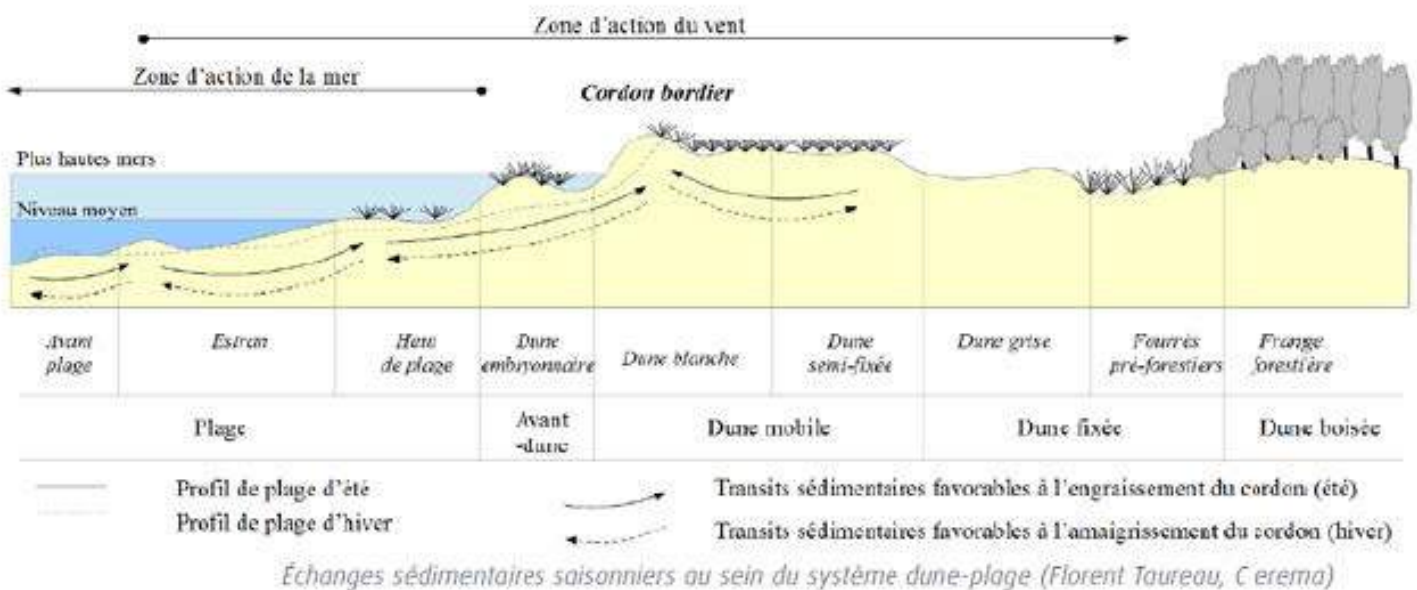


Schéma 2: Échanges sédimentaires saisonniers au sein du système dune-plage (Florent Taureau, Cerema)

Ces éléments de l'espace littoral servent de zone tampon face à l'aléa érosion et aux événements exceptionnels comme les tempêtes.

Les différentes barres sableuses de la plage immergée sont également des éléments dissipateurs de l'énergie des vagues. Ces éléments qui composent la plage sont interdépendants et appartiennent tous à une même cellule sédimentaire. Ils contribuent à la régulation de l'évolution du trait de côte et à sa protection contre l'érosion*.

* (UICN/Efese – Le service de régulation de l'érosion côtière en Aquitaine, avril 2018.)

2.1.2 Le phénomène d'érosion des plages

Définition du recul du trait de côte :

« Le recul du trait de côte est le déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental.

C'est la conséquence d'une perte de matériaux sous l'effet de l'érosion naturelle induite par les forces marines et l'érosion générée ou accélérée par l'Homme (sur-fréquentation des cordons dunaires, extraction de matériaux, ouvrages côtiers...). » (BRGM, rapport 2014).



Photographie 4: Plage de Pardigon (Cavalaire-sur-Mer) protection du haut de plage par ganivelles.
©Fanny Brossard, mars 2018

Photographie 5: Plage des Salins (Saint-Tropez)
17/03/2018 ©F. Brossard





Photographie 6:
Plage du centre-ville
(Le Lavandou)
15/05/2018, ©F. Brossard

Ce phénomène d'érosion des plages peut être accentué par des causes naturelles et anthropiques.

Causes Naturelles

Les modifications par les causes naturelles sont souvent dues à des **événements météorologiques exceptionnels**. Lors d'une tempête majeure et par l'action des vagues, une quantité importante de sédiment peut être arrachée et perdue pour le système.

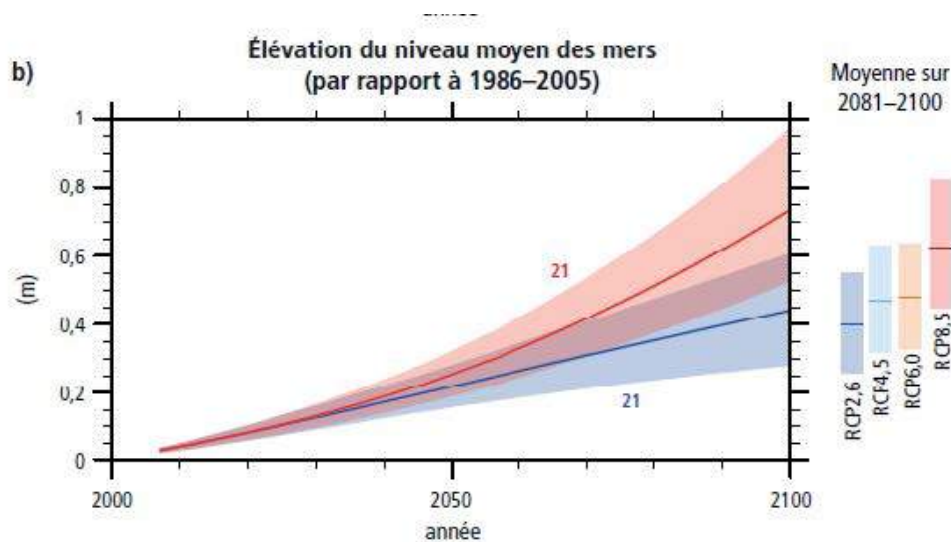
Les vents également lors d'événements météorologiques exceptionnels ont un impact sur la plage émergée. Une surcôte due à une dépression

atmosphérique, au vent, à la houle et au déferlement est également à prendre en compte. Ces causes naturelles lors d'événements exceptionnels peuvent accentuer l'érosion des plages.

Causes Anthropiques

L'action de l'Homme influe également sur nos littoraux et impactent à différentes échelles les côtes sableuses en accentuant le phénomène de l'érosion.

Aujourd'hui une des causes d'accentuation de l'érosion est celle de l'élévation du niveau marin, due au changement climatique.



2014, Cinquième Rapport d'évaluation du GIEC: Changements climatiques

Illustration 9: Élévation du niveau moyen des mers entre 2006 et 2100, déterminée par des simulations multi-modèles, par rapport à la période 1986-2005.

Les extractions de sédiments, les dragages à des fins industrielles ou de rechargement de plage par exemple, peuvent **modifier les stocks sédimentaires**.

La dynamique complexe du littoral est impactée par ces prélèvements et, sans étude d'impact et d'identification des réserves sédimentaires, le phénomène de l'érosion peut être considérablement aggravé.

Le système hydrosédimentaire du littoral est impacté lors d'aménagements côtiers, par la **perturbation des échanges sédimentaires**.

Les ouvrages de protection du littoral peuvent entraîner une rupture du transit littoral. Beaucoup d'ouvrages de protection lourde n'ont eu d'effets positifs qu'à court terme et sur des secteurs limités.

En bloquant la dérive littorale, ils ont privé d'apports sédimentaires les plages situées à leur aval qui ont par conséquent souffert d'une érosion accrue (voir carte 2).

Des ouvrages tels que les digues et les cordons d'enrochements augmentent aussi la turbulence et la fuite des sédiments, minant ainsi leurs propres fondations.

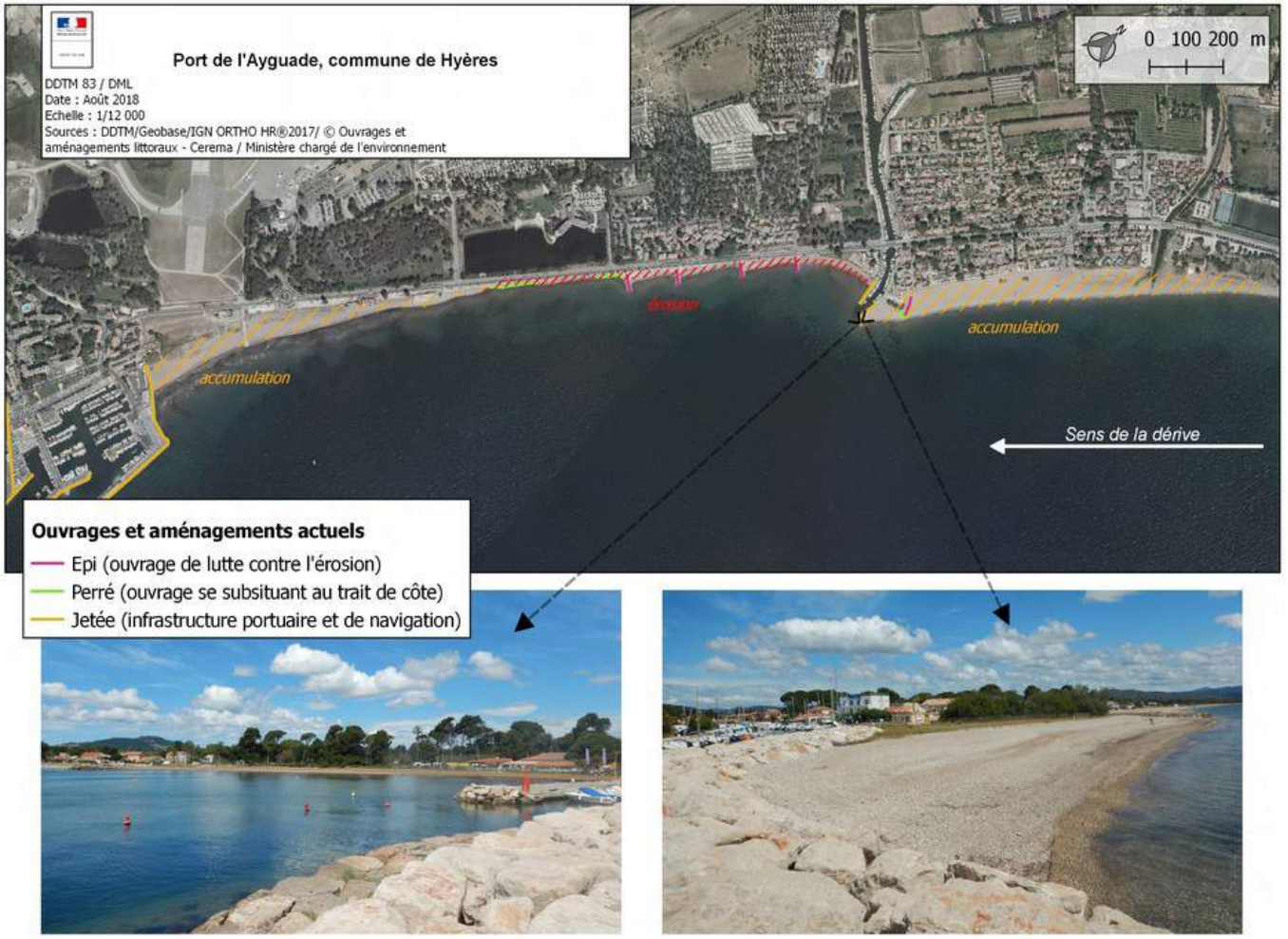
Les épis ne sont efficaces que sur une longueur limitée de côte ; l'érosion qui s'aggrave à leur aval appelle la construction d'autres épis, déclenchant un effet de dominos. (Étude EuroSION, 2004).

Et ces actions anthropiques sont à considérer sur l'ensemble des bassins-versants du territoire.

L'impact des aménagements fluviaux sur la dynamique sédimentaire des littoraux en aval est notable.

Les barrages hydrauliques, l'artificialisation des sols et l'extraction des granulats dans le lit des rivières réduisent la quantité de sédiments et participent à la diminution des stocks sédimentaires sur nos côtes.

Les activités humaines impactent les littoraux et participent à l'érosion du littoral. Lorsque la plage n'est pas résiliente (déficit de sédiments, manque d'espace disponible) alors ces causes peuvent être conséquentes pour l'évolution de la plage.



Carte 2: Port de l'Aiguade, impacts des ouvrages et aménagements sur le trait de côte ©F. Brossard

2.2 Présentation du littoral varois

2.2.1 Contexte géologique et forçages météo-marins sur le littoral varois



Géologie

Le département est composé de trois grandes unités classiques de la Provence (Jeudy de Grissac, 1980) :

- au Nord et à l'Ouest de Toulon, la Provence calcaire ;
- au Sud et à l'Est la Provence cristalline ;
- au Nord-Est, l'extrémité de la grande dépression permienne séparant les deux unités précédentes.

Ce contexte géologique forme le littoral découpé du Var et se traduit par une alternance de côtes rocheuses et d'accumulation avec une prédominance de plages au sein d'anses rocheuses, les « plages de poche ». De grandes baies composent également le littoral.



Conditions hydrodynamiques

La presqu'île de Giens voit à l'Ouest la Provence calcaire ouverte sur le Golfe du Lion, soumise en majeure partie au Mistral (vent d'Ouest-Nord-Ouest), et à l'Est, le littoral soumis aux perturbations météorologiques de la dépression du Golfe de Gênes, avec des régimes

de vents plus complexes, avec cependant un vent d'Est (moins fréquent que le Mistral) qui peut être destructeur.

Le caractère très découpé de la côte, les variations d'orientation des nombreuses baies, les îles et la protection qu'assurent les caps rocheux, modifient et réduisent de façon sensible le régime des houles et des vents par rapport au large, et donnent des situations contrastées d'une plage à une autre (Blanc, 1957).

Les régimes de vent importants et prolongés tels que le Mistral, et les coups de mer d'Est sont parfois destructeurs pour certaines côtes sableuses.



Marée, courants et transport sédimentaire

Le rivage de Provence connaît un régime microtidal*. « En marées exceptionnelles de vive eaux, les niveaux peuvent atteindre les cotes de +0,40m et -0,30m (SHOM, annuaire des Marées, 2008).

Les variations du niveau de la mer dues aux variations de pression atmosphérique et à l'effet de vents persistants sont beaucoup plus marquées que celles de la marée astronomique pour le département. Par violente tempête de Sud-Est, l'élévation des eaux peut atteindre et même dépasser la cote + 1 m NGF (Sogreah, 1984). L'abaissement par vent de Mistral peut atteindre -0,50 NGF. ». (Cédric Brunel, 2010).

* *marée de faible amplitude, de l'ordre du mètre.*

D'autres considérations générales interviennent dans les évolutions du système littoral. Un courant d'Est en Ouest, le courant Ligure, domine la circulation en Méditerranée Occidentale. Ce dernier est susceptible d'interférer avec la dynamique côtière à la faveur d'une bathymétrie accidentée*.

Par ailleurs, sur le département, les apports sédimentaires par les cours d'eau (Argens, Gapeau, Giscle,...) sont dépendants des interventions humaines sur le bassin versant (seuils, barrages, endiguements, dragages, aménagements côtiers, artificialisation des sols, etc.) et ont diminué drastiquement.

Huit unités hydrosédimentaires ont été identifiées et répertoriées par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) (voir carte annexe).

Et à plus fine échelle, des cellules sédimentaires ont été identifiées par l'Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen (EID) et le SMNLR (Service maritime et de la navigation de Languedoc-Roussillon). Elles constituent un premier référentiel pour les études de gestion de l'érosion (voir carte annexe).

* Karen Guihou. *Étude de la dynamique du Courant Nord au large de Toulon. Sciences de la Terre. Université de Toulon, 2013*

2.2.2 Caractérisation des formes littorales

Les forçages (houle, vent, courant, etc.) et les caractéristiques géologiques ont façonné le littoral varois qui se compose aujourd'hui de deux types de côte principales :

▶ les côtes dites d'érosion, cas des falaises (rocheuses, meubles), qui sont soumises aux actions des eaux de ruissellement et de la mer, et qui ne peuvent que reculer.

▶ les côtes dites d'accumulation, cas des plages, embouchures fluviales et lagunes qui évoluent en fonction des conditions hydrodynamiques, du budget sédimentaire disponible et du niveau marin.

Les plages définies comme des côtes d'accumulation subissent alternativement des phases d'engraissement (accumulation) et de démaigrissement (érosion). Elles sont dynamiques.

Photographie 7: Les types de côtes varoises



1 : île de Porquerolles, côte rocheuse.



2 : commune du Lavandou, « plage de poche ».



3 : commune de Sanary-sur-Mer, côte d'accumulation.
Photographies ©F. Brossard

Pour mémoire, on peut mentionner les côtes artificielles (ports, ouvrages de maintien du trait de côte, routes, etc.). C'est par exemple le cas de la rade de Toulon ou encore de Port-Grimaud (voir carte annexe).

D'un point de vue géomorphologique, les plages du Var présentent différents profils. Ainsi on retrouve à la fois des plages dites bloquées ou adossées, et des plages à pointes libres.

Plages bloquées, adossées :

Les plages bloquées, ou adossées, sont définies par l'arrière-côte qui les contraignent dans l'évolution de leur forme. Elles sont de différentes tailles avec les plages rectilignes pour les plus grandes, les plages de fond de baie, et les plages dites de poche pour les plus petites.

▶ **plage rectiligne** : soumise à la houle



Photographie 8: Vue aérienne Plage des Vieux Salins ©Conservatoire du littoral



Photographie 9: Vue aérienne Cap Camarat et Pampelonne ©Conservatoire du littoral

▶ **plage de fond de baie** : en position d'abri, cette plage résulte de la réfraction de la houle entre deux caps rocheux.

▶ **plage de poche** : petite plage en fond de baie, plage de taille réduite, « crique ».



Photographie 10: Plage du Rix, île des Embiez ©SA Ricard



Plages à pointe(s) libre(s) :

Les plages à pointes libres sont plus rares dans le département, elles sont formées par une dérive littorale et un apport en sédiment importants. Il s'agit d'une forme de plage dont une partie du cordon dunaire se détache du rivage.



Photographie 11: Presqu'île de Giens
double tombolo

©Arnaud Bouissou-Terra

Très souvent les plages de poches sont restées naturelles et n'ont pas été modifiées par des ouvrages ou modes de gestion invasifs. A contrario les plages plus faciles d'accès et où les enjeux socio-économiques (tourisme, restauration, habitations denses, etc.) sont importants, ont été impactées par les divers aménagements et modifications de leur état naturel depuis des décennies.

2.2.3 Typologie des plages

Devant la variété des situations, des usages et des contextes dans lesquels elles s'inscrivent, les plages varoises font ici l'objet d'un classement par types.

Le but est d'établir une meilleure caractérisation des enjeux que revêt chaque site, tout particulièrement en fonction de l'environnement dans lequel il se trouve :



Plage en milieu non-urbanisé

Ces plages sont vierges de tout aménagement anthropique. Elles n'ont fait l'objet d'aucune mesure de protection en dur (épis, enrochements, etc.). Elles peuvent être caractérisées par une très faible présence de bâtis souvent diffus en arrière-plage, mais elles se situent dans un espace majoritairement à caractère naturel sans présence d'axe de communication principal.

Le fonctionnement naturel de ces plages est à préserver, et les enjeux environnementaux dans ces espaces sont souvent prégnants.

La fréquentation (et l'enjeu touristique qui en découle) permet de définir deux sous-catégories :

- les plages en milieu non-urbanisé dont la fréquentation est faible voire nulle
- les plages en milieu non-urbanisé dont la fréquentation est de modérée à importante

Exemples :

plage du Monaco (Le Pradet),

plage de l'Estagnol

(Bormes-les-Mimosas),

plage de l'Almanarre (Hyères).



Plage en milieu urbanisé

Ces plages se définissent en deux catégories :

- des plages caractérisées par la présence de bâtiments déplaçables (campings, lots de plages) sur la bande côtière active et soumis à l'aléa submersion lors de fortes tempêtes. Des bâtiments sont présents également en arrière-plage, de même que des axes de communication. Les enjeux sont vulnérables à l'aléa érosion, car ils sont situés sur l'espace de mobilité hydrosédimentaire du site. Ces plages ont pu faire l'objet d'aménagements (enrochements, etc.) qui ont stabilisé le trait de côte. Les fonctionnalités naturelles des plages ne sont pas toujours présentes.

Exemple :

plage de Gigaro (La Croix-Valmer)

- des plages caractérisées par la présence de bâtis plus pérennes, bien que diffus (de type résidentiel, et/ou axe de communication) sur la bande côtière active et/ou en arrière-plage. Les bâtiments sont protégés à moyen terme par l'érosion du fait de leur situation souvent en altitude et/ou en dehors de la bande côtière active. L'accès à ces plages est souvent limité. Ces espaces ont pu faire l'objet d'aménagements (enrochements, rechargement, etc.) qui ont stabilisé le trait de côte.

Les fonctionnalités naturelles des plages ne sont pas toujours présentes.

Exemples :

anse du Vieux-Moulin (Grimaud),

plage de l'Argentière

(La Londe-les-Maures)



Plage en milieu fortement urbanisé

Ces plages sont fortement urbanisées et caractérisées par la présence importante de bâti en arrière plage.

La présence d'axe de communication principal s'additionne à la forte urbanisation. Des bâtiments d'intérêt public (hôpitaux, écoles, aéroport) peuvent également être présents. La plage est souvent artificialisée et des opérations de protection ont modifié les fonctions naturelles de la plage. Ces espaces sont très vulnérables aux aléas érosion et submersion marine.

Exemples :

plage des Lecques

(Saint-Cyr-sur-Mer),

plage du Mourillon (Toulon),

plage du centre ville

(Cavalaire-sur-Mer)

Plage en milieu	Caractéristiques de la zone côtière en arrière-plage	Exemples
Non-urbanisé	Espace peu influencé par l'Homme.	Plage de l'Estagnol commune de Bormes-les-Mimosas
Urbanisé	Espace caractérisé par la présence de bâti en arrièreplage, de type résidentiel en majorité et peu dense.	Plage de l'Argentière, commune de la Londes-les-Maures
Fortement urbanisé	Espace caractérisé par la présence importante de bâti en arrière-plage, d'axe de communication et de peu d'espace de liberté de la plage	Plages du centre-ville, communes du Lavandou et de Cavalaire-sur-Mer

Tableau 1 : Synthèse de la typologie des plages

Le caractère découpé du littoral varois et la présence d'îles, lui octroient une certaine protection face aux forçages météo-marins.

Cependant celui-ci reste très vulnérable à l'aléa érosion en raison de la faible largeur de ses plages, des contraintes naturelles et anthropiques de l'arrière-côte et d'un déficit sédimentaire. Face à la montée du niveau de la mer, cet espace de recul restreint pose la question de l'évolution de ces plages dans le temps. De plus, ces côtes d'accumulation en érosion, concentrent très souvent de forts enjeux humains et économiques mais

également des enjeux environnementaux tels que la présence d'herbiers à posidonies.

La présente stratégie se concentre sur les mesures à adopter sur ces différents types de plages en réponse à un constat d'érosion.

2.3 La gestion de l'érosion

2.3.1 Les modes de gestion

Plusieurs modes de gestion de protection des plages sont possibles. Des études préalables de hiérarchisation des enjeux permettent de définir les modes de gestion à privilégier :

▶ Lorsque les enjeux ne justifient pas une action de gestion du trait de côte : ***suivre l'évolution naturelle.***

▶ Lorsque les enjeux justifient une action : ***l'intervention sur le trait de côte peut être envisagée.***

Les modes de gestion de l'érosion	
Stratégie d'intervention	Méthode/technique
Suivre l'évolution naturelle de la plage	« Évolution naturelle surveillée »
Accompagner ou restaurer le fonctionnement naturel du littoral	Déconstruction d'ouvrage ou d'aménagement existant (restitution du DPMn)
	Méthodes souples en limitant les interventions sur les plages (reprofilage, rechargement limité, maintien des banquettes de posidonie, pose de ganivelles, etc.)
	Méthodes souples de manière à rétablir le transit sédimentaire ou l'alimenter (reprofilage, rechargement, bypass, etc.)
Fixer le trait de côte en modifiant le fonctionnement naturel du littoral	Méthodes dures en adaptant (ouvrages existants) ou en implantant de nouveaux ouvrages (méthode dure ou combinée)
Recomposer spatialement la bande côtière	Recul ou relocalisation des biens et des activités

Suivre l'évolution naturelle

► « Evolution naturelle surveillée »

Cette stratégie s'adapte très bien aux espaces naturels où les enjeux ne justifient pas une action corrective. Elle permet de suivre l'évolution du trait de côte et d'anticiper un autre mode de gestion si celui-ci devient nécessaire. Les outils de suivis sont nombreux : les levés topobathymétriques, les levés DGPS*, les levés laser aéroportés (Lidar), etc.

Acompagner ou restaurer le fonctionnement naturel du littoral

► Déconstruction d'ouvrage ou d'aménagement existants

Il est important de considérer qu'il peut être parfois plus pertinent de retirer un ouvrage en place et/ou de déplacer les enjeux. Le suivi reste alors essentiel.

► Méthodes souples

Il s'agit d'intervenir en accompagnant les processus naturels, éventuellement en rétablissant ou en alimentant le transit sédimentaire. La gestion de l'érosion se fait en composant avec la dynamique du littoral. L'état du littoral (plus ou moins naturel) est à prendre en compte afin d'adapter la gestion souple à mettre en place.

* *Differential Global Positioning System ou GPS Différentiel, levé de précision élevée (inférieure à 10 cm) par positionnement satellitaire.*

Fixer le trait de côte en modifiant le fonctionnement naturel du littoral

► Méthodes dures

Cette méthode de gestion modifie les dynamiques littorales, et fixe le trait de côte. Il s'agit d'une méthode de défense.

► Méthodes mixtes ou combinées (souples et dures)

Ces méthodes peuvent être envisagées lorsque les enjeux (humains, économiques, environnementaux) l'imposent. Il convient de rappeler que la SNGITC appelle à éviter l'artificialisation du trait de côte. Le mode de gestion par la lutte active se limite aux sites à forts enjeux économiques et/ou humains soumis à un risque avéré et qui demandent une réponse rapide, en parallèle d'une initiative s'inscrivant sur le long terme. L'avantage principal est la protection conservatoire des enjeux économiques et humains sur le littoral.

Cependant les inconvénients sont nombreux :

- artificialisation du littoral maintenue voire renforcée
- cumul des coûts d'entretien sur le long terme
- perturbations voire perte (de façon irréversible dans certains cas) du fonctionnement naturel
- renvoi des problèmes d'érosion sur des secteurs voisins (nécessité de la concertation entre territoires)

Recomposer spatialement la bande côtière

De mise en oeuvre longue, cette méthode a pour objectif de réaménager le littoral en soustrayant à l'action de l'érosion les enjeux exposés. Elle permet de rendre au système littoral un espace de liberté pour certaines plages (reconstitution d'un cordon dunaire possible par exemple).

La recomposition spatiale doit donc s'envisager très tôt, en parallèle d'autres méthodes de gestion de court et moyen termes.

2.3.2 Les méthodes «souples» et «dures», distinction.

La gestion de l'érosion du trait de côte a été opérée pendant des années par une protection par la côte, avec des ouvrages de types brise-lame, épis, perrés, digues immergées, etc.

Ces techniques de protection sont qualifiées de méthodes «dures». Elles ont pour objectif de protéger les enjeux en fixant le trait de côte. Deux grandes familles d'ouvrages existent.

Il s'agit des ouvrages de protection **transversaux** (épis), qui bloquent la dérive des sédiments, et des ouvrages **longitudinaux** (perrés, digue frontale) qui maintiennent artificiellement le trait de côte.

« Vouloir fixer à tout prix le littoral est illusoire à long terme, engendre des coûts (d'investissement et d'entretien) très élevés pour la collectivité et induit de nombreux impacts négatifs pour le littoral (artificialisation, déplacement du problème à l'aval transit...).»*. Au-delà d'une certaine période, des études ont démontré l'inefficacité voire l'existence à moyen terme d'effets aggravants sur l'érosion induits par ces aménagements.

* EID / SMNLR. Guide Technique n°9 du SDAGE Connaissance et gestion de l'érosion du littoral. 2005

La SNGITC* recommande « l'expérimentation et l'innovation en privilégiant des méthodes et des techniques de gestion souple » avec pour premier principe commun « **éviter la défense systématique contre la mer** » et développer des systèmes d'adaptation raisonnés pour la protection et la recomposition spatiale du littoral en **évitant l'artificialisation du trait de côte.** »

Le principe de gestion souple fait intervenir les notions d'**adaptation** aux dynamiques en place, de **réversibilité** et de **résilience côtière**.

En effet, l'approche de gestion souple se définit notamment par l'**adaptation** au géosystème dynamique qu'est le littoral et à son contexte hydro sédimentaire.

L'accompagnement de processus naturels est à la base du concept de la gestion « souple ». Il ne s'agit plus de maintenir à tout prix le trait de côte en impactant le système naturel, mais d'adapter les méthodes de gestion aux dynamiques de fonctionnement des cellules hydrosédimentaires.

Par ailleurs, la **réversibilité** des ouvrages permet également de distinguer, en partie, les méthodes « douces » et « dures ». La réversibilité des dispositifs reste néanmoins d'appréhension délicate.

* *Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte.*

Peu de retours d'expérience permettent de juger de cette réversibilité. Et les impacts liés à la technique à adopter pour le retrait des ouvrages sont également méconnus. Ainsi, la distinction des deux types de méthodes ne se limite pas qu'à ces aspects.

Les méthodes dures et souples auront toujours un impact sur l'environnement, afin de les distinguer il est indispensable de préciser et définir en amont l'objectif réel de la mise en place de l'aménagement.

Quel est le besoin ?

Ainsi la connaissance des enjeux et de l'aléa est encore une fois primordiale. Les méthodes douces (ou souples) préservent la capacité du système à une **résilience côtière**. Cette résilience peut se définir comme l'aptitude naturelle du milieu à se reconstituer, à réagir après une perturbation (la hausse du niveau marin par exemple).

Le système perturbé n'est alors pas marqué par un retour à l'équilibre antérieur, mais réagit au contraire de façon positive grâce à de multiples ajustements (...) ainsi, le terme de résilience implique que le système assure sa continuité, non pas en conservant un équilibre immuable ou en revenant au même état initial, mais en intégrant des transformations dans son évolution.

Cette faculté de récupération signifie que pour peu qu'on lui en laisse le temps et la place, un secteur dont le recul semble alarmant est tout à fait capable de retrouver son équilibre dynamique s'il dispose de sédiments en quantité suffisante (MEEDDM, 2010).

Par ailleurs, cette résilience côtière dépend de la présence locale de quantité suffisante de sédiments pour arriver à un équilibre dynamique et d'un espace disponible pour les processus côtiers (les processus naturels de l'érosion et la sédimentation) (EuroSION, 2004).

Ainsi par leurs principes d'action, les méthodes souples intègrent la dynamique naturelle du littoral et la mobilité du trait de côte (MEEDDM, 2010).

Et tout en intégrant la notion de résilience, elles permettent de restaurer en rétablissant l'équilibre sédimentaire du système (exemple, dans certains cas, des rechargements de plage).

Une méthode souple permet de réduire l'érosion sans altérer les dynamiques hydrosédimentaires au-delà du site aménagé.

Une méthode dure a des conséquences sur les déplacements transversaux et longitudinaux de sédiments. Elle est susceptible d'influer de façon négative sur les secteurs voisins.

2.3.3 Modes de gestion et types de plage : application sur le littoral varois

La présente stratégie a défini une typologie des plages afin de proposer des modes de gestion adaptés :



Plages en milieu non-urbanisé

L'objectif pour ces plages situées en milieu non-urbanisé est de conserver leurs fonctionnalités naturelles et/ou de préserver leur richesse écologique et les paysages.

Mode de gestion adapté aux plages en milieu non-urbanisé dont la fréquentation est faible voire nulle :

Un suivi de l'évolution naturelle du littoral est nécessaire dès lors que des enjeux ont été identifiés.

L'« évolution naturelle surveillée » est pertinente pour ces plages où cependant l'évolution de l'érosion pourrait entraîner un risque avéré pour des secteurs voisins (gestion globale).

L'évolution naturelle surveillée doit être mise en place en cohérence avec les stratégies en place (conservatoire du littoral, DOCOB, etc.).

Mode de gestion adapté aux plages en milieu non-urbanisé dont la fréquentation est modérée à importante :

Un suivi de l'évolution naturelle du littoral est nécessaire dès lors que des enjeux ont été identifiés.

L'« évolution naturelle surveillée » est pertinente pour ces plages où cependant l'évolution de l'aléa érosion pourrait entraîner un risque avéré pour des secteurs voisins (gestion globale).

L'évolution naturelle surveillée doit être mise en place en cohérence avec les stratégies en place (conservatoire du littoral, DOCOB, etc.).

L'étude du rétablissement de l'état naturel de la plage est recommandée avant tout projet d'aménagement. Cela nécessite de définir les causes de l'érosion.

En plus du suivi de l'évolution naturelle décrit ci-avant, l'accompagnement des processus naturels peut être envisagé si les enjeux socio-économiques sont démontrés. Cet accompagnement des processus naturels par de la gestion souple en limitant les interventions pourra être : de la gestion de la végétation du cordon dunaire, du haut de plage, le maintien des banquettes de posidonie ou encore la gestion de la fréquentation.

L'absence d'impact sur l'environnement est un critère majeur de recevabilité du mode de gestion.



Plages en milieu urbanisé

L'objectif est de limiter un renforcement de l'artificialisation pour les plages anciennement aménagées et/ou de retrouver un espace de liberté de la plage (cordon dunaire) pour rétablir une dynamique naturelle.

Mode de gestion adapté aux plages en milieu urbanisé,

notamment caractérisées par la présence de bâtiments démontables (campings, lots de plages), de bâti diffus de type résidentiel, de voiries et réseaux sur la bande côtière active et/ou en arrière-plage : L'« évolution naturelle surveillée » reste l'option à privilégier en particulier en l'absence de risque lié à l'érosion à court ou moyen terme.

Le cas échéant, le rétablissement de l'état naturel par la déconstruction d'ouvrages ou d'aménagements existants, de même que le déplacement des enjeux dès lors qu'ils sont exposés, peuvent être pertinents. Lorsqu'une intervention plus active se justifie, l'accompagnement des processus naturels (gestion souple) par la mise en place de méthodes souples/douces facilement réversibles et sans conséquences sur les facteurs dynamiques (en particulier le transit sédimentaire), sera privilégié.

Pour les plages où les enjeux sont vulnérables (bâti diffus non-situés en altitude), des études en intégrant le changement climatique sont à réaliser quant au choix des techniques de protection à mettre en place. Dans de telles situations, cette gestion doit s'accompagner d'une réflexion sur la recomposition spatiale.



Plages en milieu fortement urbanisé

L'objectif est de se donner les moyens d'un aménagement ambitieux et résilient sur le long terme (en explorant les possibilités de reconquête d'une mobilité du trait de côte), tout en répondant aux inquiétudes immédiates par une stratégie de court terme qui n'obère pas le futur.

Mode de gestion adapté aux plages en milieu fortement urbanisé,

notamment caractérisées par la présence importante de bâtiments, d'ouvrages ou encore d'axes de communication : Le mode de gestion sera dépendant des études et conclusions apportées par le porteur de projet.

Les objectifs principaux étant de protéger la biodiversité, de limiter l'artificialisation du trait de côte et enfin de conserver l'intégrité du DPMn, les méthodes souples seront à privilégier.

Les méthodes dures seront envisageables sous conditions du respect des « fondements de la stratégie » (voir le chapitre 1.3 ci-avant) et s'il est prouvé que l'efficacité de la mise en place d'une gestion souple n'est pas suffisante, et que les impacts résiduels sont limités et maîtrisés. L'analyse devra être accompagnée d'une réflexion sur la recomposition spatiale.

Pour les plages où des ouvrages de protection sont présents, les études devront considérer soit leur remise en état en démontrant leur efficacité et en analysant leurs impacts, soit leur retrait.

Type de plage	Caractéristiques		Mode de gestion
En milieu non-urbanisé	Espace peu influencé par l'Homme	Fréquentation faible à nulle	« Evolution naturelle surveillée ».
		Fréquentation modérée à importante	« Evolution naturelle surveillée ». Si besoin, accompagnement des processus naturels par de la gestion souple en limitant les interventions (gestion de la végétation, le maintien des banquettes de posidonie, gestion de la fréquentation, etc.)
En milieu urbanisé	Espace caractérisé par la présence de bâtis démontables et/ou indéplaçables (type résidentiel, intérêt public, etc.)		« Evolution naturelle surveillée » et/ou restitution du DPMn. Si besoin, accompagnement ou restauration des processus naturels par de la gestion souple de manière à rétablir le transit sédimentaire ou l'alimenter (reprofilage, rechargement, by-pass, etc.) Recomposition spatiale à considérer pour les enjeux en arrière-plage.
En milieu fortement urbanisé	Espace caractérisé par la présence importante de bâti en arrière-plage, d'axe de communication et de peu d'espace de liberté de la plage		Études à réaliser quant au choix du mode de gestion, intégrer une réflexion sur la recomposition spatiale à long terme et accompagnement des choix du porteur de projet par la DDTM

Tableau 2 : Synthèse des modes de gestion et de leur application sur le littoral varois

Cette gestion des espaces littoraux a pour ambition de préserver à la fois les espaces naturels et leur fonction d'écosystème, l'activité économique autour de ces espaces, et les personnes et les biens sur le littoral. En corollaire, les projets de travaux, d'ouvrages, de gestion ou de protection du trait de côte seront étudiés uniquement pour les secteurs qui présentent une vulnérabilité vis-à-vis d'un phénomène d'érosion avéré.

3 Recommandations

Les orientations stratégiques qui précèdent constituent les bases de la gestion et de la protection des plages vis-à-vis du phénomène d'érosion. En vue de leur mise en oeuvre, les recommandations ci-après permettent d'établir un cadre général des études et les justifications attendues pour toute proposition de projet sur le littoral, en cohérence avec ces orientations stratégiques.

3.1 Recommandations générales

3.1.1 Les enjeux

L'identification des enjeux permet de rendre compte de la vulnérabilité du site. En fonction des différents enjeux, le mode de gestion de l'érosion est à déterminer. Cette analyse de la vulnérabilité permet de faire ressortir les principaux objectifs de protection contre l'érosion.

Économiques et humains

Les enjeux et usages existants de la mer et de ses abords permettent de justifier un choix de gestion de l'érosion des plages. En l'occurrence, il est nécessaire de caractériser l'érosion de la plage, et de mettre en évidence la vulnérabilité du site vis-à-vis d'une part de l'érosion et d'autre part de la submersion marine. Peuvent être concernés, notamment :

- Les enjeux humains : bâtiments, ERP, hôpitaux, etc.

- Les enjeux économiques : infrastructures routières, voies ferrées, hôtels, restaurants, activités de loisirs (plaisance, baignade, plongée sous-marine, etc.).

Environnementaux

Une fois réalisé l'inventaire des enjeux environnementaux – qui permettra de juger de la présence d'habitats et d'espèces protégées ainsi que de leur distribution – les différents impacts que peut avoir une modification du milieu sont à caractériser. En effet, les aménagements côtiers ont des impacts (directs et indirects) sur l'environnement.

Dans le département du Var, plusieurs enjeux sont à prendre en compte : l'herbier à posidonie est le plus connu d'entre eux. Pour mémoire :

▶ **Habitats** : Herbiers à Posidonie (*Posidonia oceanica*), banquettes de Posidonie, cordon dunaire d'arrière-plage, *Crucianella maritima* & *Malcolmietalia* (habitats des dunes),

▶ **Fonds côtiers** : substrat meuble (sables grossiers à envasés), substrat dur (roche en place, éboulis), coralligène (de paroi, concrétionnement), etc.

▶ **Espèces** : *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Pinna nobilis* (Grande nacre), *Epinephelus marginatus* (Mérrou brun), etc.

L'identification d'espèce(s) protégée(s) dans l'aire d'étude du projet à travers un inventaire est demandée.

L'identification des enjeux environnementaux, économiques et humains permet de caractériser la vulnérabilité du site et de valider l'opportunité et la faisabilité de l'opération. Elle constitue une étape importante dans le choix du mode de gestion de la plage. Cette étape doit être réalisée par le maître d'ouvrage.

L'identification des enjeux sous format cartographique est pertinente voire souhaitée.

Pour aller plus loin :

Données marines disponibles sur la plateforme cartographique : <http://medtrix.fr/>
Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen. Recommandations des services instructeurs.

► Fascicule 2 :

Étapes clés de l'évaluation environnementale et analyse des impacts sur les espèces et habitats marins, Guide Eval_Impact, DREAL PACA-OCCITANIE, juin 2018.

Disponible sur :

http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/guide-cadre-eval_impact-a11083.html

3.1.2 La prise en compte du changement climatique

Rappel du principe commun n°7 de la SNGITC : « Dans la perspective du changement climatique, en particulier l'élévation du niveau marin, il est nécessaire d'anticiper l'évolution des phénomènes physiques littoraux. Cela passe par une connaissance approfondie du fonctionnement des écosystèmes littoraux dans leur état actuel et une prévision de leur évolution à court, moyen et long termes. »

Dans le cadre d'un dossier d'évaluation environnementale, il est important de réfléchir à un projet de territoire en intégrant la mobilité du trait de côte. Les côtes d'accumulation ont tendance à reculer notamment sous l'effet de l'augmentation du niveau de la mer*. Cette réponse à l'élévation du niveau marin est possible uniquement pour un milieu qui possède un espace suffisant pour s'adapter.

L'aménagement devra prendre en compte les hypothèses maximales d'élévation du niveau de la mer, tout comme l'augmentation des dépressions. Ces hypothèses alimenteront une analyse de l'efficacité et des possibilités d'évolution du dispositif.

* Développer la connaissance et l'observation du trait de côte, MEDDE/Cerema, 2016

En l'état actuel des connaissances, il est convenu de considérer que l'alea de référence centennial intègre une surcôte de 0,60 m liée au changement climatique à l'horizon 2100*.

La prise en compte du changement climatique doit être réalisée à travers et une adaptabilité des ouvrages. L'objectif de la prise en compte du changement climatique n'est pas le surdimensionnement des ouvrages, mais le déclenchement d'une réflexion qui s'inscrit dans un terme long pour rendre possible (et en tout état de cause ne pas obérer) une véritable adaptation au changement climatique – y compris en envisageant la reconfiguration ou le réaménagement du littoral.

En parallèle, il est donc nécessaire de développer une réflexion sur la question de la recomposition spatiale, avec l'identification des enjeux les plus exposés aux aléas lors de l'état des lieux.

Cette réflexion permet d'inscrire le projet d'aménagement dans le temps, elle peut ainsi s'accompagner si nécessaire de mesures de protection du littoral en s'assurant de la cohérence du projet à toutes les échelles de temps.

* Porter à connaissance « submersion marine » notifié par le préfet du Var le 15 mars 2019 aux communes littorales

Les plages ne disposant pas d'espaces de recul pour s'adapter à l'élévation du niveau marin doivent, pour out dossier loi sur l'eau, posséder un chapitre intégrant le changement climatique et la vulnérabilité du projet face à ce changement.

Il est important d'engager une réflexion sur une recomposition spatiale sur le long terme. Celle-ci peut-être accompagnée de mesures de protection à court terme. Cette réflexion est nécessaire pour les sites à enjeux économiques et humains importants.

3.1.3 Dynamiques du site : réaliser un diagnostic du site

L'objectif est de rendre compte du contexte actuel de la dynamique du site (de l'échelle régionale à l'échelle locale).

L'analyse s'appuiera sur les conditions hydrométéorologiques (vent, houle et tempêtes, niveaux marins, marées, courants, etc.) au large qui en se rapprochant à la côte seront responsables du transport et de la mise en mouvement des sédiments.

Les aménagements en place ainsi que les apports en provenance du bassin versant – influencés par l'artificialisation des sols et la gestion des cours d'eau – sont également à prendre en compte dans la dynamique du site.

Ces données permettent de restituer les mécanismes en présence sur site et éventuellement d'identifier les budgets sédimentaires et les causes de dysfonctionnement.

L'objectif de ces connaissances est d'établir un état des lieux des mécanismes sédimentaires qui interagissent avec le fond et la plage du site étudié. Ce diagnostic permet d'émettre des mesures de protection en fonction des objectifs fixés.

La compréhension de la dynamique sédimentaire de la plage est attendue.

Nota bene : Des schémas, des cartes et images satellites permettent de rendre compte des différents phénomènes et facilitent la compréhension des différents mécanismes en jeu.

3.1.4 L'échelle géographique de l'étude

La cellule hydrosédimentaire est l'échelle adaptée pour la prise de décision.

L'identification des cellules sur un territoire est complexe, ainsi il s'agit d'identifier le fonctionnement sédimentaire d'une partie du littoral – du bassin versant jusqu'aux fonds sableux mobilisables – autonome par rapport aux sections voisines.

Les processus régissant le système littoral en termes de bilan sédimentaire (volumes entrants et sortants de sédiments) doivent être identifiés, au sein de la cellule hydrosédimentaire.

La connaissance et l'identification de la dynamique sédimentaire du site à cette échelle est obligatoire. Elle permet de comprendre le processus d'érosion et le choix d'aménagement repose sur cette dynamique.

La cellule hydrosédimentaire est l'échelle adaptée pour la prise de décision. Celle-ci doit être identifiée et permet de comprendre le bilan sédimentaire : volumes entrants et sortants de sédiments.

3.1.5 Concevoir un projet global

Tout projet d'aménagement doit prendre en compte à la fois l'ensemble des facteurs qui impactent potentiellement les plages au sein de la cellule, mais également l'ensemble des acteurs concernés à cette échelle.

Concevoir un projet global permet une meilleure compréhension des causes de l'érosion, des enjeux du territoire et d'une prise de décision adaptée.

La concertation avec les acteurs concernés au sein de la cellule hydrosédimentaire permet également d'anticiper les impacts potentiels cumulés induits par la combinaison de différents projets conçus de manière individuelle. Un projet d'aménagement du littoral doit aujourd'hui être réalisé de manière globale.

Pour aller plus loin :

Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen. Recommandations des services instructeurs.

► Fascicule 2 :

Étapes clés de l'évaluation environnementale et analyse des impacts sur les espèces et habitats marins, Guide Eval_Impact, DREAL PACA-OCCITANIE, juin 2018.

Disponible sur :

http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/guide-cadre-eval_impact-a11083.html

3.1.6 La justification du projet

La justification de l'aménagement est primordiale dans le contenu du dossier de demande d'autorisation. Chaque projet doit s'attacher à renseigner distinctement le ou les objectifs ciblés, la caractérisation des enjeux et les besoins de préservation ou de protection.

Ces éléments sont un prérequis et permettent de déterminer si le projet est susceptible d'être compatible avec la stratégie de gestion que se donne l'autorité compétente (et conditionnent donc son acceptabilité).

L'analyse de différentes stratégies d'intervention et solutions techniques étudiées doit être présentée.

Elle conduit à la justification du choix d'un projet spécifique au regard des alternatives et du statusquo, en tenant compte des effets environnementaux prévisibles.

En découlent la localisation du projet, son emprise, et celle des travaux ainsi que les milieux impactés.

Les objectifs du projet doivent être clairement exposés. L'emprise du projet doit tenir compte de l'ensemble du projet et non pas uniquement du site où sera installé l'ouvrage.

3.2 Recommandations après vérification de l'opportunité du projet

Une fois la justification du projet établie, le dossier est constitué en accord avec le code de l'environnement, notamment les articles R. 181-13 à 15 (autorisation environnementale), R. 214-32 (déclaration) et R. 122-5 (si une étude d'impact est requise).

Dans ce dernier cas, la démarche dite ERC (éviter, réduire, compenser) doit être conduite.

Pour l'environnement marin il est à noter qu'il n'existe pas de mesure suffisante pour compenser la perte d'herbier à posidonie, **le recouvrement de l'herbier par un ouvrage** ou par envasement est irréversible*.

De plus, si après évitement et réduction, il persiste des impacts résiduels et qu'il est impossible de les compenser de façon satisfaisante, le projet devra soit être revu soit être abandonné.

* *Préservation et conservation des herbiers à Posidonia oceanica, RAMOGE, 2006 ; <https://www.mio.univ-amu.fr>, GIS Posidonie.*

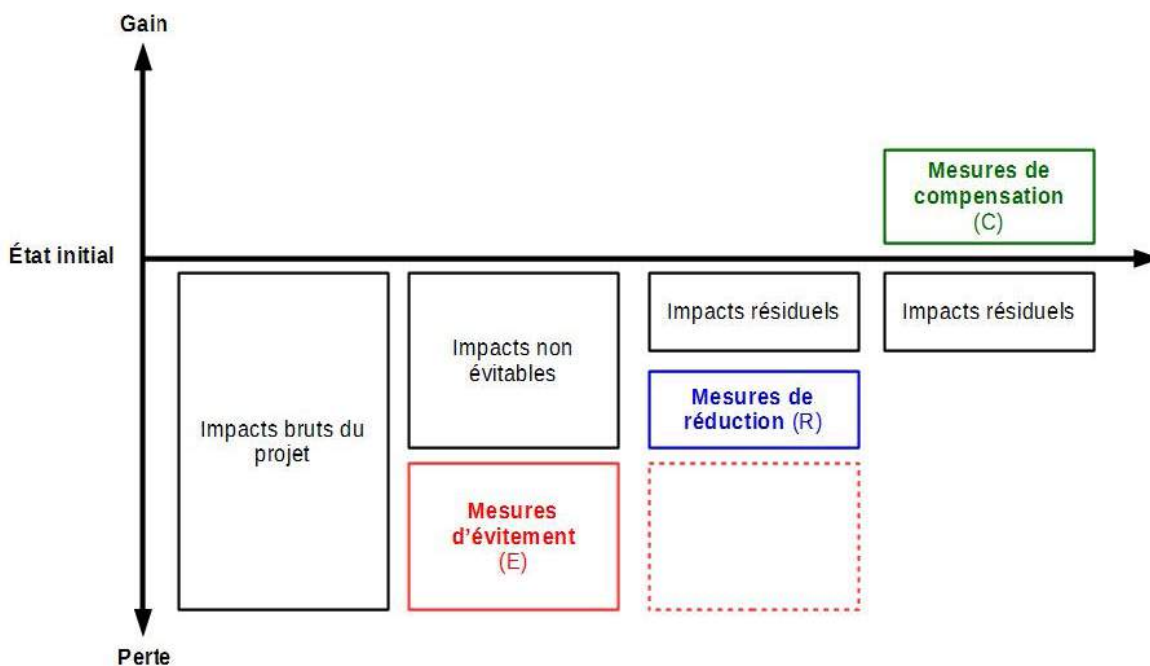


Schéma 3: Bilan écologique de la séquence ERC (d'après Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2017)

Pour aller plus loin :

Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen. Recommandations des services instructeurs.

► Fascicule 3 :

Mise en oeuvre de la séquence éviter, réduire et compenser : focus sur l'application de mesures compensatoires en mer, Guide Eval_Impact, DREAL PACA-OCCITANIE, juin 2018. Disponible sur http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/guide-cadre-eval_impact-a11083.html



La modélisation

Le choix de la modélisation (physique, numérique) est défini par l'étude préliminaire qui répond aux questions suivantes : quels sont les mécanismes en jeu et quel poids représente chaque facteur ?

Et ce sont ces mécanismes qui nécessitent une simulation qui permettront de choisir le type de modélisation appropriée.

Les modélisations sont des simplifications de la réalité, ainsi **il est nécessaire de disposer des hypothèses.**

Très souvent les modèles numériques sont utilisés (coût moins élevé que la modélisation physique). Leurs rendus sous format cartographique doivent permettre de juger de l'efficacité des aménagements.

Ainsi il est demandé de **présenter des résultats de comparaison avec une situation de référence.** Enfin, ces résultats seront à analyser en prenant en compte différentes hypothèses d'évolution des forçages hydrodynamiques.

La hausse du niveau marin, et la modification du stock sédimentaire qui modifiera le bilan sédimentaire du système, doivent être pris en considération et intégrés à l'analyse critique des résultats.

(Cerema, 2018).



Le suivi

Le **suivi** des ouvrages et de l'entretien de l'aménagement ainsi que de leurs impacts sur le littoral est une **partie intégrante du dossier.** Celui-ci permet de rendre compte de l'efficacité du projet par rapport aux objectifs fixés.

Il doit être planifié, et ne doit pas uniquement se concentrer sur la qualité de l'ouvrage, ou sur son état. Ce plan de suivi doit concerner à la fois le suivi pour la surveillance des ouvrages, l'étude des processus hydrosédimentaire (basée sur un état initial), et le suivi environnemental sur l'ensemble de l'emprise du projet définie.

L'efficacité et les effets des dispositifs innovants sont méconnus. Ce suivi permet d'améliorer la connaissance technique et l'adaptation des méthodes en fonction des sites et objectifs. Il est également demandé un chapitre intégrant les retours d'expérience connus de la solution retenue.

Enfin, en fonction des résultats du suivi, le maître d'ouvrage doit considérer la situation du retrait des ouvrages en cas d'impacts négatifs et le planifier. La réversibilité des ouvrages pourra alors également être jugée et être intégrée au retour d'expérience de la solution.

Le protocole de suivi doit être adapté et doit permettre de rendre compte de :

- l'efficacité de la solution retenue (profil de plage, bathymétrie, relevés, etc.)
- des potentiels impacts environnementaux (suivis proportionnels aux enjeux environnementaux)

Un retour d'expérience est attendu.

Ce suivi doit être planifié pour un temps suffisamment long afin de produire un retour d'expérience sur plusieurs années (N+3 ans au minimum).

Le guide Eval_Impact (disponible à l'adresse suivante : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/guide-cadre-eval_impact-a11083.html) extrait : illustration 10) permet un cadrage à l'élaboration du suivi environnemental.

Il s'agit d'une base pour les maîtres d'ouvrage, et doit être adapté aux enjeux environnementaux du projet (principe de proportionnalité).

Type de suivi
Faisabilité technique
La technique de suivi est éprouvée / opérationnelle.
Le suivi peut se faire dans les délais conformes aux échéanciers (avant, pendant et après travaux).
Les protocoles suivent les recommandations techniques en vigueur (normes, etc.).
Un calendrier spatio temporel du suivi est établi et validé.
Faisabilité juridique
La mise en place de campagnes et d'instruments est autorisée.
Le suivi ne génère pas de conflits d'usage.
Faisabilité environnementale
Le suivi est reproductible : il est possible de comparer les résultats avant travaux (état initial / zone témoin) et après travaux.
Le suivi est pertinent pour évaluer l'impact du projet.
Les protocoles de mesures sont conformes aux avancées scientifiques en la matière, approuvés par la littérature / experts, et/ou préalablement validés par les services instructeurs.
L'analyse des résultats « terrain » est confiée à des laboratoires reconnus / accrédités.
Fonctionnement
Des rapports de suivi sont prévus.
Faisabilité financière
Les coûts du suivi sont proportionnés aux enjeux environnementaux.
Les coûts doivent comprendre :
<ul style="list-style-type: none"> ■ l'acquisition de connaissances sur le terrain pendant et après les travaux ; ■ l'analyse des résultats issus du terrain ; ■ la production des rapports de suivi réguliers.

Illustration 10: Grille d'évaluation du suivi environnemental prévu en amont du projet (Guide Eval_Impact, 2018)

La compatibilité des projets avec le SDAGE et le PAMM

Les services instructeurs sont notamment chargés de vérifier la préservation de l'intégrité et de la qualité des milieux aquatiques, ainsi que la compatibilité avec les éventuels SAGE et avec le SDAGE Rhône-Méditerranée.

OF 0	Orientation générale relative à l'adaptation au changement climatique
0-02	Disposition intitulée « Nouveaux aménagements et infrastructures : garder raison et se projeter sur le long terme »
1-04	Extrait : « les services de l'État s'assurent que les projets soumis à décision administrative intègrent le principe «éviter – réduire – compenser» dans les conditions prévues dans l'orientation fondamentale n°2 du SDAGE »
2-01	Disposition intitulée « Mettre en oeuvre de manière exemplaire la séquence éviter-réduire-compenser »
2-02	Disposition intitulée « Évaluer et suivre l'impact des projets ». Extrait : « les services de l'État définissent en concertation avec les gestionnaires concernés les modalités de suivi des éléments biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques pertinents pour les milieux impactés. Les modalités de ces suivis sont proportionnées aux enjeux environnementaux, à l'impact des projets et à la capacité technico-économique des maîtres d'ouvrages et sont intégrées dans les actes administratifs correspondants »
6A-12	Extrait : « les services de l'État s'assurent que les projets [...] ne créent pas de déséquilibre du fonctionnement du transport sédimentaire »
6A-16	Extraits : « Préserver les zones littorales non artificialisées » « La création d'ouvrages de fixation du trait de cote est à éviter en zone littorale non artificialisée. Les opérations de protection qui impactent très fortement le trait de cote sont envisagées uniquement dans les secteurs à densité importante (urbanisation) ou d'intérêt national. Les techniques « douces » sont privilégiées, notamment à l'occasion de projets de restauration d'ouvrages endommagés ou dans les secteurs à densité moyenne (urbanisation diffuse) ou a dominante agricole. » « Les projets de travaux ayant des impacts sur le trait de cote intègrent une approche de la dynamique de celui-ci en s'appuyant sur les cellules hydro-sédimentaires »
8-07	Extrait : « les interventions d'aménagement du littoral viseront à restaurer un bon fonctionnement des milieux littoraux, notamment le fonctionnement naturel du système dunelage-avant cote afin de renforcer les capacités naturelles des systèmes littoraux pour amortir les houles »
8-08	Disposition intitulée « Préserver ou améliorer la gestion de l'équilibre sédimentaire »
8-12	Disposition intitulée « Traiter de l'érosion littorale dans les stratégies locales exposées à un risque important d'érosion »

Est également vérifiée la compatibilité des décisions liées à la gestion et à l'occupation du DPMn avec les objectifs environnementaux du PAMM. Les objectifs suivants du DSF (PAMM) sont plus spécifiquement concernés :

A	Maintenir ou rétablir la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes des fonds côtiers
A1	Eviter les impacts résiduels notables de la turbidité au niveau des habitats et des principales zones fonctionnelles halieutiques d'importance les plus sensibles à cette pression, sous l'influence des ouvrages maritimes, de l'extraction de matériaux, du dragage, de l'immersion de matériaux de dragage, des aménagements et de rejets terrestres.
A2	Eviter tout nouvel aménagement ou activité (ouvrages maritimes, extraction de matériaux, dragage, immersion de matériaux de dragage, aménagements et rejets terrestres) modifiant des conditions hydrographiques présentant un impact résiduel notable sur la courantologie et la sédimentologie des zones de transition mer-lagune.
A6	<p>Limiter les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées à l'artificialisation de l'espace littoral et des petits fonds côtiers.</p> <p>Cible 2026 :</p> <p>a) Dans les aires marines protégées, < 0.1 % d'augmentation cumulée suite à l'application de la séquence ERC, à compter de l'adoption de la stratégie de façade maritime.</p> <p>b) Pour l'ensemble de la façade, définie et adoptée simultanément au plan d'action du DSF et dans l'optique d'une stabilisation du rythme d'artificialisation suite à l'application de la séquence ERC et à compter de l'adoption de ce plan d'action.</p>
A7bis	Réduire les perturbations physiques sur les habitats sédimentaires subtidaux et circalittoraux notamment dans la zone des 3 milles.
A8	Restaurer les petits fonds côtiers présentant une altération des fonctions écologiques.

3.3 Recommandations spécifiques

Les recommandations spécifiques sont présentées, pour chacune des méthodes couramment pratiquées, de la manière suivante :

- Une définition de la méthode/ouvrage
- Une fiche « réglementation »
- Une fiche « dossier » qui rappelle ce qui est attendu en termes d'analyses et de contenu.

Elle peut contenir des précisions sur ce qui est attendu si le projet est soumis à étude d'impact. Ces différentes méthodes constituent un panel non exhaustif de ce qui est fait sur le littoral. Leur impact et leur efficacité ne sont pas toujours bien connus. L'expérimentation et la proposition de techniques innovantes sont donc encouragées. De plus le suivi et le retour d'expérience de ces techniques sont des points déterminants, auxquels une attention particulière sera portée lors de l'instruction des dossiers.

3.3.1 Gestion des banquettes de posidonie

Les laines de mer déposées sur les plages sont composées de matières végétales et animales (algues, feuilles de posidonies, coquillage, bois, etc.). Quelquefois sont également présents au sein des laines de mer des macro-déchets (plastiques, déchets d'origine humaine).

Pour le département du Var, la gestion des banquettes de posidonie est réalisée selon différents modes :

- laissées en place ;
- déplacées à proximité ou hors du site ;
- remises en mer ;
- réparties selon les techniques du « mille-feuille ».



Laissées en place

Il s'agit du mode de gestion à privilégier*. En effet, le maintien de ces banquettes est important pour limiter l'érosion des plages. Elles jouent également un rôle écologique important, en constituant un habitat pour une faune et une flore spécifiques (Boudouresque et al. 2012).



Photographie 12: Plage des Canebiers
(Saint-Tropez)
16/04/2018, ©F. Brossard

* DREAL Paca : Plaquette « Améliorer la gestion de la posidonie sur les plages » – avril 2019

Dans le Var, les banquettes de posidonies sont globalement maintenues hors saison balnéaire :

« [...] aucune commune n'effectue l'enlèvement hivernal des banquettes de Posidonie. Ceci est principalement dû à la bonne connaissance de la problématique de l'érosion par les gestionnaires des communes et au fait qu'il y a moins de pression de la part des habitants, moins nombreux en hiver. La période de retrait est généralement le mois d'avril pour 48 % des plages, puis mai pour 28 % et enfin juin pour 20 % des plages. Les gestionnaires du Var repoussent donc au plus tard possible dans l'année, l'enlèvement des banquettes de posidonie. »*

Toutefois, le maintien des banquettes de posidonies en été est peu pratiqué. Il reste cantonné à certaines plages difficiles d'accès et/ou gérées par le conservatoire du littoral ou le parc national de Port Cros.

L'un des obstacles au maintien des banquettes de posidonie en été vient de la perception par le public et les usagers de ce dépôt, parfois considéré comme un déchet et une nuisance. Dans un tel contexte, les opérations de communication et d'information sont un outil participant pleinement de la gestion, à ne pas négliger**.

* Conseil Scientifique des Îles de Lérins, CREOCEAN, décembre 2011

** Otero M.M., Simeone S., Aljinovic B., Salomidi M., Mossone P., Giunta Fornasin M.E., Gerakaris V., Guala I., Milano P., Heurtefeux H., Issaris Y., Guido M., Adamopoulou M., 2018. POSBEMED : Gouvernance et gestion des systèmes plage/dunes à Posidonie. Rapport final, 66 pp. + Annexes.

*** Bilan de la gestion des banquettes de posidonie en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Conseil Scientifique des Îles de Lérin, CREOCEAN, 2011. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*, Étude Ramoge 2006. Guide méthodologique, le nettoyage raisonné des plages, Conservatoire du littoral, Rivages de France, 2008-2010.

Il en est de même de la stratégie de nettoyage des plages. Plusieurs études et guides*** montrent que la tendance systématique du nettoyage mécanique des plages joue un rôle dans l'accélération de l'érosion des plages et entraîne de surcroît une diminution de la biodiversité.

Le nettoyage raisonné des plages limite les effets de l'érosion.

Il consiste :

- à développer la collecte manuelle sur le rivage, notamment sur les zones sensibles à forts intérêts écologiques : maintien de la laisse de mer et du sable dans le milieu et prélèvement des déchets anthropiques.
- à limiter l'utilisation des engins mécaniques aux plages urbaines les plus fréquentées et définir diverses recommandations d'utilisation



Déplacement des banquettes de posidonie et remise en mer

Le déplacement des banquettes de posidonie est une dérogation au mode de gestion privilégié. Il doit impérativement être justifié en tenant compte de considérations écologiques et de dynamiques sédimentaires.

Il ne peut être envisagé que dans le cadre de la lettre circulaire du préfet du Var du 7 avril 2015, selon trois cas de figure (et après accord de la DDTM) :

- déplacement en début de saison estivale (juin idéalement). En fin de saison estivale, les banquettes devront à nouveau être transportées pour retrouver leur localisation d'origine ;
- déplacement de manière définitive vers un espace du littoral soumis à érosion marine, après justification scientifique, technique et environnementale du maître d'ouvrage sur la non-érosion du site dont les banquettes sont extraites, et la nécessité de protéger l'espace considéré ;
- remise des banquettes dans le milieu marin, dans un lieu et à l'aide de procédés, acceptables d'un point de vue environnemental.

Les techniques du mille-feuilles

Deux techniques dites de « mille-feuilles » sont pratiquées dans le département :

Mille-feuilles recouvert : les banquettes sont réparties et étalées sur la plage puis recouvertes d'une épaisseur de sable.

Mille-feuilles enfoui : cette opération consiste à creuser des tranchées éloignées de la ligne de rivage, et d'alterner en couches successives des banquettes de posidonie et de sable. Ces tranchées sont ensuite recouvertes. (voir photographies 8).

Le partage d'expérience sur les mille-feuilles est globalement insuffisant. Une meilleure intégration des retours d'expérience est un critère d'appréciation de la pertinence de ces techniques.

Photographies 13: Mille-feuilles enfoui, plage de Pardigon (Cavalaire-sur-Mer)



Phase 2 : creusage



Phase 3 : prélèvement de banquettes



Phase 4 : couches successives (banquettes)



Phase 5 : couches successives (sable)

Réglementation

Protection réglementaire	
<p>La posidonie est protégée par les conventions de Berne et de Barcelone ainsi que par l'arrêté interministériel du 19 juillet 1988 relatif aux espèces végétales marines protégées.</p> <p>L'article 1er de cet arrêté précise que la destruction, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat et l'utilisation de tout ou partie des spécimens sauvages de cette espèce sont interdits.</p> <p>Cette interdiction s'applique également aux feuilles mortes de posidonie.</p>	Arrêté du 19 juillet 1988
<p>Les herbiers de posidonie sont identifiés au niveau européen comme des « habitats prioritaires » dans la liste des « habitats naturels d'intérêt communautaire » de l'annexe I de la Directive Habitat.</p> <p>Les formations de banquettes de posidonies sont constitutives de l'habitat d'intérêt communautaire « Laisses de mer des côtes méditerranéennes » (1210-3).</p>	Directive 92/43, CEE

Sanctions prévues	
<p>Est puni d'un an d'emprisonnement et de 15 000 € d'amende :</p> <p>Le fait, en violation des interdictions prévues par les dispositions de l'article L. 411-1 et par les règlements pris en application de l'article L. 411-2 :</p> <p>b) De porter atteinte à la conservation d'espèces végétales non cultivées ;</p> <p>c) De porter atteinte à la conservation d'habitats naturels ;</p>	Art. L415-3 CE

<p align="center">Dérogation en vue d'une destruction (applicable à la valorisation)</p>	<p align="center">Art. L411-2 CE</p>
<p>I. – Un décret en Conseil d'État détermine les conditions dans lesquelles sont fixées :</p> <p>4° La délivrance de dérogations aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L. 411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante, pouvant être évaluée par une tierce expertise menée, à la demande de l'autorité compétente, par un organisme extérieur choisi en accord avec elle, aux frais du pétitionnaire, et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation.</p>	

<p align="center">Traitement des banquettes de Posidonies</p>	<p align="center">Note interne du ministère en charge de l'environnement du 17 juillet 2014</p>
<p>Les banquettes de posidonies doivent demeurer sur les plages, et ce afin qu'elles puissent jouer un rôle d'amortissement de la houle et permettre ainsi de lutter contre les phénomènes d'érosion.</p> <p>Pendant la saison estivale, le déplacement des banquettes de posidonies est toléré dans certains cas, dans la mesure où les interventions se limitent à un transport, sans destruction, sans mise en décharge ni valorisation.</p>	
<p>Rappel des situations qui peuvent être examinées :</p> <ul style="list-style-type: none"> – déplacement pour stockage temporaire des banquettes sur une partie de plage moins sensible au regard de la fréquentation touristique ; en fin de saison estivale, les banquettes devront à nouveau être transportées pour retrouver leur localisation d'origine ; – déplacement de manière définitive vers un espace du littoral soumis à érosion marine, après justification scientifique, technique et environnementale du maître d'ouvrage sur la non-érosion du site dont les banquettes sont extraites, et la nécessité de protéger l'espace considéré ; – remise des banquettes dans le milieu marin, dans un lieu et à l'aide de procédés, acceptables d'un point de vue environnemental. <p>Un accord préalable de la DDTM est toutefois requis</p>	<p align="center">Lettre circulaire du préfet du Var du 7 avril 2015</p>



Indication sur le contenu du dossier

Le dossier est constitué en accord avec le code de l'environnement, notamment les articles R.181-13 à 15 (autorisation environnementale), R.214-32 (déclaration) et R.122-5 (si une étude d'impact est requise), ou le cas échéant fait l'objet d'un porter à connaissance.

Il renseigne en particulier sur les aspects suivants :

► Enjeux

- Note justificative (avec identification des enjeux socio-économiques et des secteurs en érosion)
- Identification des enjeux écologiques et paysagers (ZNIEFF en mer, site classé/inscrit, Natura 2000, etc.)

► Emprise spatiale et temporelle

- Plan de situation et historique de la gestion des banquettes (cartes et photographies)
- Identification de la zone d'accumulation des banquettes de posidonies, des volumes concernés et des zones de dépôt, de destination ou de stockage.

► Mise en oeuvre

- Calendrier de réalisation de l'opération (phase de collecte, déplacement, dépôt)
- Moyens mis en oeuvre (travaux et procédés/engins)
- Le cas échéant, conditions de remise à l'eau ou de réalisation de mille-feuilles

► Mesures ERC

- Minimiser l'enlèvement des banquettes les plus éloignées de la rive car elles contiennent le plus de sédiments. (AFB, 2017)
- Privilégier les godets ouverts par exemple, outils qui permettent de tamiser les banquettes prélevées afin de réduire l'enlèvement de sable. (AFB, 2017)
- Privilégier le tri manuel des macro-déchets au sein des banquettes. (AFB, 2017)

► Suivis

- Mesure de l'efficacité (évolution du trait de côte et du profil de la plage en érosion)

► Communication (recommandée)

- Information à organiser vis-à-vis des acteurs locaux (estivants, usagers, professionnels, etc.), de façon à expliquer les fonctionnalités voire à communiquer sur les idées reçues relatives aux banquettes de posidonies

3.3.2 Rechargement de plage

Méthode la plus utilisée dans le département, elle permet de compenser artificiellement le déséquilibre sédimentaire du littoral.

1. Rechargement de plage :

Par apport de matériaux exogènes à la cellule sédimentaire sur la plage émergée soit par voie maritime ou par voie terrestre afin de laisser la dynamique hydrosédimentaire former un profil de plage équilibré. Il permet une augmentation de la largeur de la plage.

2. Rechargement d'avant-plage :

Par apport de matériaux sur la zone de petits fonds (plage immergée) afin de favoriser la formation de barres d'avant côte. Cette technique de rechargement est efficace pour les secteurs en déficit sédimentaire dont le profil de plage est pentu. Le rechargement d'avant-plage peut avoir des conséquences sur la biocénose des petits-fonds. Un inventaire précis des espèces sera nécessaire lors de l'étude.

Tout rechargement peut avoir un impact considérable sur la flore marine, en particulier les herbiers à posidonie souvent localisés à proximité des plages. Répétée, cette méthode peut entraîner une hausse de la turbidité au niveau de la zone de dépôt. La diffusion de sédiments au large, induit un potentiel étouffement de la flore aquatique.



*Photographie 14: Plage du centre-ville
(Le Lavandou)
15/05/2018, ©F. Brossard*



Réglementation

Toute opération de rechargement de plage, quel que soit son volume, son procédé et la nature des matériaux envisagés est assujettie aux règles suivantes :

Elle doit être préalablement portée à la connaissance de la DDTM du Var, service en charge de la police des eaux littorales et de la gestion du domaine public maritime (DPM), et validée par cette même structure.

Procédure d'évaluation environnementale	
Rubrique 13. Travaux de rechargement de plage. Examen au cas par cas pour déterminer si une étude d'impact est exigible.	Art. R122-2 CE
Procédure loi sur l'eau	
Rubrique 4.1.2.0. Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu. Déclaration $\geq 160\ 000$ € ou Autorisation ≥ 1.9 M€	Art. R214-1 CE
Site Natura 2000 et évaluation des incidences	
« I. – La liste nationale des (...) projets ainsi que des manifestations et interventions qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000 en application du 1° du III de l'article L. 414-4 est la suivante : 3° Les projets soumis à évaluation environnementale au titre du tableau annexé à l'article R. 122-2 ; 4° Les installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-11 ; »	Art. R414-19 CE

<p>« Article 1. Le présent arrêté [...] établit la liste des documents de planification, programmes, projets, manifestations et interventions soumis à l'évaluation des incidences Natura 2000 dans le département du Var [...]. »</p> <p>« Article 2. Lorsqu'ils sont situés en tout ou partie à l'intérieur d'un site Natura 2000 du département du Var, [...]. »</p> <p>« Rubrique 23. Travaux d'aménagement, portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu, lorsque que le coût des travaux ou ouvrages est supérieur à 80 000 €. »</p>	<p>Arrêté préfectoral du 14 mars 2014</p>
---	--

<p>Enquête publique</p>		<p>Art. R123-1 CE</p>
<p>« I. (...) font l'objet d'une enquête publique soumise aux prescriptions du présent chapitre les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis de façon systématique à la réalisation d'une étude d'impact en application des II et III de l'article R. 122-2 et ceux qui, à l'issue de l'examen au cas par cas prévu au même article, sont soumis à la réalisation d'une telle étude. »</p>		

<p>À noter :</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Si le projet est soumis à étude d'impact, bien que relevant d'un régime de déclaration au titre du code de l'environnement : conformément à l'article L181-1, celui-ci nécessite l'obtention d'une autorisation environnementale. • Si les matériaux proviennent d'opérations de dragage et/ou curage, tout pétitionnaire doit également bénéficier d'une autorisation ou d'une déclaration au titre de ces opérations spécifiques. Dragages et rechargements peuvent faire l'objet d'une même demande d'autorisation. • Le dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau doit contenir la décision de l'autorité environnementale relative à la nécessité ou non de réalisation d'une étude d'impact. 	



Indication sur le contenu du dossier

Le dossier est constitué en accord avec le code de l'environnement, notamment les articles R.181-13 à 15 (autorisation environnementale), R.214-32 (déclaration) et R.122-5 (si étude d'impact).

Lorsque le rechargement projeté doit être renouvelé régulièrement, le dossier devra être pluri-annuel de façon à intégrer également les impacts cumulatifs potentiels.

Il renseigne en particulier sur les aspects suivants :

► Enjeux

- Détermination des limites des biocénoses marines à enjeux (à minima les données de la carte Medtrix.fr), de l'état de conservation de l'herbier ainsi que sa dynamique environnementale (progression/régression). À partir de cet état initial, les suivis environnementaux devront permettre de déterminer notamment l'ensablement éventuel des herbiers et les potentiels effets liés à un environnement turbide provoqués par les rechargements.
- En cas de rechargement d'avant-plage et/ou prélèvement de sable en mer, description de l'environnement sableux/benthique (zone de nurserie, etc.).
- Identification des autres enjeux écologiques et paysagers (ZNIEFF en mer, site classé/inscrit, Natura 2000, etc.).

► Emprise et contexte

- Localisation du rechargement (cartes et photographies)
- Nature et origine des matériaux de rechargement : si des matériaux exogènes sont utilisés, le site de prélèvement est à intégrer à la zone d'étude
- Description des dynamiques à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire. Le bilan des opérations de rechargements effectués lors des années précédentes doit être fourni. Par ailleurs, les autres opérations de rechargement liées à la cellule hydrosédimentaire (plages voisines) concernée devront être pris en considération.
- Caractéristiques physiques du secteur d'étude (contextes géologiques, hydrologiques, hydrodynamiques, transit sédimentaire, érosion).

► **Mise en oeuvre**

- Calendrier de réalisation de l'opération.
- Moyens mis en oeuvre (travaux et procédés/engins).
- Modes d'acheminement : voie maritime, voie terrestre.

► **Emprise et contexte**

- Localisation du rechargement (cartes et photographies)
- Nature et origine des matériaux de rechargement : si des matériaux exogènes sont utilisés, le site de prélèvement est à intégrer à la zone d'étude
- Description des dynamiques à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire. Le bilan des opérations de rechargements effectués lors des années précédentes doit être fourni. Par ailleurs, les autres opérations de rechargement liées à la cellule hydrosédimentaire (plages voisines) concernée devront être pris en considération.
- Caractéristiques physiques du secteur d'étude (contextes géologiques, hydrologiques, hydrodynamiques, transit sédimentaire, érosion).

► **Mesures d'accompagnement**

- Filet anti-MES, protocole de suivi de la turbidité, etc.

► **Suivis**

- Proposer des suivis proportionnés aux enjeux : efficacité de la solution / évolution du trait de côte / évolution des stocks sédimentaires / Impact environnemental (propositions de suivi de l'herbier, etc.)
- En particulier les suivis environnementaux doivent être conçus de manière à déterminer si les mouvements de sédiments sur les petits fonds consécutifs aux apports de sables ont un impact sur les herbiers.

L'opération doit être réalisée à partir de matériaux :

- **pour lesquels le maître d'ouvrage dispose des éléments relatifs à leur traçabilité ;**
- **ayant une granulométrie au profil équivalent à celui de la plage à recharger ;**
- **présentant un niveau de contamination inférieur au niveau de référence N1 de l'arrêté du 09 août 2006.**

Si le projet est soumis à étude d'impact

Lorsqu'une étude d'impact est exigible, l'autorité environnementale attend un niveau d'étude suffisant pour répondre à l'article R.122-5 du code de l'environnement.

► Vision globale

- Engager une démarche d'étude d'impact pluriannuelle de rechargement des plages d'une même commune à travers une vision globale et à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire.
- Prendre en compte les effets sur l'environnement des opérations de dragages et de rechargement à travers une analyse globale.
- Comprendre le fonctionnement du littoral et des flux hydrosédimentaires qui régissent le secteur d'étude.

► Biodiversité

- Réaliser des inventaires écologiques à l'échelle du projet.
- Localisation des herbiers à posidonie, distance, état de vitalité et dynamique environnementale (progression/régression) : une étude fine est attendue vis-à-vis des herbiers de façon à qualifier l'impact des rechargement de plage.

- Sur les plages naturelles, étude de l'écologie de la plage (laises de mer, flore, etc.) avant l'opération de rechargement.
- Présenter une solution de gestion écologique du maintien du trait de côte (exemple : analyse du rôle des banquettes de posidonie). Intégrer le rôle écologique des habitats de chaque partie de la plage (haut de plage, avant-plage) potentiellement impactée par l'opération (fonctionnalité des habitats sableux).
- Examiner la compatibilité du projet avec le programme de mesure du plan d'action du milieu marin (PAMM) 2016-2020 et notamment les mesures liées à l'écoconception et la prise en compte de la fonctionnalité des petits fonds côtiers.

► Paysage

- Prendre en compte la présence de banquettes de posidonie dans la caractérisation des paysages

► Impacts cumulés

- En cas de rechargement de plage répété, réaliser une étude d'impact pluriannuelle et prendre en compte le cumul des incidences des rechargements de plage sur l'environnement.

► Suivis

- Proposer un suivi du profil de plage à mettre en place en fonction de la durée des opérations (exemple : si opération décennale, contrôles rapprochés nécessaires en début de période afin de rendre compte de l'efficacité du projet).
- Proposer des suivis environnementaux proportionnés, permettant de conclure sur les effets réels du rechargement sur les biocénoses à court et long terme.

Pour aller plus loin :

Impacts des projets d'activités et d'aménagements en milieu marin méditerranéen.

Recommandations des services instructeurs.

► Fascicules 2 et 4 :

Guide cadre Eval_Impact, DREAL PACA-OCCTANIE, juin 2018.

Rédaction des études d'impact d'opérations de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin :

guide méthodologique. Groupe d'Étude et d'Observation sur les Dragages et l'Environnement – GEODE, 2014.

3.3.3 Ouvrages en géotextiles

Ces structures, constituées de toiles perméables en fibres de polyester et remplies de sables, peuvent avoir différentes applications :

- atténuateurs de houle (système immergé)
- maintien du trait de côte
- récifs artificiels
- digue/épis de retenue des sédiments

Elles sont fréquemment sous-tendues par un tapis anti-affouillement.

Ces structures ne sont pas adaptées sur les fonds en pente ou soumis à de fortes houles*. Elles nécessitent un suivi important du fait du faible retour d'expérience sur leur utilisation.



Photographies 15:
Géosacs, Lavandou, ©DDTM83

* *La gestion du trait de côte – MEDDE (Éditions Quae, 2010)*



Réglementation

Procédure d'évaluation environnementale	
<p>Rubrique 11. Travaux, ouvrages et aménagements en zone côtière.</p> <p>a) Ouvrages et aménagements côtiers destinés à combattre l'érosion et travaux maritimes susceptibles de modifier la côte par la construction notamment de digues, de môles, de jetées, d'enrochements, d'ouvrages de défense contre la mer et d'aménagements côtiers constituant un système d'endiguement.</p> <p>b) Reconstruction d'ouvrages ou aménagements côtiers existants.</p> <p>Examen au cas par cas pour déterminer si une étude d'impact est exigible.</p>	Art. R122-2 CE
Procédure loi sur l'eau	
<p>Rubrique 4.1.2.0. Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu.</p> <p>Déclaration ≥ 160 000 € ou Autorisation ≥ 1.9 M€</p>	Art. R214-1 CE
Site Natura 2000 et évaluation des incidences	
<p>« I. – La liste nationale des (...) projets ainsi que des manifestations et interventions qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000 en application du 1° du III de l'article L. 414-4 est la suivante :</p> <p>4°. Les installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-11. »</p>	Art. R414-19 CE

<p>« Article 1. Le présent arrêté [...] établit la liste des documents de planification, programmes, projets, manifestations et interventions soumis à l'évaluation des incidences Natura 2000 dans le département du Var [...]. »</p> <p>« Article 2. Lorsqu'ils sont situés en tout ou partie à l'intérieur d'un site Natura 2000 du département du Var, [...]. »</p> <p>« Rubrique 23. Travaux d'aménagement, portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu, lorsque que le coût des travaux ou ouvrages est supérieur à 80 000 €. »</p>	<p style="text-align: center;">Arrêté préfectoral du 14 mars 2014</p>
---	--

<p>Occupation du DPM</p>	<p style="text-align: center;">Art. L2122-1 CG3P</p>
<p>« Nul ne peut, sans disposer d'un titre l'y habilitant, occuper une dépendance du domaine public d'une personne publique mentionnée à l'article L. 1 ou l'utiliser dans des limites dépassant le droit d'usage qui appartient à tous. »</p> <p>Le titre approprié à la mise en oeuvre d'un ouvrage en géotextile est la concession d'utilisation du DPM (en dehors des ports). Dans certaines situations et lorsqu'il s'agit d'une expérimentation, le titre d'AOT peut être envisagé.</p>	

<p>Enquête publique</p>	<p style="text-align: center;">Art. R123-1 CE</p>
<p>« I. (...) font l'objet d'une enquête publique soumise aux prescriptions du présent chapitre les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis de façon systématique à la réalisation d'une étude d'impact en application des II et III de l'article R. 122-2 et ceux qui, à l'issue de l'examen au cas par cas prévu au même article, sont soumis à la réalisation d'une telle étude. »</p>	
<p>« Lorsque le projet est soumis à l'organisation de plusieurs enquêtes publiques, il est procédé à une enquête publique unique, sauf dérogation demandée par le pétitionnaire [...]. »</p> <p>C'est notamment le cas lorsqu'une enquête publique est également exigible au regard de la procédure domaniale.</p>	<p style="text-align: center;">Art. L181-10 CE</p>

Déclaration de projet

« Lorsqu'un projet public de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages a fait l'objet d'une enquête publique en application du chapitre III du présent titre, l'autorité de l'État ou l'organe délibérant de la collectivité territoriale ou de l'établissement public responsable du projet se prononce, par une déclaration de projet, sur l'intérêt général de l'opération projetée. »

**Art. L126-1
CE**



Indications sur le contenu du dossier

Le dossier est constitué en accord avec le code de l'environnement, notamment les articles R.181-13 à 15 (autorisation environnementale), R.214-32 (déclaration) et R.122-5 (si étude d'impact).

Il renseigne en particulier sur les aspects suivants :

Il renseigne en particulier sur les aspects suivants :

► **Enjeux**

- Rappel des objectifs et justification du dimensionnement des ouvrages.
- Détermination des limites des biocénoses marines à enjeux (à minima les données de la carte Medtrix.fr), de l'état de conservation de l'herbier ainsi que sa dynamique environnementale (progression/régression). À partir de cet état initial, les suivis environnementaux devront permettre de déterminer notamment les effets sur les biocénoses de la présence du nouvel ouvrage (modifications des courants, du transit sédimentaire, ...).
- Description de l'environnement sableux/benthique (zone de nurserie, etc.) sur le site d'implantation des ouvrages.
- Identification des autres enjeux écologiques et paysagers (ZNIEFF en mer, site classé/inscrit, Natura 2000, etc.)

► **Emprise et contexte**

- Définition du périmètre du projet en intégrant les zones d'influence courantologiques et sédimentaires, ainsi que les zones d'emprunt éventuelles.
- Description des dynamiques à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire.
- Description des caractéristiques physiques du secteur d'étude (contextes géologiques, hydrologiques, hydrodynamiques, transit sédimentaire, érosion).
- Localisation des structures en géotextiles (plan des installations) y compris les éventuels tapis anti-affouillement..
- Indication de la nature et de l'origine des matériaux de remplissage des structures en géotextile.

► **Changement climatique**

- Analyse de la vulnérabilité du projet vis-à-vis du changement climatique (R. 122-5 CE).

► **Mise en oeuvre**

- Calendrier de réalisation.
- Technique de remplissage des géotextiles.
- Moyens mis en oeuvre (travaux et procédés/engins).
- Modes d'acheminement : voie maritime, voie terrestre.
- Plan de balisage des structures en géotextile.

► **Mesures d'accompagnement**

- Filet anti-MES, protocole de suivi de la turbidité, etc.

► **Suivis**

- Propositions de suivis proportionnés aux enjeux : efficacité de la solution / évolution du trait de côte / évolution des stocks sédimentaires / impact environnemental (propositions de suivi de l'herbier, des habitats sableux, etc.)

Lorsqu'une étude d'impact est exigible, l'autorité environnementale attend un niveau d'étude suffisant pour répondre à l'article R.122-5 du code de l'environnement. Cela peut se traduire par :

► **Vision globale**

- Compréhension du fonctionnement du littoral et des flux hydrosédimentaires qui régissent le secteur d'étude.
- Prise en compte des effets indirects induits par la modification de la courantologie.

► **Biodiversité**

- Réalisation des inventaires écologiques à l'échelle du projet.
- Localisation des herbiers à posidonie, distance, état de vitalité et dynamique environnementale (progression/régression) : une étude fine est attendue vis-à-vis des herbiers (exemple : si un prélèvement de sable est prévu à proximité des herbiers à Posidonie : étude sur les impacts dus au déchaussement potentiel des herbiers).

- Prise en compte du rôle des fonds sableux, habitat le plus menacé par l'artificialisation du littoral et lien fonctionnel avec l'herbier (zone de nurseries, etc.).
- La distance de précaution de 10 m entre les structures et l'herbier n'est pas suffisante pour conclure à l'absence d'impact. Ce qui compte est l'absence de modifications hydrosédimentaires au pied des herbiers.
- Justification de l'éventuel habillage des structures en géotextile sur fond sableux par de l'enrochement et/ou de l'habitat rocheux (récifs) afin de minimiser le changement de milieu (un milieu = un rôle particulier) induit par l'installation de structures.
- En cas d'utilisation de barge flottante lors du remplissage des structures, tout ancrage dans l'herbier à proximité est à éviter.

► **Modélisation**

- La modélisation doit être conclusive sur l'efficacité de l'atténuation des forces (fortes houles, tempêtes) par les structures en géotextile.

► **Suivis**

Ils porteront notamment sur :

- L'efficacité de la solution.
- La qualité de l'eau, la turbidité durant les travaux et la phase de remplissage si elle s'effectue en mer.
- Les herbiers à Posidonie sur plusieurs années et par rapport à un état initial.
- La colonisation des ouvrages par les espèces.
- L'évolution de l'habitat sableux.

3.3.4 Autres méthodes de protection

Liste non exhaustive des méthodes et techniques de protection.

Transfert de sédiment par by-passing (illustration 11)

Cette méthode permet de rétablir le transit sédimentaire naturel. Elle est réalisée en réponse à un blocage sédimentaire dû à la présence d'un obstacle (souvent anthropique, digue, épi).

Ce transfert de sédiments permet de rééquilibrer les zones d'accrétion et d'érosion sans apport de matériaux exogènes. Le système de by-pass peut-être mécanique ou hydraulique.

- **Mécanique** : le transfert de sédiments s'effectue par camions d'une plage à l'autre. Ce transfert mécanique peut également être réalisé par voie maritime, par prélèvement puis clapage dans les petits fonds. La distance entre les zones est proportionnelle au coût.
- **Hydraulique** : le transfert de sédiments s'effectue par pompage hydraulique (dans la zone d'accrétion), ils sont alors refoulés via une conduite hydraulique (dans la zone en érosion). Ce pompage peut être régulé dans le temps et permet de rendre compte de la dynamique de la plage. Cette technique est mal adaptée pour les plages à galets (Ancorim 2011).

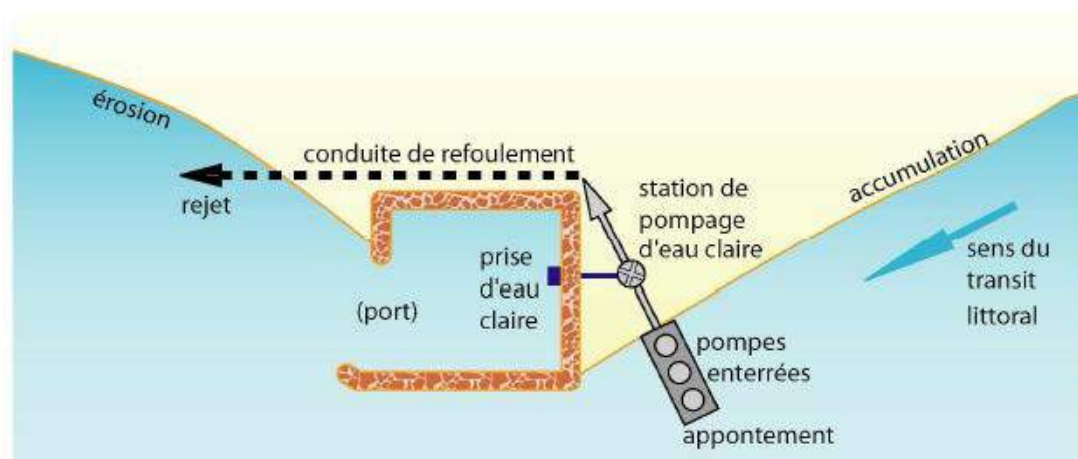
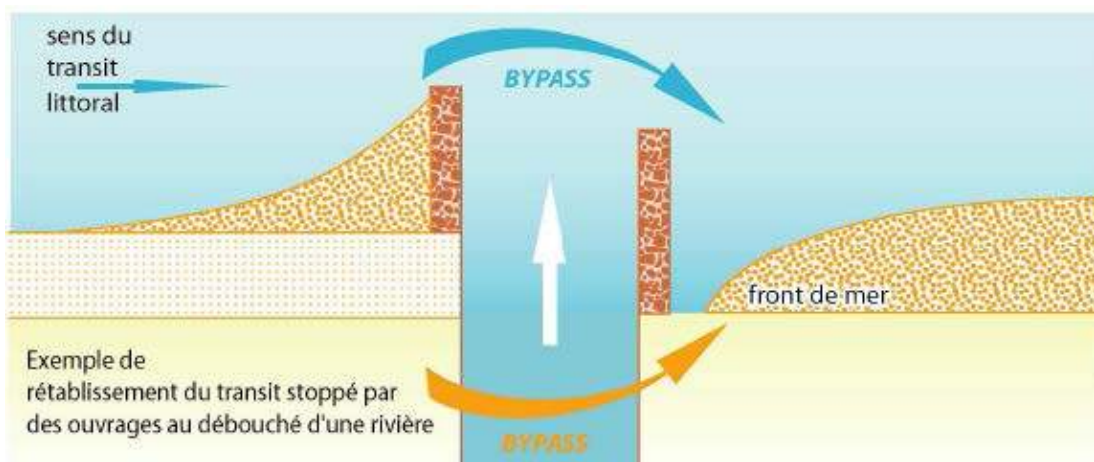


Illustration 11: By-passing mécanique (haut) et by-passing hydraulique (bas)
©Cerema.

N.B : le transfert de sédiment hydraulique a une réversibilité faible comparé à la technique mécanique.

Gestion du cordon dunaire et revégétalisation

La gestion de cordon dunaire est peu fréquente du fait de la faible présence de ces espaces littoraux sur le département du Var.

Couverture de débris végétaux pour la gestion des cordons dunaires

L'objectif est de limiter la perte de sédiments par déflation*. Le principe est simple, il s'agit de déposer une couverture plane de branchage fins soit manuellement soit mécaniquement s'il s'agit de branchage plus conséquent. La réduction de la vitesse du vent au niveau du sol limite le déplacement des sédiments les plus fins, et peut aider à l'accumulation de sédiments aux endroits de transits sableux. Le choix des espèces est primordial, il faut exclure les branchages verts susceptibles de bouturer et les branchages qui introduisent des espèces exogènes indésirables. (Ancorim, 2011).

La couverture de débris végétaux peut également être réalisée afin de limiter la fréquentation d'une zone sur un site en érosion.

D'autres méthodes de gestion des cordons dunaires existent et ont également pour objectif de limiter la déflation et de favoriser la revégétalisation : le **brise-vent**, la **revégétalisation** et la **pose de ganivelles**, ces techniques sont utilisées particulièrement sur le site de la Presqu'île de Giens.

Enfin la **gestion de la fréquentation** (chemin d'accès/signalisation) peut également permettre la protection d'espace ou de zone tampon.



Photographie 16 : : Ganivelles, Plage de Pardigon (Cavalaire-sur-Mer), 26/03/2018, ©F. Brossard

* érosion éolienne

Rappel sur les méthodes dures ou rigides

Les ouvrages de soutènement, les perrés et les digues sont des ouvrages de défense contre la mer. Ils ont pour objectif principal la fixation du trait de côte et le maintien des terres à proximité de la mer. **La mise en place de ces ouvrages doit être évitée** et les impacts sur l'environnement et le système hydrosédimentaire du site devront être résiduels et maîtrisés.

Brise-lame

Émergé ou immergé, il a un impact sur les processus cross-shore. La perte d'énergie (brise-lame émergé) permet alors aux sédiments de s'accumuler en arrière de l'ouvrage (création de tombolo artificiel). Il existe également des brises-lame flottant de type dynamique.

Épi transversal

Ouvrage perpendiculaire au rivage, cet ouvrage a pour objectif de fixer la position du rivage en bloquant le transit longitudinal (longshore).

Les processus longshore sont impactés. Les épis favorisent une accumulation en amont de l'ouvrage et une érosion en aval, dans le sens du transit sédimentaire.

Ces aménagements génèrent très souvent des impacts négatifs sur le transit sédimentaire à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire.

L'entretien régulier de ces ouvrages est nécessaire afin d'assurer leur rôle.



Photographie 17: Épis, commune de Grimaud



Photographie 18: Épis, commune de Cavalaire

Digue

Ouvrage longitudinal, sa fonction principale est la protection contre la submersion marine. La digue dépasse en hauteur celle du terrain naturel. Cet ouvrage va protéger ce qui se trouve en arrière-plage par la réflexion des vagues contre l'ouvrage. Par ailleurs la plage ne sera pas protégée et a contrario, ces ouvrages parallèles au trait de côte aggravent le phénomène de l'érosion. En effet, la réflexion de l'ouvrage favorise l'arrachement et le transport de sédiment qui progressivement provoque une déstabilisation à la base de l'ouvrage jusqu'à un déchaussement.



Ouvrages de soutènement :

que sont les murs, les palplanches, etc. Par le maintien du trait de côte, ces ouvrages permettent de lutter contre l'érosion. A contrario des perrés, les ouvrages de soutènements sont réalisés avec une pente verticale (voire sub-verticale).

Également sensibles aux affouillements en pieds d'ouvrage ils sont protégés par des protections de pieds. L'inconvénient principal de ces ouvrages de soutènement sont la réflectivité. La houle sera réfléchiée sur la paroi verticale.

Ces ondes réfléchies vont arracher des sédiments et les ramener vers le large. Ces ouvrages longitudinaux le long des plages à pente verticale augmente le phénomène de l'érosion.

L'élévation du niveau de la mer et la surélévation du niveau d'eau amplifiera ces arrachements (Action de la houle sur les sédiments, Centre national pour l'exploitation des sédiments, 1976).



Photographie 19: Mur de soutènement, commune du Lavandou



Perré

Ouvrage longitudinal incliné construit dans le prolongement du terrain, les perrés assurent le maintien du trait de côte et la protection du terrain en érosion. Ces ouvrages sont très sensibles à l'abaissement du niveau topographique de la plage, provoquant un affouillement en pied d'ouvrage et le déstabilisant. Des systèmes anti-affouillement se trouvent souvent intégrés au pied de l'ouvrage, par exemple des palplanches métalliques ou des enrochements. (CETMEF,2011*)



Photographie 20: Perré en enrochements, commune de Sanary-sur-Mer

* *Recommandations pour le recensement des ouvrages et structures de défense contre les aléas côtiers – Notice méthodologique.*

	Méthode rigide		Méthode souple		Gain global pour le budget sédimentaire	Atténuation de l'effet de la houle	Modification des dynamiques hydrosédimentaires	Coût d'entretien ou de réfection élevé
	Fixation du trait de côte	Artificialisation du milieu	Compose avec le milieu naturel	Réversibilité				
Brise-lame	●	●				●	●	●
Digue	●	●				●		●
Épis transversaux	●	●				●	●	●
Maintien des banquettes de Posidonie			●	●	●	●		
Gestion du cordon dunaire			●	●	●	●		
Murs et ouvrages de soutènement	●	●					●	●
Brise houle en géotextile		●				●	●	●
Rechargement de plage			●	●	●	●		
Transfert de sédiment mécanique			●	●		●		
Transfert de sédiment hydraulique		●	●			●		●

4 Bibliographie

- ▶ Atlantic Network for Coastal Risks Management (ANCORIM). Panorama des solutions douces de protection des côtes. BRGM et ONF (France), 54 p. 2011.
- ▶ BLANC, J. J. et BONIFAY, E. Observations sur le Quaternaire des îles d'Hyères (Var). *Bull. Mus. Anthropol. Préhist. Monaco*, 1957, vol. 4, p. 123-150.
- ▶ BOUDOURESQUE C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. Ramoge (2006) 1-202.
- ▶ BOUDOURESQUE, Charles-Francois, BERNARD, Guillaume, BONHOMME, Patrick, et al. Protection and conservation of *Posidonia oceanica* meadows. 2012
- ▶ BRUNEL, Cédric. *Évolution séculaire de l'avant côte de la méditerranée Française, impact de l'élévation du niveau de la mer et des tempêtes*. 2010. Thèse de doctorat. Université de Provence-Aix-Marseille I.
- ▶ CAPANNI, Romain. *Étude et gestion intégrée des transferts sédimentaires dans le système Gapeau/rade d'Hyères*. 2011. Thèse de doctorat. Aix-Marseille 1.
- ▶ Cerema, Etudes hydrauliques maritimes – Guide à destination des maîtres d'ouvrage, Cerema, 156 pages, 2018.
- ▶ Direction technique Eau, mer et fleuves, membres du sous-groupe 2 « technique et environnement », Recommandations pour la conception et la réalisation des aménagements de défenses du littoral contre l'action de la mer, Cerema (ex-Cetmef), 540 pages, 1998.
- ▶ DREAL PACA et DREAL Occitanie, Eval_Impact, DREAL, Fascicules 1, 2, 3 & 4, 2018. disponible sur : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/guide-cadre-eval_impact-a11083.html
- ▶ EID et SMNLR, 2005. Guide technique n°9. Connaissance et gestion de l'érosion du littoral. Secrétariat technique du SDAGE Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (RMC). Mars 2005, 54 p.
- ▶ EuroSION. Living with coastal erosion in Europe: sediment and space for sustainability. A guide to coastal erosion management practices in Europe, 162 p. 2004
- ▶ JEUDY de GRISSACA. & TINE J., (1980).- Géologie et sédimentologie littorale et marine de l'aire toulonnaise (La Ciotat-Cap Benat). Marine Nationale, Bureau d'étude anti-pollution, Toulon, T. 1: 115 p., T. 2: 141 p.

- ▶ JEUDY DE GRISSAC, A. et BOUDOURESQUE, C. F. Rôles des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*. **Les aménagements côtiers et la gestion du littoral**, Coll. **pluridisciplinaire franco-japonais océanographie**, 1985, p. 143-151.

- ▶ LEREDDE, Yann, BEGNY, Kamil, MICHAUD, Héloïse, et al. L'atténuation des vagues par les herbiers de Posidonies, un service écosystémique contre l'érosion côtière. 2016.

- ▶ MEULÉ, Samuel, PAQUIER, Anne-Éléonore, CERTAIN, Raphael, et al. Morphodynamique de la plage de la Capte, Hyères, Var, suite à la mise en place d'atténuateurs de houle en géotextile. **XIèmes Journées Nationales Génie Côtier–Génie**, 2010, vol. 155, p. 22-25.

- ▶ Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, La gestion du trait de côte, Collection Savoir-faire, ISSN 1952-1251, Editions Quae, 290 pages., 2010.

- ▶ Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Développer la connaissance et l'observation du trait de côte – Contribution nationale pour une gestion intégrée, (brochure), 2016, 24 pages.

- ▶ Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Stratégie Nationale de gestion intégrée du trait de côte, 2012

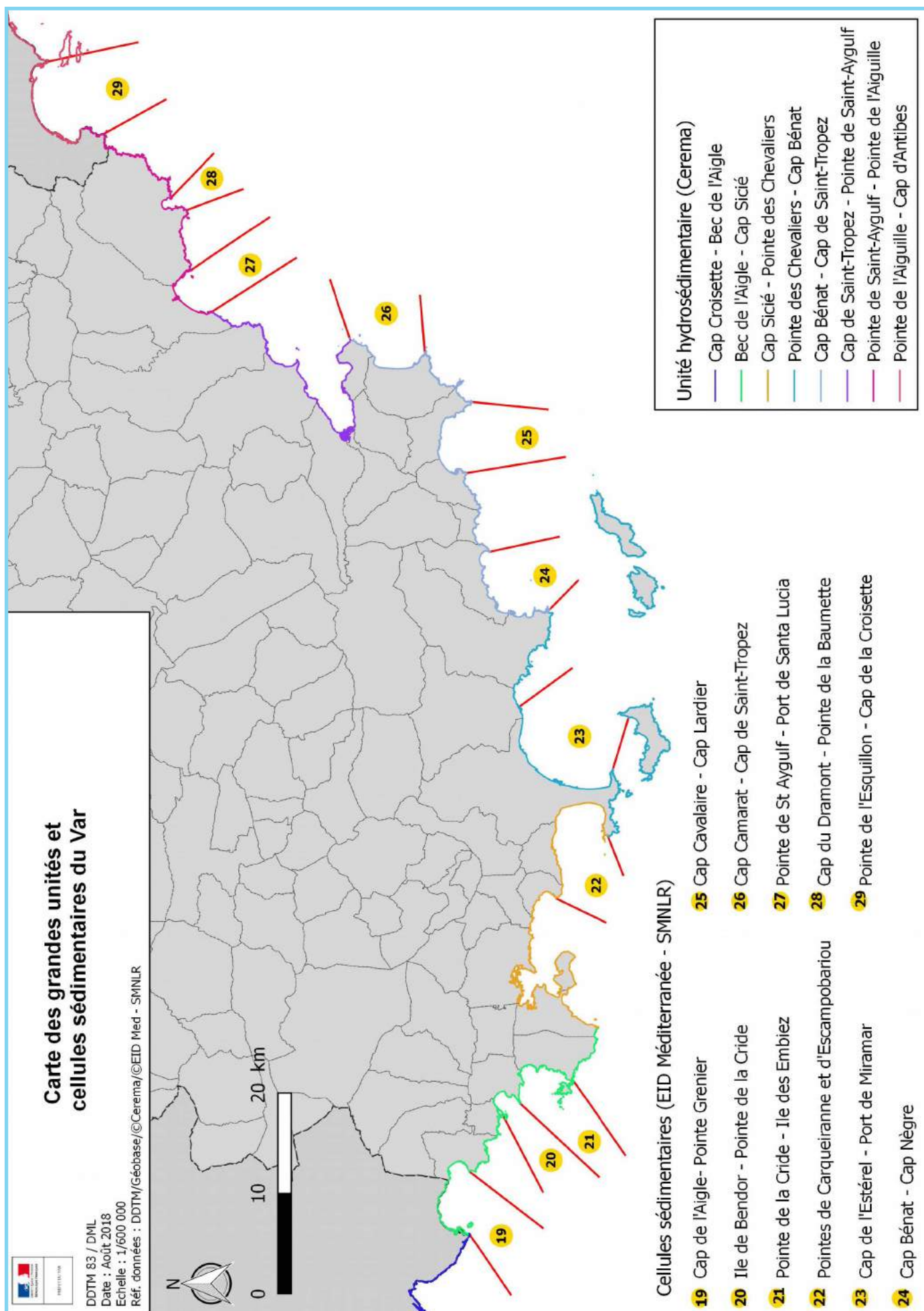
- ▶ Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, Stratégie Nationale de gestion intégrée du trait de côte, Programme d'actions 2017-2019, 2017

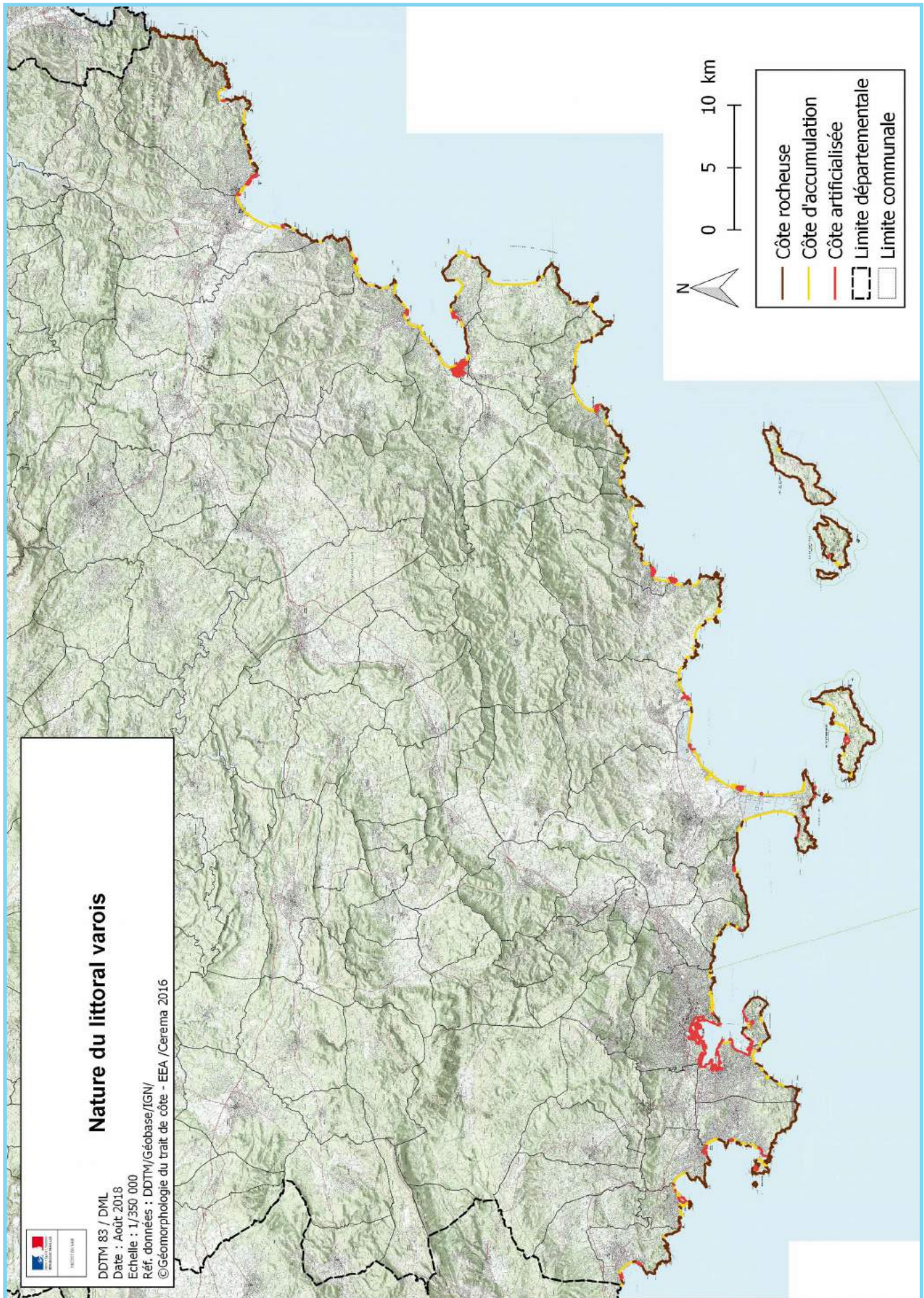
- ▶ PASKOFF, Roland. La crise des plages: pénurie de sédiments. **Mappemonde**, 1998, vol. 52, no 4, p. 11-15.

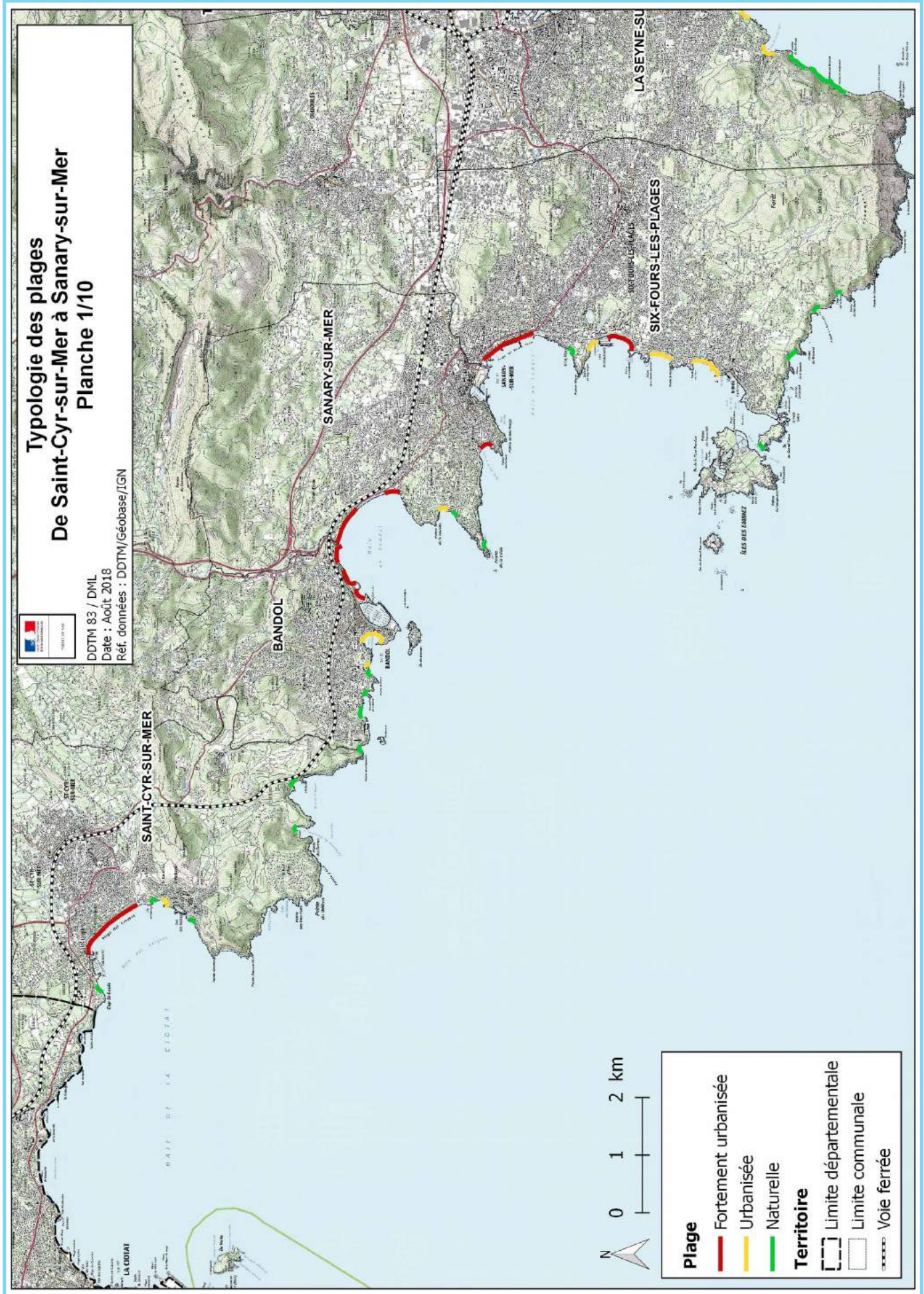
- ▶ SABATIER, François. **Fonctionnement et dynamiques morpho-sédimentaires du littoral du delta du Rhône**. 2001. Thèse de doctorat. Aix-Marseille 3.

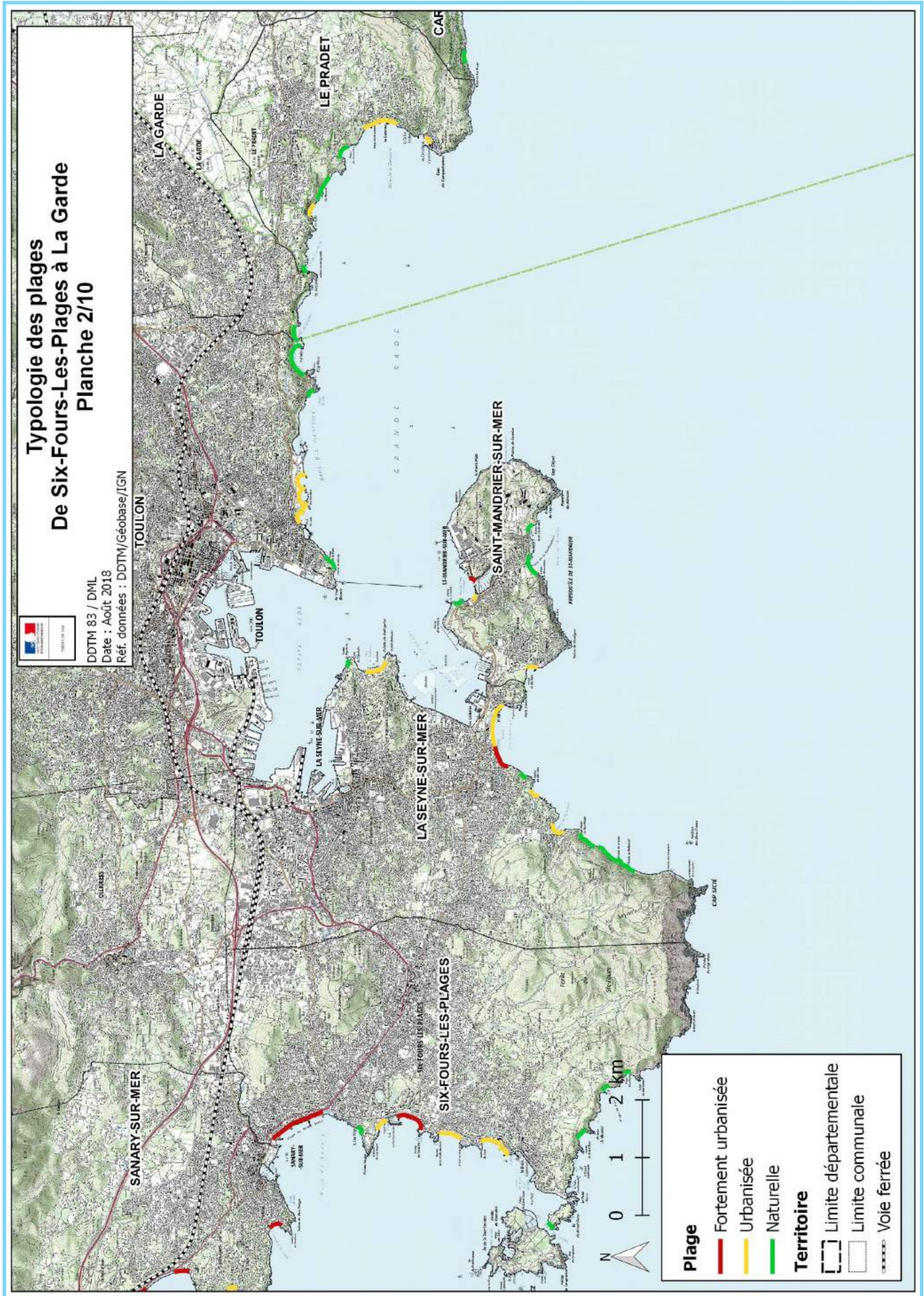
- ▶ SAMAT, Olivier. **Efficacité et impact des ouvrages en enrochement sur les plages microtidales: Le cas du Languedoc et du Delta du Rhône**. 2007. Thèse de doctorat. Aix-Marseille 1.

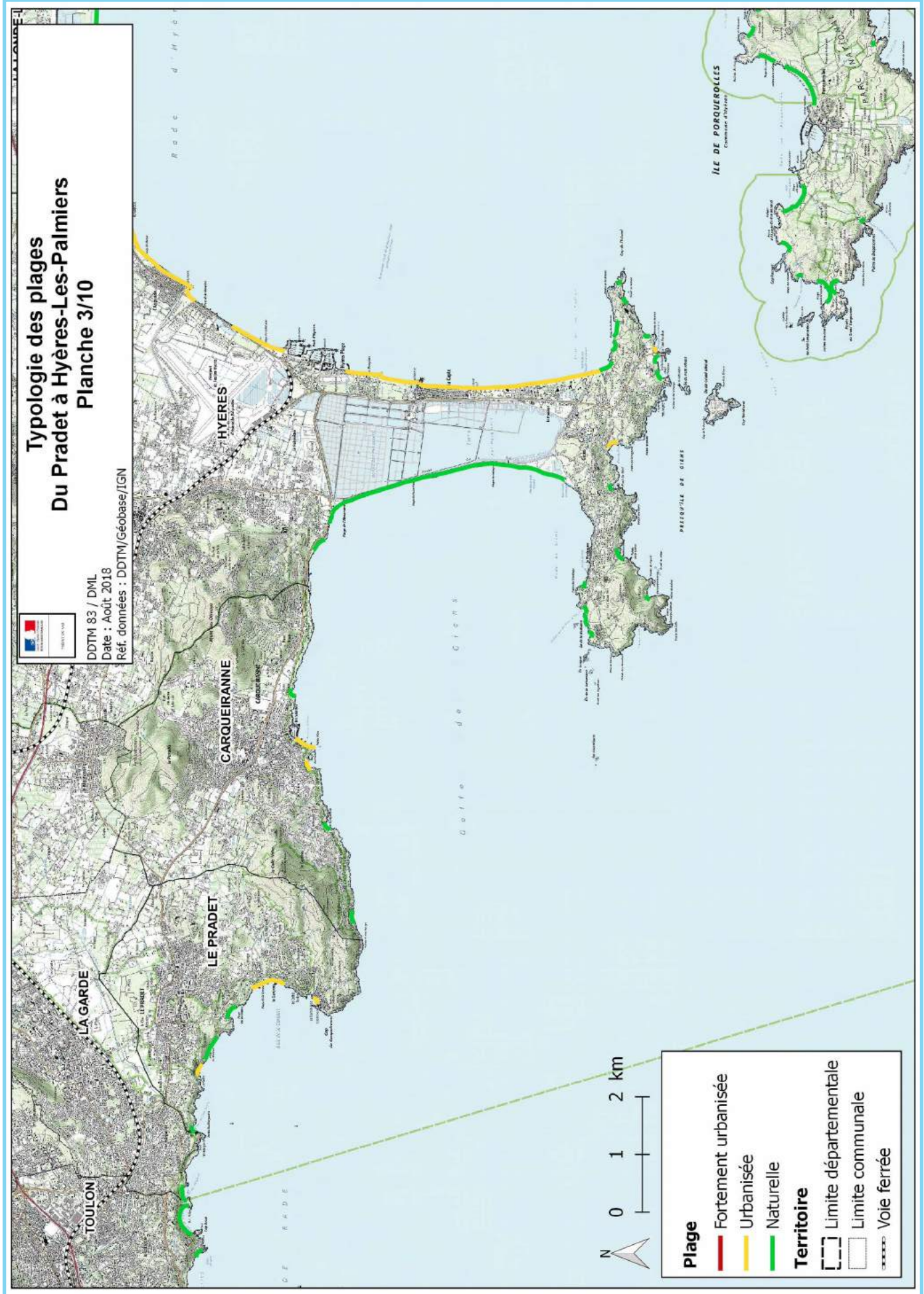
- ▶ SUANEZ, Serge. **Dynamiques sédimentaires actuelles et récentes de la frange littorale orientale du delta du Rhône**. 1997. Thèse de doctorat. Aix-Marseille 1.







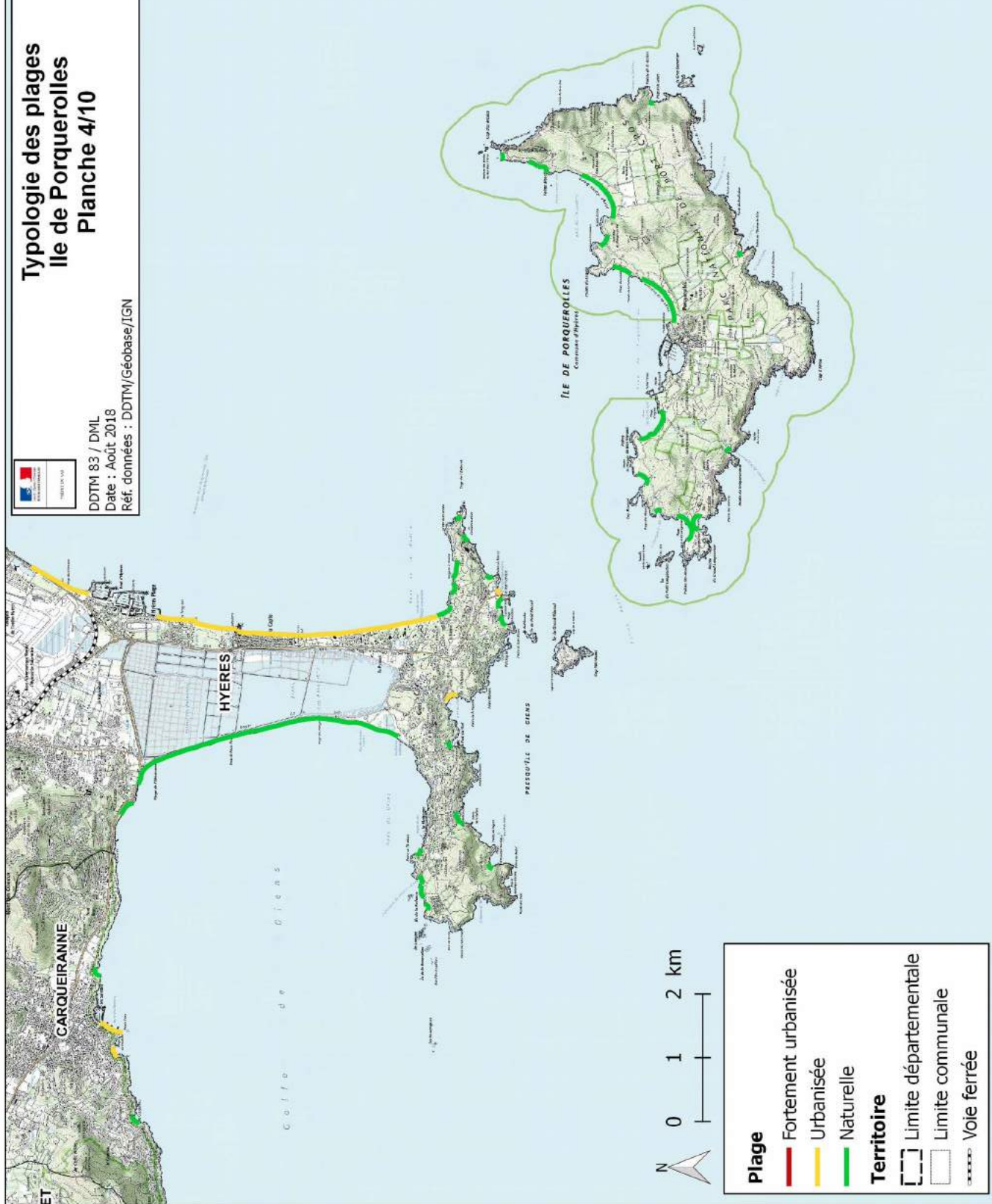




Typologie des plages Ile de Porquerolles Planche 4/10



DDTM 83 / DML
Date : Août 2018
Ref. données : DDTM/Géobase/IGN



Plage	— Fortement urbanisée
	— Urbanisée
	— Naturelle
Territoire	 Limite départementale
	 Limite communale
	 Voie ferrée



Typologie des plages Iles de Port Cros et du Levant Planche 5/10



DDTM 83 / DML
Date : Août 2018
Réf. données : DDTM/Géobase/IGN



Plage	Fortement urbanisée
	Urbanisée
	Naturelle
Territoire	Limite départementale
	Limite communale
	Voie ferrée

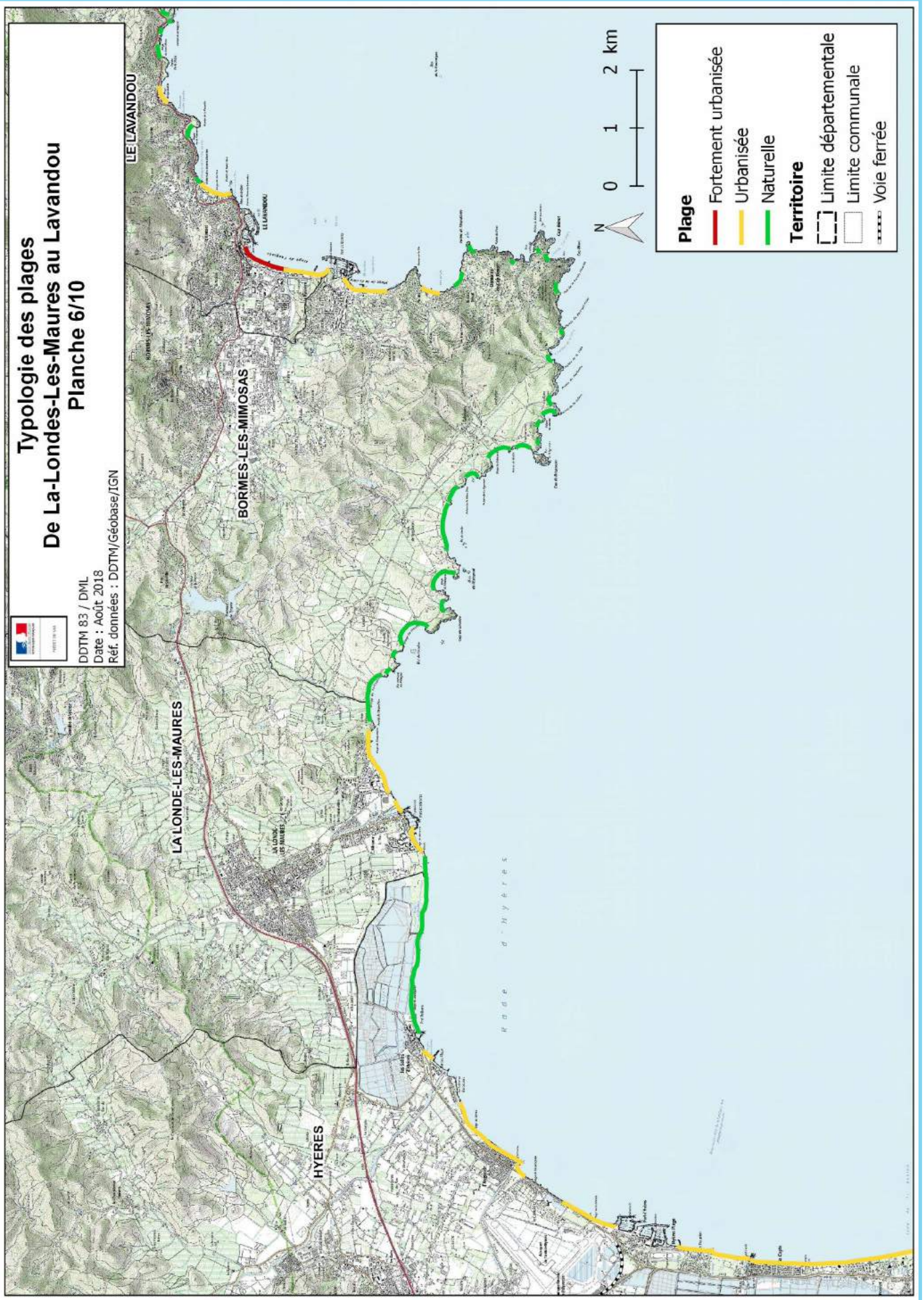
Typologie des plages De La-Londes-Les-Maures au Lavandou Planche 6/10



DDTM 83 / DML

Date : Août 2018

Ref. données : DDTM/Géobase/IGN



Plage

- Fortement urbanisée
- Urbanisée
- Naturelle

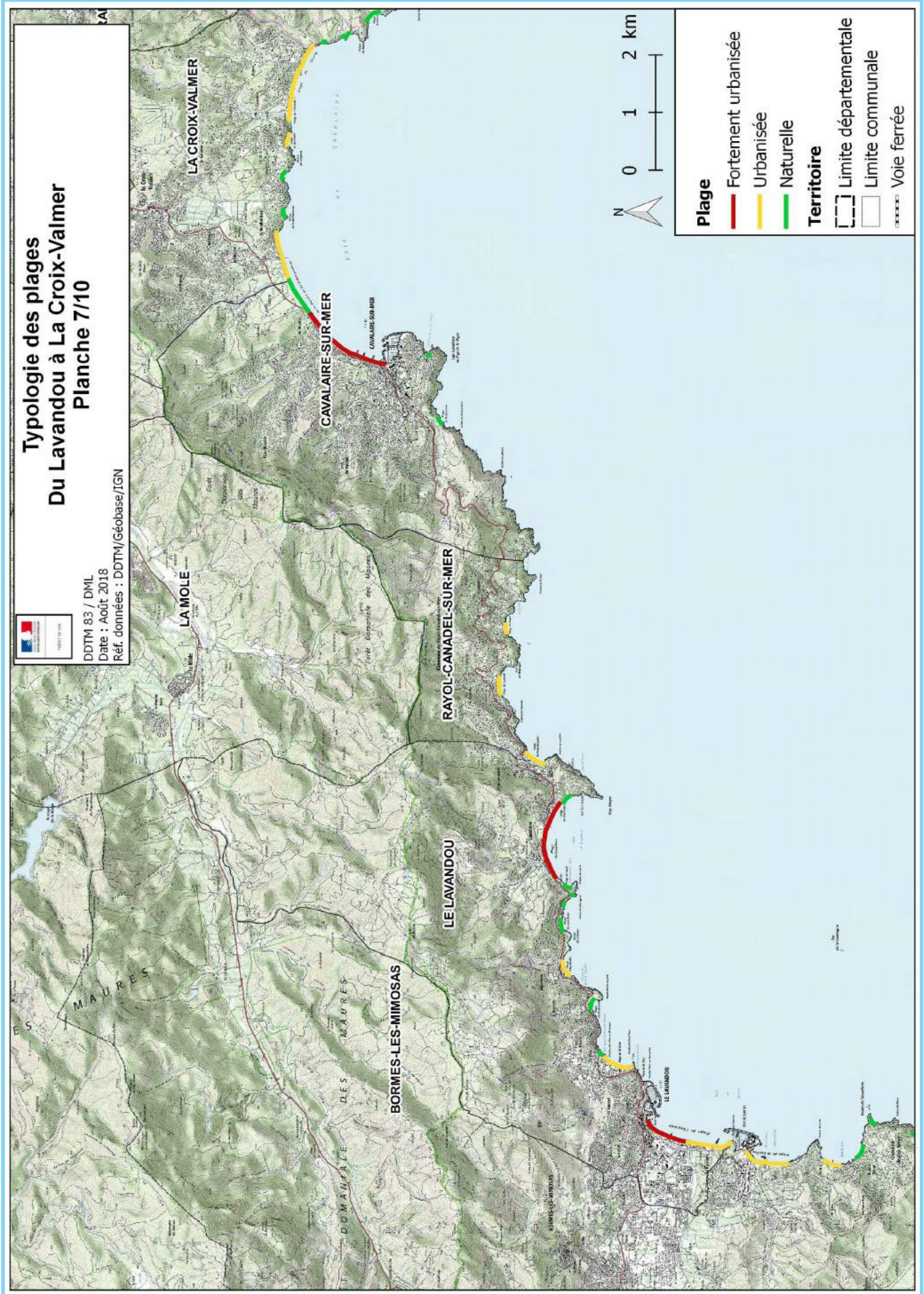
Territoire

- Limite départementale
- Limite communale
- Voie ferrée

Typologie des plages Du Lavandou à La Croix-Valmer Planche 7/10



DDTM 83 / DML
Date : Août 2018
Ref. données : DDTM / Géobase / IGN



Plage

- Fortement urbanisée
- Urbanisée
- Naturelle

Territoire

- Limite départementale
- Limite communale
- Voie ferrée

Typologie des plages De La Croix-Valmer à Grimaud Planche 8/10



DDTM 83 / DML

Date : Août 2018

Réf. données : DDTM/Géobase/IGN



Plage

Fortement urbanisée

Urbanisée

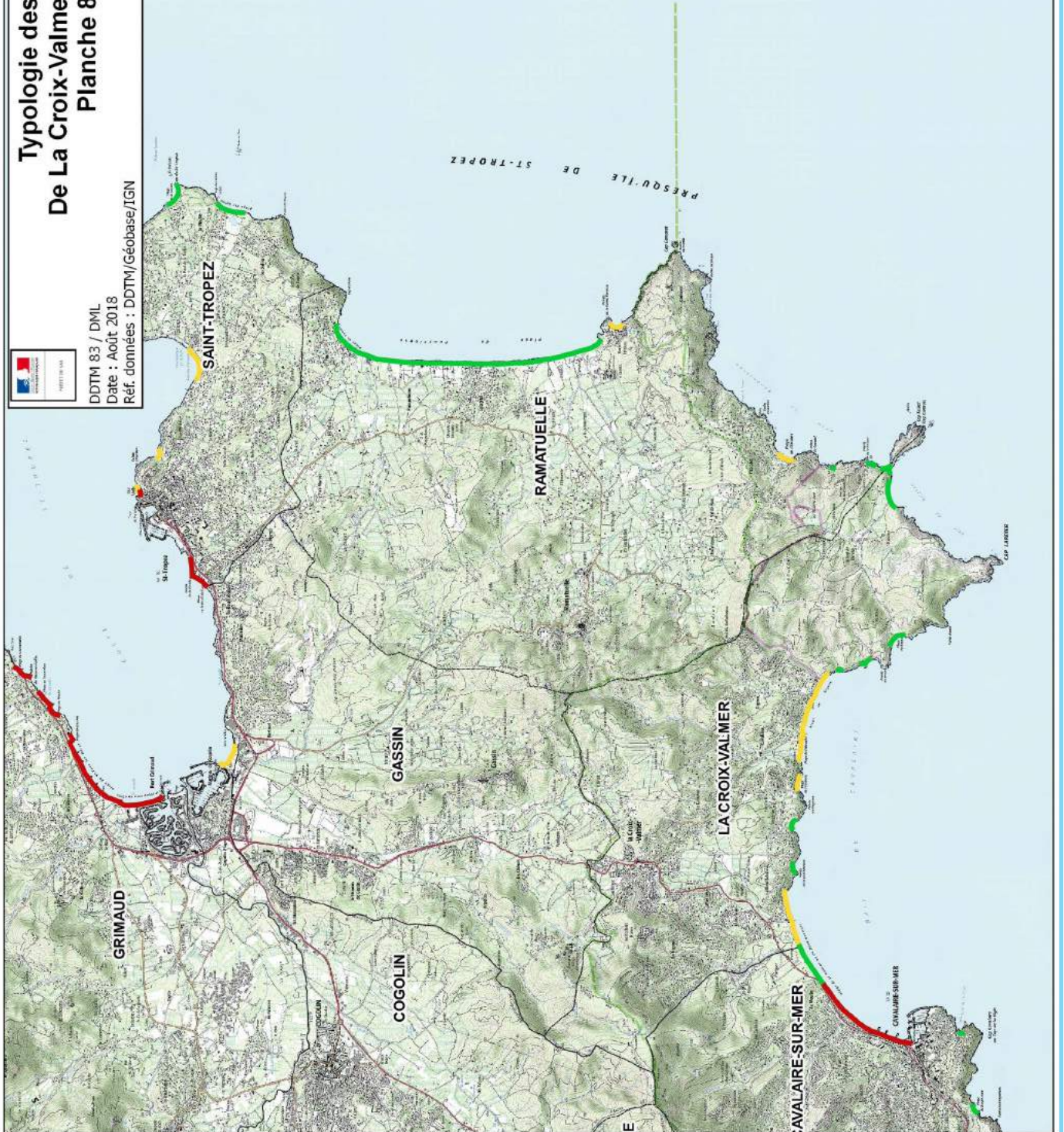
Naturelle

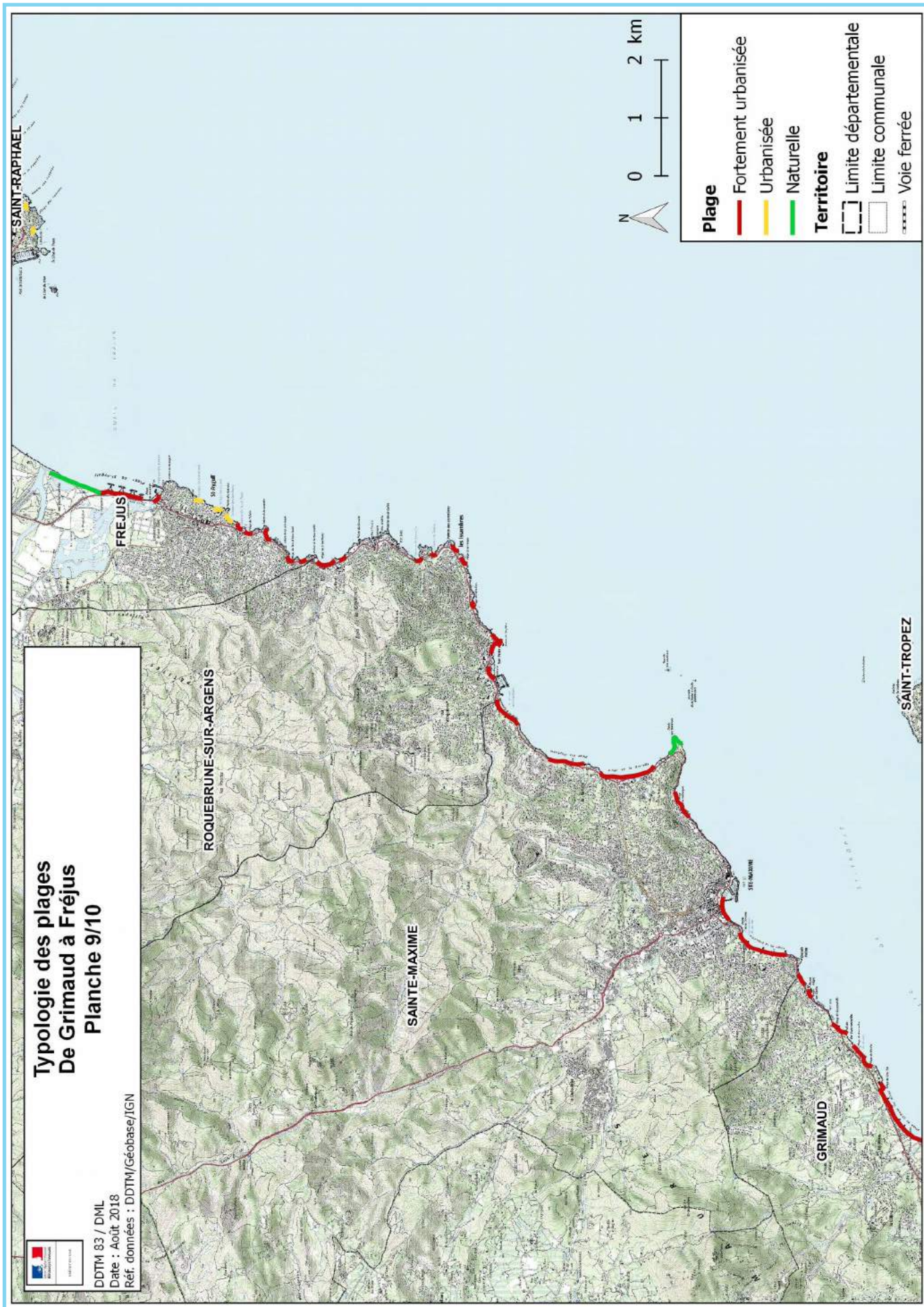
Territoire

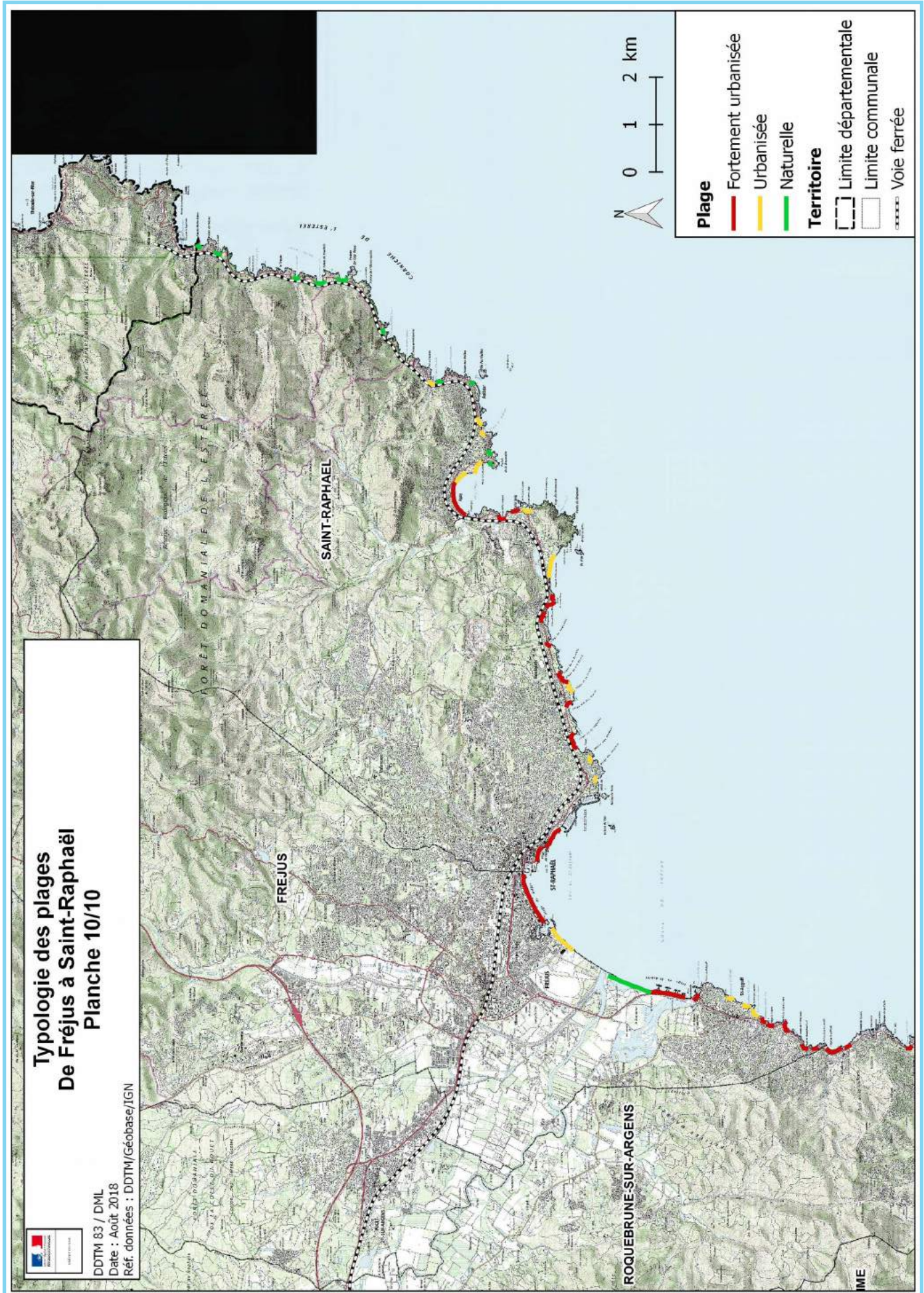
Limite départementale

Limite communale

Voie ferrée



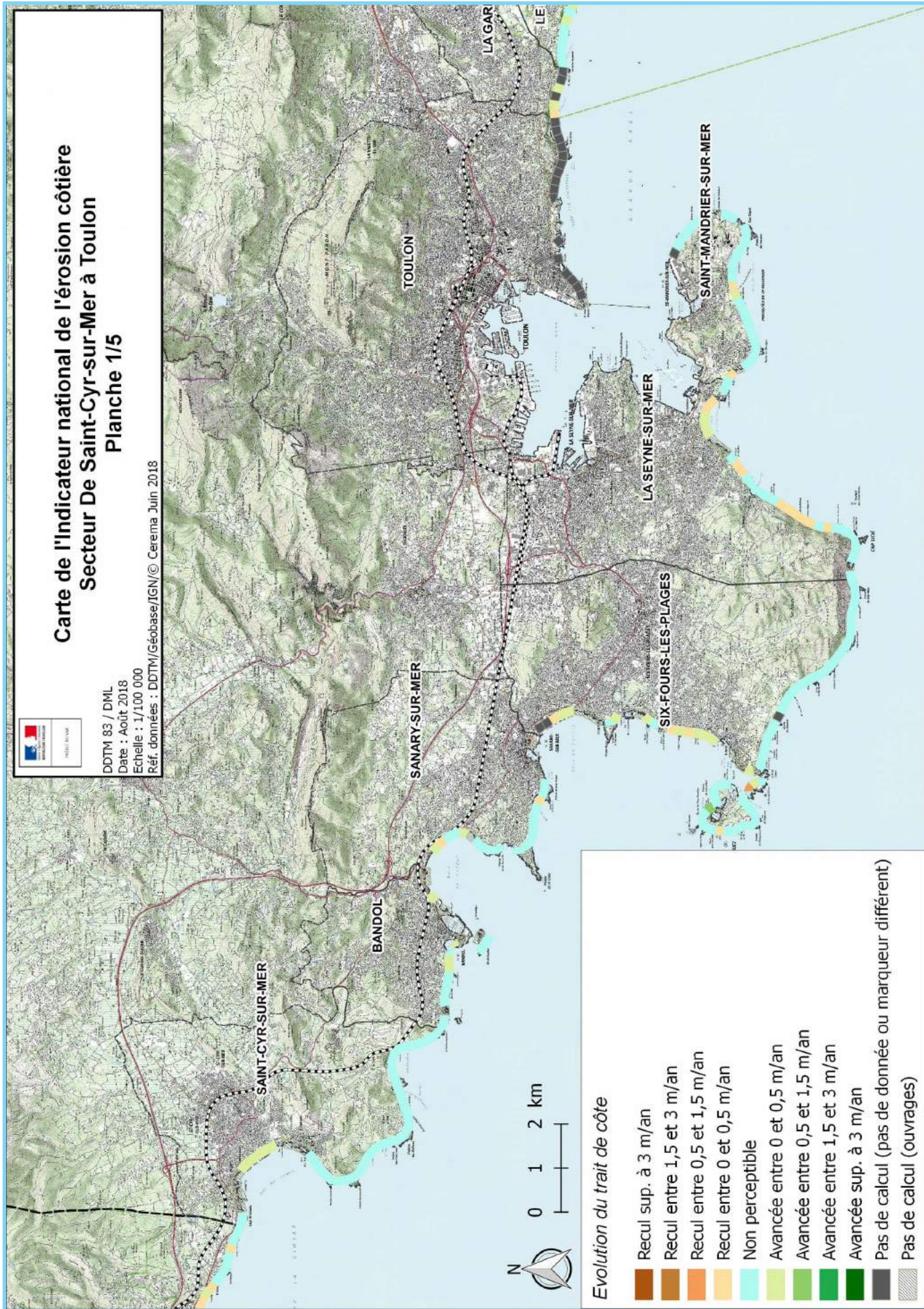













Carte de l'Indicateur national de l'érosion côtière Secteur De Saint-Cyr-sur-Mer à Toulon Planche 1/5



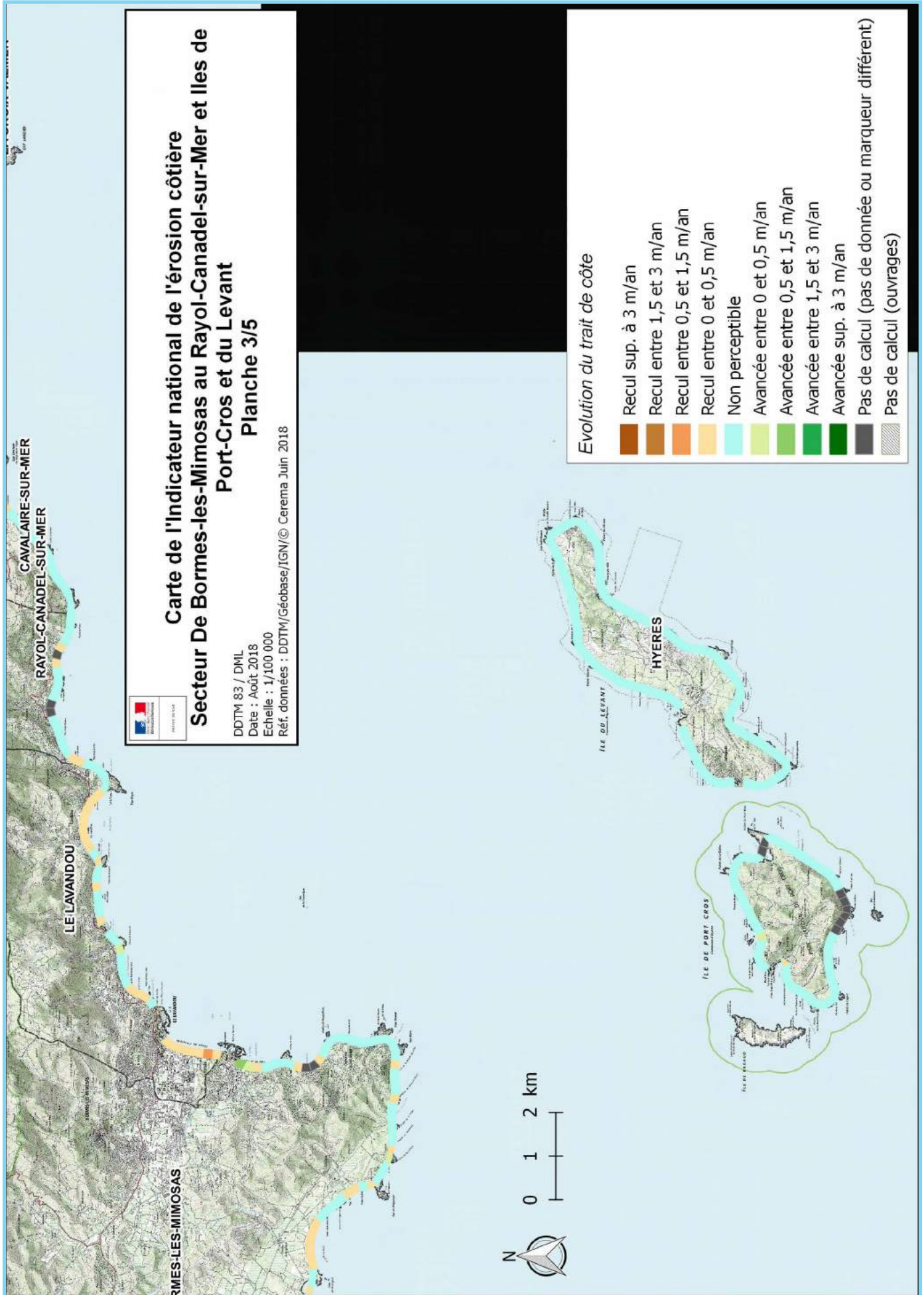
DDTM 83 / DML
Date : Août 2018
Échelle : 1/100 000
Réf. données : DDTM/Géobase/IGN/© Cerema Juin 2018

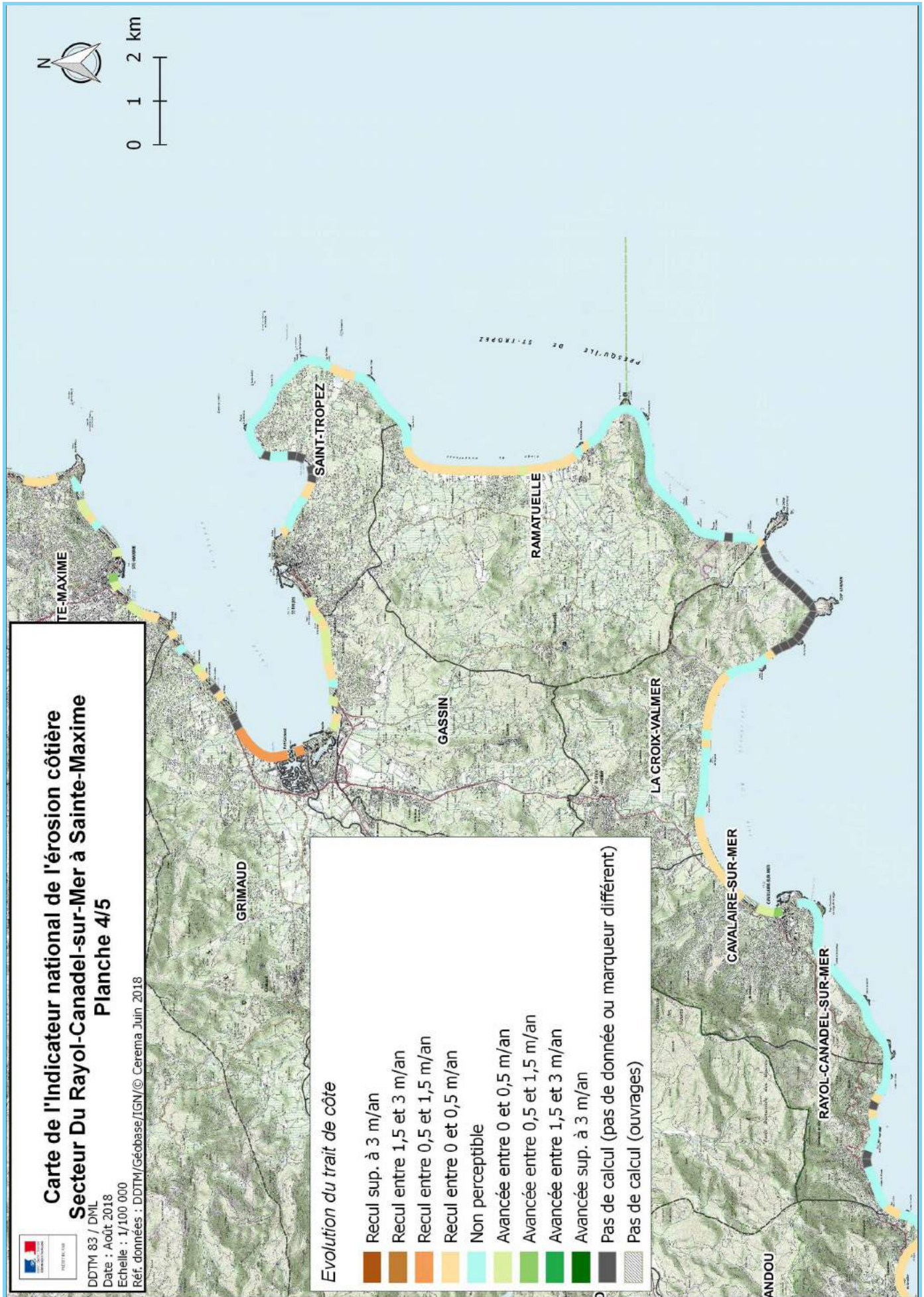


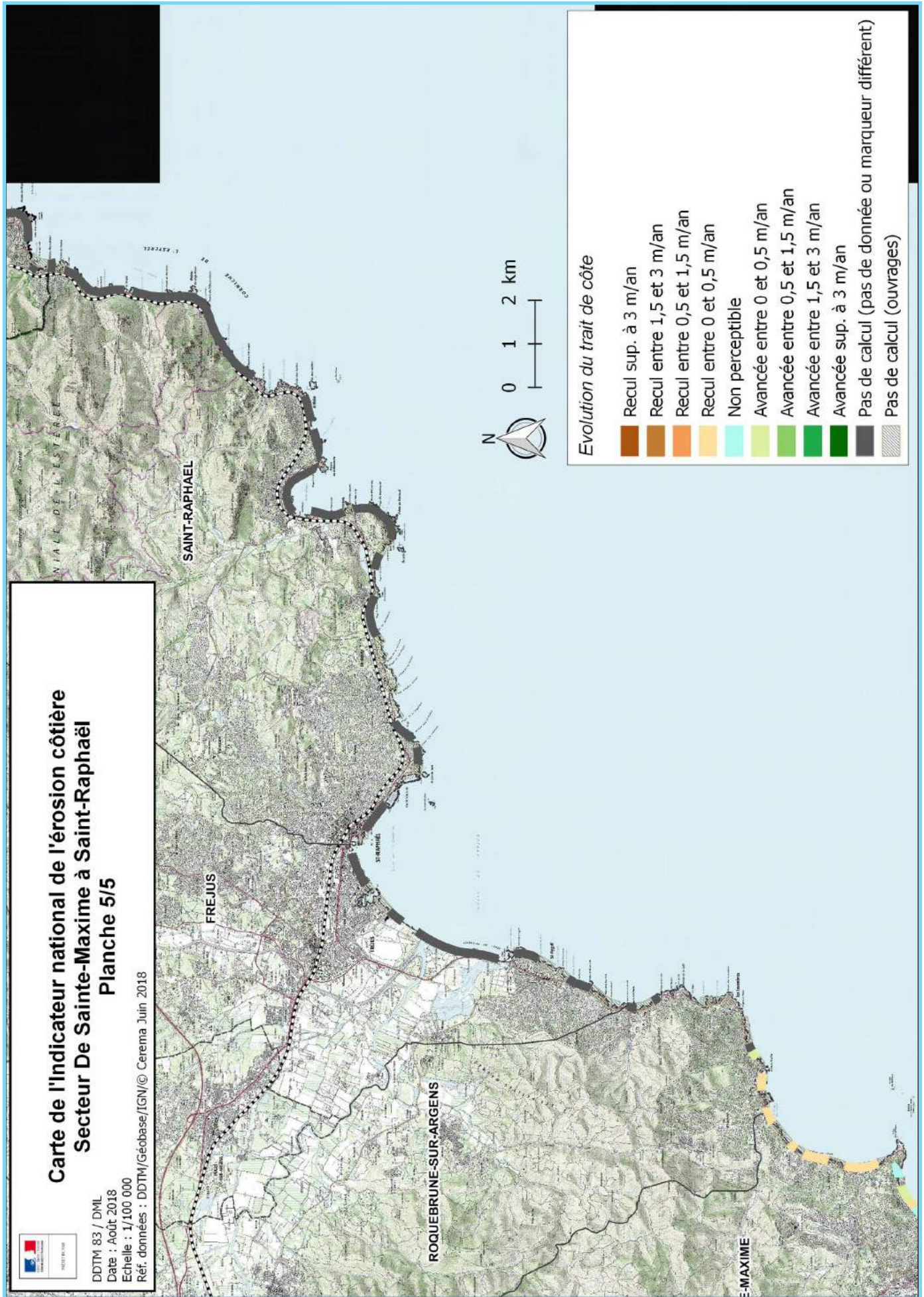
Evolution du trait de côte

-  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
-  Pas de calcul (pas de donnée ou marqueur différent)
-  Pas de calcul (ouvrages)









Index des cartes

Carte 1:	Espace de liberté de la plage	20
Carte 2:	Port de l'Aiguade, impacts des ouvrages et aménagements sur le trait de côte	27

Index des illustrations

Illustration 1:	Domaine public maritime, rivage, lais et relais	12
Illustration 2:	Caractéristiques de la bande côtière	16
Illustration 3:	Houle, vagues et littoral (source : Shom.fr)	17
Illustration 4:	La dérive littorale	18
Illustration 5:	Variations saisonnières de plage (Paskoff, 1998).	18
Illustration 6:	Échanges sédimentaires au sein d'une cellule hydrosédimentaire (Muriel Sauvé, Cerema).	19
Illustration 7:	Le système hydrosédimentaire et son bilan sédimentaire, Wilson Promontory, Australie, 2006 (©Stéphane Costa)	20
Illustration 8:	Dynamique de formation et de déplacement des banquettes de Posidonie.©Conservatoire du littoral & Rivages de France, 2010	21
Illustration 9:	Élévation du niveau moyen des mers entre 2006 et 2100, déterminés par des simulations multi-modèles, par rapport à la période 1986–2005	25
Illustration 10:	Grille d'évaluation du suivi environnemental prévu en amont du projet (Guide Eval_Impact, 2018)	50
Illustration 11:	By-passing mécanique (haut) et by-passing hydraulique (bas) ©Cerema	72

Index des photos

Photographie 1:	Matte et herbier à Posidonie	21
Photographie 2:	Feuilles mortes de Posidonie, Plage de Brégançon	22
Photographie 3:	Banquettes de Posidonie, Baie des Canebiers (Saint-Tropez) ©FannyBrossard, avril 2018	23
Photographie 4:	Plage de Pardigon (Cavalaire-sur-Mer) protection du haut de plage par ganivelles. ©Fanny Brossard, mars 2018	24
Photographie 5:	Plage des Salins (Saint-Tropez)	24
Photographie 6:	Plage du centre-ville (Le Lavandou)	25

Photographie 7:	Les types de côtes varoises	30
Photographie 8:	Vue aérienne Plage des Vieux Salins ©Conservatoire du littoral	31
Photographie 9:	Vue aérienne Cap Camarat et Pampelonne ©Conservatoire du littoral	31
Photographie 10:	Plage du Rix, île des Embiez ©SA Ricard	31
Photographie 11:	Presqu'île de Giens, double tombolo ©Arnaud Bouissou-Terra	32
Photographie 12:	Plage des Canebiers (Saint-Tropez) 16/04/2018, ©F. Brossard	53
Photographies 13:	Mille-feuilles enfoui, plage de Pardigon (Cavalaire-sur-Mer)	55
Photographie 14:	Plage du centre-ville (Le Lavandou) 15/05/2018, ©F. Brossard	59
Photographies 15:	Géosacs, Lavandou, ©DDTM83	65
Photographie 16:	Ganivelles, Plage de Pardigon (Cavalaire-sur-Mer), 26/03/2018, ©F.Brossard	73
Photographie 17:	Épis, commune de Grimaud	74
Photographie 18:	Épis, commune de Cavalaire.	74
Photographie 19:	Mur de soutènement, commune du Lavandou	75
Photographie 20:	Perré en enrochements, commune de Sanary-sur-Mer	75

Index des schémas


Schéma 1:	Procédures de l'évaluation environnementale et de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques	15
Schéma 2:	Échanges sédimentaires saisonniers au sein du système dune-plage (Florent Taureau, Cerema)	23
Schéma 3:	Bilan écologique de la séquence ERC (d'après Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2017)	48

Index des tableaux

Tableau 1:	Synthèse de la typologie des plages	34
Tableau 2:	Synthèse des modes de gestion et de leur application sur le littoral varois	42

AE :	Autorisation environnementale (service de la DREAL)
OFB :	Office Français pour la Biodiversité
AOT :	Autorisation d'occupation temporaire
BEM :	Bureau Environnement Marin
Cerema :	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CE :	Code de l'environnement
CG3P :	Code général de la Propriété des Personnes Publiques
Cotech :	Comité technique
DDTM :	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DEB :	Direction de l'eau et de la biodiversité (MTES)
DML :	Délégation à la Mer et au Littoral
DPMn :	Domaine Public Maritime naturel
DREAL :	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DSF :	Document Stratégique de Façade
EID :	Entente interdépartementale pour la démostriction du littoral méditerranéen
ERC :	Éviter, Réduire, Compenser
LEMA :	Loi sur l'eau et les milieux aquatiques
MEEDM :	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer
MTES :	Ministère de la Transition Énergétique et Solidaire
PAMM :	Plan d'Action pour le Milieu Marin
SCLV :	Syndicat des communes du littoral varois
SDAGE :	Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDPMEM :	Service Domaine Public Maritime et Environnement Marin
SNGITC :	Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte
SNML :	Stratégie Nationale pour la Mer et le Littoral
ZNIEFF :	Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

Conception graphique & Mise en forme
réalisées par Johanne Bara.

 06.34.64.65.15

 barajohanne@gmail.com

N° Siret : 877 512 970 000 14



Direction
Départementale
des Territoires
et de la Mer
Var