NATIONS
UNIES

E

Conseil Économique
et Social

Distr.
GÉNÉRALE

CEP/AC.10/2002/9
20 décembre 2001

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DES POLITIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

Groupe de travail spécial de la surveillance de l'environnement
(Deuxième session, 28 février-1er mars 2002)
(Point 6 de l'ordre du jour provisoire)

# SURVEILLANCE DES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX DANS TOUTE L'EUROPE ET ÉTABLISSEMENT DE RAPPORTS SUR LA QUESTION: RÔLE ET CONTRIBUTION DES DONNÉES DE TÉLÉDÉTECTION

Document de synthèse établi par l'Institut de l'environnement et de la durabilité
Centre commun de recherche de la Commission européenne[1]

## Introduction

1. La télédétection peut contribuer utilement aux activités de surveillance des problèmes environnementaux et d'établissement de rapports sur la question, notamment lorsque l'objectif de ces activités est de procéder à des observations prolongées sur des échelles spatiales étendues, c'est-à-dire aux échelles régionale, continentale ou même mondiale, sur la totalité du cycle saisonnier pendant plusieurs années.

2. La Commission européenne (CE) est depuis longtemps consciente des possibilités qu'offrent les techniques de télédétection dans l'élaboration de ses politiques environnementales. En conséquence, le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission a beaucoup œuvré au fil des ans dans le domaine des applications spatiales et de la gestion de l'information spatiale pour étayer ces politiques. L'Institut de l'environnement et de la durabilité (IES), qui vient d'être créé, entreprend en particulier un certain nombre de projets qui intéressent directement cette question.

[1] Le présent document n'a pas été revu par les services d'édition.

GE.01-32646 (F)

3. Vu le rôle et l'importance de la télédétection, entre autres sources d'information sur l'environnement, la Commission a entrepris, aux niveaux européen et national et en collaboration avec l'Agence spatiale européenne et un certain nombre de partenaires, de promouvoir une initiative de Surveillance mondiale de l'environnement et de la sécurité (Initiative GMES). Cette opération devrait aboutir, d'ici à la fin de la présente décennie, à la mise en place de systèmes opérationnels fournissant des renseignements de nature essentiellement géographique permettant de décrire, de manière intégrée, soit les processus naturels qui se déroulent dans l'espace et dans le temps, soit les incidences des activités anthropiques.

4. On trouvera ci-après, après un bref aperçu de la mission et des activités principales du CCR, et en particulier de l'IES, en ce qui concerne les applications environnementales des techniques de télédétection, une revue détaillée des projets en cours susceptibles d'apporter une contribution dans ce domaine. On présentera également une première liste des thèmes prioritaires à développer dans le cadre de l'Initiative GMES. Enfin, on présentera, de façon détaillée également, un ensemble de propositions sur le rôle et la contribution des données de télédétection à la surveillance des problèmes environnementaux dans toute l'Europe et à l'établissement de rapports sur la question, en se fondant sur les activités et thèmes susmentionnés.

## I. LE CENTRE COMMUN DE RECHERCHE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

5. Partie intégrante de la Commission européenne, le CCR est un partenaire des Directions générales de la Commission chargées des politiques générales. Il œuvre dans l'intérêt commun des États membres de l'Union européenne et des citoyens européens tout en restant entièrement à l'écart des pressions individuelles, commerciales et nationales. Sa fonction, qui est de procurer l'appui scientifique et technique nécessaire au choix des orientations européennes, est au cœur du processus décisionnel.

6. Les activités du CCR associent la fourniture d'un appui technique à court terme à la recherche stratégique à long terme. Son programme de travail scientifique, qui est axé sur les nécessités des politiques communautaires, est organisé en coopération étroite avec les Directions générales clientes. Une bonne partie de ce travail est menée avec des partenaires de l'ensemble de l'Europe, dont des institutions, instituts de recherche, universités et entreprises de haute technologie des États membres. Pour s'acquitter des responsabilités qu'il assume dans le cadre de l'Espace européen de recherche (EER), le CCR travaille beaucoup en réseau. Ce faisant, ses activités contribuent à la création d'un système de référence scientifique et technologique commun à l'appui de l'élaboration des politiques, élément essentiel à l'EER.

7. Les problèmes environnementaux sont au cœur du mandat du CCR. C'est ainsi que l'IES, l'un des sept instituts qui le composent, a pour mission de procurer l'appui scientifique et technique nécessaire aux stratégies communautaires de protection de l'environnement et de promotion d'un développement durable. Pour étayer l'élaboration de politiques d'environnement appropriées, qui sont le principal moyen de parvenir à un développement durable, l'IES étudie les niveaux et le devenir des polluants dans l'air, les eaux et les sols; analyse les effets de ces polluants sur l'environnement et les individus; et favorise un approvisionnement énergétique durable. Par son approche intégrée, il met à profit des compétences techniques dans différents

domaines: sciences expérimentales, modélisation, géomatique et télédétection. Ainsi, l'Institut est à l'avant-garde de la recherche européenne pour un environnement viable.

8. Les activités principales de l'IES sont les suivantes:

- Dans le domaine des changements climatiques: analyser les processus et élaborer les outils permettant de mettre en œuvre les accords internationaux;

- Dans le domaine de la surveillance de la végétation: fournir des informations au sujet de la dégradation de l'environnement et de l'épuisement des ressources naturelles;

- Dans le domaine des paysages européens: fournir les éléments de base d'une infrastructure de géo-information européenne, notamment sur les incidences des risques naturels;

- Dans le domaine des ressources européennes en sols et en eaux: mener des travaux de recherche sur les sols, les déchets et les eaux intérieures et marines;

- Dans le domaine des énergies renouvelables: donner des avis sur des questions technologiques afin d'appuyer l'adoption de sources d'énergie renouvelables;

- Dans le domaine de la pollution physique: se pencher sur des problèmes tels que ceux du bruit, de la pollution électromagnétique, du rayonnement ultraviolet et de la radioactivité dans l'environnement;

- Dans le domaine des émissions et de la santé: étudier notamment les principales causes et les effets de la pollution atmosphérique.

## II. PROJETS DU CCR (IES) UTILISANT DES DONNÉES SUR L'ENVIRONNEMENT OBTENUES PAR TÉLÉDÉTECTION

9. Les projets ci-après, qui sont actuellement en cours d'exécution au CCR (IES) au titre du cinquième Programme-cadre communautaire pour la recherche, mettent à profit des données de télédétection pour observer les problèmes d'environnement qui se posent en Europe et au-delà et établir des rapports sur cette question.

- ***Risques naturels (NaHa)*** (Projet CCR (IES) n$^{o}$ 036)

  Ce projet appuie, par des données scientifiques et techniques (indicateurs de risque, cartes des dommages), la mise en œuvre et la surveillance des politiques communautaires liées à la protection des citoyens contre les inondations et les incendies de forêt (amélioration des pratiques actuelles en matière de gestion des catastrophes pendant les phases de prévention et de postcrise).

- ***Géo-information pour le développement et la surveillance de l'environnement (EUROLANDSCAPE)*** (Projet CCR (IES) n$^{o}$ 039)

  Le projet EUROLANDSCAPE utilise des données d'observation de la terre, des systèmes d'information géographique et des modèles pour analyser le paysage

paneuropéen et les interactions complexes qui interviennent au niveau de ce paysage et de ses différentes composantes, obtenant ainsi des éléments déterminants pour la durabilité et la diversité des habitats de la flore et de la faune et essentiels à l'équilibre hydrique local et régional.

- ***Surveillance et gestion des côtes (COAST)*** (Projet CCR (IES) n° 043)

  Ce projet vise la mise en œuvre et le suivi des politiques communautaires dans la mesure où il fournit des produits et des outils intégrés permettant d'évaluer l'exploitation durable des ressources marines, la prévention de la pollution et la maîtrise de la qualité de l'eau, et où il procure un appui décisionnel à la gestion des zones côtières.

- ***Bureau européen des sols (ESB)*** (Projet CCR (IES) n° 105)

  Ce projet vise à fournir aux décideurs et aux autres utilisateurs des données harmonisées et cohérentes sur les sols européens (état actuel et indicateurs des futurs changements de la qualité des sols) et à recueillir, sous une présentation uniforme, les données paneuropéennes géoréférencées disponibles sur les sols.

- ***Système global d'information sur l'environnement (GEIS)*** (Projet CCR (IES) n° 049)

  Ce projet fournit les informations sur les modifications du couvert végétal mondial et la productivité primaire des systèmes marins du monde entier nécessaires aux politiques communautaires dans les domaines de l'environnement, du développement et des affaires étrangères. Il est axé sur les programmes d'aide et de développement et sur la mise en œuvre des conventions d'environnement.

- ***Rayonnement ultraviolet, exposition au bruit intérieur et champs électromagnétiques (UNIE)*** (Projet CCR (IES) à décider)

  Dans le cadre de ce projet, on établit, entre autres, une climatologie du rayonnement ultraviolet de surface en Europe de 1984 à l'heure actuelle, à l'aide de cartes journalières d'une résolution spatiale de 0,05 deg, obtenues par modélisation du transfert radioactif et exploitant des données d'observation de la terre. Ce projet devrait livrer un ensemble de données destinées à étayer les études d'impact sur la santé et l'environnement.

- ***Information géographique et systèmes d'information géographique: harmonisation et interopérabilité (GI/GIS)*** (Projet CCR (IES) n° 084)

  Axé sur l'information géographique et les systèmes d'information géographique, ce projet vise la création d'une infrastructure européenne de données spatiales. On y étudie notamment les arrangements politiques, organisationnels, techniques et financiers nécessaires pour faciliter l'accès à l'information géographique.

## III. THÈMES PRIORITAIRES DE L'INITIATIVE GMES

10. Les neuf thèmes prioritaires ci-après, qui prévoient l'exploitation de données de télédétection à l'observation des problèmes environnementaux à l'échelle européenne et mondiale et à l'établissement de rapports sur cette question, sont les principaux éléments de la liste initiale GMES des activités possibles.

Surveillance régionale à l'échelon européen:

*A. Évolution de la couverture terrestre en Europe*

Définir l'évolution de la couverture terrestre (1950-2000) dans les États membres de l'Union européenne et dans les pays candidats à l'adhésion (Europe des Quinze élargie) et caractériser les sites naturels protégés, les écosystèmes et les paysages représentatifs; les zones urbaines; et les zones côtières.

*B. Stress environnemental en Europe*

Répertorier, cartographier et définir les «points noirs» de l'écologie dans l'Europe des Quinze élargie: sites de déversement d'hydrocarbures, de pollution organique des mers, d'érosion côtière, de dégradation des sols et de désertification.

Surveillance mondiale:

*C. Surveillance mondiale de la végétation*

Surveiller la végétation mondiale afin de: a) détecter les incidents et mesurer l'évolution du couvert forestier mondial, en accordant une attention particulière aux forêts tropicales et boréales; b) contribuer à l'évaluation de la sécurité alimentaire sur l'ensemble de la planète; c) évaluer les flux et les stocks de carbone dans la biosphère.

*D. Surveillance mondiale des océans*

Améliorer les outils permettant d'obtenir des informations sur les océans à l'échelon mondial, à partir des moyens de surveillance actuels, afin de fournir une assistance dans les domaines suivants: prévisions météorologiques saisonnières; recherche sur les changements planétaires; océanographie à des fins commerciales; et défense.

*E. Surveillance mondiale de l'atmosphère*

Fournir des évaluations périodiques de l'état de l'atmosphère en accordant une attention particulière aux aérosols, aux rayonnements UV et à des polluants spécifiques, en coordination étroite avec les réseaux de surveillance au sol.

Questions de sécurité:

*F. Soutien à l'aide au développement régional*

Contribuer à la production et au transfert de savoir-faire et de technologie dans le cadre du Programme PUMA (Météosat de seconde génération), en accordant une importance particulière aux applications terrestres en Afrique.

*G. Systèmes de gestion des risques*

Fournir des systèmes opérationnels d'aide à la gestion des risques (alerte rapide, évaluation des incidences et réaction) dans les zones sensibles de l'Union européenne, en ciblant les risques suivants: inondations, incendies de forêt, marées noires, instabilité des structures bâties.

*H. Systèmes de gestion des crises et d'aide humanitaire*

Mettre sur pied un système d'information en vue de répondre aux crises et d'apporter une aide humanitaire, en accordant une attention particulière aux éléments suivants: a) données cartographiques de base avec des couches d'information adéquates, et b) diffusion, utilisation et mise à jour des informations par des systèmes interactifs.

Action horizontale de soutien:

*I. Outils de gestion de l'information et contribution à la mise au point d'une «infrastructure européenne de données spatiales»*

Définir des mesures de gestion de l'information (acquisition, accès, échange et utilisation de données environnementales et de données géoréférencées) et créer des infostructures harmonisées avec des portails communs vers des infoservices. Pour l'acquisition des données, l'accent sera mis sur la topographie (modèles de terrain numériques, réseau hydrologique) et la couverture terrestre, à une échelle propre à favoriser la prise des décisions depuis l'échelon local jusqu'à celui de l'Europe des Quinze élargie. Pour l'infrastructure et les outils, le travail sera axé sur les systèmes de données avancés, la fusion des données, le stockage et l'exploitation des données ainsi que sur des cartes thématiques fondées sur des systèmes d'information indépendants des plates-formes et des domaines et sur des systèmes de méta-information types ouverts.

## IV. EXEMPLES DU RÔLE ET DE LA CONTRIBUTION DE LA TÉLÉDÉTECTION

11. Les données de télédétection peuvent jouer un rôle important dans l'observation des problèmes environnementaux qui se posent dans l'ensemble de l'Europe ainsi que dans l'établissement de rapports sur la question. Les exemples ci-après d'applications quasi opérationnelles reposent sur les données d'expérience actuelles découlant des nombreuses activités du CCR (IES) dans le domaine des applications spatiales et de la gestion de l'information spatiale ainsi que sur les réalisations prévues dans le cadre de l'Initiative GMES.

## A. Zones de végétation naturelle et zones urbaines

12. Les résultats du projet EUROLANDSCAPE du CCR (IES) donnent à penser que trois grands thèmes pourraient donner lieu à une opération d'évaluation continentale à grande échelle, à savoir:

- Cartographie et observation des forêts,
- Cartographie et observation des prairies et des autres zones de végétation naturelle,
- Cartographie et observation des zones urbaines et des couloirs de transport.

13. D'après cette approche, on pourrait élaborer deux types de cartes forestières expérimentales. Le premier, qui se fonde sur les données du Radiomètre à très haute résolution de l'Administration nationale de l'océan et de l'atmosphère des États-Unis, couvre la zone paneuropéenne et indique la proportion/probabilité forestière sur une résolution d'un kilomètre (fig. 1). Le second exploite les données du Capteur à large champ de vision de l'IRS pour diviser l'Union européenne en trois classes de forêt sur une résolution de 200 mètres. Ces deux types de cartes peuvent être utilisés pour évaluer la diversité structurelle des zones forestières et leur irrégularité. On peut les combiner avec d'autres bases de données (modèles de terrain numériques ou types de sols) afin d'obtenir des cartes des types de forêt au niveau régional permettant d'évaluer la diversité biologique.

Figure 1. Carte de la proportion forestière de l'Union européenne établie d'après les données de l'Administration nationale des océans et de l'atmosphère des États-Unis

14. Les forêts et autres terres boisées couvrent environ 40 % de l'Union européenne, tandis que les prairies et autres zones de végétation naturelle en couvrent 15 à 20 %. La superficie et la diversité de ces types (plutôt stables) de couverture du sol devant normalement être observées en permanence, on pourrait envisager d'étendre la cartographie ci-dessus aux prairies et autres zones de végétation naturelle afin d'obtenir une représentation cohérente de la zone paneuropéenne.

15. Tout comme les zones de végétation, les zones urbaines et les couloirs de transport peuvent être eux aussi cartographiés, classés et observés (fig. 2). Même si de nombreuses métropoles sont déjà couvertes par les activités d'observation menées actuellement au CCR (IES), la majorité des zones construites reste exclue de cette approche. Les secteurs de l'étalement des villes et de la création de réseaux de transport ayant de graves retombées sur le milieu environnant, ils devraient être analysés parallèlement aux secteurs des forêts et des prairies et autres zones de végétation naturelle, dans le cadre d'une évaluation intégrée.

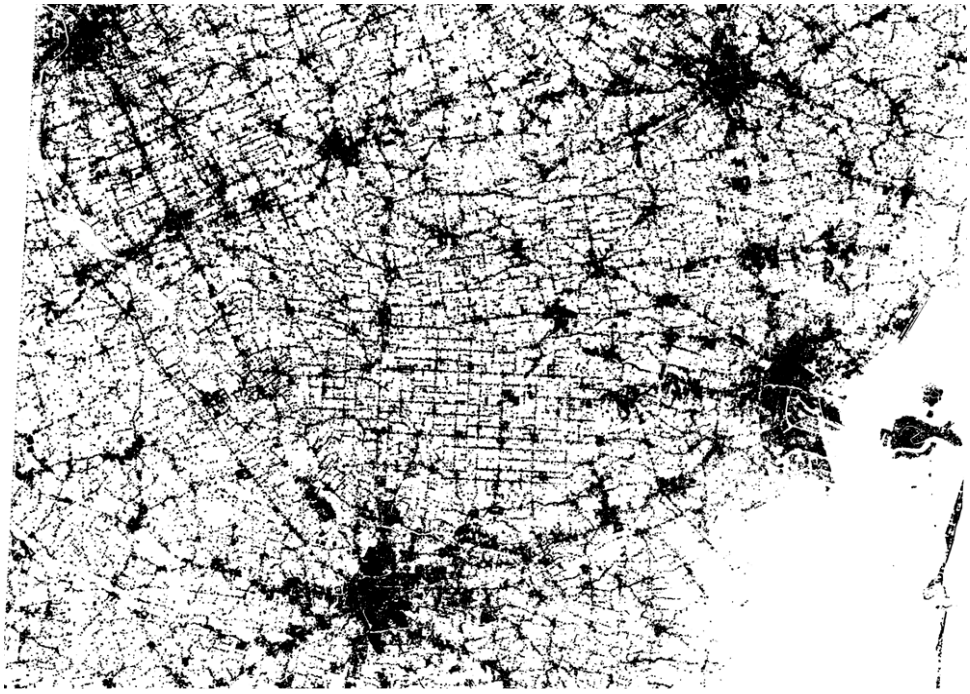


Figure 2. Superficie, structures et schémas des zones construites dans le nord-est de l'Italie (Venise apparaît sur la droite)

### B. Vers une surveillance de la végétation à l'échelon mondial

16. Les concepts ci-dessus peuvent être facilement exportés et appliqués dans d'autres régions du monde, comme le fait le CCR (IES) dans le cadre de son projet GEIS pour l'Eurasie avec l'initiative Sib-TREES, entreprise conjointement avec l'Institut international des forêts de Moscou (Russie) afin d'observer les forêts de taïga de Sibérie-Eurasie. Il s'agit d'améliorer la compréhension et la connaissance de l'état actuel et de l'évolution de la forêt sibérienne dans le contexte des conventions internationales, en particulier du Protocole de Kyoto relatif à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Cela permettra d'enrichir l'information disponible (sur l'état actuel de la forêt eurasienne boréale et ses processus

dynamiques), notamment en ce qui concerne l'évaluation du bilan du carbone, et de compléter le système d'information afin d'obtenir des données harmonisées pour la totalité de l'écosystème, et ce de façon répétée et systématique.

17. La télédétection donne l'occasion privilégiée d'actualiser les cartes et les statistiques des forêts et de mettre au point un système de surveillance adapté à la situation particulière des écosystèmes de la zone boréale sibérienne. Certes, la plupart des éléments techniques d'un tel système de surveillance existent déjà, mais le montage d'un dispositif d'information fiable est encore loin d'être opérationnel. Il faudrait insister sur l'harmonisation des données forestières aux échelons continental et régional par diverses sources de données compatibles avec l'étendue géographique du territoire: 13 millions de $km^2$, dont 8,6 millions sont couverts de forêt (en Russie). Étant donné le peu de sensibilisation à l'état des forêts en Sibérie et l'évolution, qui risque d'être rapide, du secteur forestier en Russie, cette opération doit être complétée par une analyse minutieuse des zones précises dont on sait qu'elles subissent des modifications. La dimension de cette entreprise suppose l'établissement d'un système puissant d'information et de gestion des données.

## C. Dégradation des sols

18. Dans le cadre d'une initiative complémentaire, le projet «ESB» du CCR (IES) donne des exemples de l'application de la télédétection à la modélisation et à la surveillance de la dégradation des sols, particulièrement dans des conditions semi-arides et sub-humides (qui sont caractéristiques des pays du bassin méditerranéen, mais aussi de régions voisines telles que le sud-est de l'Europe centrale, le Moyen-Orient et l'Asie occidentale). Sur de vastes zones, depuis l'échelon régional jusqu'à celui de la Méditerranée, la modélisation peut être utilisée pour évaluer le risque d'érosion en utilisant les données relatives à la densité du couvert végétal obtenues par télédétection comme paramètre dynamique afin d'étalonner et de définir l'élément «croissance et décomposition de la végétation» du modèle (fig. 3).

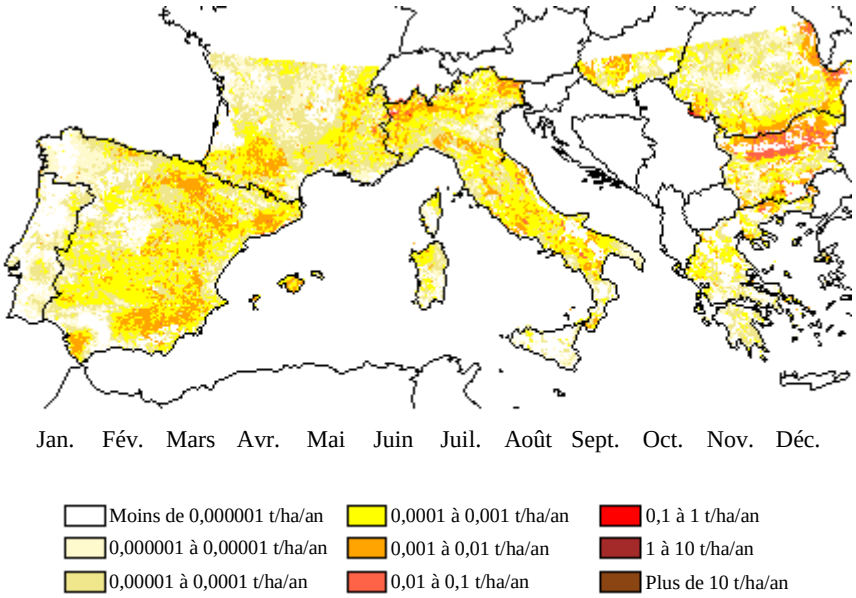



Figure 3. Modélisation IDR du risque d'érosion régionale en Méditerranée septentrionale (d'après des données climatiques de 1993) en tant qu'indicateur de la dégradation actuelle

19. La notion de modèles IDR (indice de dégradation régionale) repose sur l'utilisation d'un modèle hydrologique unidimensionnel sur un maillage d'un kilomètre carré qui donne une estimation dynamique de la végétation et de la biomasse organique au sol potentielles en fonction de l'utilisation des terres et du climat mensuel. Le couvert végétal sert alors à définir les seuils d'érosion selon le climat local (essentiellement la distribution des précipitations extrêmes), le relief et les sols tels qu'ils découlent des modèles d'élévation numériques et du Système d'information sur les sols européens. Ces simulations sont comparées à la couverture terrestre obtenue par télédétection pour indiquer l'ampleur de la perturbation réelle sous l'effet de l'homme. Ce modèle fournit une méthode rationnelle d'estimation non seulement de l'ampleur relative actuelle de la désertification, mais aussi de la sensibilité aux modifications de l'utilisation des terres ou aux changements climatiques.

20. Jusque-là, la méthode RDI a été appliquée essentiellement à l'érosion hydrique des sols. On utilise des mosaïques des données du Radiomètre à très haute résolution de l'Administration nationale de l'océan et de l'atmosphère des États-Unis sur une résolution d'un kilomètre pour obtenir des valeurs périodiques (par exemple à des intervalles mensuels ou décennaux) du couvert végétal et de la température de surface ou pour estimer la couverture terrestre et/ou la biomasse. Les systèmes nouveaux ou à venir (VEGETATION, MODIS ou MERIS) pourraient permettre d'estimer aussi d'autres propriétés des sols. Les résultats des modèles sont comparés aux données relatives à la dégradation des sols sur certains sites d'essai étudiés à l'aide de données de télédétection à haute résolution (imagerie TM de Landsat). Les sols érodés sont souvent identifiés par des changements de couleur caractéristiques qui s'expliquent par la disparition de la couche arable. L'intensité des changements et la teneur de la couche arable en matière organique fournissent des éléments de diagnostic importants pour l'identification spectrale de la majorité des sols (méditerranéens) restés intacts. L'érosion produit des profils pédologiques tronqués, avec des quantités décroissantes d'oxydes de fer et de carbone organique tandis que la proportion de roche-mère décroît. La plupart des roches-mères sont spectralement différentes des substrats pédologiques développés en raison, notamment, de caractéristiques d'absorption spectrale spécifiques et d'une augmentation de l'albédo. Le concept qui en résulte, qui repose sur l'exploitation, par des modèles de mélanges spectraux, du contraste spectral entre les substrats développés et les roches-mères, fournit un cadre, largement applicable, de corrélation des phénomènes de surface décelables par le spectre aux conditions pédologiques.

## D. Utilisation des terres et couverture terrestre

21. Les modifications qui interviennent au niveau de l'utilisation des terres et de la couverture terrestre sont variables dans l'espace et dans le temps. Ces mutations sont d'importants facteurs de changement climatique et de perte de diversité biologique, tout en pesant lourdement sur la vie socioéconomique et la viabilité des interactions entre l'homme et l'environnement. Il importe de cerner et de comprendre les processus qui conduisent à des modifications de l'utilisation des terres, à une altération de la couverture terrestre sous l'effet des activités de l'homme et à une transformation des paysages. Ceci est particulièrement vrai des zones critiques qui sont le lieu d'utilisations concurrentes, comme l'a attesté le projet GI/GIS du CCR (IES).

22. L'étude de l'évolution, dans le temps, de l'utilisation des terres et de la couverture terrestre est essentielle à une bonne gestion. Pour comprendre les incidences des activités de l'homme, ainsi que celles des différentes politiques sectorielles, sur l'environnement, il importe de disposer d'une base de données chronologiques concernant ces changements. C'est ainsi qu'il a déjà été

mis sur pied des bases de données prototypes qui renseignent sur les changements de la couverture terrestre survenus entre 1975 et les années 90 dans certaines zones côtières de l'Europe (fig. 4).

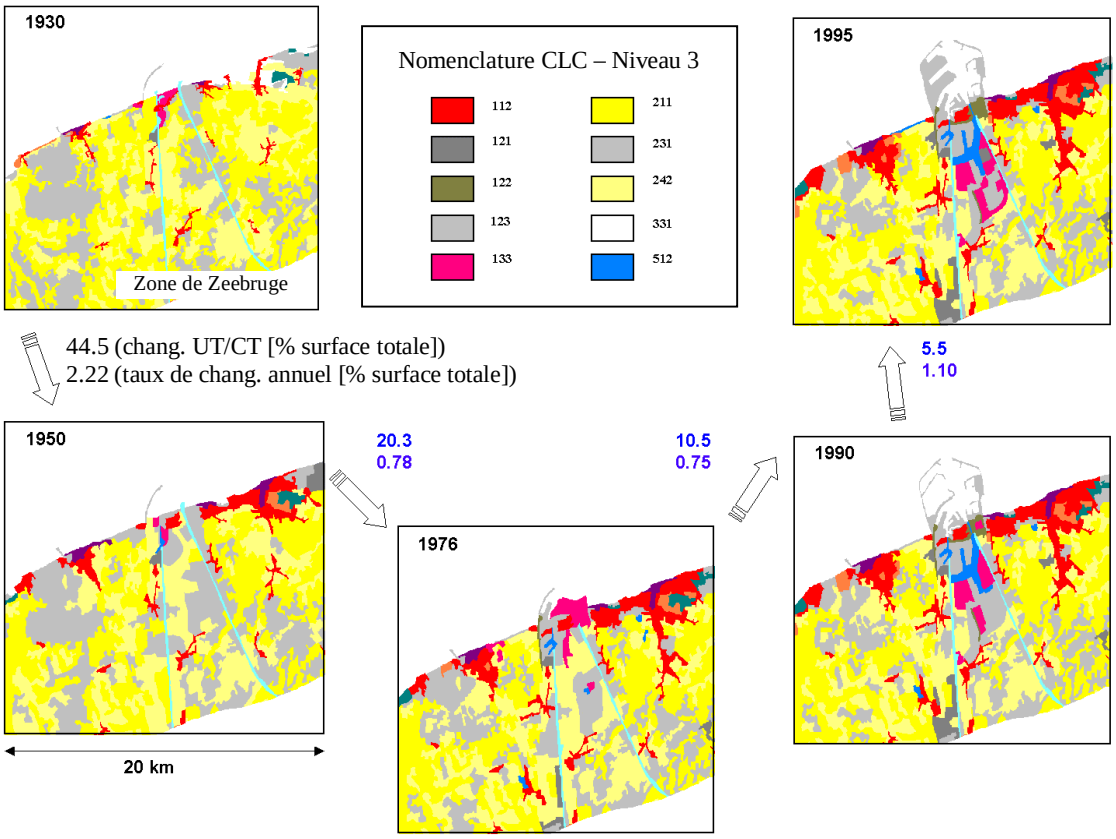



Figure 4. Évolution de la couverture terrestre le long des côtes belges entre 1930 et 1995

23. Pour une analyse exhaustive des retombées des politiques de l'environnement sur le paysage, il ne suffit pas de savoir que la superficie en terres arables ou en pâturages a diminué au cours d'une période donnée. Il importe de connaître quelle superficie de terres couvertes de végétation naturelle ou de pâturages est passée à des terres arables et quelle superficie est passée de terres arables à des pâturages ou à des zones urbaines. Les données de télédétection peuvent servir à établir une estimation statistique de ces changements, mais le lien entre la cartographie et l'estimation n'est pas évident. Ainsi, si une superficie donnée est composée d'un mélange de parcelles dont 30 % sont arables, 40 % sont boisées et 30 % sont couvertes de cultures permanentes et si après quelques années cette proportion passe à 50 % de terres arables, 25 % de terres boisées et 25 % de terres couvertes de cultures permanentes, on peut considérer à juste titre que, d'un point de vue cartographique, la situation est restée inchangée (puisque la totalité de la surface considérée peut être classée comme paysage agricole hétérogène) mais, d'un point de vue statistique, il s'est produit des mutations profondes (fig. 5).

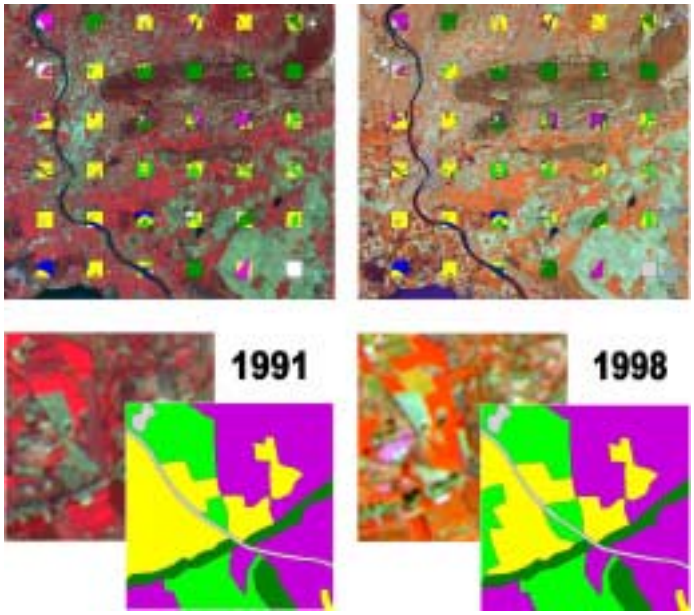



Figure 5. Évaluation des changements de la couverture terrestre sur le site «Arles» (France) du modèle MARS. Photo-interprétation visuelle sur des segments de 2 x 2 km

### E. Mers marginales et mers fermées

24. Les techniques de télédétection utilisant des capteurs orbitaux ont montré que l'on peut obtenir, depuis l'espace, une vue originale des zones côtières, des bassins marginaux et des mers fermées associant des éléments terrestres à des éléments maritimes. Dans le domaine maritime, la télédétection offre une vaste gamme de moyens qui complètent la collecte, classique, de données *in situ* aux fins de l'évaluation synoptique et systématique de l'interaction entre les processus biogéochimiques et les processus physiques aux niveaux régional et mondial. Cependant, de simples images, dérivées de la télédétection, de la surface des océans, certes spectaculaires, sont rarement suffisantes pour permettre de bien exploiter le potentiel informationnel de la technique. C'est dans l'observation à long terme, et à grande échelle, de bassins entiers que la télédétection marine est réellement intéressante. En raison du caractère très dynamique de nombreux processus côtiers et marins, ce type d'information doit être analysé statistiquement, donc à partir de séries chronologiques historiques, pour pouvoir évaluer les tendances écologiques sur des périodes appropriées. Les données nouvelles peuvent alors servir à surveiller les anomalies, c'est-à-dire les écarts par rapport aux conditions statistiques décrites par la climatologie.

25. Le projet COAST du CCR (IES) donne d'excellents exemples de l'application de ces concepts, avec diverses activités: prise en compte des données de télédétection dans la gestion des zones côtières; gestion durable des ressources marines; évaluation et cartographie de la qualité de l'eau (eutrophisation, turbidité); et observation de la productivité primaire globale, élément essentiel à la compréhension du bilan carboné. Pour les mers marginales et les mers fermées, on peut généralement utiliser les séries chronologiques des données d'observation satellitaire recueillies par une série de capteurs au cours des 20 dernières années pour faire la distinction entre les provinces géographiques configurées par les courants ou les panaches

côtiers, les structures de moyenne échelle et les structures de grande échelle. Les séries chronologiques de données de télédétection, qui indiquent les principales tendances des paramètres d'environnement dans ces provinces, peuvent être intégrées à des ensembles de données, statistiques et indicateurs pour donner des renseignements statistiques de qualité sur diverses échelles géographiques (fig. 6). Ces observations donnent des indications sur le rôle joué par les activités de l'homme, le cadre géographique et le forçage atmosphérique dans la distribution, observée, des paramètres de surface dans l'espace et dans le temps et sur l'effet qu'ils pourraient avoir au niveau des marges continentales des mers côtières. Cette information peut, à son tour, étayer les interventions concernant la santé publique, la préservation des ressources naturelles et de la diversité biologique et la protection contre les catastrophes naturelles et/ou les dommages d'origine anthropique sur les côtes et en haute mer.

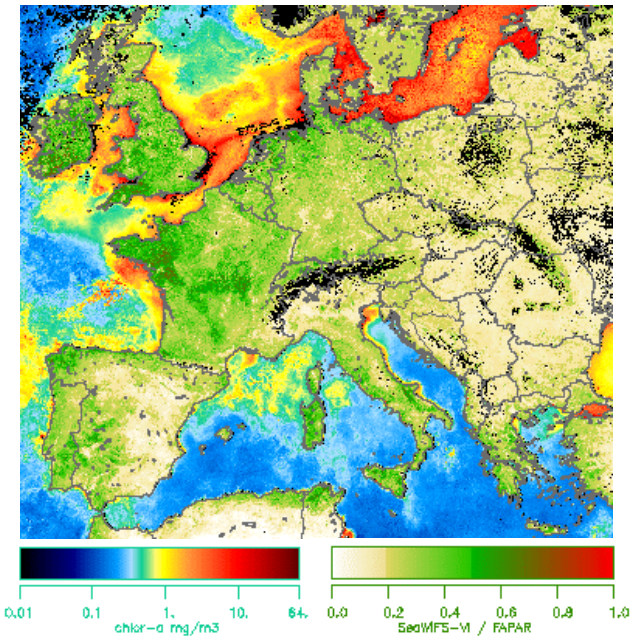



Figure 6. Indices de la végétation marine et terrestre pour le continent européen en avril 2000: concentration de pigments de type chlorophyllien (CHL) dans les eaux maritimes superficielles, et fraction du rayonnement photosynthétiquement actif absorbé (FAPAR) sur les sols

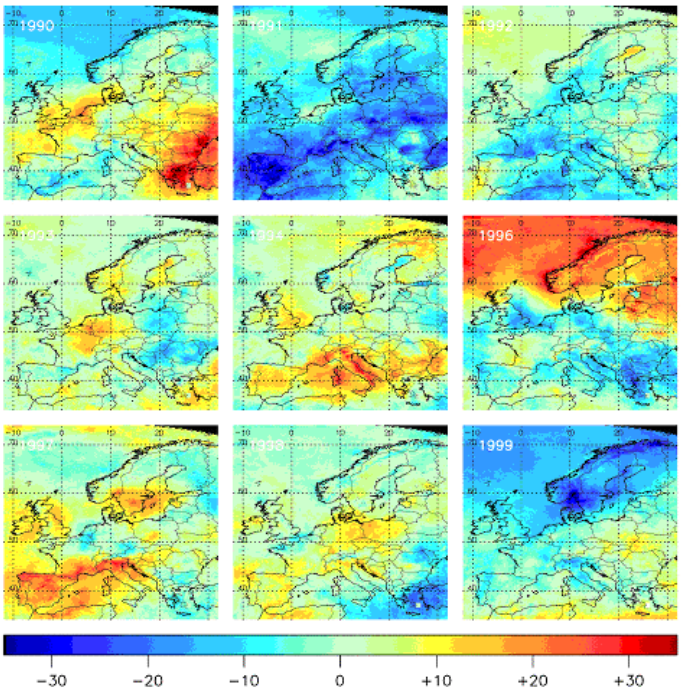
## F. Rayonnement UV en surface

26. Le projet UNIE du CCR (IES) vise à établir la climatologie des niveaux du rayonnement UV en surface sur la totalité du continent européen pendant un quart de siècle (de 1984 à l'heure actuelle). Une telle initiative illustre la manière dont on peut étayer les études d'impact sur l'environnement (par exemple les effets sur les plantes, la biologie marine et la biologie des eaux douces) et la santé (brûlures solaires, cancer de la peau et maladies ophtalmiques, par exemple). Les techniques de télédétection complètent le réseau d'instruments de mesure du rayonnement UV par la couverture géographique et la résolution élevées qu'elles autorisent tandis que les instruments au sol restent l'outil de référence pour ce qui est de la précision.

27. Cette méthodologie, qui s'appuie sur les modèles de transfert radioactif, utilise des données relatives aux paramètres atmosphériques et de surface de diverses sources, y compris la

télédétection. Les données relatives à la colonne d'ozone totale proviennent du Spectromètre imageur de l'ozone total (TOMS) ou de l'Appareillage de surveillance mondiale de l'ozone (GOME), et celles relatives à l'épaisseur optique des nuages et à l'albédo de surface des images METEOSAT à résolution intégrale. Les données climatologiques se composent de cartes de l'irradiance UV instantanée et des doses journalières en Europe, sur une résolution spatiale de 0,05 deg. On peut obtenir diverses doses UV en appliquant des fonctions de pondération spectrale (spectres d'action) particulières à l'impact radiatif à étudier (le spectre d'action érythémogène pour les effets cutanés ou les spectres d'action liés aux lésions de l'ADN, à la mortalité du phytoplancton et du zooplancton, par exemple). La figure 7 illustre un premier élément de la climatologie, par l'indication de la variabilité annuelle de la dose journalière érythémogène du rayonnement UV en mars pour les années 1990 à 1999.

DÉVIATION RELATIVE DE LA MOYENNE MENSUELLE DE LA DOSE JOURNALIÈRE ÉRYTHÉMOGÈNE PAR RAPPORT À LA MOYENNE DE 1990 à 1999 (MARS)




Déviation [%]

Figure 7. Exemple de variabilité de la dose journalière érythémogène moyenne du rayonnement UV en mars pour les années 1990 à 1999

## G. Risques naturels: incendies de forêt

28. Les incendies de forêt sont un sujet de préoccupation au niveau local comme au plan mondial. Au niveau local, ils provoquent d'importants dégâts économiques et écologiques. Au plan mondial, ils contribuent à des phénomènes de grande échelle tels que la déforestation et la dégradation des terres. L'un des plus gros problèmes qui se posent dans ce domaine est l'absence d'informations à l'échelle internationale. Il faudra surveiller les feux afin de limiter les ravages qu'ils provoquent à tous les niveaux. Une surveillance complète de ce phénomène appelle une

intervention à tous les stades des incidents, aussi bien avant (prévention et planification préalable) que durant les incendies et après (cartographie des zones brûlées et analyse des dommages).

29. Les éléments d'information livrés par la télédétection, qui sont des intrants importants de la méthodologie de surveillance des incendies de forêt, peuvent être utilisés au cours des différentes phases de l'observation. Des informations particulièrement utiles peuvent être obtenues pour la phase de planification préalable et pour l'évaluation a posteriori de l'étendue des dommages, y compris une analyse précise des dommages occasionnés à la végétation. Comme il ressort du projet NaHa du CCR (IES), les données de télédétection fournissent un élément spatial, impossible à obtenir autrement en l'occurrence, qui permet de représenter dans l'espace ces données en association avec d'autres ensembles de données, l'analyse des résultats et la construction de modèles de scénario (fig. 8), et d'apporter ainsi une contribution essentielle au processus de planification. Sans la télédétection, la collecte des données serait beaucoup plus coûteuse, mais aussi incomplète au plan spatial.

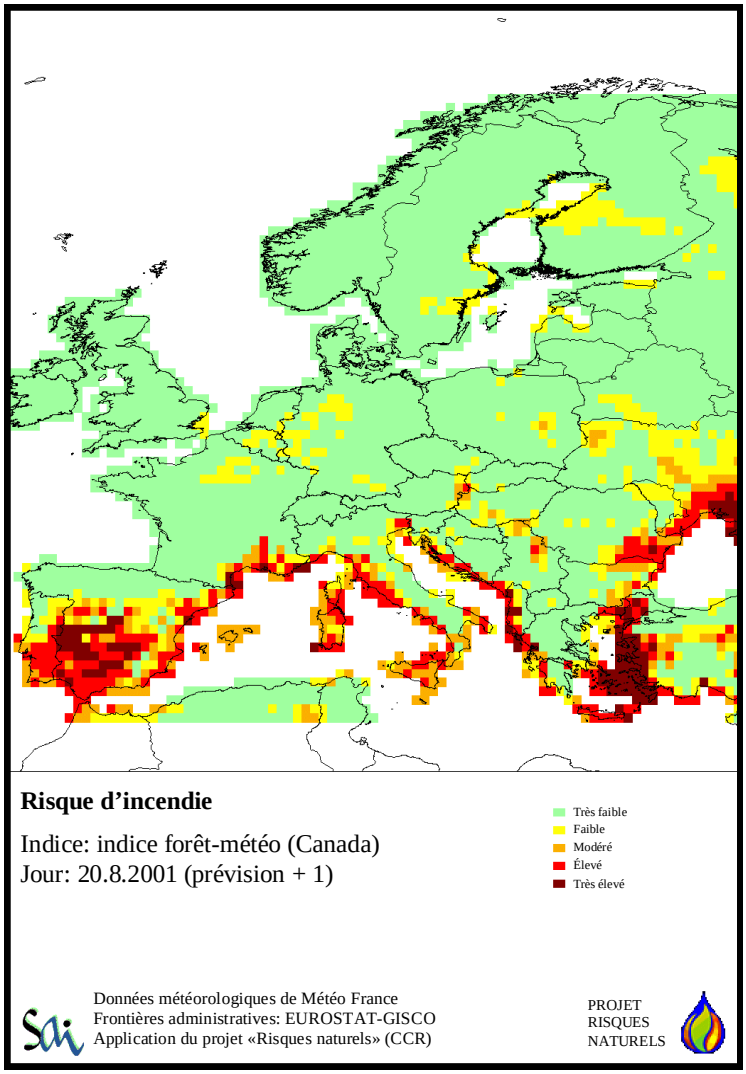



Figure 8. Distribution spatiale de l'indice du risque d'incendie dans le bassin méditerranéen (20 août 2001)

## H. Risques naturels: crues

30. Les inondations dues aux crues sont l'un des risques naturels les plus dévastateurs au monde. Elles ont une cause naturelle qui tient à des événements météorologiques et font partie du cycle général de l'eau. Cependant, la pression immobilière accrue (urbanisation) exercée sur les plaines alluviales naturelles, le redressement des cours d'eau pour permettre les transports, la perte de zones de rétention naturelles par la construction de barrages, les changements dans l'utilisation des terres, tels que le déboisement et les pratiques agricoles, introduits par l'homme et les effets des changements climatiques (élévation de la température et augmentation des précipitations) sont les principaux responsables de l'aggravation du risque de dommages sous l'effet des inondations.

31. Les stratégies de prévention des inondations et les plans d'intervention supposent une interaction complexe entre l'aménagement du territoire, les services hydrauliques et hydrologiques et les services agricoles et forestiers. La prévention, la prévision et l'évaluation de l'impact dépendent de l'accès à des outils de modélisation avancés (pour la construction de scénarios), à des données de base et à une information connexe. Les données de télédétection relatives à la couverture terrestre, à l'utilisation des terres et à la topographie sont des composantes de la méthodologie utilisée pour la cartographie (prévention) du risque d'inondation et pour la prévision des inondations (phase de planification préalable); elles sont aussi la composante primordiale de la phase postérieure à la crise, à savoir la cartographie de l'étendue des inondations et l'évaluation des dommages, au moyen de cartes établies d'après des données radar associées à des données relatives à la couverture terrestre.

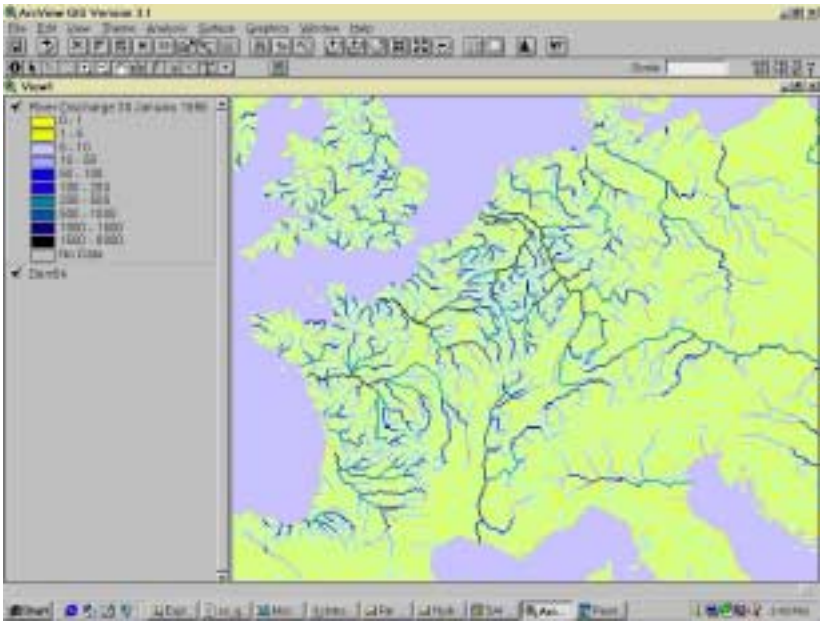


Figure 9. Exemple de prévision sur 10 jours du risque de crue des principaux cours d'eau d'Europe

## V. CONCLUSION

32. Plusieurs projets en cours, notamment ceux qui sont exécutés par des entités spécialisées telles que le CCR (IES), donnent des exemples de la contribution des techniques de télédétection aux applications environnementales. C'est pourquoi la liste initiale des thèmes prioritaires de l'Initiative GMES recouvre la plupart de ces contributions. Les résultats obtenus actuellement dans le cadre des vastes activités que mène actuellement le CCR (IES) dans le domaine des applications dans l'espace et de la gestion de l'information spatiale, et l'évolution prévue de l'initiative GMES, peuvent déboucher sur un ensemble de propositions quant à l'exploitation des données de télédétection à la surveillance des problèmes environnementaux qui se posent dans toute l'Europe et à l'établissement de rapports sur cette question. Comme on l'a déjà signalé plus haut, les données de télédétection donnent une dimension spatiale sans précédent dans la mesure où elles permettent de présenter dans l'espace l'association avec d'autres ensembles de données ainsi que l'analyse et les modèles de scénario qui en découlent. L'absence de ces facteurs augmenterait le coût des informations intéressant la plupart des problèmes d'environnement et empêcherait assurément l'exploitation d'une information complète dans le domaine spatial.

---