



Contrat de service B4-3301/2001/329175/MAR/B3  
"Erosion côtière – Evaluation des besoins d'action  
Direction générale de l'Environnement  
Commission Européenne

# **Vivre avec l'érosion côtière en Europe : Espaces et sédiments pour un développement durable**

*lignes directrices pour la mise en œuvre de systèmes d'information  
locale consacrés à la gestion de l'érosion côtière*

Document de synthèse

Document traduit de l'anglais

17 mai 2004

Institut national des côtes et de la mer des Pays-Bas (RIKZ)  
Union européenne pour la protection du littoral (EUCC)  
IGN France International  
Université autonome de Barcelone (UAB)  
Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)  
Institut français de l'environnement (IFEN)  
EADS Systems & Defence Electronics



Ce document résume brièvement les grandes lignes du troisième volet d'EUROSION, dont l'objectif était de développer des lignes directrices pour les systèmes d'information locale, destinés à la gestion de l'érosion côtière. Ces lignes directrices ont pour but de venir en aide aux autorités régionales qui souhaitent apporter une contribution essentielle à la gestion de l'érosion côtière et échanger des informations sur la protection du littoral. Un ensemble complet de guides d'EUROSION visant la mise en œuvre de systèmes d'information locale vous sera adressé sur simple demande.

## QU'EST-CE QU'UN SYSTEME D'INFORMATION LOCALE ?

---

Un système d'information (SI) peut être défini comme « un ensemble de ressources technologiques, humaines, organisationnelles, financières et d'information, organisé de manière à produire, archiver, rechercher, modifier, traiter, combiner, représenter, échanger ou diffuser l'information en vue d'atteindre les objectifs pour lesquels le système a été conçu ».

Par système d'information locale, et en référence à la définition mentionnée ci-dessus, nous voulons dire que les objectifs pour lesquels le système a été conçu concernent un secteur géographique restreint, s'étendant d'une municipalité à une entité régionale

Bien qu'un certain nombre d'autres définitions de SI tendent à mettre la technologie (sur ordinateur) en avant, il est utile de mentionner que les aspects institutionnels, organisationnels et politiques jouent un rôle non négligeable dans le succès (ou l'échec) d'un système d'information.

## QUELS ASPECTS FAUT-IL PRENDRE EN CONSIDÉRATION ?

---

La conception, le développement, l'installation et la maintenance d'un système d'information locale (SIL) consacré à la gestion de l'érosion côtière exigent de prendre en compte simultanément un éventail d'aspects. Ces aspects peuvent être groupés en six catégories, comme le montre la figure ci-dessous :



### Principes du concept de SIL, développement, installation et maintenance

Plus précisément :

**Les spécifications fonctionnelles.** Les caractéristiques fonctionnelles visent à clarifier les objectifs du système d'information. Elles décrivent les décisions de gestion du littoral qui seront soutenues par le système, ainsi que les données nécessaires. D'une certaine manière, les caractéristiques fonctionnelles sont la *raison d'être* du système d'information.

**Les procédures organisationnelles et institutionnelles.** La conception, le développement, l'installation et l'entretien de tout système d'information exigent des procédures organisationnelles bien huilées, qui ont pour objectif de garantir que le système répondra aux attentes des différentes parties prenantes et qu'il sera mis en œuvre selon un calendrier convenu à l'avance et des contraintes budgétaires.

**Les spécifications du contenu des données.** Les données constituent l'alimentation du système d'information. Cette section décrit minutieusement la typologie et la nature des données qui ont été identifiées par les caractéristiques techniques. En outre, cette section fournit également des informations sur les méthodes et les coûts associés à la production des données.

**Les technologies de stockage et d'accès aux données.** Cette section décrit les mécanismes par lesquels l'information est physiquement archivée et mise à la disposition d'un public large. Elle décrit notamment les normes à employer pour échanger des données d'un ordinateur à l'autre et pour documenter leur contenu, leur qualité et les conditions d'accès aux données elles-mêmes.

**La modélisation des données.** La modélisation des données concerne l'architecture et la structure des données, en se concentrant sur les entités logiques et les dépendances logiques entre ces entités. La modélisation des données est un aspect critique du développement d'un système d'information puisque d'elle dépendra la capacité du système à combiner et à croiser les données.

**La représentation spatiale des données.** La représentation spatiale des données s'intéresse à la localisation des objets physiques ou des phénomènes décrits par les données collectées et comment cette localisation sera caractérisée. Pour décrire un lieu, il est courant d'employer des coordonnées géographiques ou cartographiques, qui se rapportent à un système de référence géographique spécifique et à un système cartographique spécifique. Le fait de ne pas adopter un système géographique standard de référence ou un système cartographique spécifique peut avoir pour conséquence l'impossibilité de croiser et de combiner les informations et de les représenter uniformément sur une même carte.

---

## A. SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES

Les objectifs assignés aux systèmes d'information locale peuvent varier considérablement d'un site à l'autre. Cependant, dans le domaine de la gestion du littoral, l'expérience acquise sur les sites pilote d'EUROSION permet de définir ces objectifs en tant que réponses aux questions fréquemment posées en matière de gestion. Ces questions de gestion sont étroitement liées à des décisions d'investissement, qui peuvent être récapitulées comme suit :

- Mon investissement sera-t-il exposé au danger d'érosion côtière pendant sa durée de vie ?
- Mon investissement aura-t-il un impact sur les processus d'érosion côtière ?
- Les bénéfices générés par mon investissement (y compris les bénéfices environnementaux) seront-ils supérieurs aux coûts (y compris les coûts environnementaux) ?

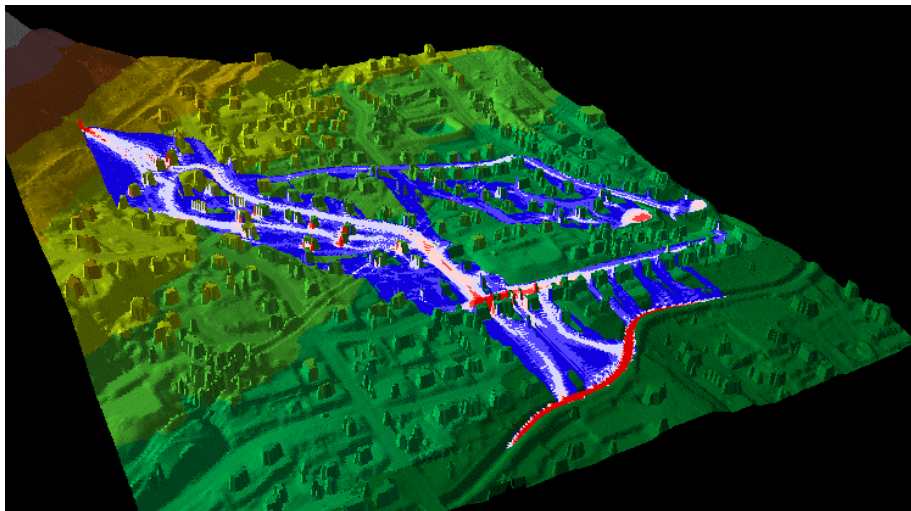
Les réponses à ces questions sont loin d'être évidentes et exigent la plupart du temps une quantité considérable de données de nature et de sources différentes. En fonction de ces trois questions, EUROSION propose le développement de systèmes d'information locale consacrés à trois fonctionnalités principales.

## **Fonction 1 – Evaluation des risques**

Le risque d'érosion côtière a été identifié pendant l'étude d'EUROSION comme la première fonction qui justifie d'investir dans un système d'information locale. Selon le type de côte, le risque d'érosion peut être lié à la perte de terres (par exemple le recul d'une falaise ou l'abaissement d'une plage) et, avec celle-ci, la perte de capitaux économiques qui s'y rapportent ou il peut être lié à la submersion des plaines côtières, soit comme résultat direct d'une érosion accrue des dunes, soit comme résultat de la destruction d'un ouvrage de protection par une érosion côtière chronique. Toutefois, dans les deux cas, les spécifications de données identifiées lors des études d'EUROSION sont les mêmes et peuvent être énumérées comme suit :

- Orthophotographies aériennes (éventuellement, images satellite)
- Littoral actuel et historique
- Élévation terrestre
- Bathymétrie côtière (éventuellement, bathymétrie au large de la côte)
- Profils des courants transversaux « cross shore »
- Géomorphologie du littoral
- Géologie du littoral
- Sédimentologie du fond océanique
- Transport des sédiments
- Régime des vagues le long de la côte
- Régime des vagues et des vents, au large de la côte
- Courants côtiers
- Marée astronomique
- Niveau de l'eau calme
- Ouvrages de protection du littoral

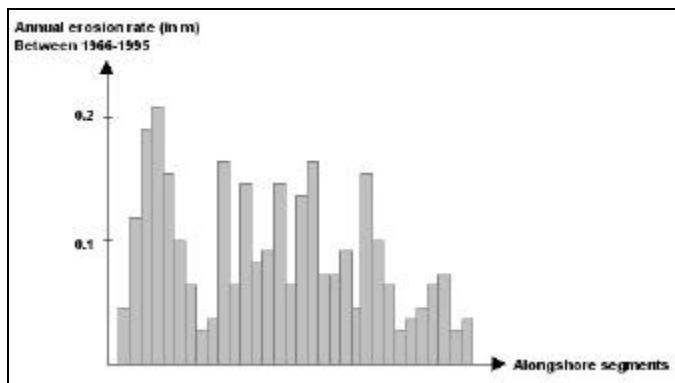
Les figures suivantes montrent quelques exemples de l'utilisation des systèmes d'information pour produire des cartes de risque d'érosion côtière.



**Illustration d'un processus d'inondation à l'aide d'un modèle de simulation d'inondation (MIKE Flood), intégré au système d'information côtier. Source: Danish Hydraulics Institute (DHI)**



1. Cette photographie illustre un segment de la côte de Haute-Normandie (Criel-sur-Mer), qui est caractérisé par des falaises de craie fortement érodées. Deux positions du littoral, en 1966 et en 1999 respectivement, ont été extraites des orthophotographies. Le littoral a alors été divisé en segments équidistants, pour lesquels la perte de terre a été estimée entre 1966 et 1995. Ici, on a choisi une équidistance de 100 mètres.



2. La perte de terres entre 1966 et 1995 est convertie en taux annuel d'érosion pour chaque segment de 100 mètres de long. Les taux d'érosion annuels pour l'ensemble du littoral sont indiqués dans un histogramme (voir la représentation ci-contre).



3. À son tour, le taux d'érosion est utilisé pour estimer la position future du littoral en multipliant simplement le taux d'érosion par le nombre d'années considérées (par exemple pour les 50 ou 100 ans à venir)

**Illustration d'un système d'information locale basé sur un SIG, consacré à la surveillance et à la prédiction du recul des falaises**

## **Fonction 2 – Détermination des impacts**

L'impact des activités humaines sur les processus d'érosion côtière peut se traduire de plusieurs manières. Dans tous les cas, les changements interviennent chaque fois qu'il y a modification d'une ou de plusieurs cause(s) naturelle(s) d'érosion côtière, qui sont mentionnées ci-dessous. EUROSION propose de considérer la typologie suivante des impacts sur les processus d'érosion côtière et des projets qui ont un impact sur l'érosion côtière :

- **Impact 1:** modification de la bathymétrie côtière et des directions de propagation des vagues
- **Impact 2:** interruption du courant de dérive littorale (long shore current)
- **Impact 3:** enlèvement de sédiments dans le système sédimentaire
- **Impact 4:** réduction du débit des fleuves
- **Impact 5:** réduction du volume des bassins de marée
- **Impact 6:** modification de la végétation côtière
- **Impact 7:** modification des caractères de l'érosion du sol
- **Impact 8:** modification des modèles de transport éoliens
- **Impact 9:** affaissement de terrain

De nombreux projets sont concernés par de telles modifications. Ils peuvent être groupés en 6 catégories :

- **Catégorie 1:** Projets de mise en valeur des terres
- **Catégorie 2:** Ouvrages de régulation de l'écoulement fluvial
- **Catégorie 3:** Projets de curage des sédiments
- **Catégorie 4:** Construction d'équipements de tourisme et de loisirs
- **Catégorie 5:** Ouvrages de protection du littoral
- **Catégorie 6:** Activités d'extraction de gaz et d'hydrocarbures

Le tableau ci-après fournit une vue d'ensemble de la façon dont les projets mentionnés ci-dessus ont un impact sur les processus d'érosion côtière.

Afin d'évaluer l'impact des activités humaines sur les processus d'érosion côtière, EUROSION propose de prendre en compte les caractéristiques de données suivantes dans la perspective des systèmes d'information locaux :

- Orthophotographies aériennes (éventuellement, images satellite)
- Littoral actuel et historique
- Infrastructure
- Hydrographie
- Élévation terrestre
- Bathymétrie côtière (éventuellement, bathymétrie au large de la côte)
- Profils des courants transversaux « cross shore »
- Géomorphologie du littoral
- Géologie du littoral
- Sédimentologie du fond océanique
- Transport des sédiments
- Régime des vagues le long de la côte
- Régime des vagues et des vents au large de la côte
- Courants côtiers
- Marée astronomique
- Niveau de l'eau calme
- Ouvrages de protection du littoral





### **Fonction 3 – Analyse coûts-avantages**

Dans un nombre de cas significatif, des investissements concernant la gestion et/ou la protection du littoral sont décidés sans que beaucoup d'attention ait été accordée aux études sociales, environnementales et économiques. Ceci a engendré des situations où les coûts de gestion du littoral se sont avérés supérieurs aux bénéfices à long terme. Pour éviter ces situations, EUROSION a passé en revue un certain nombre de considérations permettant d'entreprendre d'autres travaux et recherches en relation avec l'analyse coûts-avantages des investissements de gestion du littoral et avec le développement de systèmes d'information locale.

Ces considérations mettent l'accent sur le rôle des caractéristiques de données suivantes :

- Infrastructure
- Occupation des sols
- Changement d'occupation des sols
- Démographie
- Zones de haute valeur écologique
- Patrimoine culturel
- Valeur marchande des terres
- Activités économiques enregistrées
- Concessions de pêche et d'aquaculture
- Concessions d'extraction minière

La page suivante présente un exemple d'analyse coûts-avantages appliquée à la gestion du littoral, qui pourrait bénéficier des systèmes d'information locale consacrés à la gestion du littoral.

## Exemple d'analyse coûts-avantages : La digue Hondsbossche aux Pays-Bas.



Situation actuelle (i)



A: Résister (Hold the line)



B: Avancer sur la mer (Seaward)



C: Reculer (Landward)

Évaluation des avantages « Vert » :

Les avantages écologiques sont quantifiés (à droite) et évalués en fonction des changements prévus de la diversité écologique. Le tableau ci-dessous montre un score relatif qui peut donner une indication des différentes visions politiques de la nature.

Évaluation des avantages « Sentiment » :

Le chercheur impliqué dans l'évaluation a priori des avantages socio/culturels de certaines options de gestion peut suivre les étapes suivantes : (1) étudier la littérature existante sur des cas comparables ; (2) examiner les cartes existantes sur les différents thèmes de référence et collecter des informations dans des notes, des guides municipaux et sur des sites Internet ; (3) faire un inventaire des différentes parties prenantes et de leurs intérêts ; (4) consulter un ou plusieurs conseil(s) des parties prenantes pour avoir leur avis sur les étapes nécessaires de la décision approuvée par des avis d'expert ; et (5) regrouper les informations obtenues et demander une étude complémentaire sur les sujets sensibles.

Se concentrer sur les deux derniers points : une méthode simple pour quantifier les sentiments consiste à laisser les parties prenantes donner un score de 100 à leur principal objectif de projet et de répartir des pourcentages de 100 aux autres objectifs de projet, ceci pour que les différences entre les parties prenantes soient transparentes : voir le tableau ci-dessous, pour 2 groupes (G1 et G2):

Objectifs de projet	Résultat souhaitable	Plus Mauvais résultat	Score Approxim.	
			G1	G2
Préserver la sécurité	Responsabilité du gouvernement	Laisser faire la nature	100	100
Augmenter le tourisme	Identité unique	Pas d'identité distinctive	60	60
Augmenter le bien-être	Conservation des polders	Suppression des polders	60	30
Nature « Authentique »	Récupération d'accès à la mer	Pas d'accès à la mer	0	60
Limiter les bouchons	Pas de constructions intensives	Constructions intensives	20	20
Conserver la flexibilité	Alternatives durables	Pas d'alternatives	20	20

L'ancienne digue « Hondsbossche » ou « Hondsbossche zeewering » (1880, longueur : 5 km) fait face actuellement à plusieurs problèmes parmi lesquels l'élévation du niveau de la mer, une érosion croissante, une instabilité et une rigidité tandis que la côte sableuse recule.

3 types de solutions possibles sont proposées, résumées par « Résister » (A), « avancer sur la mer » (B) et « reculer » (C). Avant de décider des mesures à prendre, une analyse coûts-avantages équilibrée doit être réalisée dans laquelle tous les intérêts devront être incorporés. Dans le cas (A) on poursuivra la politique actuelle (maintenance avec rechargements), dans le cas (B) la digue sera démantelée et on édifiera un secteur de dunes. Ce choix est principalement orienté vers des besoins récréationnels. Dans le cas (C), la digue sera démantelée et ne sera pas remplacée, un choix à valeur plus écologique. Cet exemple met l'accent sur les avantages des différentes options dont il donne des illustrations. Les coûts peuvent être évalués de manière plus traditionnelle :

Coûts \ Option	Hold the line (A)	Seaward (B)	Landward (C)
Investissement (M €)	137,5	227,4	4,5
Maintenance (M € / 30ans)	20,7	4,0	144,5

Le processus de qualification et de quantification des avantages de ces différentes options a été établi selon une certaine méthode dans laquelle on a distingué trois aspects différents : (1) Argent (économique) ; (2) Vert (écologique) ; et (3) Sentiment (socio-culturel), au moyen desquels une approche intégrée a été créée pour donner un ordre de priorité aux différents critères de jugement.

Évaluation des avantages « Argent » :

Type d'avantage	Effet	Méthode d'évaluation
Retour de l'agriculture	Poussée de production Changement de productivité	Valeur marchande
Perception de sécurité	Changement de perception	Méthode d'évaluation contingente
Récréation	Changement du nombre de touristes Changement de perception	Approche touristique du littoral
Extraction / stockage d'eau douce	Production	Prix du marché
Profits pour la pêche	Création d'une zone de reproduction	Fonction de production
Activité économique	Dommages atténués en cas d'inondation	Évaluation des risques
Valeur immobilière	Changement de prix des maisons Changement du nombre de maisons	Prix hédoniques Valeur marchande

Score \ Option	Hold the line (A)	Seaward (B)	Landward (C)
Diversité de l'écosystème	0,12	0,31	0,46
Diversité des espèces	0,21	0,21	0,22
Qualité naturelle	0,16	0,50	0,73

Lors de l'étape suivante, les groupes doivent attribuer une note, par exemple de 0 à 1, aux objectifs du projet selon les trois options différentes de gestion. En combinant les deux notes, une note finale pondérée peut être établie.

L'étape finale consiste en une évaluation intégrée des trois aspects envisagés dans les trois options de gestion, ceci dans le but d'obtenir une vue d'ensemble complète sur le projet. C'est là un point essentiel à la fois pour le présenter et l'expliquer aux acteurs et au public local. Cette vue d'ensemble est aussi nécessaire pour donner aux décideurs le moyen de juger les différentes options de gestion en prenant en compte l'Argent, le Vert et le Sentiment.

Source : Baten van Water, études de cas de mer, 2002, en néerlandais.

## B. PROCÉDURES ORGANISATIONNELLES ET INSTITUTIONNELLES

Les dispositions politiques, institutionnelles et organisationnelles s'avèrent être les facteurs les plus critiques lorsque l'on veut concevoir et mettre en œuvre un système d'information. Ces dispositions expriment la bonne volonté des parties prenantes de placer leurs ressources d'information sur une plateforme commune et garantissent donc son développement durable. Dans un sens, ces dispositions définissent « une stratégie de gestion des informations sur le littoral » qui servira de base institutionnelle pour la conception, la mise en œuvre et le fonctionnement opérationnel des systèmes d'information locale. Cette stratégie de gestion doit être formellement approuvée par toutes les parties prenantes impliquées, afin d'assurer le partage des engagements et des responsabilités.

EUROSION propose de bâtir des stratégies de gestion du littoral en vertu des 9 principes suivants :

- *Principe 1* – une autorité directrice qui travaillant en partenariat avec une large gamme de parties prenantes au niveau local à national ;
- *Principe 2* – l'engagement à partager les informations (ou les données) pertinentes ;
- *Principe 3* – l'utilisation d'un système d'information bien documenté, basé sur Internet, utilisant des standards et des normes reconnus au niveau international ;
- *Principe 4* – les institutions conservent la responsabilité de leurs propres données quant à leur qualité, leur actualité et leur diffusion ;
- *Principe 5* – le système d'information doit être basé sur des données pertinentes et fiables ;
- *Principe 6* – une formation adéquate ;
- *Principe 7* – une répartition des coûts sur tous les partenaires ;
- *Principe 8* – une révision périodique du système ;
- *Principe 9* – un compte-rendu régulier de la réalisation et des résultats de la stratégie.

En outre, il est nécessaire d'adopter une approche centrée sur le projet pour s'assurer que le système d'information sera mis en œuvre selon le mandat préétabli et que son exécution recevra des conseils appropriés des institutions parties prenantes.

Ceci a conduit le projet EUROSION à proposer un manuel de procédures qui devra être formellement modifié et approuvé par toutes les parties et qui fournira une idée claire des différentes phases du développement, des entrées attendues et de la responsabilité de chaque partie impliquée, de l'interdépendance et du résultat final obtenu dans une phase spécifique. Les phases, les responsabilités et les résultats peuvent varier au cours du processus en raison de changements imprévisibles, d'autres choix politiques ou d'un apport de connaissances nouvelles, de sorte que la flexibilité est un élément essentiel.

### GRANDES LIGNES D'UN MANUEL DE PROCÉDURES « SIL »

- I.1. Faisabilité et étude préalable à la conception
  - I.1.1. Nomination / recrutement d'un chef de projet SIL
  - I.1.2. Définition des besoins des utilisateurs
  - I.1.3. Inventaire des sources d'information existantes au niveau local
  - I.1.4. Élaboration des spécifications techniques spécifiques du SIL
  - I.1.5. Évaluation des coûts de mise en œuvre
- I.2. Mise en œuvre
  - I.2.1. Réunion de lancement du projet avec toutes les parties prenantes
  - I.2.2. Adaptation du prototype EUROSION pour répondre aux exigences de faisabilité
  - I.2.3. Phase de mise en œuvre et de test
  - I.2.4. Formation
  - I.2.5. Marketing
- I.3. Gestion et maintenance
  - I.3.1. Procédures de soumission et de démission
  - I.3.2. Procédures d'arbitrage en cas de conflit
  - I.3.3. Procédures de planification du budget annuel
  - I.3.4. Procédures de gestion des droits d'accès
  - I.3.5. Procédures de gestion de forum
  - I.3.6. Procédures de contrôle de la qualité des données
  - I.3.7. Procédures de formation
  - I.3.8. Procédures de documentation

## **C. SPÉCIFICATIONS DU CONTENU DES DONNÉES**

Cette section a pour objectif d'examiner quels ensembles de données contribueront à répondre aux questions critiques sur la gestion de littoral. Ces questions critiques ont été déjà évoquées dans ce document.

Sur la base de l'examen des expériences passées et actuelles de gestion du littoral, conduites au niveau européen dans le cadre d'EUROSION, 31 ensembles de sujets pertinents ou « thèmes de référence » ont été identifiés, que nous avons organisés en 9 groupes de thèmes. Ces groupes et ces thèmes de référence incluent :

### Groupe de thèmes de référence 1 – Limites administratives

- Thème de référence 1.1 – Limites terrestres
- Thème de référence 1.2 – Limites maritimes

### Groupe de thèmes de référence 2 - Topographie

- Thème de référence 2.1 – Photographies aériennes / orthophotographies
- Thème de référence 2.2 – Images satellites
- Thème de référence 2.3 – Trait de côte actuel et historique
- Thème de référence 2.4 - Infrastructures
- Thème de référence 2.5 - Hydrographie
- Thème de référence 2.6 – Élévation terrestre
- Thème de référence 2.7 – Bathymétrie littorale
- Thème de référence 2.8 – Bathymétrie en mer
- Thème de référence 2.9 – Profils transversaux

### Groupe de thèmes de référence 3 –Géomorphologie, géologie et sédimentologie

- Thème de référence 3.1 – Géomorphologie du trait de côte
- Thème de référence 3.2 – Géologie du trait de côte
- Thème de référence 3.3 – Sédimentologie du fond marin
- Thème de référence 3.4 – Transport sédimentaire
- Thème de référence 3.5 – Habitat sédimentaire (faune benthique)

### Groupe de thèmes de référence 4 - Hydrodynamique

- Thème de référence 4.1 – Régime des vagues littorales
- Thème de référence 4.2 – Régime des vagues et des vents en mer
- Thème de référence 4.3 – Courants littoraux
- Thème de référence 4.4 - Marées astronomiques
- Thème de référence 4.5 - Niveau marin en eau calme

### Groupe de thèmes de référence 5 – Couverture des sols

- Thème de référence 5.1 – Couverture des sols
- Thème de référence 5.2 – Modification de la couverture des sols

### Groupe de thèmes de référence 6 – Démographie

- Thème de référence 6.1 - Démographie

### Groupe de thèmes de référence 7 - Patrimoine

- Thème de référence 7.1 - Zones à haute valeur écologique
- Thème de référence 7.2 – Patrimoine culturel

### Groupe de thèmes de référence 8 – Biens économiques

- Thème de référence 8.1 – Marché foncier
- Thème de référence 8.2 - Activités économiques enregistrées
- Thème de référence 8.3 - Concessions de pêche et d'aquaculture

- Thème de référence 8.3 - Concessions d'extraction minière

#### Groupe de thèmes de référence 9 – Défenses côtières

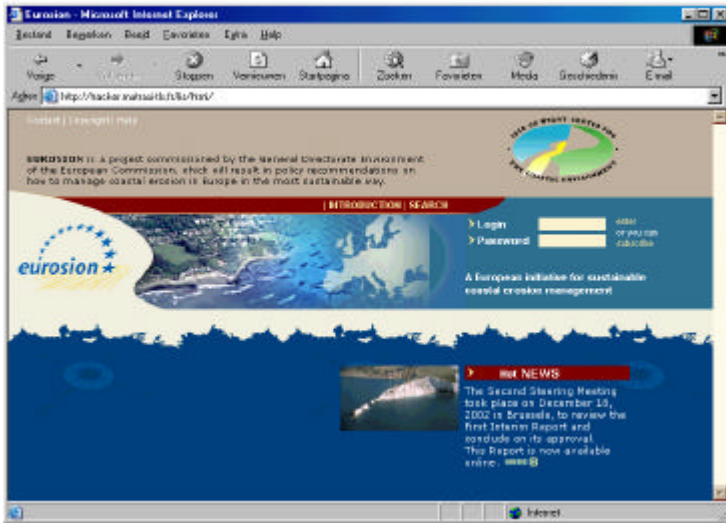
- Thème de référence 9.1 – Ouvrages de défenses côtières

### **D. TECHNOLOGIES DE STOCKAGE ET D'ACCÈS AUX DONNÉES**

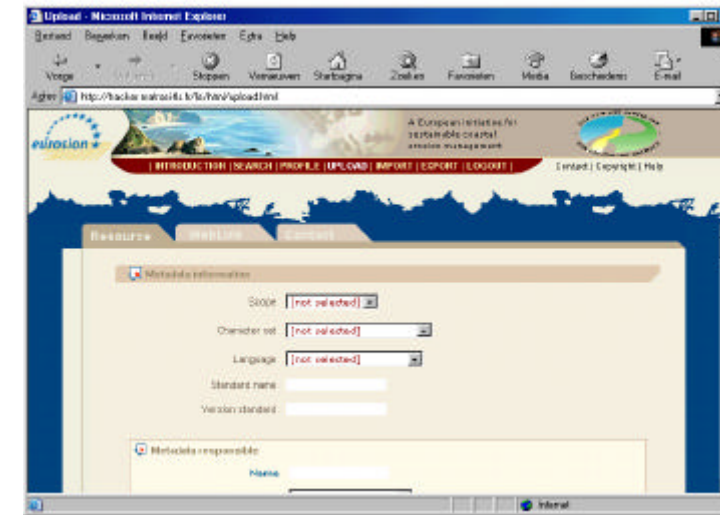
L'objectif de cette section est de décrire les exigences communes liées à la technologie utilisée pour permettre l'accès aux données et à l'information. Outre des exigences pour les données et l'information (format, métadonnées, coordonnées, etc.), les caractéristiques techniques utilisées doivent permettre un vaste accès, ce qui exige des normes pour le logiciel et le matériel. Ces exigences sont prévues pour que les architectes de système, les concepteurs de bases de données et les développeurs de logiciels les utilisent dans différentes applications de SIL. Elles peuvent être résumées comme suit :

- **Stockage.** Les données actuelles doivent être stockées dans un lieu physique, soutenu par une plateforme matérielle, et dans une base de données professionnelle (relationnelle) pour fournir une méthodologie structurée cohérente, du point de vue de la conformité standard et de l'incorporation des connaissances à long terme. Le stockage des données est, en principe, le plus approprié sur le lieu qui a la principale utilisation de ces données, ce qui assure la continuation et l'information homogène à long terme. La capacité du serveur, les sauvegardes et la stabilité nécessitent des définitions spécifiques pour le stockage et pour l'accès.
- **Accès.** A l'aide de la technologie Internet, un vaste accès aux données (et à l'information) peut être ouvert aux parties prenantes (impliquées dans la cartographie des risques) ; l'accès ne demande qu'un effort limité, peut être surveillé et restreint, si nécessaire. Les technologies distribuées, qui permettent l'accès aux sites Internet locaux, assurent la fourniture d'informations actuelles, laissant le stockage sur le lieu d'origine. En interrogeant la base de données, on aura les moyens de définir exactement l'information requise. Les technologies existantes permettant l'accès à Internet sont les sites FTP, les sites Internet sur lesquels on peut poser des questions, les portails reliant de multiples bases de données distribuées et les systèmes d'information (Coastline et autres...), ainsi que les moteurs de recherche couramment utilisés sur Internet (Google, Yahoo, etc.). Les services à fournir doivent comprendre la recherche efficace, le téléchargement de photos, la transformation de données et l'existence de métadonnées.
- **Sécurité.** Les murs coupe-feu, l'identification spécifique des utilisateurs et les mots de passe peuvent contribuer à une utilisation appropriée de l'information.
- **Maintenance.** La maintenance du système sur le site du détenteur de l'information suppose des investissements réguliers de matériel et de logiciel, avec des licences d'utilisation pour toutes sortes d'applications.
- **Interfaces.** Les interfaces habituellement utilisées pour l'accès aux données, permettant la recherche libre de textes (type Google) ainsi que la recherche avancée à l'aide de formulaires, glossaires et cartes. L'utilisation d'un thésaurus multilingue a été identifiée comme un point important par les utilisateurs non anglophones.

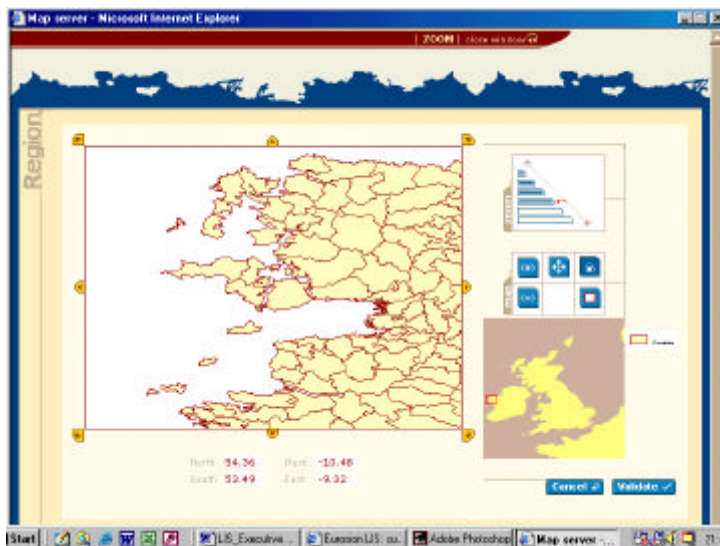
Dans le cadre d'EUROSION, un prototype de technologies de stockage et d'accès aux données, mettant en application les exigences mentionnées ci-dessus, a été développé et peut être obtenu sur simple demande. Ce prototype a été établi à l'aide des technologies de CoastBase. Les images suivantes sont des copies d'écran de ce prototype.



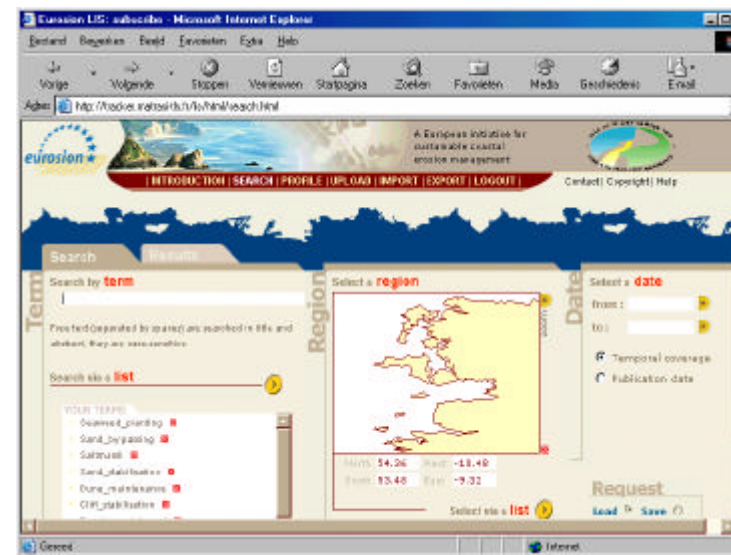
1. La page d'accueil du SIL peut être personnalisée pour chaque région souhaitant gérer son propre SIL. Dans cet exemple, la page d'accueil a été personnalisée de manière à répondre aux attentes du Comté de l'île de Wight. Les visiteurs n'ont accès qu'à quelques fonctionnalités (p.ex. la recherche). Seul un utilisateur autorisé peut accéder à la gamme complète des fonctionnalités, en entrant un nom d'utilisateur et un mot de passe.



2. Les utilisateurs autorisés peuvent (en particulier) télécharger de nouveaux lots de données vers le système. Avant de pouvoir télécharger des données vers le système, il est demandé de remplir un formulaire complet de métadonnées, conforme à la norme ISO 19115. Chaque utilisateur est responsable de la qualité et de la maintenance des données qu'il ou elle télécharge vers le système.



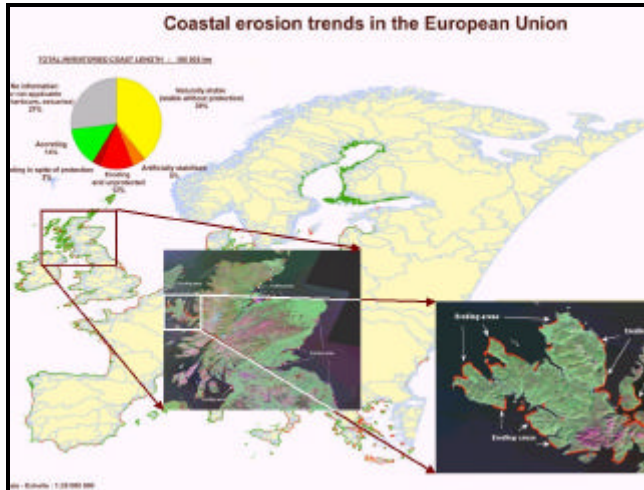
3. Le géocodage ou le téléchargement des lots de données et la recherche d'information sont effectués à l'aide d'un serveur cartographique. Cet outil permet de naviguer sur une carte (avec la possibilité de zoom avant et de zoom arrière) et de capturer les coordonnées rectangulaires (latitude, longitude) de la matrice de caractères du lot de données. Une matrice de caractères définit l'ampleur géographique d'un lot de données particulier (ici, approximativement le Comté Mayo).



4. Outre la recherche par lieu géographique, la recherche peut également être effectuée sur la base d'un texte libre ou d'un thésaurus. Un thésaurus facilite le stockage et la récupération des lots de données, en décrivant les lots de données à l'aide d'un ensemble normalisé de mots-clés. La recherche peut aussi être effectuée par date.

**Possibilités de mise à l'échelle supérieure et inférieure**

Outre l'importance d'un accès propre à l'information, la possibilité de regrouper les informations du niveau local à l'échelle européenne, et inversement, est également un composant pertinent. Trois raisons principales ont été identifiées pour cela. La première vise des objectifs de validation et de représentation des informations géographiques à l'échelle européenne « sur le sol ». La deuxième est que le réseau sémantique européen potentiel au niveau local, tirant bénéfice de l'initiative INSPIRE et de ses principes, soutient la croissance d'un réseau distribué opérationnel couvrant l'Europe. Ce réseau vise à alimenter les mises à jour et les processus de feedback. La troisième raison est que la coopération et l'engagement entre les autorités agissant à différents niveaux augmente lorsque l'on concrétise l'échange d'informations et leur flux par l'intermédiaire d'un tel réseau. Un sommaire est proposé, ainsi qu'un essai de détermination des avantages d'un tel réseau.



EUROSION a identifié 20 couches de groupes de données et a examiné le potentiel de mise à l'échelle supérieure et inférieure. Ces couches sont divisées en quatre groupes principaux. Le potentiel de mise à l'échelle supérieure, du niveau local à l'échelle européenne, ainsi que le processus inverse de mise à l'échelle inférieure, sont décrits pour chacune des couches de groupes de données.

**Environnement physique** : trait de côte, régime des vagues, régime du vent, niveau de la mer, bathymétrie, caractéristiques de l'avant-plage, transport des sédiments, élévation des terres, géologie et géomorphologie, événements historiques.

**Groupes de données à caractère légal et politique** : utilisation des sols, secteurs protégés, limites remarquables et propriété foncière.

**Couches socio-économiques** : population, occupation des sols, infrastructure, activités économiques et valeur.

**Mesures techniques** : Opérations de gestion du littoral.

**Normalisation des données-clés nécessaires pour délimiter les cellules sédimentaires côtières**

Conformément aux recommandations concernant l'évaluation des risques, les impacts sur l'environnement et les analyses coûts-avantages des cellules sédimentaires côtières sont pris en considération pour constituer les unités de gestion de l'érosion côtière. Cependant, l'expérience en Europe a prouvé que la délimitation des cellules sédimentaires côtières est loin d'être une tâche évidente et qu'elle souffre d'un manque d'uniformité au niveau européen. Des efforts devraient être entrepris pour augmenter l'uniformité de la délimitation des cellules sédimentaires côtières dans l'ensemble de l'Europe, notamment en normalisant la production d'ensembles de données d'entrée lors d'une telle délimitation. L'initiative INSPIRE a mis en évidence les données de base communes prioritaires, qui devront être harmonisées et partagées. Celles-ci incluent les trois premiers lots de données-clés d'EUROSION, alors que les deux autres lots recommandés sont inclus au second niveau de priorité des lots de données INSPIRE. Ces lots de données sont :

Lots de données-clés EUROSION recommandés	Données INSPIRE
1. Trait de côte.	Élévation, y compris élévation terrestre, bathymétrie et trait de côte (Annexe I)
2. Élévation du littoral et bathymétrie.	Hydrographie / bassins versants (Annexe I)
3. Hydrographie.	Caractéristiques spatiales météorologiques (Annexe II)
4. Régime des vagues littorales.	Caractéristiques spatiales maritimes (Annexe II)
5. Marées astronomiques.	

**Avantage 1 : Mise à jour peu coûteuse de la banque de données EUROSION et évaluation de l'exposition à l'érosion.**

L'expérience a montré que la production d'une base de données au niveau européen - telle qu'EUROSION - résulte souvent d'investissements à caractère unique, peu d'attention étant consacrée aux processus de mise à jour. Cependant, il est fort probable qu'à long terme le coût de la mise à jour continue des données soit bien inférieur au coût de remplacement de la base de données entière lorsque celle-ci sera devenue totalement obsolète. En ce sens, les systèmes d'information locale offre une solution économique de mise à jour de cette base de données européenne, puisque chaque associé local est responsable de la mise à jour de la petite partie de la base de données correspondant à sa propre région et envoi sa contribution à l'organe responsable de la maintenance de la base de données au niveau européen. On peut critiquer le fait que la base de données européenne est ainsi mise à jour de manière fragmentaire ; cependant nous estimons que les effets négatifs de ce processus de mise à jour fragmentaire pourraient être atténués par l'application de normes de « mise à jour » à respecter par chaque SIL et par l'établissement d'une documentation adéquate du produit final. En particulier, un tel processus permettrait de mettre à jour certaines des couches de la base de données d'EUROSION qui ne peuvent pas tirer profit des économies d'échelle. Ces couches incluent notamment :

- la géomorphologie du trait de côte
- la géologie du trait de côte
- les tendances évolutives du trait de côte
- la présence d'ouvrages de défense
- le budget consacré aux défenses côtières

**Avantage 2 : Fourniture de données de base aux autorités régionales**

Si certaines régions tirent déjà profit d'une énorme quantité de données, la situation peut être tout à fait différente d'une région à l'autre. En particulier, l'expérience d'EUROSION a prouvé que certaines couches de données d'EUROSION peuvent être pertinentes pour les autorités régionales, même si elles sont à une échelle de 1:100 000. C'est le cas, par exemple, pour les données de couverture des sols (CORINE Land Cover) qui, combinées avec des données de population connues au niveau municipal, peuvent fournir une évaluation plus précise de la population municipale en danger le long de la zone à risque (à titre d'exemple, voir la méthodologie développée par EUROSION pour l'indicateur 11 - taux d'urbanisation côtière dans le rayon d'influence de l'érosion côtière). Un autre exemple est donné par la fourniture de données sur le régime des vents et des vagues en mer (fourni par EUROSION) qui peut être transformé en régime des vents et des vagues à hauteur du trait de côte après combinaison avec les données de bathymétrie et celles obtenues des modèles de transformation des vagues. Ces exemples illustrent clairement que la disponibilité des données au niveau européen peut s'avérer tout à fait utile pour certaines applications locales ou régionales.

**Avantage 3 : Garantie de l'interopérabilité et de la comparabilité des données locales**

Un certain nombre d'applications exigent que des données – même locales - aient une structure et un format cohérents au niveau européen. Les conclusions d'EUROSION, qui recommandent l'établissement d'une carte européenne des cellules sédimentaires côtières, illustrent cette condition. La délimitation de la cellule sédimentaire côtière exige en effet que soit adoptée une méthodologie cohérente, basée sur des données de même nature. À défaut, la conséquence inévitable sera le chevauchement de cellules sédimentaires côtières ou la fragmentation de la couverture, qui pourraient à leur tour influencer le processus de planification de gestion des sédiments du littoral et les responsabilités qui en découlent.

En « forçant » les données locales à s'intégrer dans une structure spécifique au niveau européen, les occasions offertes par la combinaison croisée de l'augmentation des données locales (comme illustré dans le cas de la cellule sédimentaire côtière) et de l'échange d'expériences et de méthodologies deviennent plus efficaces.



### **Développement futur**

Des efforts complémentaires doivent être entrepris pour :

- A) Démontrer les avantages mutuels aux différents niveaux administratifs.
- B) Développer une méthodologie à l'échelle européenne pour marquer les limites des cellules sédimentaires côtières sur la base des lots de données-clés.

Une attention particulière sera accordée à l'identification des sources de sédiments, des puits et des modèles de circulation des courants. Les caractéristiques des mers régionales européennes et leurs différences devront être prises en considération dans ce processus. La combinaison des technologies existantes ou en cours de développement et des services opérationnels (par exemple au travers des projets GMES) devrait contribuer à ce processus.

Le défi d'aboutir à une normalisation européenne, qui bénéficie à tous les niveaux administratifs, doit être relevé à travers l'expérience pratique acquise avec les cellules sédimentaires côtières.

## E. MODÉLISATION DES DONNÉES

L'objectif de cette section est de fixer les exigences communes pour la modélisation et la documentation de l'architecture des données destinées à être intégrées dans un système d'information local « exemplaire », consacré à la gestion du littoral. Ces exigences sont prévues pour les architectes de système, les concepteurs de bases de données et les développeurs de logiciels qui mettront en œuvre ces exigences dans les différentes applications spatiales des données (par exemple SIG). Ces exigences facilitent : (i) l'échange de données entre les fournisseurs et les utilisateurs de données, (ii) les opérations de maintenance du système d'information, ainsi que (iii) d'autres améliorations apportées au système d'information.

Pour éviter toute confusion, ces exigences n'imposent ni ne prescrivent aucune architecture particulière des données elles-mêmes. Au contraire, elles sont là pour codifier et formaliser les divers éléments et étapes - incluant par exemple la terminologie, la modélisation du langage et la documentation - qui sont nécessaires pour développer et mettre en application une architecture de données.

Enfin, ces exigences doivent être mises en application pour chaque thème de référence destiné à former une partie du système d'information côtier littoral. Les thèmes de références du système d'information côtier sont énumérés dans la section *Spécifications du contenu des données*. Une fois mis en application pour chaque thème de référence, ces éléments constituent une norme à laquelle on référera ci-après en tant que « Thème de référence standard ». Cela signifie, qu'en conformité avec le reste des documents, 31 thèmes de référence devront être développés, afin d'établir un système d'information du littoral pour pouvoir répondre aux questions critiques posées dans la section A.

EUROSION propose que la modélisation des données, en relation avec l'établissement d'un système d'information côtier, soit basée sur les exigences suivantes:

- La modélisation des données est réalisée sur la base des normes ISO/TC211 et elle est décrite conformément au modèle de référence ISO 19101:2002. La terminologie utilisée au cours du processus de modélisation des données devra être conforme aux exigences ISO 19101:2002 et, en particulier, à la norme ISO 19104 – Terminologie.
- Le langage UML (Unified Modelling Language) est utilisé comme schéma de langage de modélisation pour définir les formats d'échange de données. Chacun des 31 thèmes de référence standard inclura un schéma intégré d'application, exprimé en langage UML, conformément à ISO 19109, Règles pour le schéma d'application et ses références normatives. Le schéma d'application spécifiera, comme il se doit, les types d'entité, les types d'attribut, le domaine d'attribut, les relations d'entités, la représentation spatiale, l'organisation de données, ainsi que les métadonnées qui définissent le contenu d'information d'un lot de données.
- Chaque standard de thème de référence comprendra, comme il se doit, la documentation de toutes les entités, tous les attributs et toutes les relations, avec leurs définitions. Un dictionnaire de données, sous forme de tableau, sera utilisé pour décrire les caractéristiques des diagrammes du modèle UML.
- La norme des métadonnées, à établir dans le cadre d'un système d'information côtier, devra être conforme à ISO 19115, Information géographique - Métadonnées. ISO 19115 comprend un lot minimum de métadonnées, qu'il est fortement recommandé de suivre. Ce lot minimum est indiqué ci-après :

### Éléments ISO

lot de données Titre (M)
lot de données Date de référence (M)
lot de données Résumé (M)
métadonnées Point de contact (M)
métadonnées Dateur (M)
lot de données Langage (M)
lot de données Catégorie de thème (M)

lieu géographique (matrice de caractère ou marqueur) **(C)**  
 lot de données Lot de caractères **(C)**  
 métadonnées Langage **(C)**  
 métadonnées Lot de caractères **(C)**  
 métadonnées Nom standard **(rO)**  
 métadonnées Version standard **(rO)**  
 type de représentation spatiale **(rO)**  
 format de distribution **(rO)**  
 lot de données Point de contact **(rO)**  
 alignement **(rO)**  
 ressource en ligne **(rO)**  
 système de référence **(rO)**  
 lot de données Résolution spatiale **(rO)**  
 métadonnées Marqueur de fichier **(rO)**  
 extension (verticale) **(rO)**  
 extension (temporelle) **(rO)**  
 lot de données Objectif **(O)**  
 lot de données Avancement **(O)**  
 lot de données Fréquence de maintenance et de mise à jour **(O)**  
 contraintes d'accès **(O)**  
 contraintes d'utilisation **(O)**  
 mots-clés **(O)**  
 lot de données Créateur **(O)**  
 référence actualité **(O)**

**C** - conditionnel

**M** - obligatoire

**O** - optionnel

**rO** – recommandé, optionnel

#### Lot minimum de métadonnées

- Le modèleur de données se référera aux infrastructures de données spatiales au niveau national, qui ont défini des marqueurs permanents d'entités. Un marqueur permanent d'entité est un attribut, attaché à un objet du monde réel (par exemple routes, fleuves, administrations), qui est commun à plusieurs applications SIG. Le fait d'utiliser des marqueurs permanents permet donc de combiner des données de différentes applications. Il est extrêmement important que, lors de la conception d'un système d'information sur le littoral, le modèleur de données soit bien informé sur les entités qui ont des marqueurs permanents établis par l'organisme national de normalisation. La gestion d'une entité « permanente » ou commune doit être effectuée au sein de la communauté, avec une autorisation accordée à certains organismes pour créer ou évaluer ces entités.

## **F. REPRÉSENTATION SPATIALE DES DONNÉES**

La Terre présente une forme très complexe. Sa surface est accidentée par des chaînes de montagnes et des océans profonds. Pour tracer les contours de sa géographie, un système de référence ou un modèle est nécessaire, qui permettra d'enregistrer ces irrégularités topographiques et de localiser clairement tout point isolé sur la Terre. Le problème est qu'existe une variété de systèmes de référence, en particulier en Europe. En conséquence, lorsque l'on combine ou intègre les données de différents fournisseurs dans un SIG, les différents thèmes (entrées) ne sont pas en alignement précis. Pour surmonter ces imperfections, qui pourraient considérablement détériorer la qualité globale des applications concernant le trait de côte, il est recommandé qu'un certain nombre de normes soient adoptées par les diverses autorités qui souhaitent mettre en œuvre de tels systèmes d'information côtière. Cette section explique en détail le besoin d'adopter des systèmes communs de référence spatiale.

- Extension géographique du système d'information côtière.** EUROSION recommande fortement la mise en œuvre de systèmes d'information côtière au niveau des régions administratives côtières, élargies aux limites des cellules sédimentaires côtières recouvrant l'étendue de la région. Une cellule sédimentaire côtière peut se définir comme une longueur de trait de côte et des zones littorales associées où le mouvement de sédiments est en grande partie indépendant. Les cellules sédimentaires sont séparées les unes des autres par des fleuves et parfois par de larges promontoires où la direction de dérive littorale change ; la longueur des cellules sédimentaires peut être très courte (moins d'un kilomètre) ou très longue (100 kilomètres).

- **Système de référence des coordonnées.** Conformément aux résolutions des agences cartographiques européennes et de la Commission européenne, EUROSION recommande l'adoption de ETRS89 pour la production et l'archivage des données spatiales sur les zones du littoral européen. À cet égard, il est utile de mentionner que certaines institutions, telles que l'Association internationale de géodésie (IAG) ou Eurogeographics ([www.eurogeographics.org](http://www.eurogeographics.org)), qui regroupe les agences nationales de cartographie de l'Union européenne, fournissent la méthodologie et les paramètres nécessaires (7 paramètres) pour convertir les coordonnées de tous les systèmes de coordonnées dans le système ETRS89.
- **Système de référence vertical.** Conformément à la résolution de l'IAG et de la Commission européenne, EUROSION recommande l'adoption d'EVRF 2000 comme système de référence vertical pour caractériser l'altitude liée aux données spatiales, dans les zones du littoral européen. EVRF 2000 est caractérisé par :
  - la hauteur du « Niveau normal d'Amsterdam » (NAP)
  - les écarts potentiels de pesanteur sur le NAP ou les hauteurs normales équivalentes.