



**REDDiness**  
Support C-Africa in EO driven forest monitoring for REDD

## Le suivi du couvert végétal des forêts gabonaises par télédétection

### FORMATION EN TELEDETECTION : NOTION DE BASE

Dr Médard OBIANG EBANEGA (UOB)



**U O B**  
UNIVERSITE OMAR BONGO



**LAGRAC**  
LABORATOIRE DE GRAPHIQUE  
ET DE CARTOGRAPHIE



UNIVERSITY OF TWENTE



# SOMMAIRE

- Principes de base de la télédétection
- Outils et Méthodes appliquées en télédétection pour le suivi des forêts
- Inventaire des données radar et optique pour le suivi des forêts
- Travaux pratiques sur les principaux types de données

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

1. Définition
2. Ondes électromagnétiques
3. Rayonnement et énergie
4. Rayonnement et matière
5. Rayonnement et atmosphère
6. Spectre électromagnétique
7. Mesure du rayonnement
8. Capteurs optiques et radar

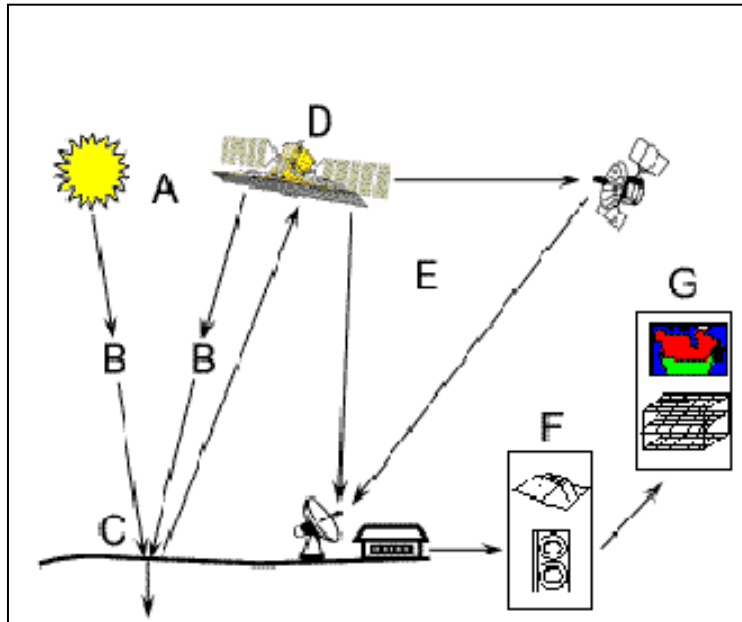
# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## Définition

- La **télédétection** désigne, dans son acception la plus large, la mesure ou l'acquisition d'informations sur un objet ou un phénomène, par l'intermédiaire d'un instrument de mesure n'ayant pas de contact avec l'objet étudié.
- C'est l'utilisation à distance, d'un [avion](#), d'un engin spatial, d'un [satellite](#) ou encore d'un bateau ou de n'importe quel type d'instrument permettant l'[acquisition](#) d'informations sur l'[environnement](#) (L'environnement est tout ce qui nous entoure. C'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine.
- On fait souvent appel à des instruments tels qu' appareils photographiques, lasers, radars, sonars, sismographes ou gravimètres.
- La [télédétection](#) moderne intègre normalement des traitements numériques mais peut tout aussi bien utiliser des méthodes non numériques.

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## Processus

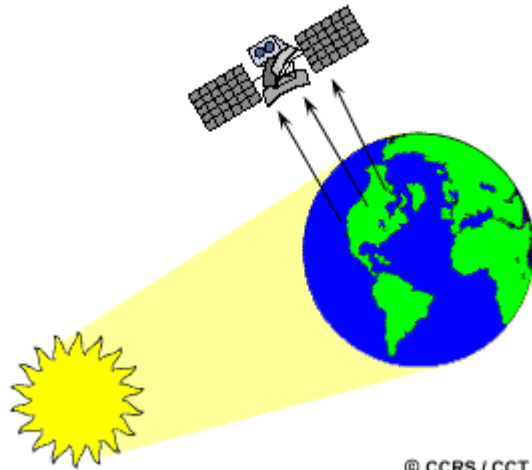


- **A. Source et rayonnement électromagnétique**
- **B. Propagation de l'onde électromagnétique dans l'atmosphère**
- **C. Interaction de l'onde avec le milieu**
- **D. Mesure par le capteur**
- **E. Transmission, réception et traitement de l'information**
- **F. Traitement, mise en forme des données**
- **G. Exploitation (météorologues, géologues, exploitation agricole, forestière, océanographes)**

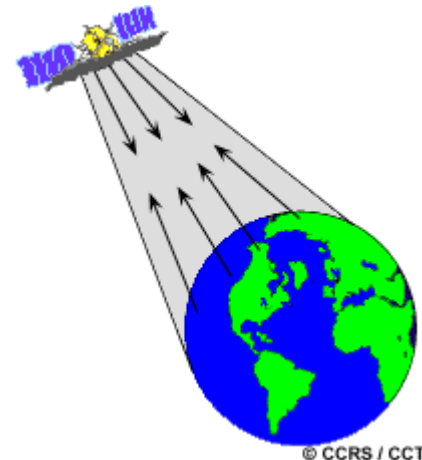
# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## Les modes

Télédétection active

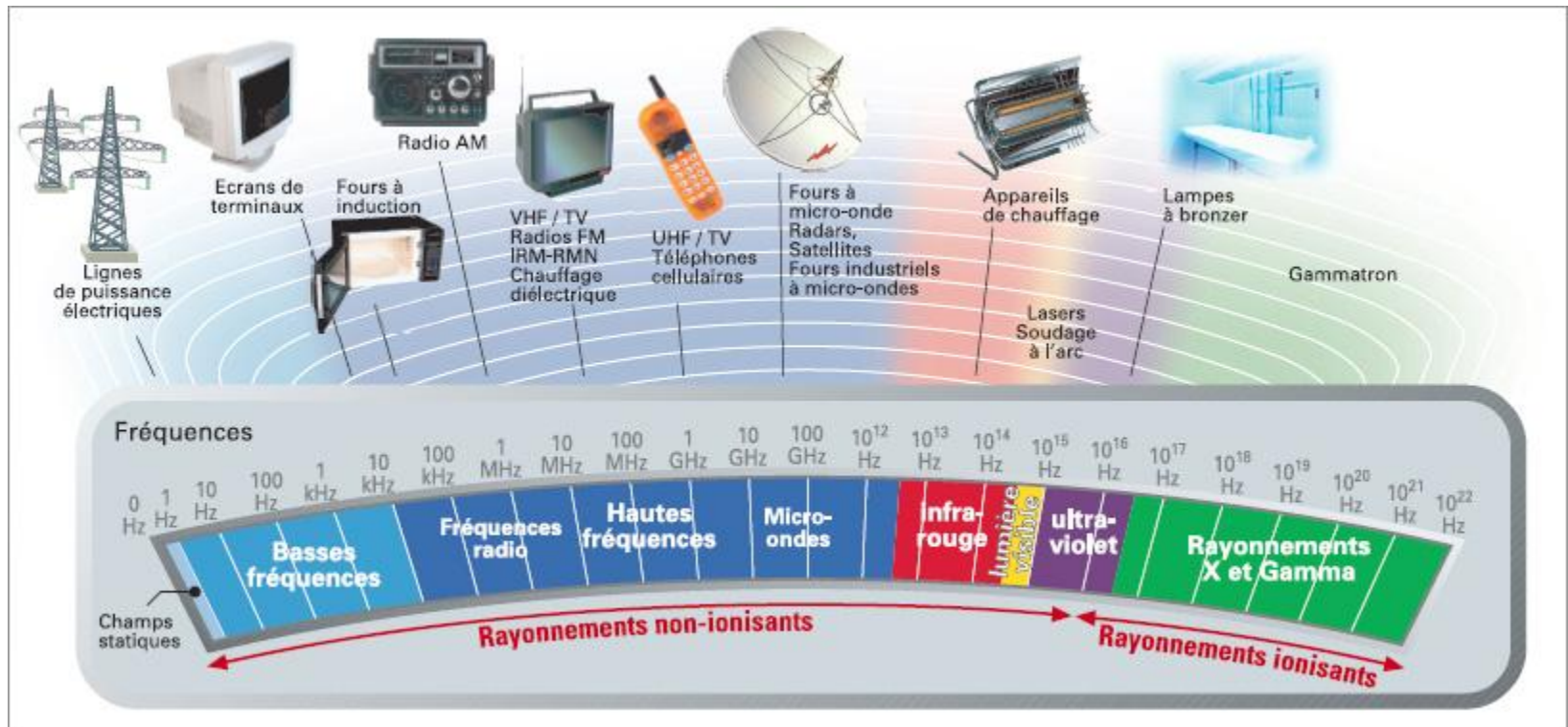


Télédétection passive



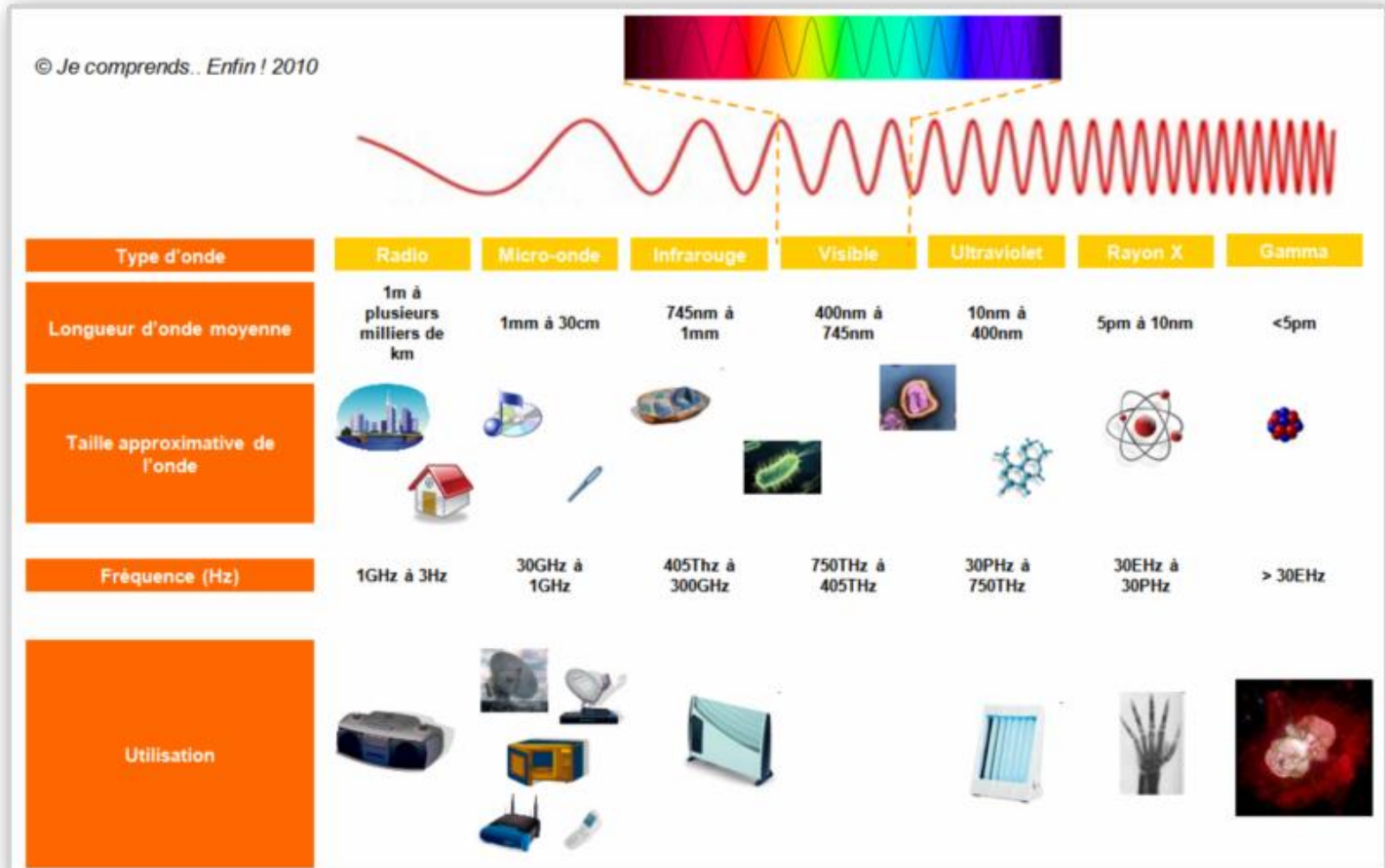
# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## ONDES ELECTROMAGNETIQUES



# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

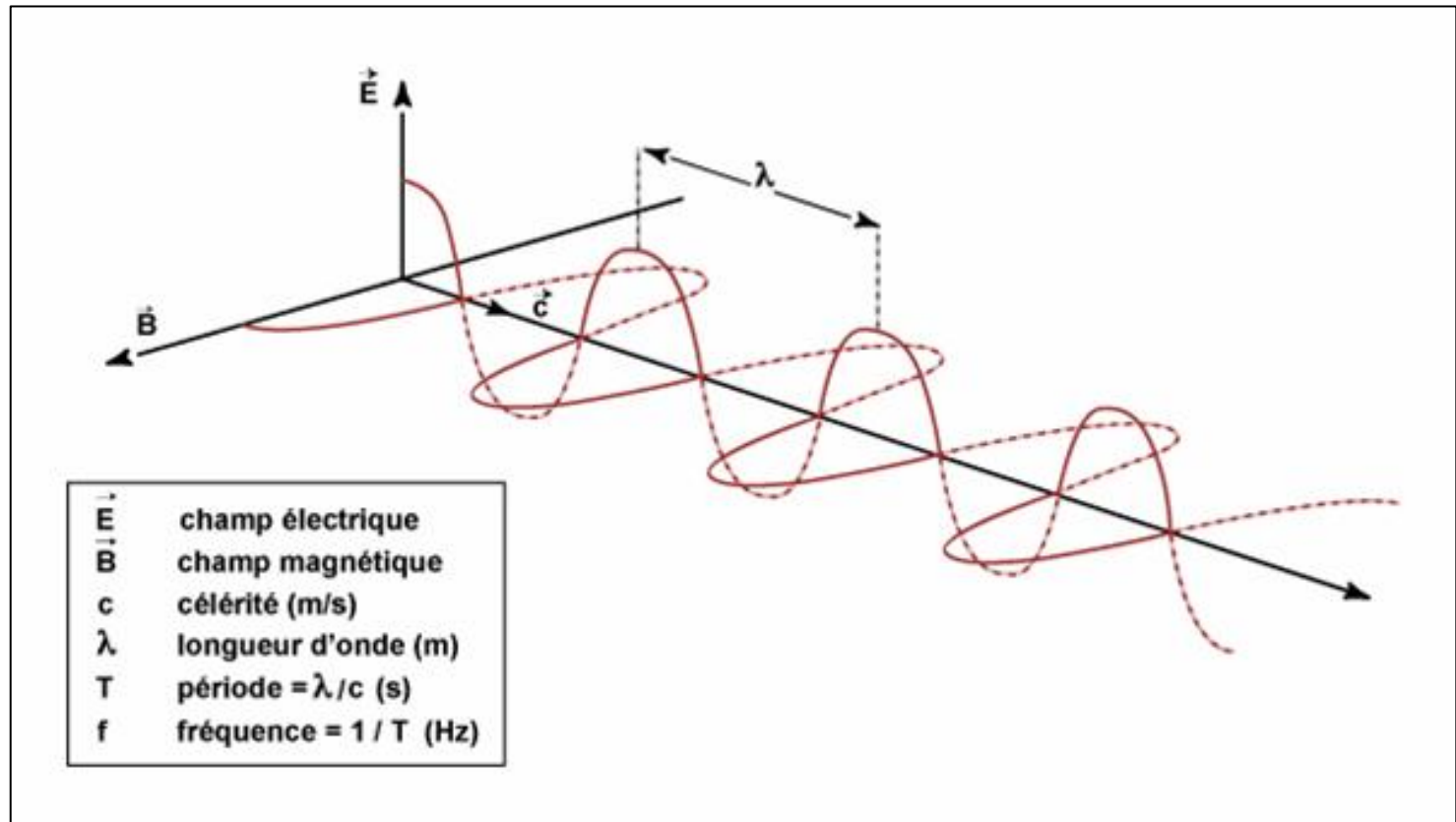
## ONDES ELECTROMAGNETIQUES





# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## ONDES ELECTROMAGNETIQUES



# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## ONDES ELECTROMAGNETIQUES

**Une onde électromagnétique est caractérisée par plusieurs grandeurs physiques :**

**La longueur d'onde ( $\lambda$ ) :** elle exprime le caractère oscillatoire périodique de l'onde dans l'espace.

C'est la longueur d'un cycle d'une onde, la distance séparant deux crêtes successives. Elle est mesurée en mètre ou en l'un de ses sous-multiples, les ondes électromagnétiques utilisées en télédétection spatiale ayant des longueurs d'onde relativement courtes :

le nanomètre     $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ mètre}$

le micromètre     $1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ mètre}$

le centimètre     $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ mètre}$ .

**La période (T) :** elle représente le temps nécessaire pour que l'onde effectue un cycle. L'unité est la seconde.

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## ONDES ELECTROMAGNETIQUES

**La fréquence (  $\nu$  )** : inverse de la période, elle traduit le nombre de cycles par unité de temps. Elle s'exprime en Hertz (Hz) - un Hz équivaut à une oscillation par seconde - ou en multiples du Hertz, les ondes électromagnétiques utilisées en télédétection spatiale ayant des fréquences très élevées :

le kilohertz     $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$

le mégahertz     $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$

le gigahertz     $1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Longueur d'onde et fréquence sont inversement proportionnelles et unies par la relation suivante

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

où

- $\lambda$  : longueur d'onde de l'onde électromagnétique
- $c$  : vitesse de la lumière ( $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ )
- $\nu$  : la fréquence de l'onde

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## RAYONNEMENT ET ENERGIE

$$E = h\nu$$

- E : Energie de l'onde électromagnétique
- $\nu$  : la fréquence de l'onde
- H : la constante de planck ( $6,625 \cdot 10^{-34}$  J.s)

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

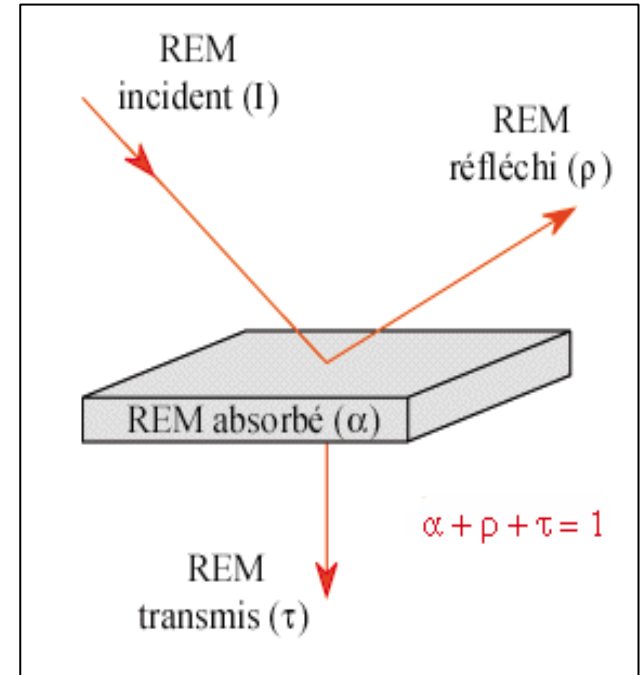
## RAYONNEMENT ET MATIERE

$$\alpha_{\lambda} + \rho_{\lambda} + \tau_{\lambda} = 1$$

$\alpha_{\lambda}$  : coefficient d'absorption de la longueur d'onde

$\rho_{\lambda}$  : coefficient de réflexion de la longueur d'onde

$\tau_{\lambda}$  : coefficient de transmission de la longueur d'onde



# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## RAYONNEMENT ET MATIERE

$$\tau = 0 \quad \Rightarrow \quad \alpha + \rho = 1$$

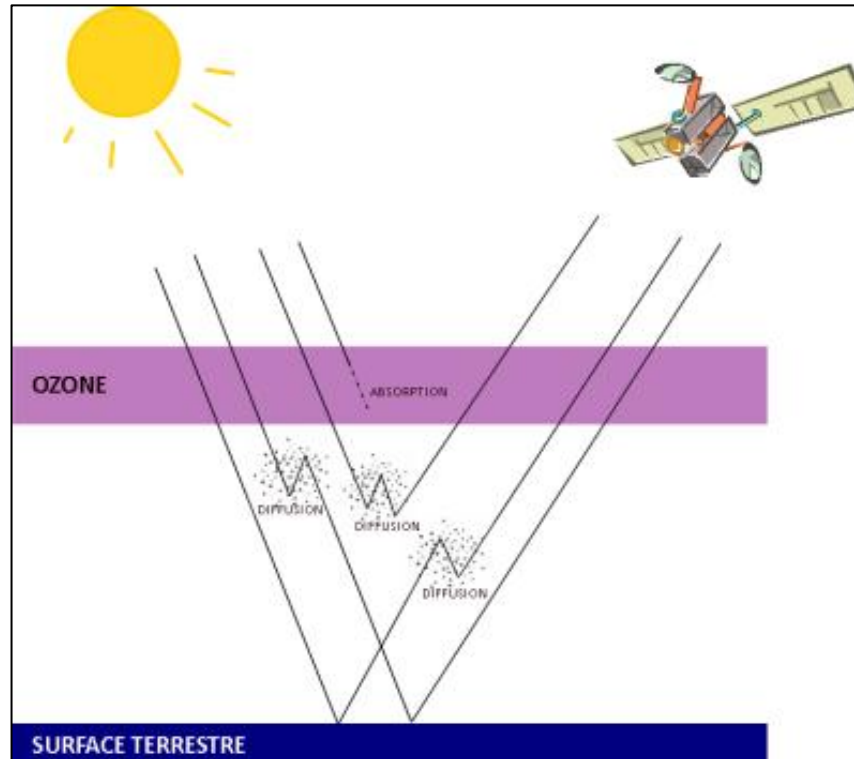
$$\rho = 0 \quad \Rightarrow \quad \alpha + \tau = 1$$

$\rho_\gamma$  : coefficient de réflexion de la longueur d'onde

$\tau_\gamma$  : coefficient de transmission de la longueur d'onde

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

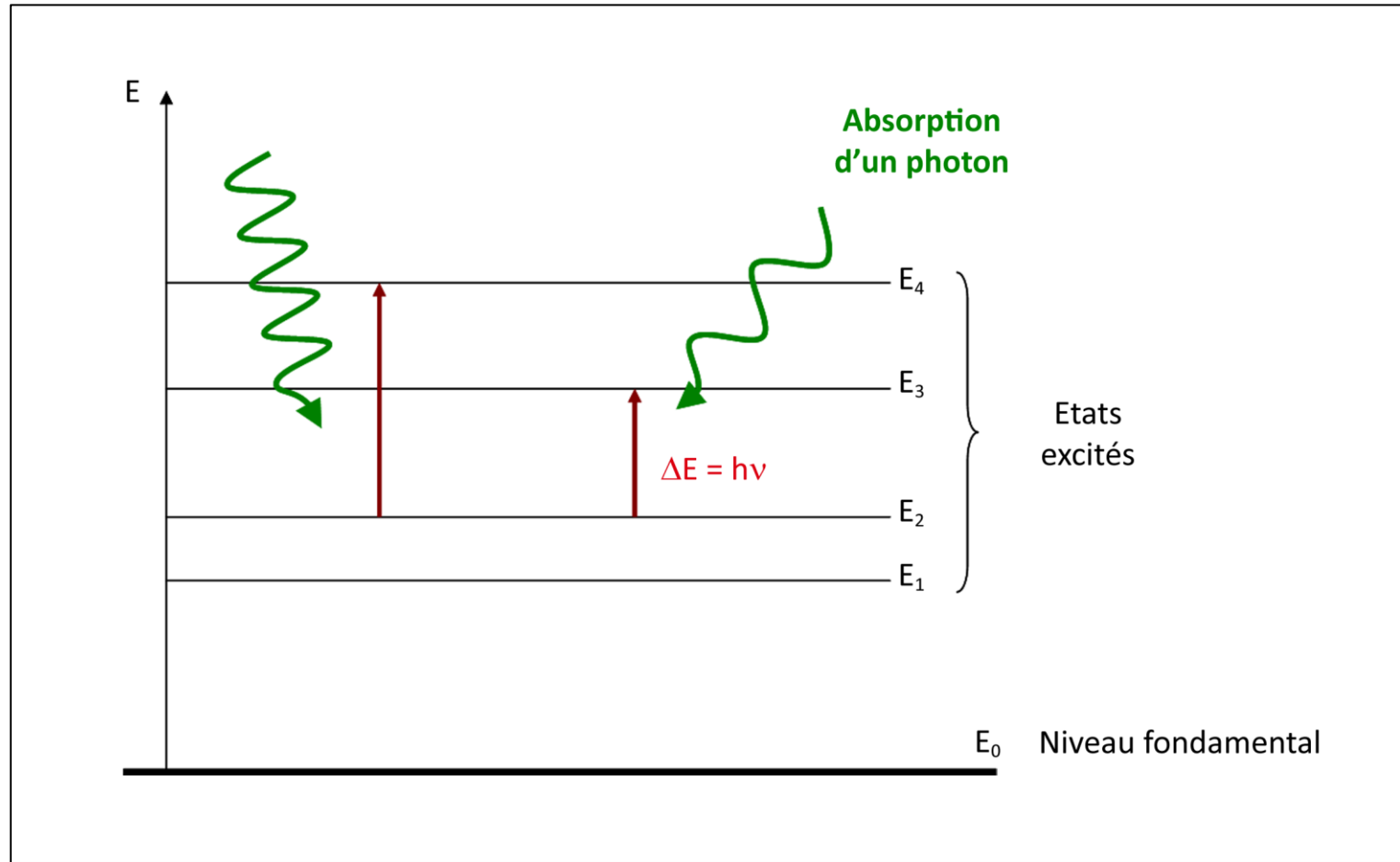
## RAYONNEMENT ET ATMOSPHERE





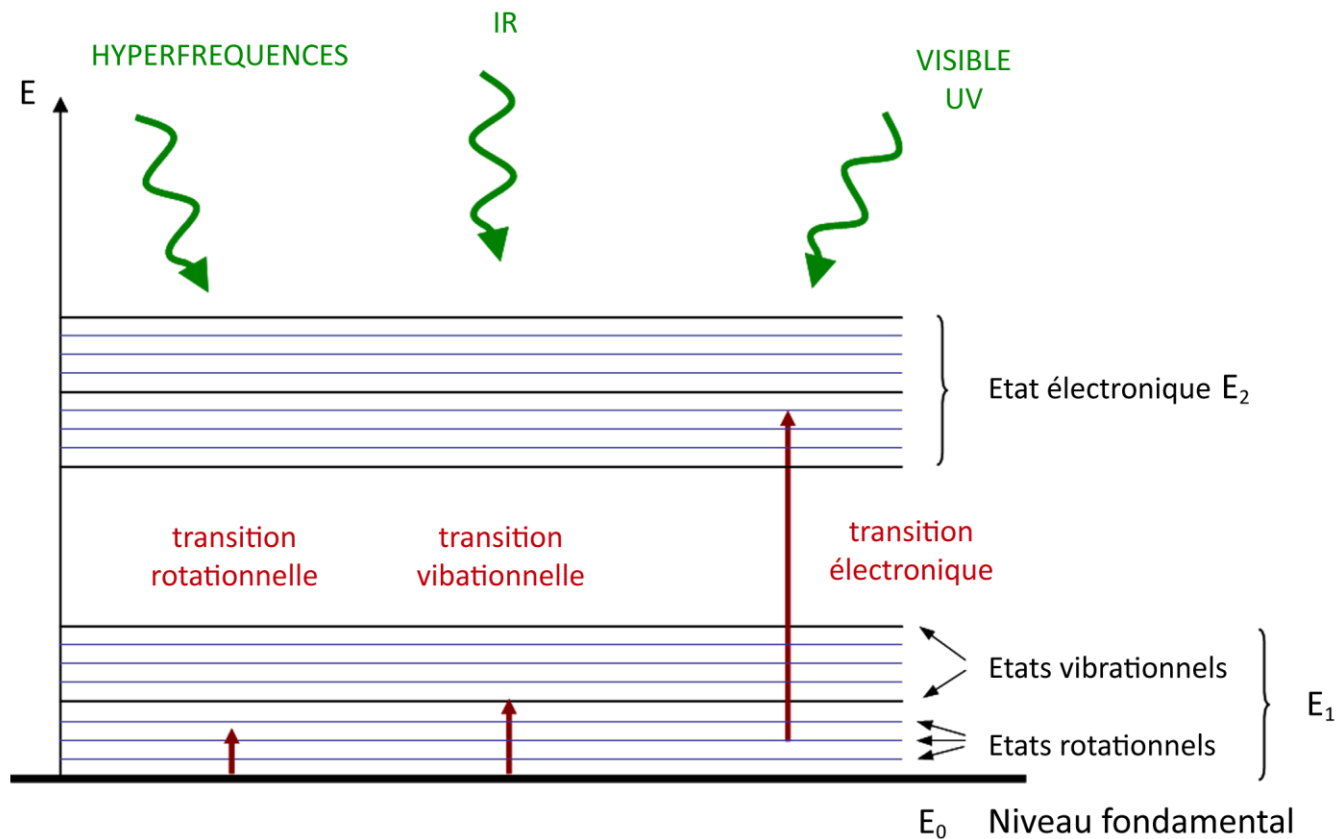
# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## RAYONNEMENT ET ATMOSPHERE



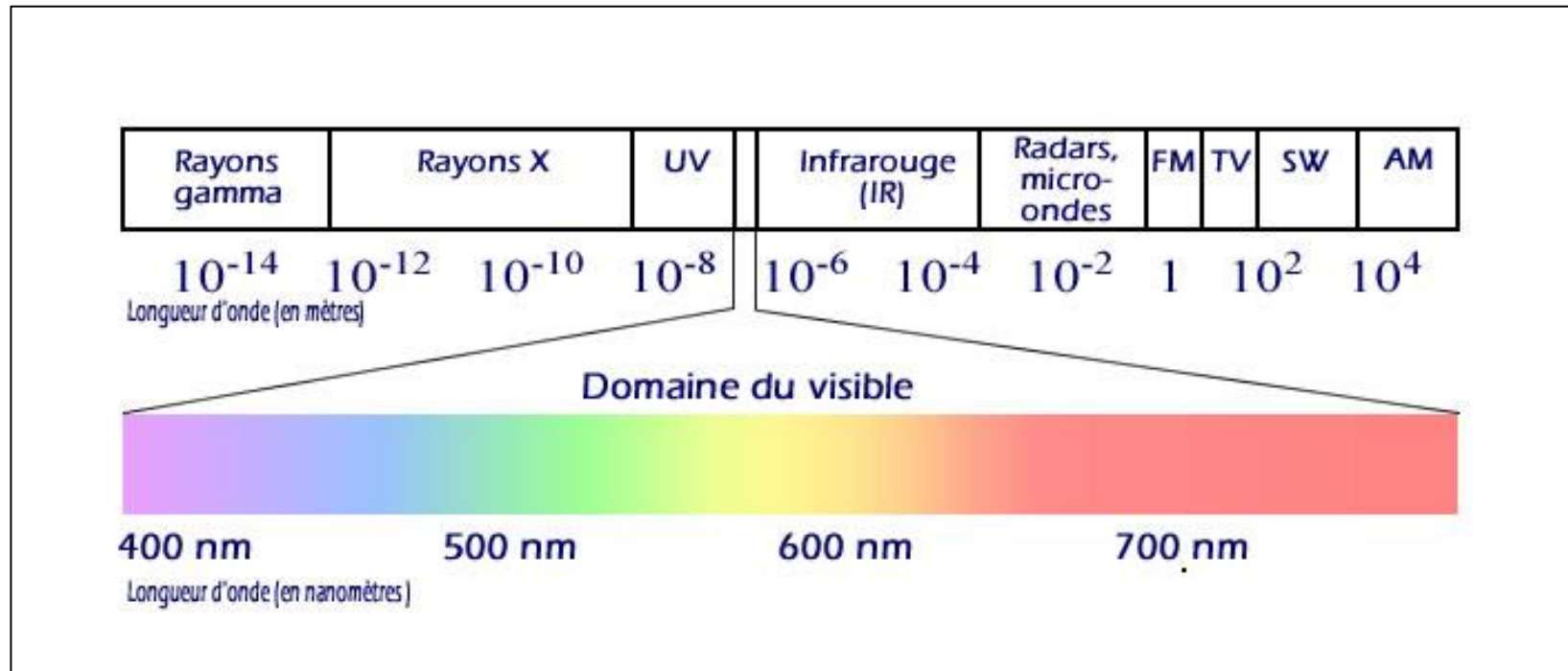
# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## RAYONNEMENT ET ATMOSPHERE



# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE



# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## MESURE DU RAYONNEMENT

Le flux énergétique enregistré au niveau du capteur satellitaire est ce qu'on appelle une luminance.

**La luminance** qui s'exprime en  $\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$  dépend de plusieurs paramètres :

- La superficie de la source qui émet ou réfléchit le rayonnement (en  $\text{m}^2$ )
- Le champ de vision du capteur qui observe la source dans un angle solide (en stéradian - sr)
- La bande spectrale (fenêtre étroite de longueurs d'onde) du capteur (en  $\mu\text{m}$ )

Les luminances permettent donc de différencier les surfaces sur une image.

En revanche, si l'on veut étudier l'évolution d'une surface (couverture végétale par exemple) au cours du temps, on ne pourra pas comparer les luminances d'une image à une autre, car elles dépendent de l'éclairement reçu par la surface. Il faut donc convertir les luminances en une grandeur indépendante de l'éclairement incident, **la réflectance**.

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## MESURE DU RAYONNEMENT

### DÉFINITION DE QUELQUES GRANDEURS RADIOMÉTRIQUES ET LEURS UNITÉS

Grandeur radiométrique	Définition	Unité
Flux énergétique (ou puissance)	Energie reçue ou réfléchie par unité de temps	W (watt)
Exitance énergétique	Flux énergétique réfléchi par une source par unité de surface et intégrée sur un hémisphère	$W.m^{-2}$
Eclairement	Flux énergétique reçu par unité de surface	$W.m^{-2}$
Luminance	Flux énergétique émis par unité d'angle solide et par unité de surface d'une source dans une direction donnée	$W.m^{-2}.sr^{-1}$
Réflectance	Rapport de l'exitance énergétique à l'éclairement	Sans unité

# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## TELEDETECTION OPTIQUES ET RADAR

Contrairement à la [télédétection Optique](#), la télédétection Radar n'a pas, au premier abord, une approche aussi intuitive. En effet, l'imagerie **optique** est très **proche de la vision humaine**, c'est à dire qu'en raccourci, elle est sensible aux couleurs des surfaces observées.

En revanche, l'imagerie **radar** est principalement sensible à l'**humidité** de la surface observée, mais aussi à sa **rugosité** ainsi qu'à sa **géométrie**.

La notion de **rugosité** radar ressemble au toucher humain où, pour une échelle donnée, une table en verre sera considérée comme lisse au toucher, à l'opposer d'une route goudronnée).

Ainsi, l'énergie renvoyée par la surface observée sera généralement plus importante pour une surface rugueuse comme un champ labouré que sur une piste d'aéroport. De même, une forêt tropicale renverra un signal plus important s'il y a plus.

La figure suivante vous permet de comparer la réponse d'une image Optique ([Quickbird](#)) à l'intensité d'une image radar ([Airsar](#) bande L,  $\lambda=20\text{cm}$ ) sur l'île de Tubuai en Polynésie Française.

# TELEDETECTION OPTIQUES ET RADAR



# PRINCIPES DE BASE DE LA TELEDETECTION

## TELEDETECTION OPTIQUES ET RADAR

Ainsi, la différence de perception entre un capteur optique et un capteur radar est principalement lié à la longueur d'onde du rayonnement mesurée.

Dans le cas de la **téledétection optique**, le capteur est sensible à des longueurs d'onde de l'ordre de la **centaine de nanomètre**. Dans le cas d'un capteur **radar**, la mesure s'effectue pour des longueurs d'ondes de l'ordre du **centimètre**.

Ainsi, cette différence fondamentale montre une importante **complémentarité** entre l'imagerie optique et l'imagerie radar. Par ailleurs, l'utilisation de longueurs d'ondes centimétriques procure à l'imagerie **radar** d'être **insensible à la couverture nuageuse**. L'imagerie radar sera par conséquent indispensable en cas de couverture nuageuse importante.

Comme nous allons le voir dans la suite de ce petit tutorial radar, les différents capteurs radar se différencieront par leur **résolution** (comme en imagerie optique), mais aussi et surtout par la **longueur d'onde** utilisée (généralement de  $\lambda=2\text{cm}$  à  $\lambda=70\text{cm}$ ). Un critère important sur le choix du capteur proviendra de la **polarisation** utilisée !



# **OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS**

## **DEFINITIONS**

### **SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION**

**FAO**

**GRFM**

**OSFAC**

**METHODES**

**OUTILS**

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## FORETS

La **définition** du terme de forêt est complexe et sujette à controverses. Pour définir la forêt on utilise souvent des critères : **Forme**, Structure, Fonction et le Mode. En plus de ses critères, on peut prendre en compte le « Dedans », le « Dehors » et l'Ancienneté

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) définit les forêts comme des terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectare (5 000 m<sup>2</sup>) avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert forestier de plus de 10 %, ou avec des arbres capables de remplir ces critères. La définition exclut les terres dont la vocation prédominante est agricole ou urbaine.

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

au [Sahel](#), un boisement est considéré comme forêt à partir d'un taux de recouvrement de 10 % alors

en [Europe](#) (définition CEE-ONU/FAO), on ne parle de forêt qu'à partir d'un taux de recouvrement de 20 % et d'une surface de plus d'un demi hectare.

le [Programme des Nations Unies pour l'environnement](#) (PNUE) utilise 40 % de couverture comme le seuil pour les « forêts fermées » et 10 à 40 % de couverture pour les « forêts ouvertes »,

le projet *Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellite* (TREES)<sup>[10]</sup>, fondé en [1991](#) par la [Commission Européenne](#), classifie les surfaces avec plus de 70 % de couverture de canopée comme étant des « forêts denses » et celles avec 40-70 % de couverture comme des « forêts fragmentées ».

Par forêt on entend toutes les surfaces couvertes d'arbres ou d'arbustes forestiers à même d'exercer des fonctions forestières.

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION SUIVI DES FORETS

## FORETS DEFINITION

Les **forêts primaires** sont des forêts formées d'espèces indigènes où aucune trace d'activité humaine n'est clairement visible et où les processus écologiques ne sont pas sensiblement perturbés.

Les **forêts secondaires** sont des forêts qui se sont régénérées là où des forêts primaires ont disparu sous l'effet de phénomènes naturels ou d'activités humaines telles que l'agriculture ou l'élevage. Ces forêts présentent des différences majeures en termes de structure et/ou d'espèces qui la composent par rapport aux forêts primaires. La végétation secondaire est généralement instable et représente des stades successifs.



# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION SUIVI DES FORETS

## FORET DEFINITIONS

Les **forêts naturelles modifiées** sont des forêts formées d'espèces indigènes régénérées de façon naturelle, où des traces d'activités humaines sont clairement visibles.



Les **forêts semi-naturelles** sont des forêts comprenant des espèces indigènes, établies par plantation, semis ou régénération naturelle assistée.



Les **forêts plantées** ou **plantations forestières** sont des domaines forestiers établis artificiellement par plantation ou par semis. Les arbres de la plantation appartiennent à un cortège d'espèces sélectionnées indigènes ou introduites.



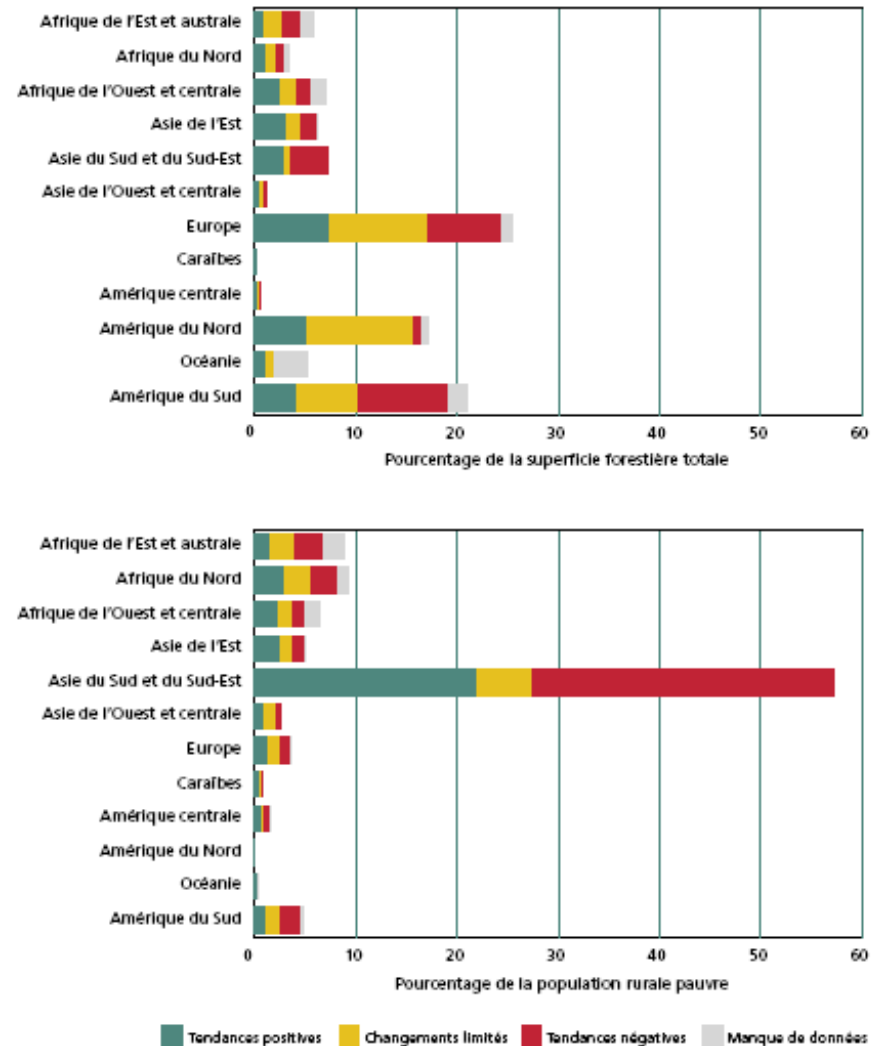


# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## DEFINITION

Le suivi des forêts vise la prise de décision concernant les politiques et programmes forestiers à tous les niveaux (sous-national, national, régional et international)

FIGURE 8.2  
Répartition des tendances sous-régionales<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Le nombre de tendances observées pour chaque sous-région dans le tableau 8.9 a été multiplié par la superficie forestière (haut), et le nombre de ruraux pauvres (bas). Les résultats ont été élaborés pour montrer la proportion en pourcentage des changements observés dans chaque cas.

# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## EXPERIENCE DE LA FAO

1947-48

1953

1958

1963

1990 ERF

2000 ERF

Méthode du Questionnaire

1970-1980 : Méthode d'experts

Introduction des bases de données et de la télédétection

Perfectionnement des méthodes de 1990

TABLEAU 2.7

Comparaison entre les estimations de la superficie forestière de FRA 2005 et FRA 2000

Région	Estimations de FRA 2005			Estimations de FRA 2000		
	Superficie forestière	Changement annuel (1 000 ha/an)		Superficie forestière	Changement annuel (1 000 ha/an)	
	1990	2000		1990	2000	
Afrique	699 361	655 613	-4 375	702 502	649 866	-5 262
Asie	574 487	566 562	-792	551 448	547 793	-364
Europe	989 320	998 091	877	1 030 475	1 039 251	881
Amérique du Nord et centrale	710 790	707 514	-328	555 002	549 304	-570
Océanie	212 514	208 034	-448	201 271	197 623	-365
Amérique du Sud	890 818	852 796	-3 802	922 731	885 618	-3 711
Monde	4 077 291	3 988 610	-8 868	3 963 429	3 869 455	-9 391

# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## FAO

TABLEAU 6.4  
Tendances de la superficie forestière affectée principalement à la protection 1990-2005

Région/sous-région	Disponibilité des Informations (les trois années)				Superficie affectée principalement à la protection (1 000 ha)		
	Pays soumettant un rapport	Superficie forestière (1 000 ha)	% de la superficie forestière totale		1990	2000	2005
Afrique de l'Est et australe	15	198 343	87,6	6 440	6 102	5 840	
Afrique du Nord	13	125 667	95,9	13 323	12 866	12 567	
Afrique de l'Ouest et centrale	15	118 280	42,6	1 630	2 320	2 206	
<b>Total Afrique</b>	<b>43</b>	<b>442 291</b>	<b>69,6</b>	<b>21 392</b>	<b>21 287</b>	<b>20 613</b>	
Asie de l'Est	5	244 862	100,0	34 763	55 424	66 992	
Asie du Sud et du Sud-Est	17	283 126	100,0	57 422	58 907	59 097	
Asie de l'Ouest et centrale	21	43 272	99,3	12 079	12 933	13 047	
<b>Total Asie</b>	<b>43</b>	<b>571 259</b>	<b>99,9</b>	<b>104 264</b>	<b>127 263</b>	<b>139 136</b>	
<b>Total Europe</b>	<b>34</b>	<b>984 468</b>	<b>98,3</b>	<b>77 705</b>	<b>89 599</b>	<b>90 098</b>	
Caraïbes	9	3 489	58,4	850	1 085	1 291	
Amérique centrale	7	22 411	100,0	1 344	1 178	1 068	
Amérique du Nord	4	677 464	100,0	0	1 047	986	
<b>Total Amérique du Nord et centrale</b>	<b>20</b>	<b>703 364</b>	<b>99,6</b>	<b>2 194</b>	<b>3 310</b>	<b>3 345</b>	
<b>Total Océanie</b>	<b>11</b>	<b>39 593</b>	<b>19,2</b>	<b>413</b>	<b>450</b>	<b>467</b>	
<b>Total Amérique du Sud</b>	<b>12</b>	<b>816 436</b>	<b>98,2</b>	<b>90 631</b>	<b>93 632</b>	<b>93 559</b>	
<b>Monde</b>	<b>163</b>	<b>3 557 412</b>	<b>90,0</b>	<b>296 598</b>	<b>335 541</b>	<b>347 217</b>	

Note: Quelques pays n'ayant pas communiqué une série complète, les chiffres pour 2005 s'écartent légèrement de ceux présentés dans le tableau 6.2.



# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## FAO

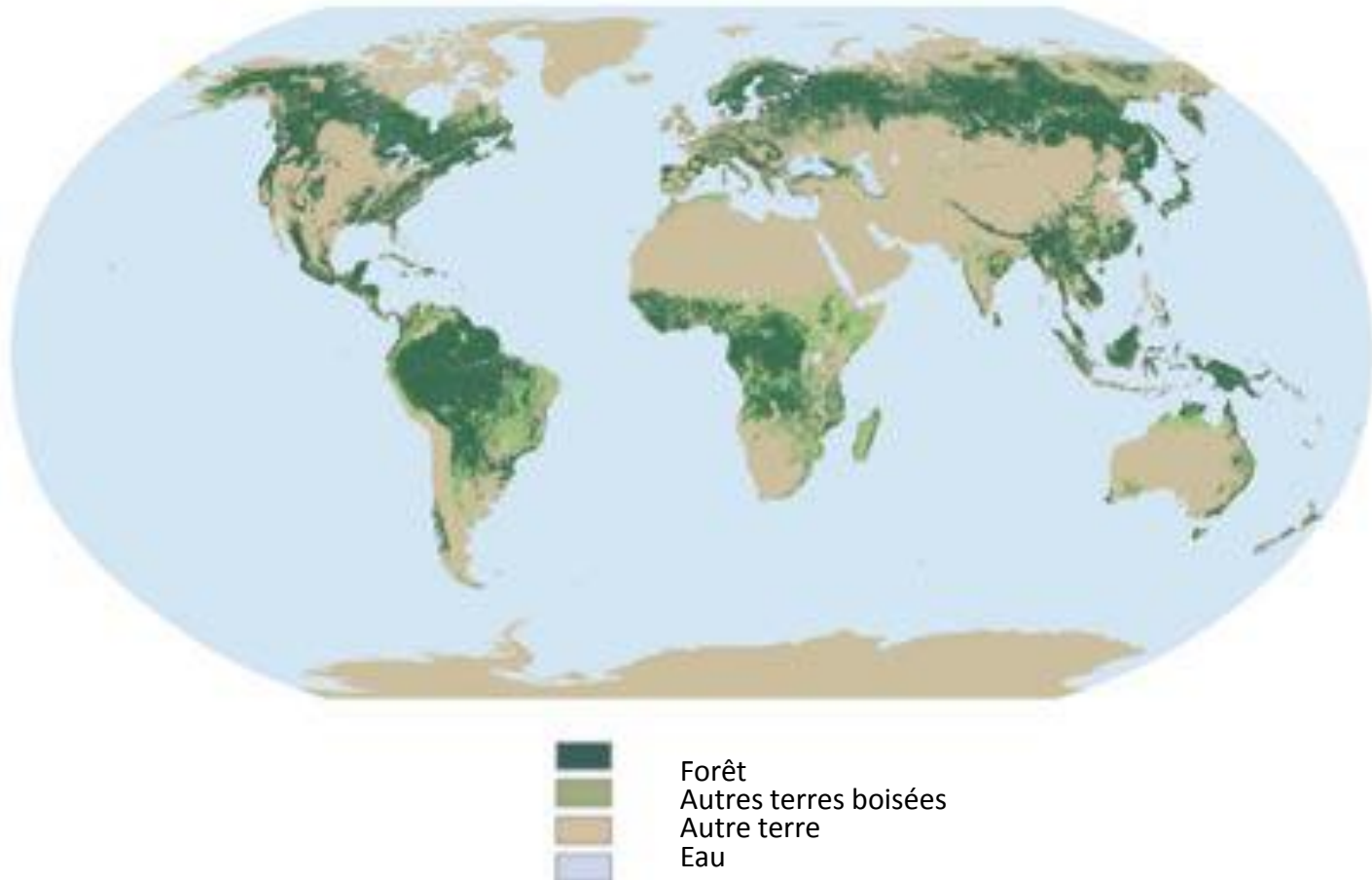
TABLEAU 2.10

Tendances des stocks de carbone dans la biomasse forestière 1990-2005

Région/sous-région	Carbone dans la biomasse vivante (Gt)		
	1990	2000	2005
Afrique de l'Est et australe	15,9	14,8	14,4
Afrique du Nord	3,8	3,5	3,4
Afrique de l'Ouest et centrale	46,0	43,9	43,1
<b>Total Afrique</b>	<b>65,8</b>	<b>62,2</b>	<b>60,8</b>
Asie de l'Est	7,2	8,4	9,1
Asie du Sud et du Sud-Est	32,3	25,5	21,8
Asie de l'Ouest et centrale	1,6	1,7	1,7
<b>Total Asie</b>	<b>41,1</b>	<b>35,6</b>	<b>32,6</b>
<b>Total Europe</b>	<b>42,0</b>	<b>43,1</b>	<b>43,9</b>
Carallbes	0,4	0,5	0,6
Amérique centrale	3,4	2,9	2,7
Amérique du Nord	37,2	38,5	39,2
<b>Total Amérique du Nord et centrale</b>	<b>41,0</b>	<b>41,9</b>	<b>42,4</b>
<b>Total Océanie</b>	<b>11,6</b>	<b>11,4</b>	<b>11,4</b>
<b>Total Amérique du Sud</b>	<b>97,7</b>	<b>94,2</b>	<b>91,5</b>
<b>Monde</b>	<b>299,2</b>	<b>288,6</b>	<b>282,7</b>

# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

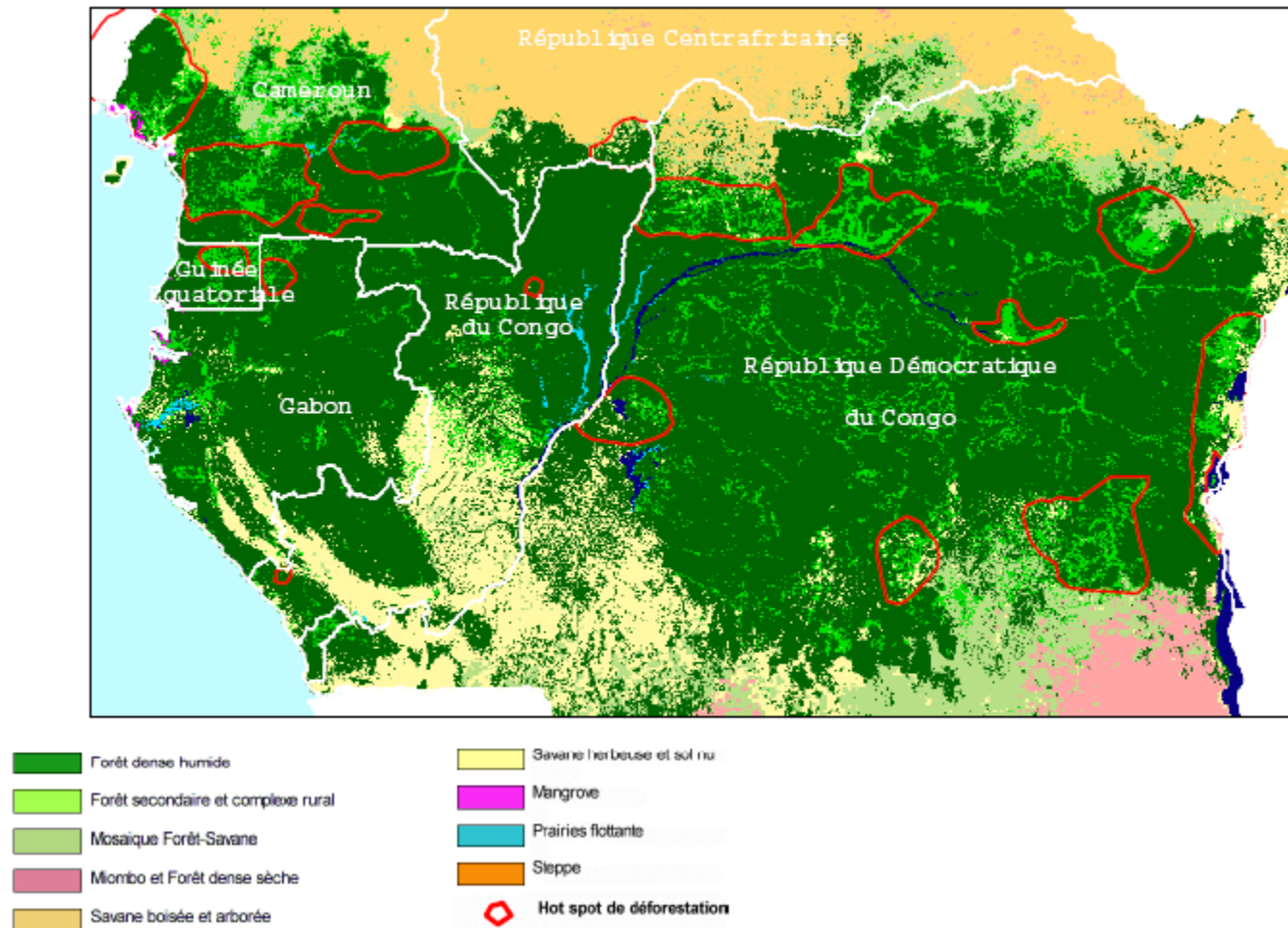
## FAO



# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

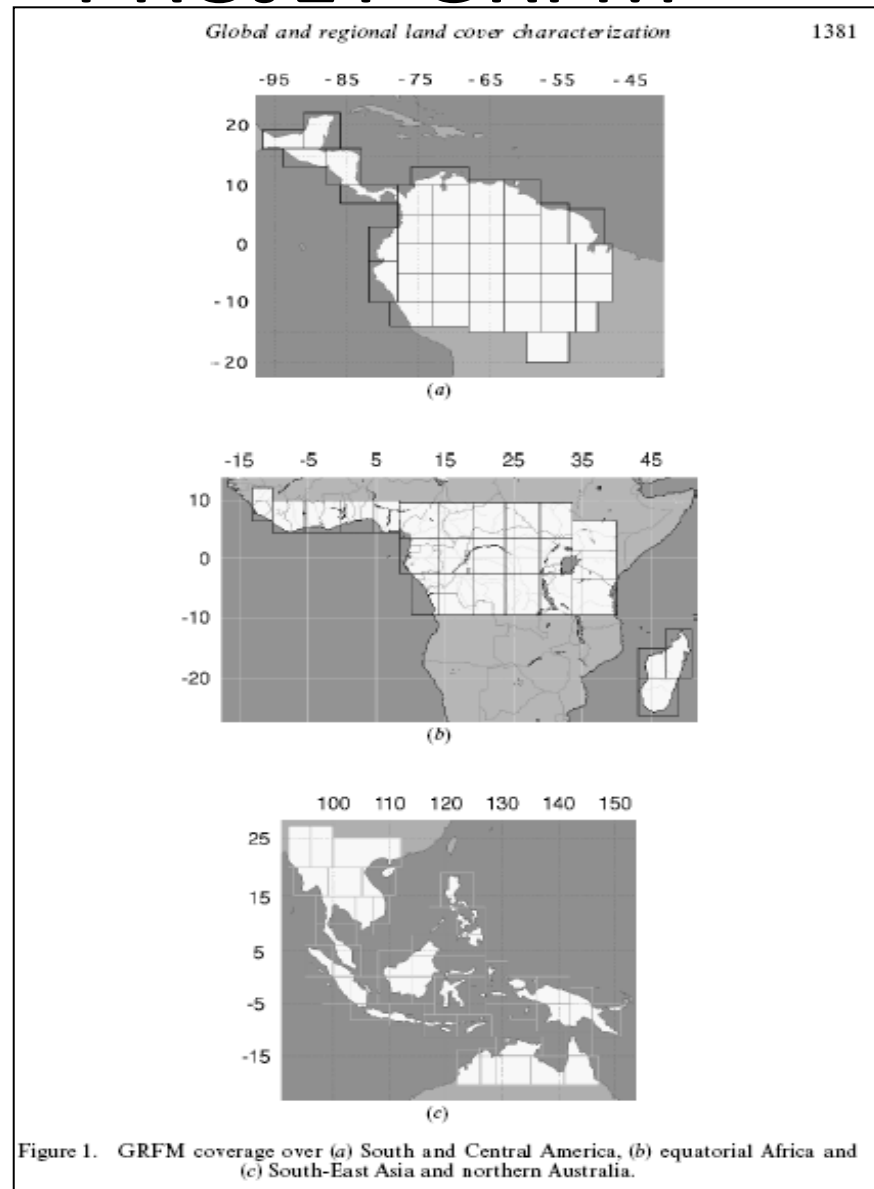
## PROJET TREES

Figure 2 : carte TREES de végétation de l'Afrique Centrale dérivée de l'imagerie satellitaire NOAA-AVHRR



# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## PROJET GRFM



# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## PROJET GRFM

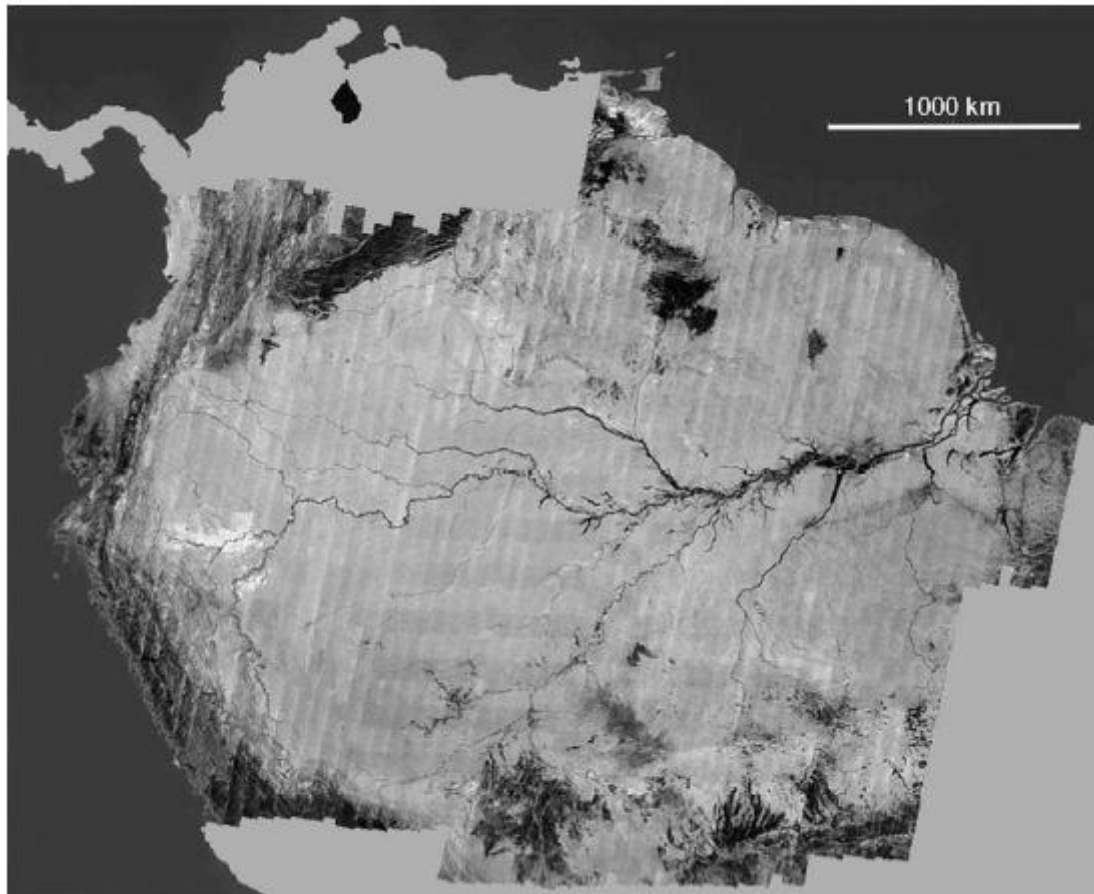


Figure 2. JERS-1 SAR mosaic covering the Amazon Basin at low water (October–December 1995). Original mosaic pixel size 100 m. JERS-1 GRFM © NASDA/MITI/JPL/JRC.



# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## PROJET GRFM

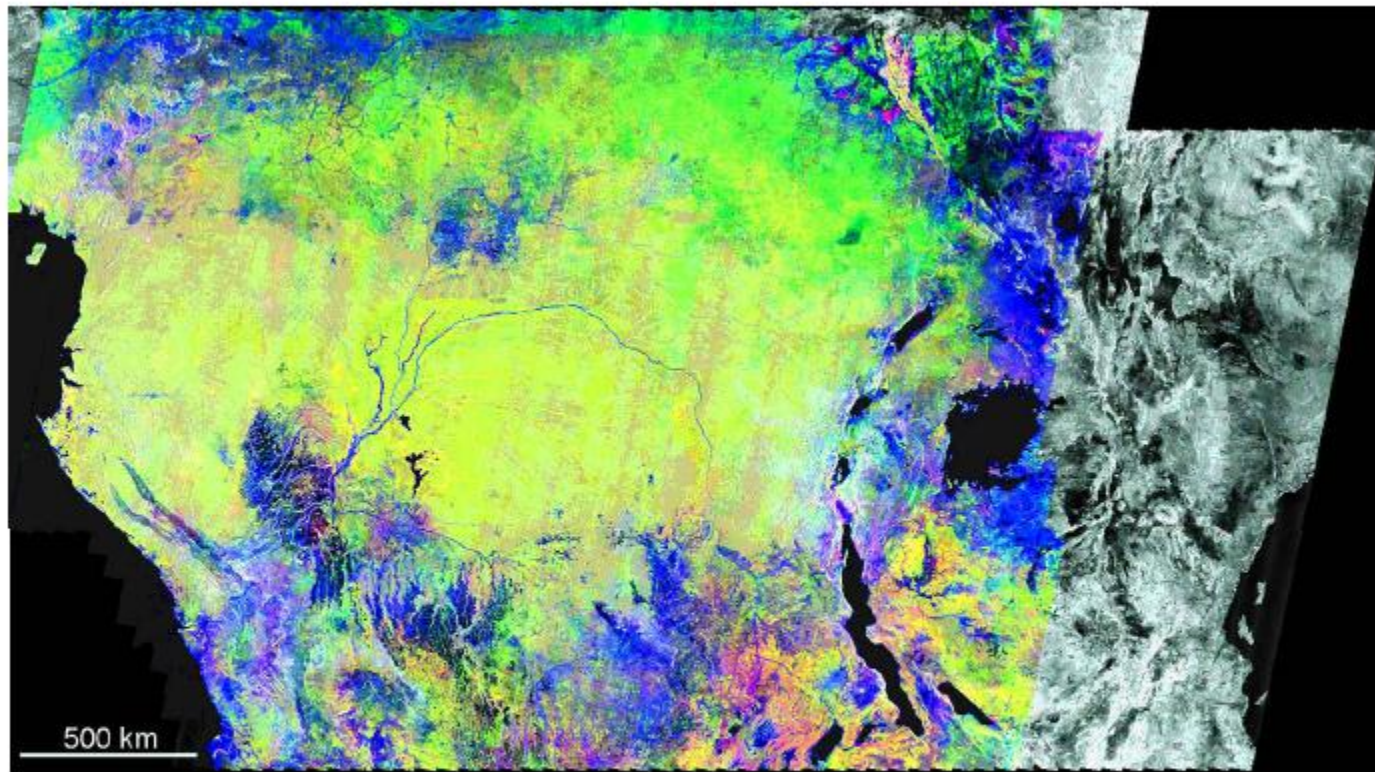


Figure 4. GRFM mosaics over equatorial Africa (west Africa and Madagascar not shown). The colour composite area shows the extent of the dual-seasonal coverage. (R—radar amplitude February 1996; G—radar amplitude November 1996; B—radar texture February 1996). JERS-1 GRFM © NASDA/MITI/JRC/JPL.

# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION

## PROJET GRFM

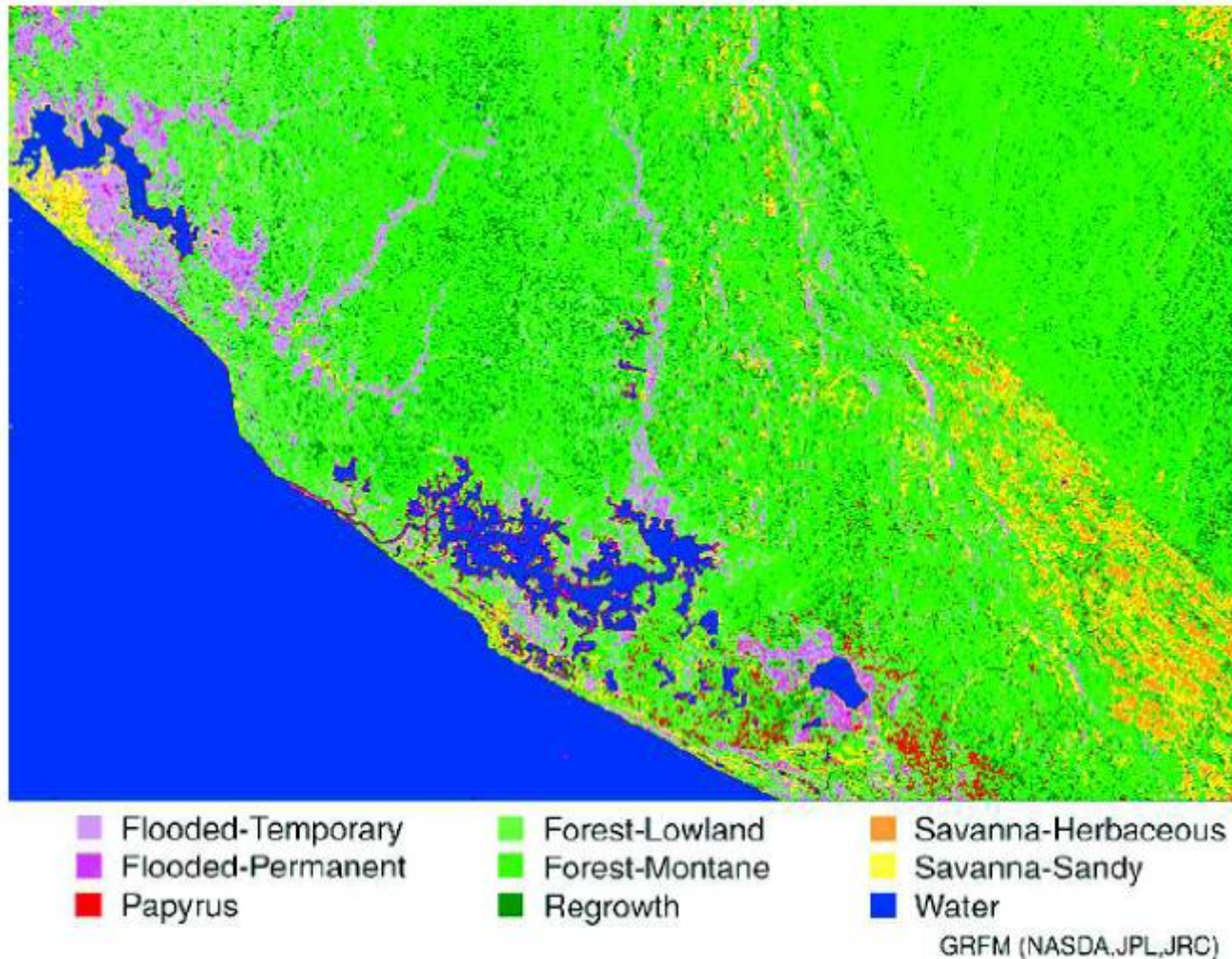



Figure 7. Land cover classification of the Gamba Complex, Gabon (Saatchi *et al.* 1998).




# SUIVI DES FORETS PAR TELEDETECTION


## OSFAC



**OSFAC**  
Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale  
<http://www.osfac.org>  
Une initiative du Global Observation for Forests and Land Cover Dynamics



**Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale**




Bienvenue / Welcome

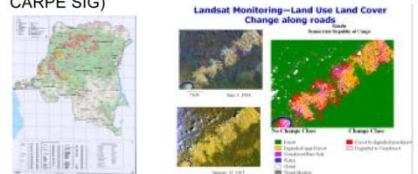
L'objectif principal d'OSFAC est d'améliorer la gestion durable des ressources forestières et environnementales dans le bassin du Congo par la promotion et la dissémination des informations dérivées de la télédétection et autres données géo-spatiales. Cet objectif est poursuivi à travers 5 activités conjointes :

- 1) Développer et opérationnaliser le site Web OSFAC comme outil de dissémination de l'information forestière et environnementale
- 2) Développer une banque de données forestières et environnementales sur l'Afrique Centrale pour faciliter l'accès à ces informations
- 3) Organiser des séminaires de formation en télédétection et SIG
- 4) Etablir des réseaux régionaux de personnes et entités intéressées au suivi de la forêt dans la région et servir de plate forme entre ces personnes et entités.
- 5) Créer un répertoire et une base de données de projets relatifs au suivi de l'environnement dans le Bassin






L'Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale —OSFAC—, est le réseau régional en Afrique Centrale de l'initiative « Global Observation of Forest Cover and Land Cover Dynamics » (GOFC-GOLD). GOFC-GOLD est un projet pilote international du CEOS (Committee on Earth Observation Satellites) qui vise à promouvoir la gestion durable des forêts mondiales par l'amélioration de l'état des connaissances sur les écosystèmes en recourant intensivement à l'imagerie satellitale conjointement avec des données terrain. Le siège social de OSFAC est basé à Kinshasa/ RDC, avec une implantation à travers des Points de Contact sur l'ensemble des pays de la sous-région: Cameroun, République du Congo, Gabon, République Centrafricaine, République Démocratique du Congo, Guinée-équatoriale.



Le site Web d'OSFAC assure la promotion et la diffusion de l'information qu'OSFAC collecte. OSFAC possède la plus large source de données de télédétection et SIG sur l'Afrique Centrale en Afrique. Ceci inclut des données brutes (ex : +700 images Landsat, JERS) mais aussi des données dérivées développées internationalement par différents groupes dans la région (ex : TREES, GLC2000, CARPE SIG)



Les partenaires d'OSFAC proviennent des structures ou institutions nationales, régionales et internationales, d'universités, ainsi que du secteur privé. La participation au réseau est volontaire et est ouverte à tout ceux intéressés au suivi des forêts en Afrique Centrale. Pour plus d'informations sur les données disponibles à OSFAC et sur la participation au réseau, visitez le site Web à <http://www.osfac.org>

Contacts: Pour plus d'informations veuillez contacter  
Point Focal OSFAC: Jean-François Bizenza ([jbizenza@yahoo.fr](mailto:jbizenza@yahoo.fr)) - Didier Devers, Geography Department University of Maryland [ddevers@glue.umd.edu](mailto:ddevers@glue.umd.edu) - OSFAC Website <http://www.osfac.org>



# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

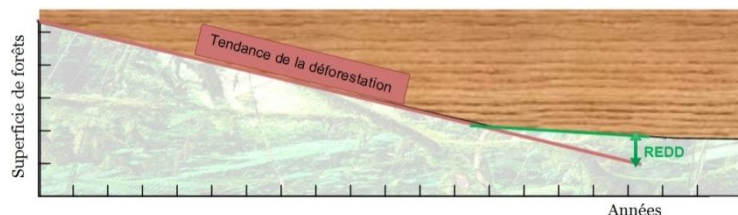
## Projet REDD

### FAITS

**12 à 15%** des gaz à effet de serre d'origine anthropique proviennent de la déforestation

### SOLUTION

La conservation des forêts d'Afrique semble constituer une partie de la solution.



### ORIGINE

a été initiée lors de la **Conférence sur le Climat à Montréal** en 2006 (UNFCCC, 2009).

### OBJECTIFS

Réduction des Emissions provenant de la Déforestation et de la Dégradation des forêts

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## Projet REDDiness



L'objectif principal de REDDiness est de renforcer les centres nationaux de surveillance des forêts de la République du Congo et du Gabon dans leurs efforts pour implémenter le mécanisme REDD par le support concret de techniques spécifiques en télédétection et par le renforcement de capacité. L'aspect fondamental de cet objectif est l'échange de connaissance et de capacités dans deux directions (UE <-> Afrique Centrale).

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## Projet REDDiness



- 1/ Identification et hiérarchisation des besoins actuels dans la zone de travail du projet concernant la surveillance REDD grâce à des techniques de télédétection.
- 2/ Assistance du Gabon et de la République du Congo dans leurs efforts à implémenter le mécanisme REDD dans leur pays par des activités de recherche et développement spécifiques telles que définies dans l'objectif 1.
- 3/ Améliorer les capacités régionales et locales sur l'observation de la terre et la télédétection dans le contexte REDD.

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES

	Capteurs/ Instruments	Résolution spatiale	Fauchées	Niveau scalaire d'observation	
Visible et infrarouge	AVHRR de NOAA	1,1 km × 1,1 km	2700 km	Régional : région amazonienne (1/1 000 000 à 1/10 000 000)	1 ↓
	VEGETATION de Spot 4	1,1 km × 1,1 km	2250 km	Régional : région amazonienne (1/1 000 000 à 1/10 000 000)	
	MSS de Landsat	56 m × 79 m	185 km	Sous-régional : NW Guyane (1/100 000 à 1/200 000)	
	TM et ETM+ de Landsat	30 m × 30 m 120 m × 120 m	185 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	2 ↓
	HRV et HRVIR de Spot	20 m × 20 m 10 m × 10 m	60 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	
	Spectroradio- mètres (CASI)	4 m × 4 m	2 km	Local (1/10 000 à 1/1000)	
					3

Outils de suivi des forêts par télédétection adapté de Tsayem DEMAZE 2008.

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

	Capteurs/ Instruments	Résolution spatiale	Fauchées	Niveau scalaire d'observation	
Radar	SAR (ERS-1)	26 x 30 m	100 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	4
	SAR (JERS-1)	18 m x 24 m	75 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	
Photos aériennes	Chambres photogra- phiques	quelques dm à quelques m	dizaine de km	Local (1/5000 à 1/50 000)	5

Outils de suivi des forêts par télédétection adapté de Tsayem DEMAZE 2008.

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

Images satellites	Traitements	Résultats
NOAA AVHRR et Spot VGT	Approche analogique : photo-interprétation des compositions colorées	Partition forêt/non forêt, détection et identification globale des fronts pionniers, cartographie à petite échelle des zones déforestées
Images Landsat TM, Spot XS et Spot P+Xi, radar ERS et JERS	Approche analogique et numérique : compositions colorées agrandies, classifications dirigées	Caractérisation des fronts pionniers, détection, identification et caractérisation des abattis, calcul des surfaces défrichées
Photographies aériennes	Approche analogique et numérique : photo- interprétation, SIG	Caractérisation détaillée des abattis : états de surface, typologie, inventaire, cartographie, distribution spatiale, calcul des surfaces

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

	Capteurs/ Instruments	Résolution spatiale	Fauchées	Niveau scalaire d'observation	
Visible et infra rouge	AVHRR de NOAA	1,1 km × 1,1 km	2700 km	Régional : région amazonienne (1/1 000 000 à 1/10 000 000)	1
	VEGETATION de Spot 4	1,1 km × 1,1 km	2250 km	Régional : région amazonienne (1/1 000 000 à 1/10 000 000)	
	MSS de Landsat	56 m × 79 m	185 km	Sous-régional : NW Guyane (1/100 000 à 1/200 000)	2
	TM et ETM+ de Landsat	30 m × 30 m 120 m × 120 m	185 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	
	HRV et HRVIR de Spot	20 m × 20 m 10 m × 10 m	60 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	
	Spectroradiomètres (CASI)	4 m × 4 m	2 km	Local (1/10 000 à 1/1000)	3
Radar	SAR (ERS-1)	26 × 30 m	100 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	4
	SAR (JERS-1)	18 m × 24 m	75 km	Sous-régional et local (1/200 000 à 1/50 000)	
Photos aériennes	Chambres photographiques	quelques dm à quelques m	dizaine de km	Local (1/5000 à 1/50 000)	5

1 : faible résolution spatiale ; 2 : moyenne et haute résolution spatiale ; 3 : très haute résolution spectrale ; 4 : micro-ondes (haute résolution spatiale) ; 5 : très haute résolution spatiale.

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

Méthodes techniques et	Avantages	Inconvénients
soustraction d'images ;  division d'images	simples à mettre en œuvre	corrections géométriques et radiométriques indispensables,  interprétation pas évidente de la nature des changements
vecteur de changement	la nature et le sens des changements sont identifiables	mise en œuvre complexe, corrections géométriques et radiométriques indispensables
compositions colorées multidates ;  combinaisons de néo-canaux multidates (ACP, NDVI, IHS)	confort de l'analyse visuelle, repérage aisé des changements,  corrections radiométriques dispensables, corrections géométriques relatives suffisantes, possibilité d'identifier la nature des changements	difficultés d'interpréter les variations d'intensité des couleurs, possibilité d'artefacts, sensibilité à la qualité des images, interprétation thématique pas évidente des néo-canaux (ACP, NDVI)

Synthèse des méthodes de détection des changements d'occupation du sol par télédétection d'après Tsayem DEMAZE 2008.



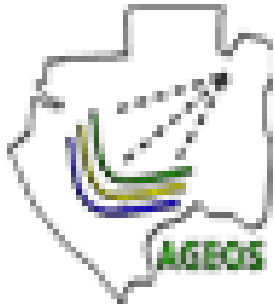
# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

Méthodes techniques	et	Avantages	Inconvénients
classifications synchronisées		visualisation et mesure des changements sur un seul document résultant de la fusion d'images multidates, informations sur l'amplitude des changements	longueur du temps de calcul due à la multiplicité des bandes associées, nature des changements parfois difficile à exprimer quantitativement, sensibilité à la qualité des corrections radiométriques et géométriques
classifications disjointes		corrections radiométriques et géométriques dispensables, identification de la nature des changements par comparaison simultanée, possibilité d'associer d'autres types de données dans le cadre d'un SIG	nombreux va et viens entre les classifications séparées, possibilité de démultiplication des erreurs

Synthèse des méthodes de détection des changements d'occupation du sol par télédétection d'après Tsayem DEMAZE 2008.

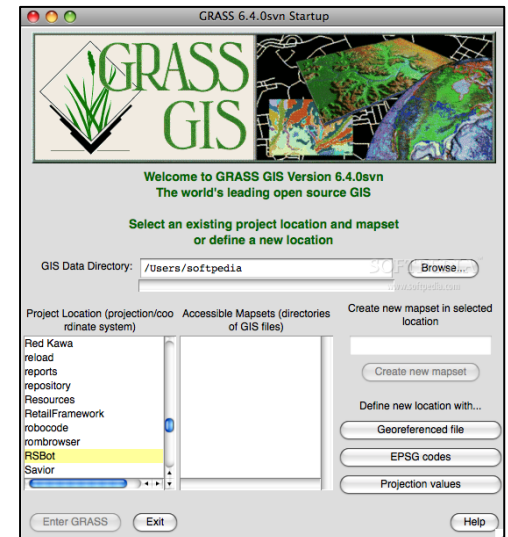
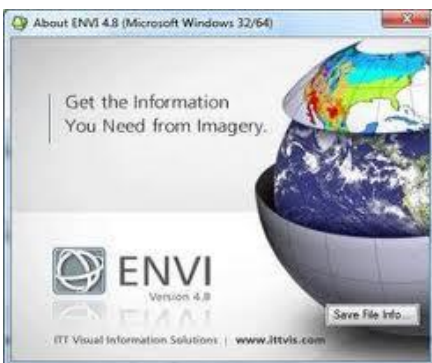
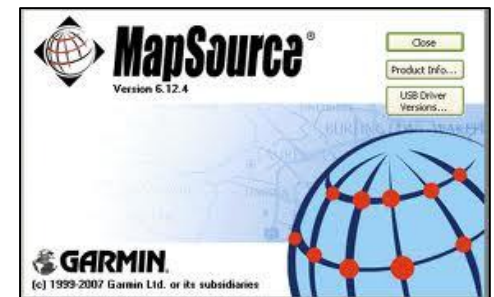
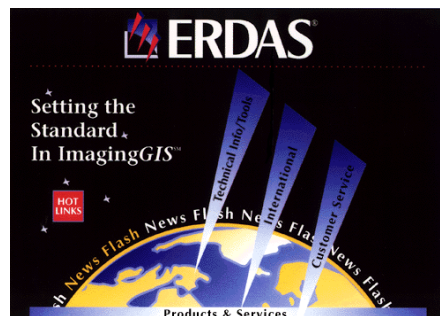
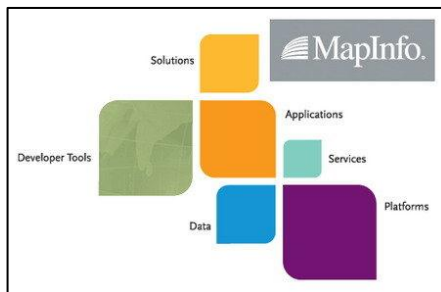
# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## Station de réception des images



# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## LOGICIELS



# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## Logiciels Libres

- **MapServer** : Cartographie internet
- <http://mapserver.org/>
- **uDig** : Visualisation WMS (Web Map Server)
- <http://udig.refractions.net/>
- **BASINS** : Modélisation de bassins versants
- <http://www.epa.gov/waterscience/basins/>
- **FW Tools** : Cartographie internet, interopérabilité, traitement d'images
- <http://fwtools.maptools.org/>
- **GEODAS** : Géophysique
- [http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gdas/gx\\_announce.Html](http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/gdas/gx_announce.Html)

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## Logiciels Libres

- **GIMP** : Composition d'images, ajout de droits d'auteur aux images
- <http://gimp.org/>
- **GNUPLOT** : Production de graphiques
- <http://www.gnuplot.info/>
- **HIDROSIG** : Modélisation hydrologique
- <http://cancerbero.unalmed.edu.co/~hidrosig/ingles/index.php>
- **MAPWINDOW** : SIG
- <http://www.mapwindow.org/>
- **POSTGIS** : SIG, gestion de bases de données géospatiales
- <http://postgis.refractory.net/>

# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

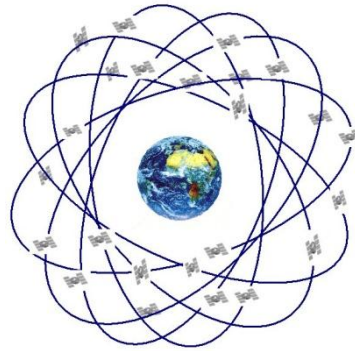
## Logiciels Libres

- **Quantum GIS** : SIG
- <http://www.qgis.org/>
- **R** : Statistiques
- <http://cran.r-project.org/>
- **SPRING** : SIG et télédétection
- <http://www.dpi.inpe.br/spring/english/index.html>
- **POLSAR PRO** : Polarimétrie radar
- <http://polsarpro.ietr.org/>



# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## GPS



# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## TRAVAUX PRATIQUES

- **TP1:** Prise en main du logiciel ENVI
  - **A** : Lancement du logiciel
  - **B** : Ouvrir une image
  - **C** : Exploitation de la souris
  - **D** : Les fenêtres d'affichages
  - **E** : Revue des principales fonctionnalités
- **TP2 :** Images optiques
  - **A** : Composition colorée (Couleur, Fausse couleur)
  - **B** : Analyse en composante principale
  - **C** : Indices de végétation (NDVI)
  - **D** : Classifications (Non supervisée, supervisée)
  - **E** : Enregistrement d'une image



# OUTILS ET METHODES APPLIQUEES EN TELEDETECTION POUR LE SUIVI DES FORETS

## TRAVAUX PRATIQUES

- **TP5: IMAGES RADAR**
  - **TP1** : Classification
  - **TP2** : Visualisation des images radar
  - **TP3** : Analyse en composante principale

VOS QUESTIONS ?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

# EVALUATION

1 -La fenêtre de longueur d'onde du visible est :

1 - 0,04 / 0,08 microns

2 - 0,4 / 0,8 microns

3 - 4 / 8 microns

4 - 40 / 80 microns

Votre choix : **1 2 3 4**

Le corps humain à une émission propre :

1 - Dans les longueurs d'onde du visible

2 - Dans les longueurs d'onde de l'ultraviolet

3 - Dans les longueurs d'onde de l'infrarouge thermique

4 - Dans les longueurs d'onde radar

Votre choix : **1 2 3 4**

En moyenne, la végétation active dans le proche infrarouge, a une réponse spectrale :

1 - Nulle

2 - Faible

3 - Moyenne

4 - Forte

Votre choix : **1 2 3 4**

La résolution spectrale est induite par :

1 - La taille de l'image

2 - La taille du pixel

3 - La longueur d'onde

4 - L'orbite

Votre choix : **1 2 3 4**

Pour travailler en imagerie radar, je ne peux utiliser :

1 - Uniquement de l'image SPOT

2 - Uniquement de l'image LANDSAT

3 - Uniquement de l'image NOAA

4 - Uniquement de l'image ERSS

Votre choix : **1 2 3 4**

En synthèse additive, j'obtiens du jaune en mélangeant :

1 - Du rouge et du vert

2 - Du rouge et du bleu

3 - Du vert et du bleu

4 - Du blanc et du rouge

Votre choix : **1 2 3 4**

# EVALUATION

**Une classification d'image sert à :**

- 1 - Calculer le nombre de pixels d'une image
- 2 - Extraire les contours des objets
- 3 - Binariser une image
- 4 - Réaliser une cartographie de synthèse

Votre choix : **1 2 3 4**

La prise de vue aérienne est-elle de la télédétection ?

- 1 - non
- 2 - oui mais uniquement si la photo est prise par un avion
- 3 - oui mais uniquement si la photo est prise dans le spectre visible
- 4 – oui

Votre choix : **1 2 3 4**

**Le satellite JERS 1 utilise quelle bande ? :**

- 1 – Bande C
- 2 – Bande L
- 3 – Bande K
- 4 – Bande U

Votre choix : **1 2 3 4**

**LANDSAT TM appartient à la gamme des satellites**

- 1 - Géostationnaire
- 2 - Héliosynchrone
- 3 - Héliostationnaire
- 4 - Géosynchrone

Votre choix : **1 2 3 4**

**Un bruit sur une image c'est :**

- 1 - Un fichier son associé au fichier image
- 2 - Un élément naturel inhabituel dans le paysage observé
- 3 - Un défaut d'enregistrement des capteurs rendant certains pixels aberrants
- 4 - Un objet étranger entre le satellite et le sol

Votre choix : **1 2 3 4**

**La résolution spatiale de l'imagerie SPOT en Panchromatique (de SPOT 1 à 4) est de :**

- 1 - 1 m
- 2 - 5 m
- 3 - 10 m
- 4 - 20 m

Votre choix : **1 2 3 4**

**NOM :**

**PRENOM :**

**MAIL :**

# EVALUATION CORRECTION

1 -La fenêtre de longueur d'onde du visible est :

1 - 0,04 / 0,08 microns

2 - 0,4 / 0,8 microns

3 - 4 / 8 microns

4 - 40 / 80 microns

Votre choix : **1 2 3 4**

Le corps humain à une émission propre :

1 - Dans les longueurs d'onde du visible

2 - Dans les longueurs d'onde de l'ultraviolet

3 - Dans les longueurs d'onde de l'infrarouge thermique

4 - Dans les longueurs d'onde radar

Votre choix : **1 2 3 4**

En moyenne, la végétation active dans le proche infrarouge, a une réponse spectrale :

1 - Nulle

2 - Faible

3 - Moyenne

4 - Forte

Votre choix : **1 2 3 4**

La résolution spectrale est induite par :

1 - La taille de l'image

2 - La taille du pixel

3 - La longueur d'onde

4 - L'orbite

Votre choix : **1 2 3 4**

Pour travailler en imagerie radar, je ne peux utiliser :

1 - Uniquement de l'image SPOT

2 - Uniquement de l'image LANDSAT

3 - Uniquement de l'image NOAA

4 - Uniquement de l'image ERSS

Votre choix : **1 2 3 4**

En synthèse additive, j'obtiens du jaune en mélangeant :

1 - Du rouge et du vert

2 - Du rouge et du bleu

3 - Du vert et du bleu

4 - Du blanc et du rouge

Votre choix : **1 2 3 4**

# EVALUATION CORRECTION

**Une classification d'image sert à :**

- 1 - Calculer le nombre de pixels d'une image
- 2 - Extraire les contours des objets
- 3 - Binariser une image
- 4 - Réaliser une cartographie de synthèse

Votre choix : **1 2 3 4**

La prise de vue aérienne est-elle de la télédétection ?

- 1 - non
- 2 - oui mais uniquement si la photo est prise par un avion
- 3 - oui mais uniquement si la photo est prise dans le spectre visible
- 4 – oui

Votre choix : **1 2 3 4**

**Le satellite JERS 1 utilise quelle bande :**

- 1 – Bande C
- 2 – Bande L
- 3 – Bande K
- 4 – Bande U

Votre choix : **1 2 3 4**

**LANDSAT TM appartient à la gamme des satellites**

- 1 - Géostationnaire
- 2 - Héliosynchrone
- 3 - Héliostationnaire
- 4 - Géosynchrone

Votre choix : **1 2 3 4**

**Un bruit sur une image c'est :**

- 1 - Un fichier son associé au fichier image
- 2 - Un élément naturel inhabituel dans le paysage observé
- 3 - Un défaut d'enregistrement des capteurs rendant certains pixels aberrants
- 4 - Un objet étranger entre le satellite et le sol

Votre choix : **1 2 3 4**

**La résolution spatiale de l'imagerie SPOT en Panchromatique (de SPOT 1 à 4) est de :**

- 1 - 1 m
- 2 - 5 m
- 3 - 10 m
- 4 - 20 m

Votre choix : **1 2 3 4**

**NOM :**

**PRENOM :**

**MAIL :**



**REDDiness**  
Support C-Africa in EO driven forest monitoring for REDD

# Je vous remercie



**U O B**  
UNIVERSITE OMAR BONGO



**LAGRAC**  
LABORATOIRE DE GRAPHIQUE  
ET DE CARTOGRAPHIE



UNIVERSITY OF TWENTE

