

Logiciels de traitement d'images libres et propriétaires, état de l'art et étude comparative

W. Rabehi & H. Mahi

Centre des Techniques Spatiales, Division Observation de la Terre

BP 13 Arzew, Oran

Email : wrabehi@cts.asal.dz , hmahi@cts.asal.dz

ملخص : الهدف من هذا المقال هو إنجاز تقرير حول برامج مجانية ومفتوحة الشفرة، مخصصة للإستشعار عن بعد، و لهذا الغرض تم إنجاز جدول لأهم البرامج المجانية المستعملة حاليا و مصادر المعطيات المجانية في شبكة الانترنت. في الأخير تتطرق هذه الدراسة لمقارنة الوظائف الأساسية بين برنامجين مجانيين للإستشعار عن بعد مع برنامجين ذوي رخصة غير حرة.

الكلمات الأساسية : برامج مفتوحة الشفرة، معطيات مجانية، معالجة الصور، GNU-FOSS.

Résumé : Cet article présente un état de l'art des logiciels libres dédiés aux traitements d'images satellitaires. À cet effet, une liste des logiciels les plus répondus a été élaborée ainsi que les sources de données géographiques gratuites en ligne. Une comparaison des principales fonctionnalités sera effectuée par la suite entre deux logiciels libres et deux logiciels propriétaires.

Mot clés : Logiciel-libre, données-libres, traitement d'images, GNU-FOSS.

Abstract : The main purpose of this article is to give a state of art about free remote-sensing software such. We also give details about the most popular data sources. Afterward a comparison was made between two opensource soft-ware with two proprietary software based on their main features.

Key words : OpenSource, FreeData, Image Analysis, GNU-FOSS.

1. Introduction

L'expansion de la communauté des contributeurs informatiques à l'aire actuelle a permis de développer pleinement le concept « mutualisation de la donnée », du code-source et ainsi du logiciel libre.

Cette dynamique de mutualisation a aussi bien agrandi les projets communautaires en matière de logiciels de traitement d'images satellitaires, ces derniers qui au début étaient limités aux fonctions de bases, étaient

aussi sujets de nombreux artéfacts (anomalies lors des traitements volumineux, interfaces-non-ergonomiques...). Ils offrent maintenant des possibilités de plus en plus concurrentielles face aux logiciels propriétaires du marché (Hamish-Bowman et al 2011).

L'objectif de cette étude est de présenter une synthèse comparative des principales fonctionnalités, entre deux logiciels libres de traitement d'images à savoir Montverdi© et GeoDMA©, et deux logiciels propriétaires (eCognition© et ENVI©). L'objectif de cette comparaison est de voir qualitativement les possibilités offertes par les outils OpenSources mais aussi quantitativement, en comparant l'outil de « segmentation multirésolution » testé simultanément sur eCognition et GeoDMA sur deux images satellitaires ; une image à libre accès (Landsat©) et une image QuickBird (Propriétaire).

Le terme « logiciel libre » signifie que les utilisateurs du logiciel possèdent trois possibilités :

- (1) Exécuter le programme, (2) modifier le code source, (3) Redistribuer des copies exactes, ou des versions modifiées.

Les logiciels OpenSource sont plus ou moins de restrictions par rapport aux logiciels libres, comme par exemple l'interdiction de revendre le logiciel, mais ces deux types de logiciels sont similaires du fait que pratiquement tous les logiciels libres sont « OpenSource » et presque tous les logiciels OpenSources sont libres. Un logiciel Open-Source est simplement un logiciel dont le code source est donné afin que son utilisation soit libre.

L'OpenSource propose ainsi le fait de participer à plusieurs pour améliorer les fonctionnalités et par conséquent, la qualité d'un logiciel.

L'utilisation rediffusion du logiciel libre dépend du type de licence attribuée. La licence GNU1 -GPL (général public licence) est la licence la plus utilisée dans la communauté du logiciel libre-OpenSource. Elle garantit à la fois la gratuité et le droit de la redistribution du logiciel (modifié ou pas).

On peut aussi trouver d'autres types de licences du genre CC (Creative Commons), qui interdisent la revente du logiciel.

¹ Projet informatique initialement créé pour développer un système d'exploitation libre, et qui fournit actuellement une vaste gamme de freeware grâce à sa communauté de développeurs

2. Logiciels de traitement d'images OpenSource

Face aux coûts très onéreux des licences propriétaires et avec l'expansion de la communauté des logiciels libres, ces derniers se sont développés rapidement, et sont de plus en plus sollicités. (Voir en annexe tableau 1 des principaux logiciels de traitement d'images à libre accès).

Dans cette contribution nous nous focaliserons sur deux logiciels libres, en l'occurrence Monteverdi (OTB), et GeoDMA (terraLIB).

3. Données libres

C'est des données ayant une licence héritant du même principe fondateur que pour les logiciels libres. Les trois libertés fondamentales définies par la FSF (Free Software Foundation) pour caractériser un logiciel libre, ont été adaptées aux données géographiques.

3.1 Licences d'utilisation

Les différentes licences d'utilisation des données à références spatiales existantes sont :

- *Public Geodata License* (inspirée de la licence GPL) :

Permet de partager des données géographiques, garantir la liberté de la donnée et sa pérennité de diffusion.

- *Licences style Creative Commons* :

Permet de Publier et de diffuser gratuitement de la donnée géographique, sans forcément autoriser les modifications ou l'enrichissement des données initiales.

Une synthèse des principales sources de données libres sur internet selon leurs types (raster, vecteur...), et la thématique associée est jointe en annexe (tableau 2).

4. Logiciels Libres

Dans cette contribution, nous nous pencherons sur deux logiciels libres, à savoir GeoDMA et Monteverdi :

4.1 GeoDMA0.2 (OpenSource)

Projet GeoDMA© - Geographic Data AnalystMining (exploration de données géographiques) est un outil développé par l'INPE (Institut brésilien de la recherche spatiale) basé sur une approche orientée-objet (G. Camara et al 2013).

GeoDMA est disponible avec une licence Open-Source, il est implémenté sous forme d'une extension (Plugin) sur le SIG TerraView (un SIG classique de la gamme INPE également).

4.2. Monteverdi 2.0

Optical and Radar Federated Earth Observation ToolBox, ou l'OrfeoToolBox est une librairie Open-Source créée par le Centre National d'Études Spatiales (CNES, France) et dédiée aux traitements d'images. Elle est construite à base d'un empilement de bibliothèques de développement incrémental, proposant des fonctionnalités adaptées à la télédétection à très haute résolution spatiale (E.Christophe et al, 09).

Monteverdi, représente l'interface graphique facilitant l'utilisation des différentes applications des bibliothèques OTB, sans avoir recours à la ligne de commande.

5. Logiciels propriétaires

Dans ce qui suit, nous présenterons deux logiciels propriétaires à savoir eCognition9.1 et ENVI5.2 :

5.1 eCognition Developer© 9.1

eCognition9.1, le logiciel d'analyse des images de « Trimble » offre une approche d'analyse d'images qui tire sa force de son approche cognitive (perception humaine d'un objet, permettant en géographie de définir la nature d'espace géographique.).

En s'inspirant de la perception humaine, eCognition propose une vaste gamme de segmentation-classification ainsi que des algorithmes variés destinés à l'extraction fine des objets géographiques.

5.2 ENVI 5.2

ENVI pour "Environment for Visualizing Images". est développé par la compagnie Exelis©, il offre des fonctionnalités de traitement d'images avancées et de façon automatique, soit à partir des algorithmes fournis par le logiciel ou bien intégrés par l'utilisateur grâce à son langage IDL (Interactive Data Language).

6. Comparaison entre les principales fonctionnalités des quatre logiciels

Afin de comparer nos quatre logiciels, nous avons sélectionné les quatre fonctionnalités les plus utilisées par la communauté, à savoir les prétraitement-Segmentation-Classification-Indices spatiaux/spectraux. Les résultats de la comparaison sont représentés dans la Figure 1.

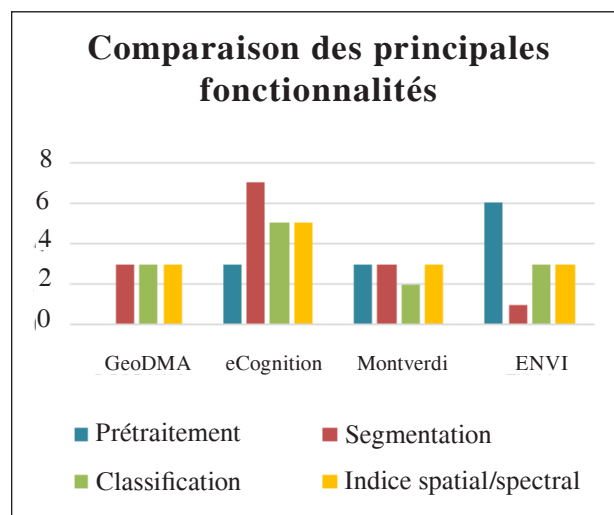


Fig. 1 Diagramme comparatif des principales fonctionnalités

Les statistiques fournies par le diagramme précédent (Figure 1) se basent sur les tableaux 1,2,3,4.

Tab 1. Principales fonctionnalités du logiciel GeoDMA0.2.

<i>Fonction</i>	<i>Sous fonction/algorithme</i>
<i>Prétraitement</i>	Néant
<i>Segmentation</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Growing région - Multirésolution - Chessboard
<i>Extraction d'indices</i>	<p>Indices spectraux</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amplitude - Dissimilarity - Entropy - Homogeneity - Moyenne - Mode - Ecart Type <p>Indices spatiaux</p> <ul style="list-style-type: none"> - Angle - Zone - Zone d'intérêt (boundingbox) - Cercle - Ajustement elliptique - Dimension fractale - Largeur - Rayon giratoire - Longueur - Périmètre - Périmètre/surface <p>Indices paysagers</p> <p>Percent Land</p> <p>Patch Density</p> <p>Mean patch size</p> <p>Patch size std</p> <p>Landscapeshape index</p>
<i>Classification</i>	<p>Arbre de décision</p> <p>Classification supervisée</p> <p>Classification Multitemporelle</p>

Tab 2 . Principales fonctionnalités du logiciel Montverdi 2.0.

<i>Fonction</i>	<i>Sous fonction/algorithmes</i>
<i>Prétraitement</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Calibration Image Optique (TOA), et radar - Orthorectification Model rationnel, reprojection, rééchantillonnage - Fusion d'image (pansharpening)
<i>Segmentation</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Mean-shift - Watershed - Principal component
<i>Extraction d'indices</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Texture (Haralick model) Dissimilarity Entropy Contrast Moyenne Corrélation Ecart-type - Indices sol/végétation NDVI, RVI, NVI, NDWI, SAVI (et les variantes) - Edge extraction Indice personnalisé (BandMath)
<i>Classification</i>	<ul style="list-style-type: none"> Supervisée Non_supervisée (Kmeans)

Tab 3 . Principales fonctionnalités du logiciel eCognition 9.1.

<i>Fonction</i>	<i>Sous fonction/algorithmes</i>
<i>Prétraitement</i>	<ul style="list-style-type: none"> Découpage Filtrage et réhaussement
<i>Segmentation</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mutirésolution Chessboard QuadTree ContrastSplate Multithreshold SpectralDifference Contrastfilter
<i>Extraction d'indice</i>	<ul style="list-style-type: none"> Spectrale Mean Standard deviation Pixel Based To neighbours To Superobject To scene Hue-saturation-intensity Indicepersonnalisé Forme Area Assymetry Density

(Suite du tableau 3) - **Tab 3** . Principales fonctionnalités du logiciel eCognition 9.1

	Elliptic fit Length Contexte (voisinage) Existence of Border of Rel Border to Mean diff to Distance to Texture Dissimilarity Entropy Contrast Moyenne Corrélation Ecart-type Indices de classification
<i>Classification</i>	Assign class (manuel) Hierarchical classification Classification supervisée Classification non-supervisée Advanced classification

Tab 4 . Principales fonctionnalités du logiciel ENVI5.2.

<i>Fonction</i>	<i>Sous fonction/algorithme</i>
<i>Prétraitement</i>	- Calibration Image Optique, et radar - Orthorectification Avec ou sans RPC - Reprojection, rééchantillonnage - Fusion d'image (XS et pan) - Transformation (RGB-HSV-HLV) - Filtrage Découpage - Mosaiquage
<i>Segmentation</i>	WaterShed
<i>Extraction</i>	Texture (occurrence et Co-occurrence)
<i>D'indices</i>	Dissimilarity Entropy Contrast Moyenne Corrélation Ecart-type Filtre adaptative Lee Frost Gamma Kuam Local sigma

	Bit errors Spectral NDVI, Tasseled Cap BandMath (calcul d'indice à base de bandes)
<i>Classification</i>	Supervisée Maximum Likelihood Paralleliped Distance minimale Distance mahalanobis Angle spectral Encodage binaire Divergence d'information spectrale Non-Supervisée K-means et ISODATA Arbre de décision

Les deux logiciels propriétaires disposent souvent de modules complémentaires fournissant des applications plus avancées, comme pour ENVI par exemple ; pour le stockage et diffusion Web des données, il existe une extension « ENVI Service Engine ». (Figure 2).

Les deux logiciels libres étudiés sont dépourvus de ces modules, par contre leurs bibliothèques (OTB, TerraLib) disposent d'une variété de commandes permettant de palier à ce manque, ainsi l'accès aux fonctionnalités avancées dans ces logiciels est souvent restreint à des utilisateurs maîtrisant leurs langages de programmation respectifs.

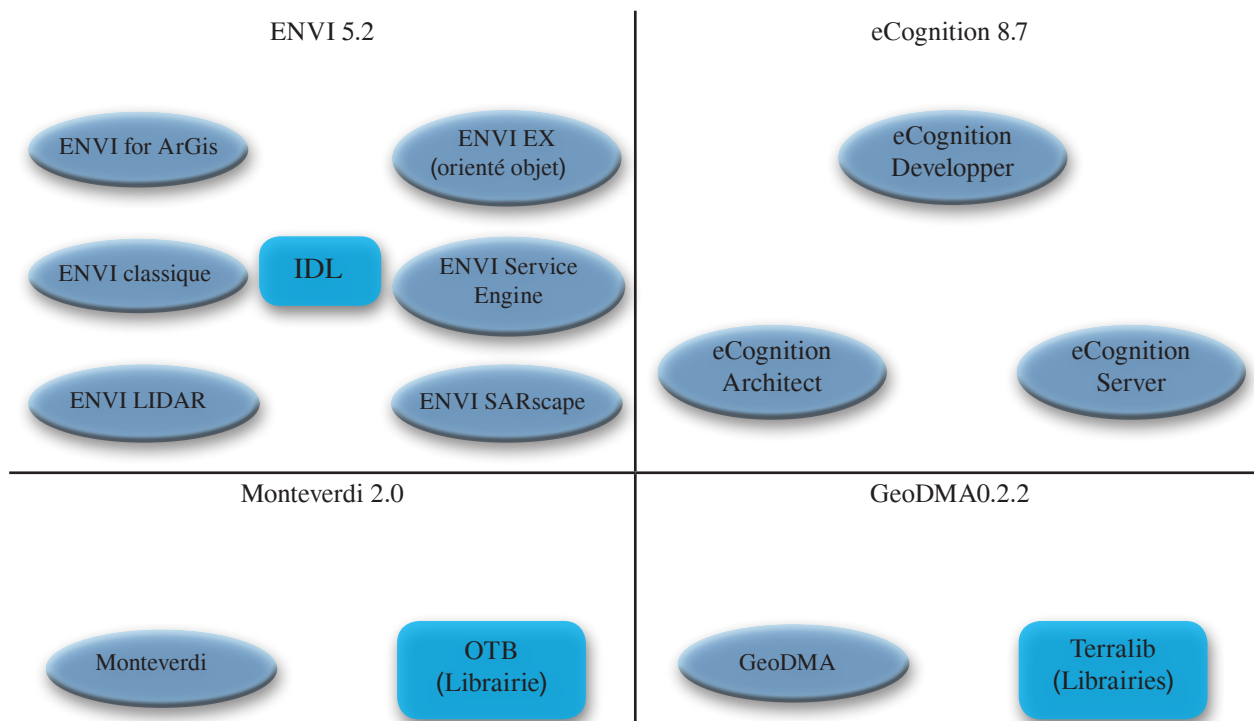


Fig 2. Produits dérivés et bibliothèques d'appuis aux logiciels.

6.1 Comparaison de la qualité d'une segmentation entre logiciel libre et propriétaire

Une segmentation multirésolution (Baatz et al, 2000) a été réalisée sur les deux logiciels eCognition et GeoDMA, sur deux images satellitaires :

Tab 5. Caractéristiques des images Satellitaires.

Images Satellitaires	Caractéristiques	
	Date d'acquisition	Résolution spatiale
Landsat 8 OLI-TIRS	21/10/2014	30 m en MS 15m en Pan
QuickBird 2	23/11/2014	0.60 m

Avec des valeurs paramétriques identiques (Echelle, forme, compacité), voir tableau 6.

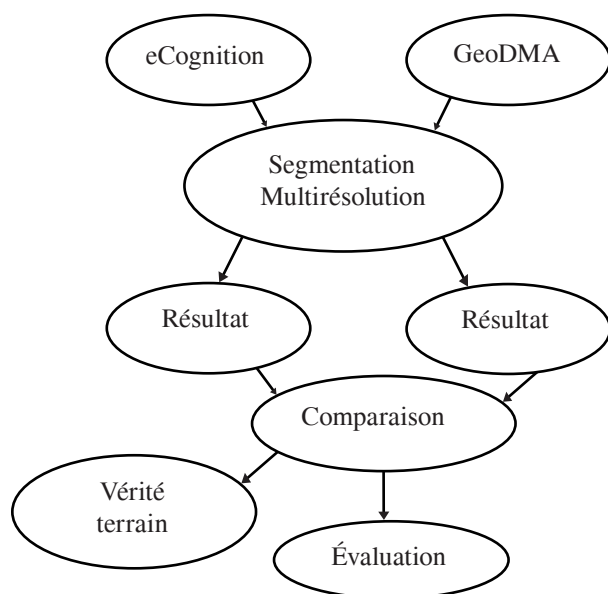


Fig. 3 Comparaison d'une Segmentation entre eCognition et GeoDMA.

Tab 6. Paramètres de la segmentation Multirésolution.

Données	Traitement
- Image Landsat8 (Résolution : 30m) - Image QuickBird (Résolution : 61cm)	Sous GeoDMA Segmentation > Baatz & Shape (Scale Color, Compactness) = (300, 90%, 50%) Sous eCognition Segmentation > Multiresolution segmentation (Scale Shape, Compactness) = (300, 0.1, 0.5)

Avec :

$$GeoDMA(Compacité) = [eCognition(shape) - 1] \times 100 \quad (1)$$

$$GeoDMA(Compacité) = eCognition(Compacité) \times 100 \quad (2)$$

En vue d'évaluer la segmentation sur les deux logiciels, une zone référence (vérité terrain) a été digitalisée sur les deux images satellitaires (Landsat8 et QuickBird).

Le taux de précision de la segmentation est calculé comme suit :

$$\text{Taux de précision} = \frac{\text{Nbre de pixels segmentés}}{\text{Nbre de pixels segmentés}} \quad (3)$$

Tab 7. Taux de précision pour l'image Landsat8.

	GeoDMA	eCognition
Surface vérité-terrain (ha)	27.91	27.91
Surface vérité-terrain (ha)	27.79	16.02
Surface bien classée (ha)	27.403	16
Surface mal classée (ha)	0.387	0.018
Taux de précision (%)	98.6	99.89

Sur l'image Landsat8, eCognition donne un taux de précision bien élevé (99.89%), son algorithme de segmentation se base sur le principe « minimum d'homogénéité » (Baatz et al 2000), qui ne fusionne que sur des pixels à radiométries très proches.

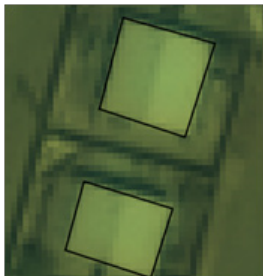
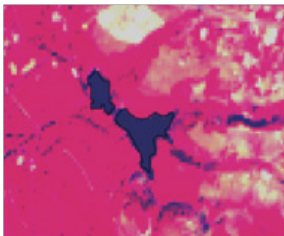

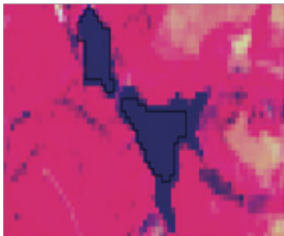

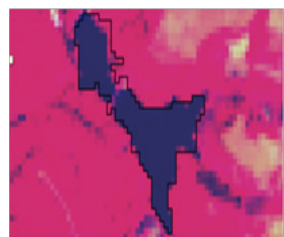
GeoDMA procède à la création d'objets avec une tolérance inférieure (98.6%) à eCognition, il offre dans le cas de notre image, une segmentation plus exhaustive du lac, car ce dernier dispose de bords ayant des radiométries plutôt hétérogènes (eau turbide, boue...) voir **Tableau 9**.

Dans le cas de l'image QuickBird (à très haute résolution spectrale-THR), GeoDMA et malgré le fait qu'il segmente quelques pixels non représentatifs de la vérité-terrain (en raison de son algorithme peu sensible), affiche tout de même un meilleur taux de réussite que son concurrent. En effet, eCognition n'arrive pas à détecter les contours des toits de maisons (pixels souvent hétérogènes dans une image THR).

Tab 8. Taux de précision pour l'image QuickBird.

	GeoDMA	eCognition
Surface vérité-terrain (ha)	154.24	154.24
Surface segmentée (ha)	162	140.4
Surface bien classée (ha)	145.85	140.4
Surface mal classée (ha)	16.15	13.84
Taux de précision (%)	94.56	91.02

Tab 9. Vérité terrain et segmentations.

Nom du logiciel	Image QuickBird	Image Landsat8
Vérité terrain		
eCognition		
GeoDMA		

7. Conclusion

A l'issue de cette étude comparative, nous avons constaté que le choix entre logiciels libres et propriétaires dépend étroitement du profil des utilisateurs ainsi que leur maîtrise des outils disponibles et enfin des applications escomptées.

Pour des traitements simples (classification, segmentation, indices spectraux...), l'interface graphique des logiciels OpenSouces permet un accès simple et rapide, et offre des résultats assez probants

Pour des traitements plus avancés, l'interface graphique d'un logiciel libre est plutôt limitée par rapport à celle du logiciel propriétaire ; réaliser ces traitement gratuitement nécessite l'accès à son interface de commande (bibliothèques OTB pour Montverdi et Terralib/C++ pour GeoDMA).

Références bibliographiques

M. Baatz, A Schäpe(2000) "Multiresolution Segmentation: An optimization approach for high quality multi-scale image segmentation", *Definiens-Germany*.

G. Camara, L-M. Garcia Fonseca, T S Kortinga, (2013) « GeoDMA – Geographic Data Mining Analyst », *INPE Brasil*.

Trimble©(2011), "eCognition Developer 8.7, Reference Book". *I, D-80339 GmbH, Germany*.

M-C. Boudreau, L. Jin, D. Robey (2010), "Beyond Development : A Research Agenda for Investigating OpenSource Software User Communities".

E. Christophe, J. Inglada (2009) "The Orfeo Toolbox Remote Sensing Image Processing Software", *CNES-France*.

S. Steiniger, A J-S. Hunter (2011) "Free and Open Source GIS Software for Building a Spatial Data Infrastructure", *Calgary University*.

M. Hamish Bowman, M. Metz, M. Neteler, M. Landa, (2011) "GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS", *Environnement Modeling & Software*.

EXELIS© "Geospatial Imagery & Raster GIS D Sources Free Downloadable & Purchasable Geospatial Data" *Exelis Information Solution*

Annexe

Tab 10. Principaux logiciels libres de traitement d'image satellitale.

Nom logiciel	Editeur/dernière version	Site officiel
Monteverdi	CNES (2.2)	www.orneo-toolbox.org
Spring	INPE (5.2.7)	www.dpi.inpe.br
Terralib/GeoDMA	INPE(0.2.2)	www.dpi.inpe.br
SAGA GIS	UnivHamboug(2.1.4)	www.saga-gis.org
GRASS GIS	OSGeoProject (7.0.0)	www.rass.osgeo.org
INTERIMAGE	LVC (1.43 beta)	www.lvc.ele.puc-rio.br
GvSIG	gvSIG association	www.gvsig.org
OSSIM	Trac/Edgewall	www.trac.osgeo.org
PolSARpro	ESA	www.earth.esa.int/web/
Opticks	BallAerospace	www.opticks.org
ILWIS	ITC, Pays-Bas	www.ilwis.org
R-CRAN	BellLaboratories	www.cran.at.r-project.org
DIVA-GIS	Robert Hijmans	www.diva-gis.org
GeoServer	OpenPlans/FGDC	www.geoserver.org
OpenJump	VividSolutions	www.openjump.org
MapServer	Univ Minnesota	www.mapserver.org
PostGIS	Oracle©	www.postgis.net
OpenLayers	OL Community	www.openlayers.org
QuantumGIS	OSGeoProject	www.qgis.org

Tab 11. Sources de données gratuites sur internet.

Données	Type	Site internet
Environnement/écologie	Vecteur (Shp/MXD)	www.naturalearthdata.com
Imageries satellitales/MNT	Raster (Geotiff/Jpeg)	www.earthexplorer.usgs.gov
Occupation du sol	Vecteur (OSM)	www.openstreetmap.org
Socioéconomiques	Raster (Geotiff, Png)	www.sedac.ciesin.columbia.edu
Topographie/MNT	Raster (tiff, ASCII)	www.opentopography.org
Contours administratifs/MNT	Vecteur (shp)/raster (Grid)	www.diva-gis.org
Atmosphère/environnement	Raster(Geotiff), Text(CSV)	www.neo.sci.gsfc.nasa.gov
Végétation/élévation	Raster (Geotiff/BIL)	www.iscgm.org
Environnement/économie	Vecteur/raster/csv	www.geodata.grid.unep.ch
Agriculture/socioéconomie	Vecteur/raster/csv	www.fao.org/geonetwork
Trait de côte, littoraux	Vecteur (shp)	www.shoreline.noaa.gov
Littoral, géologie	Raster/vecteur/csv	www.Ifremer.fr

