



CENTRE ROYAL
DE TÉLÉDÉTECTION SPATIALE

Produits & Services



Sommaire

L'observation de la Terre au Service du Développement4

Centre Royal de Télédétection Spatiale5

Agriculture6

Ressources Forestières14

Gestion du Territoire18

Océanographie et Zones Côtières22

Ressources en Eau28

Géologie et Ressources Minières32

L'observation de la terre au service du développement

Le Maroc s'est engagé depuis de nombreuses années dans des stratégies et programmes nationaux sectoriels qui visent à accélérer son développement et à améliorer sa compétitivité à l'échelle internationale.

La mise en place de ces stratégies de développement et de ces projets en matière d'infrastructures, de gestion des ressources hydriques et agricoles, de protection de l'environnement ou de lutte contre les effets des changements climatiques, reposent largement sur une connaissance détaillée des espaces et des ressources.

En effet, qu'ils s'agissent d'océans, de forêts, de phénomènes climatiques, de ressources en eau, de sécurité alimentaire, d'aménagement du territoire, leur gestion requiert des moyens techniques et des outils pour les mesurer, cartographier leur répartition géographique, évaluer leur évolution dans le temps et dans l'espace.

Dans cette perspective, les technologies de l'observation de la Terre par satellite sont devenues un outil incontournable dans la mise en œuvre de ces stratégies particulièrement quand il s'agit d'observer régulièrement le territoire, de suivre les évolutions spatio-temporelles, d'évaluer les impacts et d'apporter des informations pertinentes et récurrentes pour soutenir la gestion et la prise de décision sectorielle.

De 2007 à 2016, 181 satellites d'Observation de la Terre (hors satellites météorologiques) ont été lancés. Au cours de la prochaine décennie, plus de 600 satellites EO (50kg +, non météorologique) devraient être lancés pour soutenir les applications de la télédétection spatiale. Près de cinquante pays devraient lancer une capacité satellitaire et plus de la moitié devrait provenir du secteur privé.

Par ailleurs, les précisions des images acquises par ces systèmes ne cessent de s'améliorer pour atteindre actuellement des résolutions de 30 cm avec une capacité de revisite quotidienne grâce notamment au développement de constellations.

Depuis sa création, le CRTS a mis en œuvre plusieurs projets intégrant la télédétection et les SIG pour répondre aux besoins des utilisateurs en matière d'inventaire et de gestion des ressources naturelles et de protection de l'environnement et d'aménagement du territoire. Ces projets et ces activités ont pour objectifs de :

- Appuyer le développement de produits et services d'OT en matière de gestion de l'environnement, des ressources et de l'occupation des sols, et de gestion des risques.
- Faciliter l'accès aux données d'OT à l'ensemble des utilisateurs nationaux des données d'OT dans les secteurs public et privé
- Renforcer les capacités nationales pour l'exploitation des données satellites à travers un programme de formation continue et des travaux de Recherche-Développement

Les applications développées et les travaux réalisés constituent un support stratégique aux décideurs et concernent plusieurs domaines: l'Agriculture, les ressources en eau, l'aménagement du territoire, la gestion des risques et le développement urbain....

Centre Royal de Télédétection Spatiale



Image du satellite Pléiade, Port Tanger Med, 2016

Le Centre Royal de Télédétection Spatiale est une institution gouvernementale chargée de développer les applications de la télédétection et des technologies connexes au profit des départements ministériels et des agences gouvernementales pour une gestion plus opérationnelle des projets et programmes de développement socio-économique.

Pour accomplir sa mission, les actions du CRTS s'articulent autour de 4 axes stratégiques :

- assister et aider les utilisateurs afin de leur permettre une utilisation efficace des images satellite et des produits dérivés de la télédétection spatiale ;
- assurer à tous les utilisateurs des conditions d'accès optimales aux données de l'observation de la terre et à l'information géo-spatiale ;
- renforcer les capacités nationales et régionales et développer le savoir faire à travers des programmes de formation continue ;
- développer les connaissances et les domaines d'applications de l'observation de la terre à travers des activités de recherche & développement.

La coopération internationale constitue un pilier fondamental de l'action du CRTS grâce aux relations de coopération et de partenariat avec les institutions internationales, les opérateurs des systèmes d'observation de la terre et les agences spatiales.



AGRICULTURE

L'agriculture est un secteur clé dans le développement économique, social et environnemental du Maroc. L'augmentation de la production et l'amélioration de la productivité agricole, objectifs stratégiques de la politique agricole nationale, doivent faire face à de nombreux challenges : impacts des changements climatiques, raréfaction des ressources en eau, dégradation des sols, pression de l'urbanisation...

Dans ce contexte, le recours à la technologie et aux nouvelles techniques, notamment l'information Geospatiale issue de la télédétection satellite, constitue un moyen efficace pour la gestion des ressources agricoles, la planification et la mise en œuvre des stratégies dans une optique d'efficacité et de durabilité.

Grâce à l'imagerie satellite et sa combinaison avec des informations sur les sols, les données météorologiques, les observations de terrains., les opérateurs du domaine de l'agriculture (départements ministériels, Offices de Mise en Valeur Agricole, grandes entreprises agricoles, coopératives, exploitants agricoles..) peuvent accéder, selon leur besoin et en fonction de leur rythme temporel à :

- des cartographies dynamiques de l'occupation des sols ;
- des indicateurs pour le suivi de l'état des cultures et la production de statistique ;
- des bulletins de suivi du déroulement de la campagne agricole et la prévision de la production céréalière ;
- des informations sur les terrains irrigués ;
- des paramètres et indicateurs sur la consommation de l'eau et la productivité ;
- des cartographies sur le suivi des grands projets d'investissement agricole ;
- des informations Geospatiale, dynamiques et à jour pour alimenter les Systèmes d'Information Agricole ;
- des informations d'aide à la gestion des risques et catastrophes :
sécheresse, inondation, risque acridien...

Utilisateurs

- Directions centrales du Ministère de l'Agriculture de la Pêche Maritime du Développement Rural et des Eaux et Forêts
- Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole
- Agences de Bassins Hydrauliques
- Département chargé de l'Aménagement du Territoire
- Département de l'Environnement

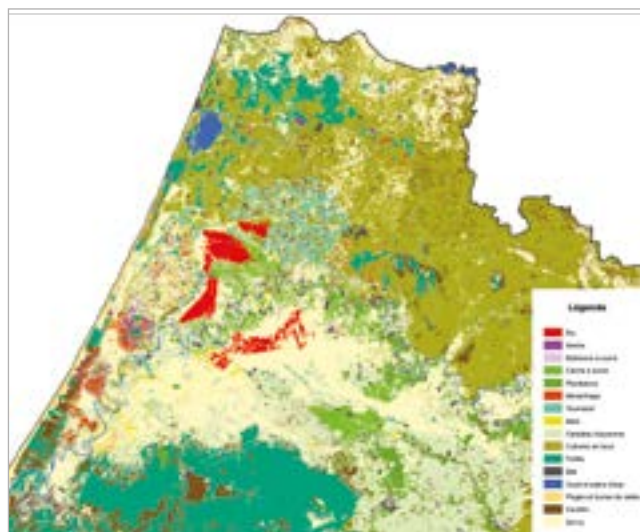
CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL

Le besoin en information sur l'agriculture devient de plus en plus important pour évaluer et suivre l'occupation du sol. Le recours aux images satellite, couplées aux données auxiliaires met à la disposition des décideurs et des gestionnaires des informations précises et utiles pour le développement agricole à différentes échelles : locale, régionale et nationale.

Grâce à ses résolutions spatiales et temporelles de plus en plus fines, la télédétection spatiale représente un outil indispensable pour caractériser les écosystèmes en terme d'occupation des sols à différentes échelles du 100.000^{ème} au 10.000^{ème} et générer les statistiques par entité administrative (commune, province).



Extrait de la zone d'action de l'ORMVA du Gharb couverte par une image Spot 6, 2016

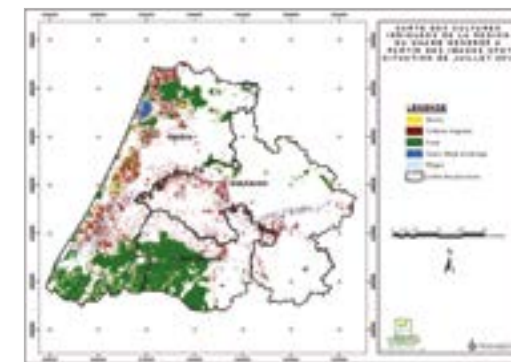


Carte d'occupation du sol de la région du Gharb (provinces de Kénitra et Sidi Kacem) à l'échelle 1/10.000^{ème} élaborée à partir d'images satellite Avril-Mai-Août 2010, pour le compte de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb

CARTOGRAPHIE DES CULTURES IRRIGUEES

Le besoin en information sur l'irrigation devient de plus en plus important pour évaluer et suivre la consommation et l'efficacité de l'eau par les cultures.

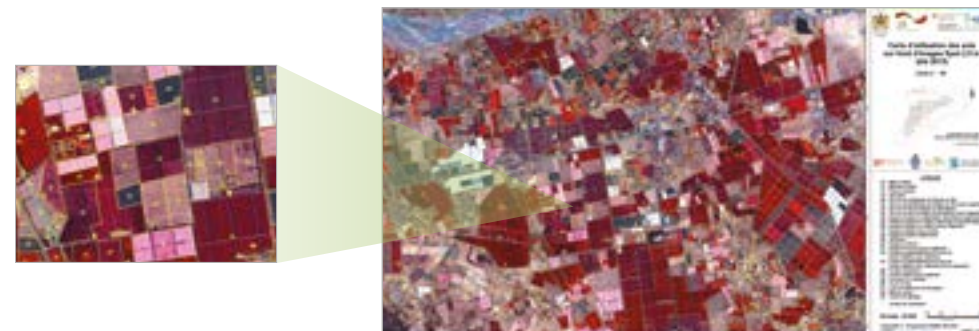
Des informations précises sur la localisation des zones irriguées, particulièrement les cartes des cultures irriguées extraites des données de télédétection peuvent être utilisées comme données d'entrée des différents modèles de bilan hydrique utilisés pour la prise de décision sur la gestion de l'eau. La cartographie peut être établie à différentes échelles : nationale, régionale et locale.



Carte des cultures irriguées de la région du Gharb élaborée à partir des images prises par le satellite Spot6 et 7 en juillet-août 2016 pour le compte de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb

Avec l'appui du programme AGIRE, le Centre Royal de Télédétection Spatiale en partenariat avec la GIZ, a réalisé deux projets de cartographie de l'occupation des sols qui ont couvert les zones de grand intérêt à l'Agence du Bassin Hydraulique du Souss Massa et à l'Agence du Bassin Hydraulique d'Oum Errabii, un ensemble de documents ont été produits. Il s'agit de :

- La carte d'occupation des sols de référence au 1/10.000^{ème} pour la plaine du Souss Massa pour l'année 2013 (produite à partir des images Spot5) ;
- Les cartes de suivi des changements des zones irriguées de 2002 à 2013 pour la plaine du Souss Massa (produites à partir des images Spot5) ;
- La carte d'occupation des sols de référence en 1/10.000^{ème} de la nappe du Tadla pour l'année 2015 (produites à partir des images Spot6 et 7).



Plan d'utilisation des sols à l'échelle 1/10.000^{ème} élaboré à partir des images Spot au niveau de la plaine de Souss Massa dans le cadre d'une étude réalisée par le CRTS pour le compte de l'ABH Souss Massa avec le soutien de la GIZ

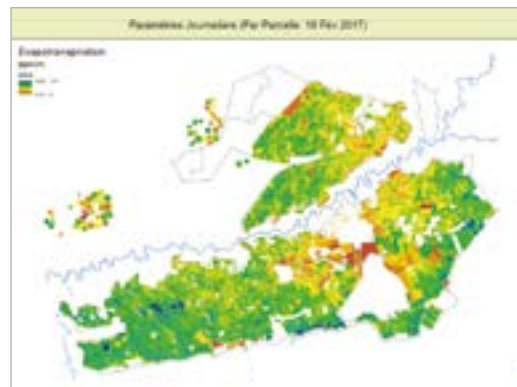
GESTION OPERATIONNELLE

DE L'IRRIGATION BASEE SUR DES MESURES PAR SATELLITE

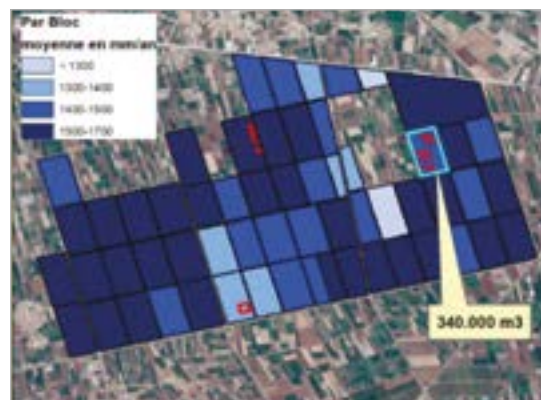
Au Maroc, l'optimisation des apports en eau pour l'irrigation, constitue un besoin critique notamment dans les régions arides et semi-arides caractérisées par la rareté des ressources en eau et des conditions climatiques défavorables.

La plate-forme IRRISAT-Maroc, basée sur la combinaison des paramètres générés à partir des données satellite et la modélisation permet de mettre à la disposition des utilisateurs (agriculteurs, Offices de Mise en Valeur Agricole, Agences de Bassin et Ministère de l'Agriculture) des informations d'aide à la décision pour la gestion de l'irrigation en fonction de leurs besoins notamment sur :

- la consommation en eau par les cultures irriguées;
- l'évaluation de l'impact des modes d'irrigation et de la productivité de l'eau;
- le bilan des ressources en eau.



Quantité d'eau journalière consommée par les cultures dans chaque parcelle au niveau du Périmètre irrigué du Tadla (projet IRRISAT-Maroc)



Consommation annuelle en eau par bloc en mm/an, périmètre irrigué du Tadla (projet IRRISAT-Maroc)

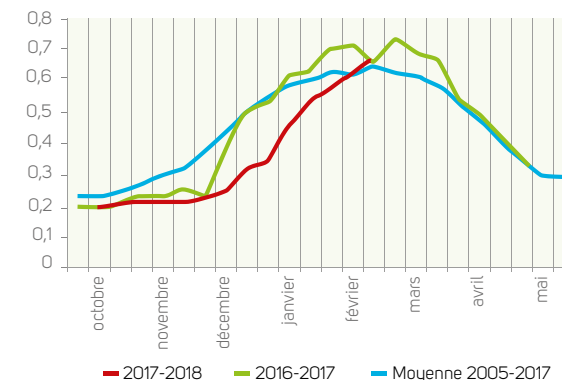
ELABORATION DES INDICATEURS

DE SUIVI DE LA CAMPAGNE AGRICOLE

La disponibilité d'information à travers un ensemble d'indicateurs sur la campagne agricole est très utile pour l'évaluation du déroulement de la campagne agricole. Ces indicateurs sont extraits à partir d'un échantillon d'images très haute résolution représentatif de la céréaliculture prises à des phases clés de développement des cultures :

- superficie des terres labourées en début de la campagne agricole ;
- état du tallage (stade tallage) à travers la génération du taux de recouvrement ;
- superficie des céréales générée à partir de la classification des images ;
- estimation de la production des céréales d'automne (Blé dur, Blé tendre et Orge).

La mise en place de ce système contribue de façon significative au suivi des cultures, principalement les céréales d'automne et permet au Ministère de l'Agriculture d'évaluer l'état des céréales à différentes phases de développement des cultures et l'estimation de la production des céréales d'automne à l'échelle régionale et nationale.



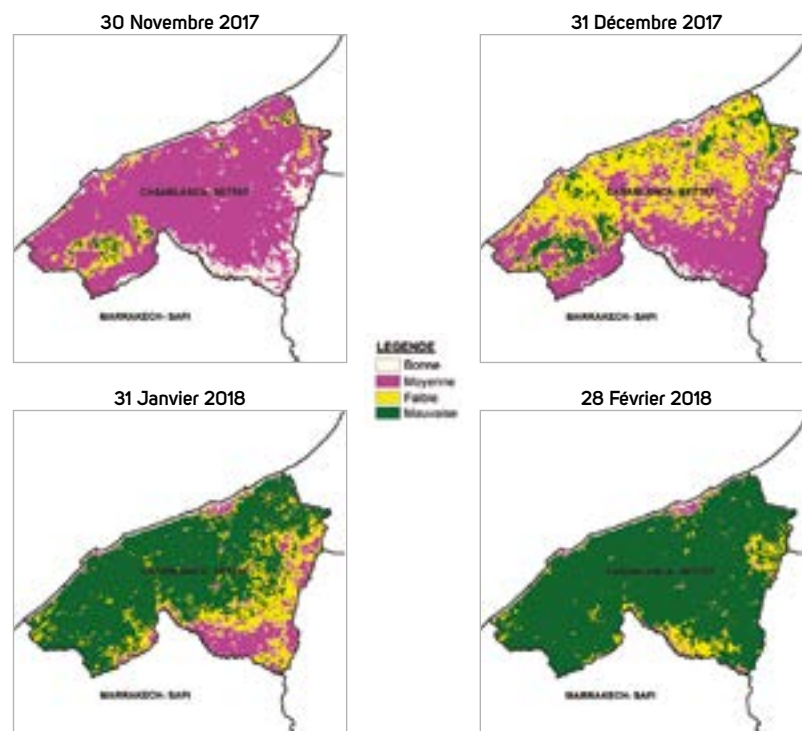
province	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Ben Slimane	2 176,17	2 103,27	3 640,81	2 659,25	3 056,97	799,71	2 698,88
Casablanca	1 000,10	219,21	858,17	546,05	648,02	185,99	663,24
El Jadida	8 526,03	2 830,92	8 032,93	3 919,69	8 420,44	2 745,39	6 786,52
Settat	10 922,38	4 199,17	11 092,55	6 887,26	10 072,45	3 756,22	8 935,95
Total	22 624,68	9 352,57	23 624,45	14 012,26	22 197,88	7 487,31	19 084,60

Profil d'indices de végétation moyens des cultures non irriguées et estimation de la production des céréales d'automne en 1000 quintaux de la région de Casablanca-Settat (2010 à 2017)

ETUDE D'IMPACT DE L'URBANISATION SUR LES TERRES AGRICOLES

Le CRTS publie depuis 2001 un **bulletin mensuel pour le suivi global de la campagne agricole à l'échelle nationale** et régionale qui est basé sur l'exploitation des données basse résolution, reçues au CRTS, en produisant des synthèses décennales de l'indice de végétation. Ce bulletin est diffusé à tous les acteurs nationaux concernés par le suivi de la campagne agricole, notamment :

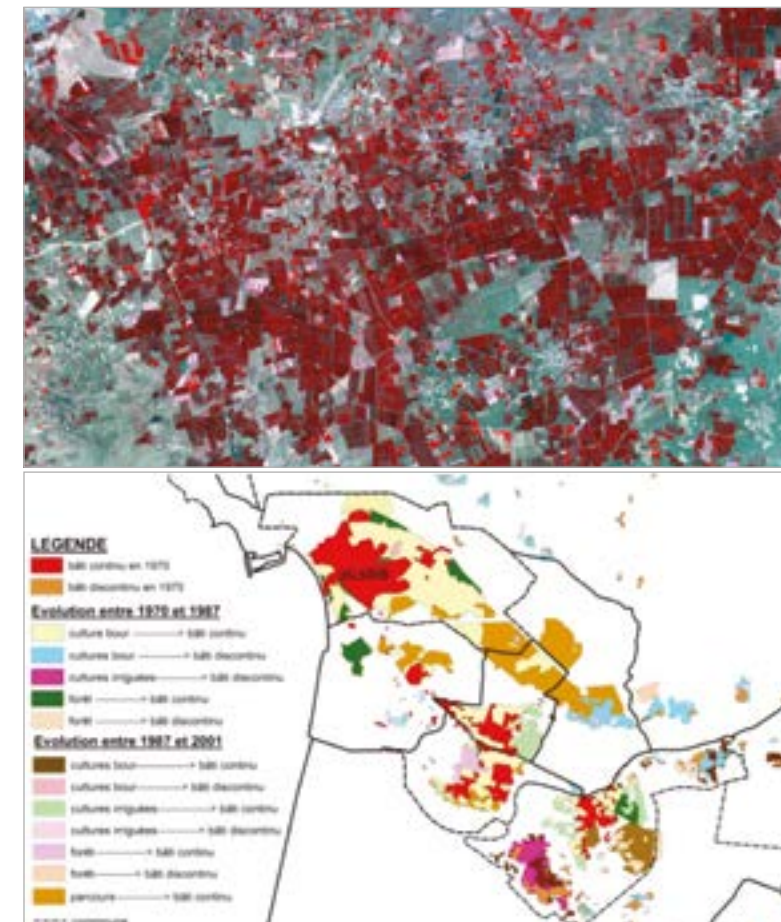
- Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts - Direction de la Stratégie et des Statistiques ;
- Ministère de l'Intérieur - Direction des Affaires Rurales ;
- Crédit Agricole - Direction des Etudes et du Développement Rural ;
- Institut National de la Recherche Agronomique ;
- Conseil Général du Développement Agricole ;
- Bank Al Maghrib - Direction des Etudes et des Relations Internationales;
- Mutuelle Agricole Marocaine d'Assurances (MAMDA) ;
- Direction de la Météorologie nationale ;
- Etc...



Caractérisation du couvert végétal à travers l'évolution de l'indice de végétation au cours de la campagne agricole sur la région de Casablanca-Settat - Extrait du bulletin mensuel de suivi de la campagne agricole 2017-2018, réalisé par le CRTS

La Cartographie de l'évolution de l'espace urbanisé et son impact sur les terres agricoles permet aux gestionnaires de mieux apprécier les tendances de l'évolution urbaine ainsi que la nature des changements des espaces agricoles au profit de l'urbanisation aussi bien sur les plans qualitative que quantitative. Les documents cartographiques à différentes échelles (1/5.000^{ème} au 1/50.000^{ème}) et les données statistiques obtenues permettent de dresser des projections et d'élaborer des scénarii d'aménagement futurs. Leur intégration dans un dispositif d'information plus large en l'occurrence un Système d'Information Urbain intégrant des plans d'aménagement, des limites de zonage réglementaire, des schémas directeurs...constitue un outil d'aide à la planification et à l'aménagement du domaine urbain et péri urbain.

Le projet réalisé pour le compte du Ministère de l'Agriculture sur l'impact de l'urbanisation sur les terres agricoles a couvert trois centres urbains (Khémisset, Ksar El Kébir et Béni Mellal) et deux périmètres irrigués (Souss Massa et Doukkala). Cette étude s'est basée sur les photo-aériennes, les cartes topographiques et les images Spot à 20m de résolution.



Evolution (mutations) de l'occupation du sol sur 30 ans (1970, 1987 et 2001) du périmètre irrigué de Souss Massa



Ressources Forestières

Le Maroc se caractérise par une grande diversité bio-écologique et un nombre important de milieux naturels. Les formations forestières constituent l'élément fondateur de cette richesse écologique et jouent un rôle important aussi bien dans l'activité économique que dans la stratégie nationale du développement durable. La gestion, la valorisation et la protection de ce patrimoine, le soutien stratégique aux décideurs gestionnaires des ressources forestières, sont parmi les apports fondamentaux de l'imagerie satellite. Les données issues de la télédétection spatiale, grâce à leur haute résolution (précision) et la très grande fréquence de revisites (quotidiennes) fournissent des produits et des services pour :

- **réaliser des inventaires forestiers et évaluer les ressources pastorales ;**
- **planifier les programmes de développement ;**
- **gérer et contrôler les activités forestières ;**
- **cartographier les systèmes sensibles et suivre leurs évolutions :**
zones humides, sites d'intérêts biologiques, aires protégées.. ;
- **gérer les risques et les dégradations du couvert forestier :** feux de forêts, dépérissements, .. ;
- **produire des indicateurs et reporting dans le cadre des conventions internationales :**
bio-diversité, changement climatique, bilan carbone.

Utilisateurs

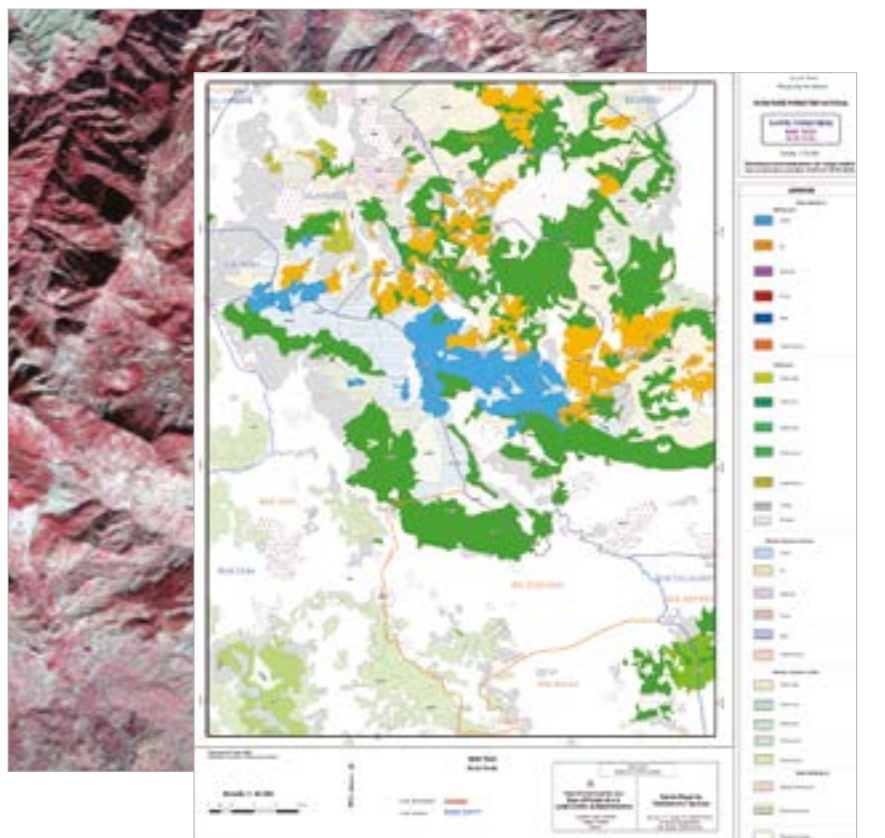
- Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD)
- Ministère de l'Intérieur
- Département chargé de l'Aménagement du Territoire
- Conseils Régionaux et Agences Régionales d'Exécution des Projets
- Département chargé de l'environnement

CARTOGRAPHIE ET INVENTAIRE DES RESSOURCES FORESTIERES

La carte forestière constitue un outil de planification et de gestion des ressources forestières à l'échelle nationale et locale. La carte de l'inventaire forestier nationale (IFN) est utilisée à la fois par les services internes du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification pour les besoins d'aménagement et de suivi des ressources forestières ainsi que par tous les départements concernés par la gestion du territoire.

La révision des cartes d'inventaire forestier national se base actuellement sur les images satellite à haute résolution spatiale pour générer des cartes à l'échelle 1/100.000^{ème}. Environ 77% du territoire national a été couvert par des images satellite (37 images Landsat-TM et 15 images Spot-XS) pour établir 146 cartes forestières à l'échelle 1/100.000^{ème}, 30 cartes au 1/250.000^{ème} dans les provinces du sud et 3 cartes au 1/500.000^{ème}. Le travail réalisé a permis à la fois de compléter les cartes d'inventaire forestier national existantes et de produire de nouvelles cartes au niveau des zones non couvertes par le premier IFN.

Les cartes ainsi réalisées permettent de localiser avec précision et de distinguer les zones forestières des nappes alfatières dans les provinces de l'Oriental d'une part et d'estimer les ressources forestières (Acacia saharien et Tamarix) dans les provinces du sud d'autre part.

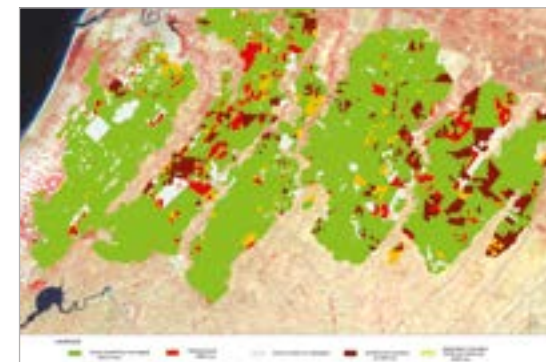


Carte forestière (Bab Taza) élaborée dans le cadre de la révision de l'IFN de la zone du Rif pour le compte du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification (HCEFLCD)

SUIVI DES ACTIVITES ET DES RISQUES FORESTIERS COUPES, REBOISEMENTS, FEUX DE FORÊT...

Le suivi de la dynamique forestière par télédétection spatiale constitue un outil nécessaire pour mieux gérer cet espace naturel en particulier l'identification et la planification des coupes et des reboisements, le suivi de l'évolution des massifs forestiers et l'évaluation des surfaces des différentes essences forestières disparues.

La précision souhaitée en matière de suivi de la dynamique forestière exige de cartographier des massifs forestiers à grande échelle (entre 1/25.000^{ème} et 1/100.000^{ème}) en utilisant des images satellite à haute résolution spatiale (entre 50 cm et 20 m).



Carte d'évolution de la forêt de Maamora entre 2001 et 2012 réalisée à partir d'images satellite multi dates montrant les zones inchangées, reboisées et déboisées

Pour les feux de forêt, les images de télédétection permettent :

- la **cartographie du risque** élaborée à l'échelle locale (du 1/100.000^{ème} au 1/50.000^{ème}) à partir du croisement de données thématiques et météorologiques,
- la **cartographie des zones brûlées** à partir des images satellite à haute résolution spatiale (entre 50cm et 20m) ainsi que l'évaluation des dégâts,
- le **suivi à haute fréquence temporelle** des zones brûlées à l'échelle nationale en utilisant des données satellite à faible résolution spatiale (entre 250m à 1km).

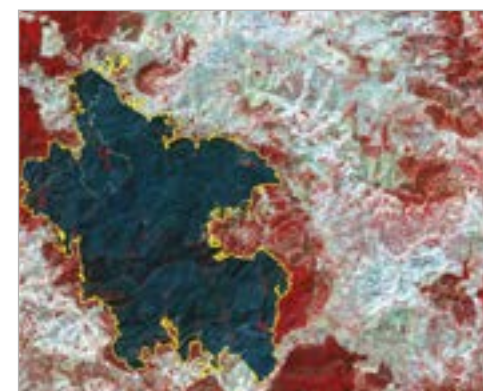
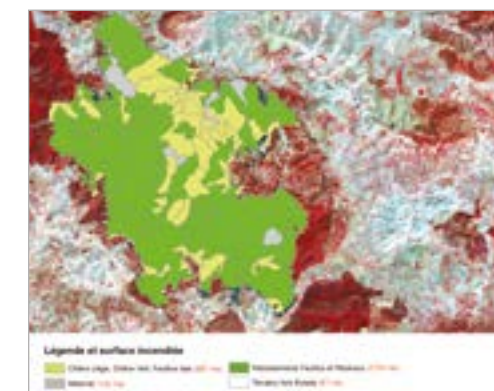


Image Spot acquise en Aout 2004 illustrant l'étendue de l'incendie de la forêt d'Izaren (provinces de Ouazzane et Sidi Kacem)



Estimation des superficies incendiées par essences forestières en septembre 2004 de la forêt d'Izaren

An aerial photograph of a city, likely in Africa, showing a dense urban area with a large green field and a stadium in the center. The text 'GESTION DU TERRITOIRE' is overlaid in large white letters.

GESTION DU TERRITOIRE

L'aménagement du territoire national et la gestion efficace des ressources territoriales qu'elles soient économiques, sociales ou environnementales, sont au centre du processus global de développement. Les outils de planification et de mise en cohérence des actions sectorielles (Schéma National d'Aménagement du Territoire SNAT, Schémas Régionaux d'Aménagement du Territoire SRAT), ainsi que les documents de références locaux reposent largement pour leur élaboration et leur mise en œuvre sur l'information Geospatiale issue de l'imagerie satellite.

Les données satellite sont des outils stratégiques pour une gestion pertinente du territoire, car elles fournissent une bonne connaissance des ressources disponibles, en terme de répartition, d'évolution et dynamique et d'interaction entre les différents acteurs, options et conflits d'usage.

L'utilisation des images de télédétection et de leur produits dérivés permet de :

- réaliser les cartes de l'occupation des sols des territoires et leur évolution ;
- caractériser des zones urbanisées : zones résidentielles, zones industrielles, espaces verts, .. ;
- suivre et contrôler des dynamiques de constructions en zone péri-urbaine ;
- établir et mettre à jour les schémas directeur et les plans d'aménagement du territoire.

Utilisateurs

- Ministère de l'Aménagement du Territoire National, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Politique de la Ville
- Ministère de l'Intérieur
- Conseils Régionaux et Agences Régionales d'Exécution des Projets
- Agences Urbaines et autorités locales
- Régies et Bureaux d'Etudes et Conseil

CARTOGRAPHIE POUR LA PLANIFICATION ET LE SUIVI DES AMENAGEMENTS URBAINS ET LITTORAUX

Il s'agit d'un produit cartographique de base à différentes échelles d'intervention territoriale (1/5.000 au 1/20.000) élaboré à base d'imagerie spatiale à très haute résolution (50 cm à 2.5 m). Il apporte une information actualisée sur les tissus urbains et les autres thèmes connexes ainsi que leur répartition spatiale. Ce produit peut être utilisé comme donnée auxiliaire pour :

- **L'établissement des documents d'urbanisme** (PA, PZ et SDAU).
- **Le suivi géo-spatiale de la mise en place des dispositions des documents d'urbanisme.**
- **Les travaux ayant trait à l'urbanisme opérationnel** (gestion des réseaux, études de planification, etc.) et ce en complément avec les autres couches métiers.



Plan au 1/5.000 élaboré à base d'une image Quickbird 60 cm (Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech)



Plan au 1/20.000 élaboré à base d'une image SPOT 5 à 5 m (Agence Urbaine et de Sauvegarde de Fès)

Dans le domaine des aménagements littoraux, l'étude réalisée pour le compte de l'Agence Spéciale Tanger Med (TMSA) a permis l'analyse de l'évolution de l'occupation des sols entre 2003 et 2016 en vue d'évaluer l'impact du Port Tanger Med sur son environnement.



Carte d'occupation du sol (2016) de la région Tanger Med

SUIVI DES EXTENSIONS URBAINES ET PERI-URBAINES

Ce produit permet une meilleure maîtrise de l'occupation de l'espace aux niveaux des zones urbaines et péri-urbaines à travers une connaissance actualisée du tissu urbain et son évolution au cours du temps.

Il s'agit de produits cartographiques à très grande échelle (1/5.000) élaborés à base d'images satellite THR (50 cm à 1m) et multi-dates. Ce produit peut être utilisé pour :

- **Le suivi des zones à fort évolution de bâti non autorisé** avec une cadence régulière (trimestrielle, semestrielle ou annuelle).
- **Le suivi des bidonvilles** en terme de prolifération ou éradication.
- **L'étude de l'impact de l'urbanisation** en terme de consommation de l'assiette foncière au niveau urbain.
- L'étude de l'impact de l'urbanisation sur le patrimoine agricole.

Le projet avec l'Agence Urbaine de Casablanca, débuté en 2007, a pour objectif d'acquérir une couverture image récente à très haute résolution (50 cm) de sa zone d'intervention et faire le suivi des zones péri-urbaines avec une fréquence trimestrielle. Pour chaque trimestre, une vingtaine de plans à l'échelle 1/5000^{ème} restituant l'état des classes bâti, hangars, bidonvilles et voirie et ce à partir des ortho-images Pléiades à 50 cm sont produits.




Plan au 1/5.000 élaboré à partir d'images multi-dates Pléiades à 50 cm (Agence Urbaine de Casablanca)



Plan au 1/5.000 élaboré à partir d'images multi-dates GeoEye à 50 cm (Wilaya de Fès)

Dans le cadre du suivi des bidonvilles, le CRTS a réalisé un projet pour le compte du Ministère de l'Habitat pour la cartographie et le suivi annuel des bidonvilles au niveau de 34 villes du Royaume de 2005 à 2011. La couverture des villes objet du programme «Villes Sans Bidonvilles» a été effectuée avec des images très haute résolution (résolution 50 cm).



OCÉANOGRAPHIE ET ZONES CÔTIÈRES

La côte atlantique marocaine, qui s'étend sur plus de 3500 Km, compte parmi les côtes les plus riches en ressources marines exploitables. La Zone Economique Exclusive marocaine se caractérise par une grande diversité des ressources halieutiques englobant près de 500 espèces dont 60 font l'objet d'une exploitation.

Par ailleurs, la bande littorale connaît une forte dynamique démographique et une concentration des activités économiques et industrielles qui engendrent une forte pression sur un écosystème fragile.

L'exploitation, l'aménagement et la gestion intégrée des espaces océanographiques, du milieu marin et littoral et des zones côtières, reposent sur une bonne connaissance des paramètres biophysiques de ces espaces et des informations caractéristiques qui décrivent l'état des ressources et leurs évolutions spatio-temporelles.

L'observation par satellite présente un potentiel considérable d'applications dans ces domaines et constitue une source d'information indispensable à la connaissance et au suivi des paramètres marins à des échelles spatiales et des fréquences temporelles variables telle que la température de surface de la mer et les indicateurs dérivés des données de la couleur des eaux (chlorophylle a, blooms algaux, production primaire, MES, transparence des eaux...) en plus des indicateurs sur la pollution marine, notamment par les hydrocarbures.

Les images satellite sont également exploitées pour la valorisation des ressources halieutiques et leur évolution spatio-temporelle à travers le suivi d'indicateurs décrivant les conditions du milieu (indice d'upwelling, fronts thermiques, concentration chlorophyllienne...) et la sélection et la gestion des sites aquacoles ou encore la Gestion Intégrée des Zones Côtières.

Utilisateurs

- Département de la Pêche Maritime
- Département de l'Équipement
- Ministère de l'Intérieur
- Département de l'Environnement
- Département l'Aménagement du Territoire (Agences urbaines ...)
- Institut National de la Recherche Halieutique
- Agence Nationale du Développement de l'Aquaculture
- Protection civile

IDENTIFICATION DU POTENTIEL AQUACOLE DES ZONES COTIERES

Dans le cadre du projet APPUIT cofinancé par l'Union Européenne, le Centre Royal de Télédétection Spatiale, en partenariat avec l'Institut National de la Recherche Halieutique, a développé des outils et des systèmes opérationnels pour la valorisation et la gestion des sites potentiellement aquacoles en vue de soutenir le processus de développement de l'aquaculture au Maroc. Des produits issus des images satellite et des mesures in-situ sont combinés pour délimiter et caractériser les zones optimales pour l'installation des fermes aquacoles.

Une base de données cartographiques et un atlas aux échelles variables, d'indicateurs et de paramètres contribuant au succès d'un élevage aquacole sont produits dans un premier temps pour trois sites côtiers aux caractéristiques différentes (lagune semi fermée de Nador, site Offshore de M'diq et baie semi ouverte de Dakhla). Ces indicateurs sont combinés selon une approche multicritères prenant en considération les exigences des espèces et les techniques d'élevage pour délimiter les aires favorables à l'aquaculture pour chaque site. Le but de ce système est d'aider les décideurs à :

- **Evaluer le potentiel aquacole du pays ;**
- **Localiser les secteurs côtiers favorables à l'aquaculture ;**
- **Faire un suivi régulier des différents paramètres** pour surveiller les changements subis et évaluer les risques qui peuvent entraver les projets d'aquaculture dans chaque site identifié.

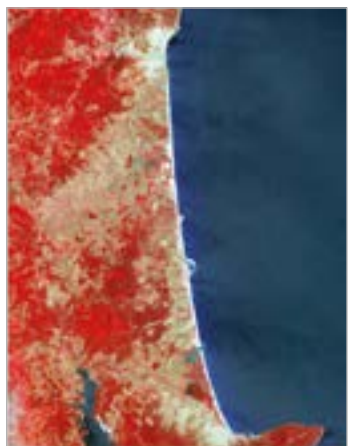
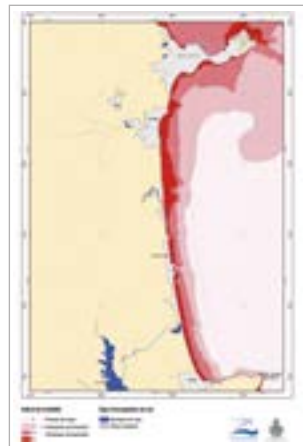
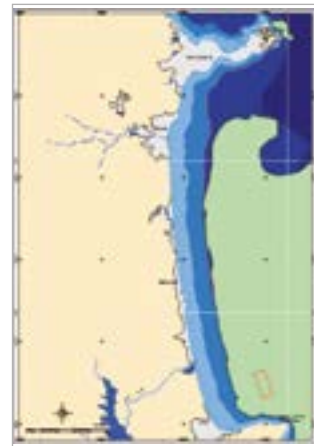


Image satellite de la zone
côtière de Mdiq



Risque de turbidité

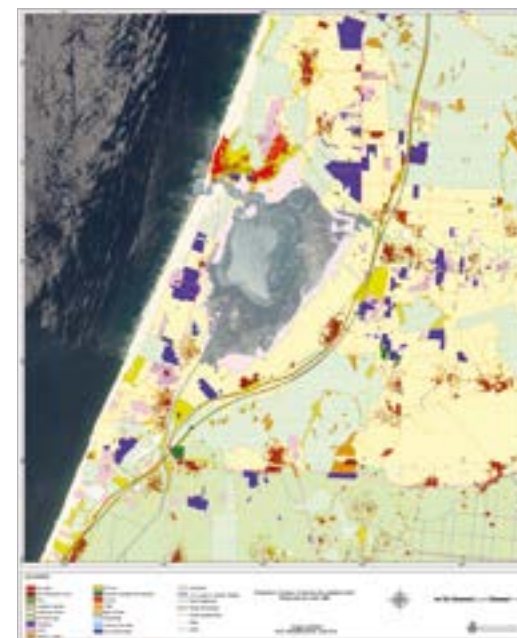


Détermination de la zone
favorable pour l'aquaculture

CARTOGRAPHIE ET SUIVI DES ECOSYSTEMES CÔTIERS

Dans le cadre du projet d'évaluation du potentiel des images satellite dans le domaine côtier, le CRTS procède à l'analyse des éléments et composantes des zones côtières et à la production d'informations cartographiques relatives à l'occupation du sol, à la végétation intertidale, au trait de côte et au suivi de leur dynamique temporelle. Le but de ce travail est d'établir un diagnostic objectif de ces espaces fragiles et d'identifier les changements qui les affectent, notamment les sites côtiers vulnérables (SIBE, zones humides, lagunes, baies...). Ces informations sont extraites exclusivement des données satellite à très haute résolution et produites sous forme cartographique et statistiques aux échelles spatiales et temporelles variables en fonction des besoins et des thèmes couverts et peuvent ainsi contribuer à :

- **la gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) ;**
- **l'élaboration de schémas directeurs et de plans d'aménagements côtiers adéquats ;**
- **la valorisation des espaces littoraux** (pêche et aquaculture, agriculture, tourisme, exploitation de sable...);
- **la préservation des écosystèmes fragiles** (SIBE, lagunes, zones humides,...) ;
- **la prévention des risques côtiers** : recul du trait de côte, ensablement, érosion...



Cartographie de l'Ecosystème de la lagune
de Moulay Bouselham entre 2008 et 2016
(à partir des images Spot 2,5m 2008 et Pléiades
2016)



Appréhension de l'évolution du trait de côte
dans la région de Tahaddart entre 2003
et 2016 (à partir des images Quickbird 2003
et Pleiades 2016)

GESTION DES RISQUES MARINS ET COTIERS

CAS DU TSUNAMI

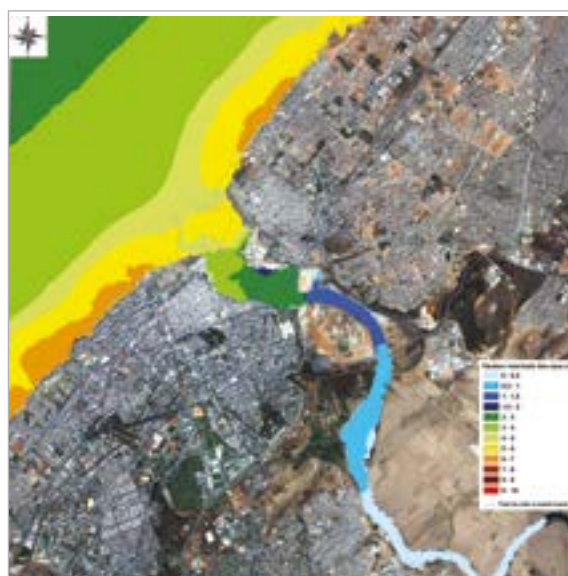
Dans le cadre du projet SCHEMA du Programme de la Commission Européenne, une approche générique, basée sur les scénarii de modélisation, les données satellites et les données in situ, a été développée pour évaluer le risque de tsunami sur 5 sites différents le long des côtes méditerranéennes et atlantiques dont celui de Rabat Salé. Dans cette approche, les données satellite THR ont été largement exploitées pour produire une cartographie précise du trait de côte servant à la modélisation des types de bâtiments inclus dans les zones inondables tout en évaluant leur degré de vulnérabilité.

Un Atlas est en cours de production sur l'ensemble des côtes marocaines incluant les cartes suivantes à une échelle de 1/5.000^{ème} qui peuvent servir à tous les organismes nationaux en charge de la gestion des risques :

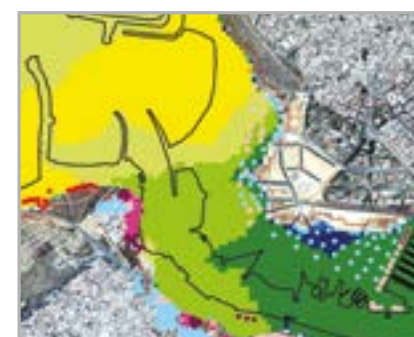
- **Cartes d'aléa tsunami** renseignant sur les zones potentiellement inondables, la profondeur de submersion et la hauteur des vagues.
- **Cartes de classes de vulnérabilité** des bâtiments dans la zone inondable décrivant le niveau de résistance de chaque bâtiment vis-à-vis de la hauteur de la vague.
- **Cartes de niveaux de dommages** subis par chaque bâtiment inondé selon une approche combinant le degré, la classe du bâtiment et la hauteur de la vague reçue.



Classes de vulnérabilité des bâtiments dans la zone côtière de Rabat Salé potentiellement inondable par le tsunami



Carte d'aléa tsunami affectant la zone côtière de Rabat Salé (agrégation de tous les scénarios)



Cartes des niveaux des dommages subis par les bâtiments inondés par le tsunami dans la zone côtières de Rabat Salé



RESSOURCES EN EAU

La gestion des ressources hydriques est devenue une problématique globale qui se trouve au centre de toutes les politiques de développement aussi bien au niveau local qu'aux niveaux régional et international. En effet, l'eau est un facteur clé pour la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté, l'amélioration de la santé des populations et le maintien des équilibres des écosystèmes et de la biodiversité.

Au Maroc les ressources en eau subissent la double pression d'une demande (démographique et économique) en constante croissance et d'une raréfaction accélérée dues aux impacts des changements climatiques.

La mise en place de politiques de développement et de stratégies d'actions en matière de gestion des ressources en eau, dépendent en grande partie de la disponibilité d'informations pertinentes et de qualités, ainsi que d'outils adéquats pour une bonne évaluation des besoins des ressources et pour un suivi et une mise en œuvre efficace.

Les technologies spatiales, et particulièrement l'information issue des programmes d'observation de la Terre, ont atteint un niveau de maturité et d'opérationnalité pour offrir aux utilisateurs des outils incontournables dans tous les processus de gestion de ressources hydriques. Grâce à des informations et des données synoptiques continues et couvrant de longues périodes d'observation, et grâce également au développement des moyens de communication et de partage de l'information à travers les infrastructures de la Geo-information, les données spatiales et les outils d'aide à la décision qui en découlent sont de plus en plus précis et opérationnels. Le défi est d'assurer et de faciliter aux décideurs l'accès aux services des technologies spatiales et de favoriser une pleine exploitation des potentialités qu'elles offrent.

Plusieurs applications pratiques de ces outils permettent d'aider les gestionnaires et les décideurs à plusieurs niveaux :

- Cartographie et suivi des eaux de surface ;
- Prospection des ressources en eau souterraines en milieux arides ;
- Production de paramètres et indicateurs pour l'élaboration des bilans hydriques ;
- Le Contrôle et l'Optimisation de l'utilisation des l'eau en agriculture.

Utilisateurs

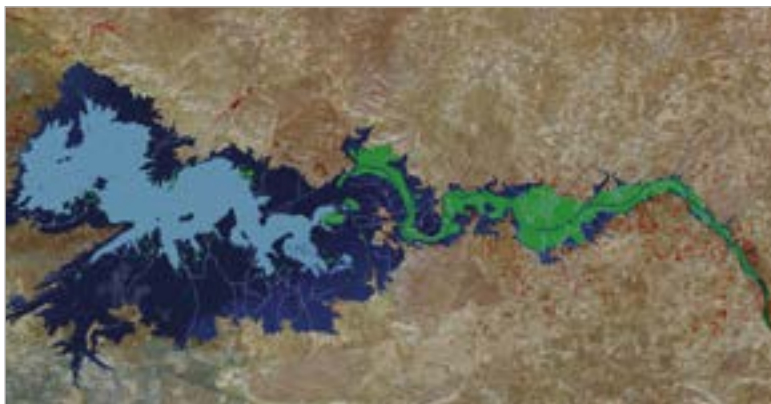
- Département de l'Eau et les Agences de Bassins Hydrauliques
- Département de l'Environnement
- Département chargé de l'Aménagement du Territoire
- Direction des Ports et du Domaine Public Maritime
- Conseils Régionaux

SUIVI DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE

Ce produit consiste en la cartographie de l'étendu des plans d'eau naturels et des retenues de barrages. Dans certains cas, la délimitation de l'étendu de ces plans revête une grande importance pour l'évaluation de l'état des réserves en eau de surface. Les images satellite peuvent aussi être utilisées en vue d'analyser l'évolution dans le temps de ces plans et leur lien avec la variabilité spatio-temporelle des apports pluviométriques. Les produits élaborés sont sous forme de cartes à différentes échelles allant du 5.000^{ème} au 100.000^{ème} selon la dimension de la zone et le type de capteur utilisé (50 cm à 10 m de résolution).



Image spot 1.5 m acquise en Mai 2010 sur le barrage d'El Massira pour le compte du département de l'eau



Cartographie d'évolution de l'étendu de l'eau dans la retenue du barrage d'El Massira entre septembre 2007 (bleu clair) et Mai 2010 (bleu foncé) les cultures irriguées (en vert)

CARTOGRAPHIE ET SUIVI DES INONDATIONS

Ce produit apporte des informations utiles pour la gestion et l'évaluation de l'impact des inondations. Globalement, dans le cadre de la gestion du risque d'inondation, l'imagerie satellitaire s'avère incontournable pour la cartographie précise de l'étendu des eaux et par conséquent la délimitation des zones sinistrées en période de crise. En plus des satellites optiques, les satellites radar à synthèse d'ouverture sont aussi fortement sollicités pour le suivi des inondations de plaines en périodes pluvieuses qui sont souvent accompagnées d'un important couvert nuageux.

Ces produits cartographiques offrent aussi une meilleure caractérisation spatiale de l'aléa inondation en vue d'intégration dans la modélisation hydraulique pour l'aide à la prévention et à la prévision. Ces produits sont réalisés par le CRTS en période de crise pour accompagner les intervenants nationaux à mieux orienter leurs actions sur le terrain à travers une meilleure connaissance de la situation des zones inondées et leur évolution dans le temps.

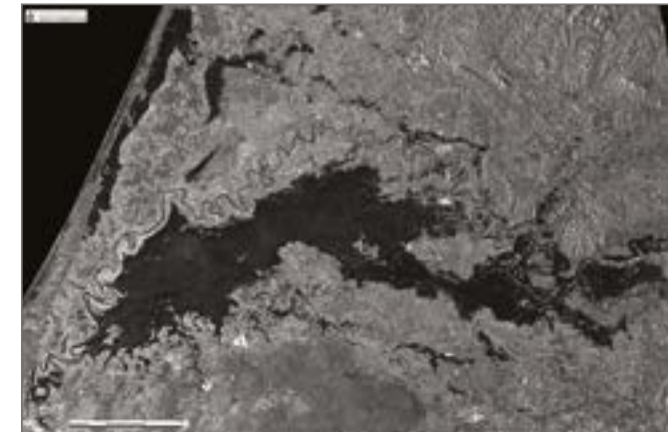


Image radar de la Région du Gharb - 10 Mars 2010



Cartographie des zones touchées par les inondations - 10 Mars 2010



GÉOLOGIE ET RESSOURCES MINIÈRES

Les applications opérationnelles de l'observation de la terre dans le domaine des sciences de la terre couvrent :

- La cartographie géologique et les analyses des structures géologiques ;
- La prospection minière et la mise en valeur des ressources minières ;
- La gestion des risques géologiques (glissements de terrains) et soutien à l'aménagement du territoire ;
- L'extraction des minéraux de construction et gestion des carrières.

La diversité des paysages géologiques du Maroc, ainsi que les potentialités en ressources minérales qu'offre le sous-sol national sont des ressources stratégiques dont la valorisation constitue une infrastructure géologique appropriée, outil essentiel au développement de la recherche minière et pétrolière, à l'évaluation des ressources en eau, à l'aménagement du territoire, à la protection de l'environnement, ainsi qu'à la prévention des risques naturels.

La cartographie géologique et ses applications sont parmi les premiers secteurs utilisateurs de l'imagerie spatiale. En effet, les données images, issues de la télédétection spatiale, permettent l'extraction d'information pertinentes sur les structures géologiques, la délimitation des strates, l'identification des faciès, ...

Par ailleurs, la combinaison des données Radar, des images hyper-spectrales et des Modèles Numériques d'Élévation (MNE) apportent des informations précises pour la prospection minière, l'analyse des risques géologiques tels que les glissements de terrains. Les images de Très Haute Résolution (THR) en plus de permettre des cartographies à des échelles détaillées, fournissent des informations pour le suivi et le contrôle des exploitations minières à ciel ouvert ainsi que la sélection et l'étude géologiques et géomorphologiques des sites pour les grands ouvrages d'infrastructure.

Utilisateurs

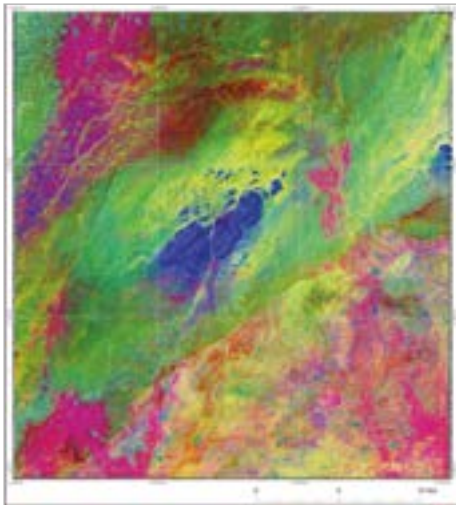
- Direction de la Géologie
- Direction des Mines
- Département chargé de l'Aménagement du Territoire
- Office National des Hydrocarbures et des Mines
- Office Chérifièn des Phosphates (OCP)
- Sociétés d'exploitation / Valorisation des ressources minière

CARTOGRAPHIE

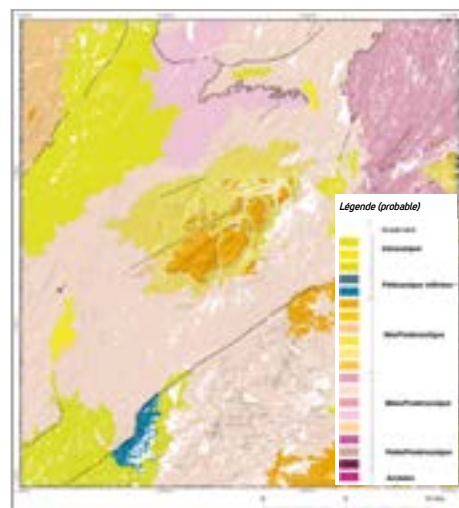
GEOLOGIQUE

Le recours à l'imagerie satellitaire pour la reconnaissance des structures et de la lithologie des affleurements géologiques a toujours été d'une importance capitale pour le processus de la cartographie géologique dans toutes les échelles. En raison de la diversité des contextes géologiques d'une région à une autre, et par conséquent la variabilité spatiale de l'apparence des affleurements et des structures géologiques sur les images, les produits cartographiques retenus pour chaque zone sont souvent déterminés par leur pouvoir de rehaussement et de discrimination entre les unités géologiques étudiées.

La richesse spectrale et la qualité géométrique des données satellite sont de plus en plus renforcées par l'avènement de nouveaux capteurs à hautes résolutions spatiale et spectrale. Les techniques de traitements utilisées sont souvent basées sur la combinaisons des différents capteurs pour une meilleure exploitation des capacités spectrales des uns et géométriques des autres.



*Spatio-carte produite
à partir de la fusion spectrale entre image SWIR
du capteur ASTER et SPOT à 1.5 m.*



*Esquisse géologique sur le front Sud-Est
des Mauritanides produite à partir de traitement
de données satellite (carte de Ouidian Rkayez).*



**CENTRE ROYAL
DE TÉLÉDÉTECTION SPATIALE**

21, Angle Av. Sanawbar
et Av. Allal El Fassi Hay Riad, Rabat

Tél. : 05 37 71 54 48/98

Fax : 05 37 71 14 35

www.crts.gov.ma