



La météorologie satellitaire

Jean-Baptiste Hernandez – Rudy Coste
Météo-France
Direction des opérations pour la prévision
Centre de météorologie spatiale – Lannion - France
Valorisation des données satellitaires



Plan du diaporama

- introduction ;
- le modèle RVB ;
- les canaux de l'imageur SEVIRI (MSG) ;
- les étapes d'élaboration d'une image en composition colorée ;
- le produit « dust RGB » ;

Plan du diaporama

- **introduction** ;
- le modèle RVB ;
- les canaux de l'imageur SEVIRI (MSG) ;
- les étapes d'élaboration d'une image en composition colorée ;
- le produit « dust RGB » ;

Le Centre de météorologie spatiale



Le CMS a été créé en 1963, il emploie aujourd'hui 65 personnes (réparties entre CMS et CEMS).

Ses principales missions :

- acquisition, traitement et archivage des données satellitaires ;
- diffusion en temps réel des produits (700 produits différents, 20 000 fichiers par jour) ;
- conception et développement d'algorithmes et de logiciels de traitement satellitaires ;
- expertise, formation, assistance et fourniture de produits d'imagerie extraits de l'archive pour des besoins scientifiques, institutionnels ou commerciaux.

Le Centre de météorologie spatiale

DIRECTION

O. Rouzaud
S. Le Moal

DEVELOPPEMENTS ET MAINTENANCE LOGICIELS

O. Péron

PRODUCTION

G. Montesquieu

VALORISATION DES DONNEES SATELLITAIRES

JB Hernandez

TELECOMMUNICATIONS SYSTEMES ET RESEAUX

K. Belleguic

Direction des opérations pour la prévision (DIROP) / Centre de météorologie spatiale (CMS)

Le début de l'épopée

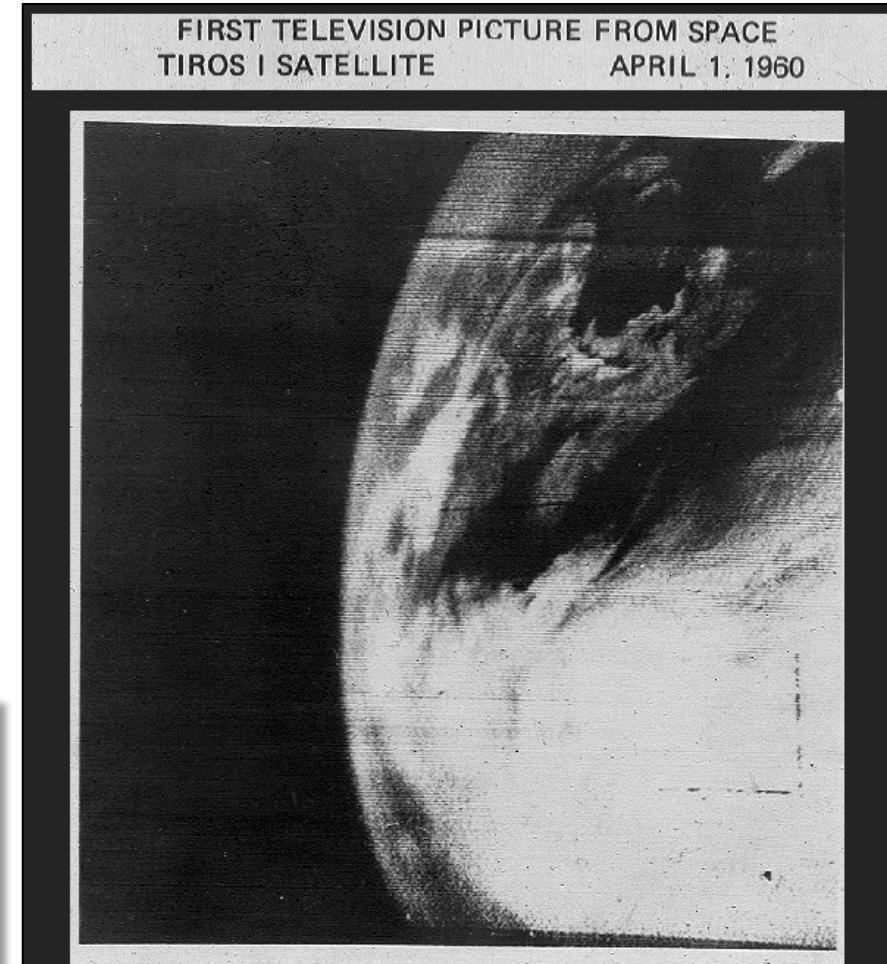
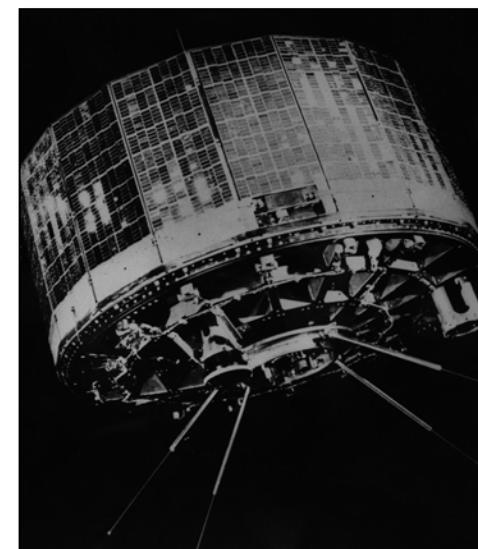


4 octobre 1957 :
lancement de Spoutnik

Lancement, le 1er avril 1960, du premier satellite météorologique TIROS-1 et réception de la première image au centre de transmission de Fort Monmouth (New Jersey).

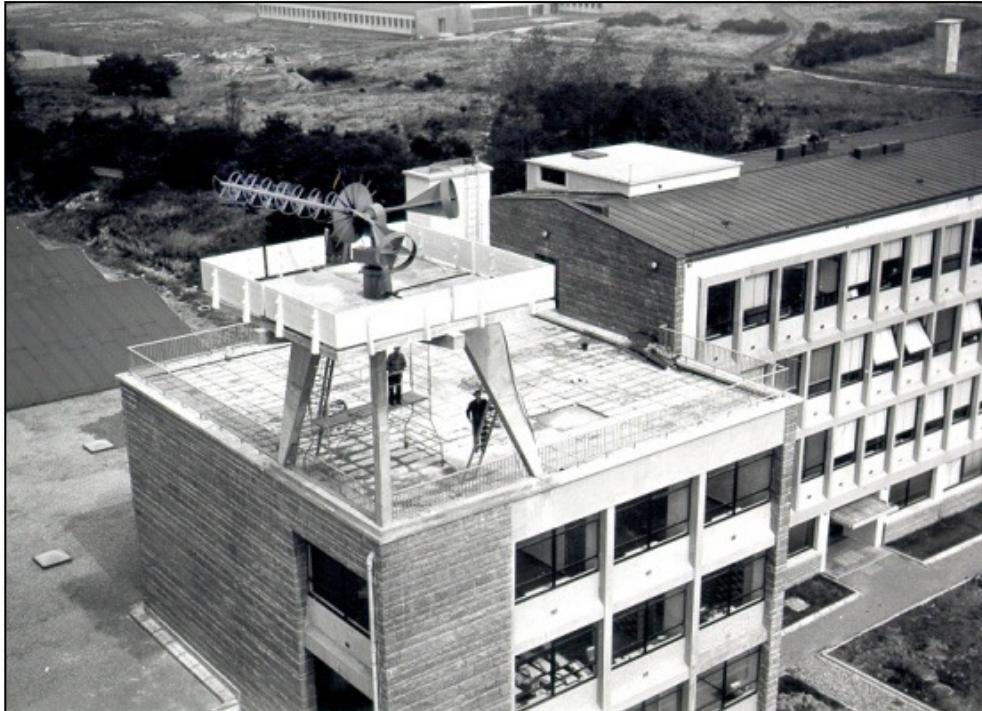
Les premières prises de vue furent envoyées par avion spécial à Washington pour être montrées au Président Eisenhower.

La météorologie est la première discipline scientifique à être dotée de moyens spatiaux.



15 h 29 UTC
Épaisses masses nuageuses. Côtes du Maine et provinces maritimes du Canada.

L'Histoire : et la météorologie nationale ?

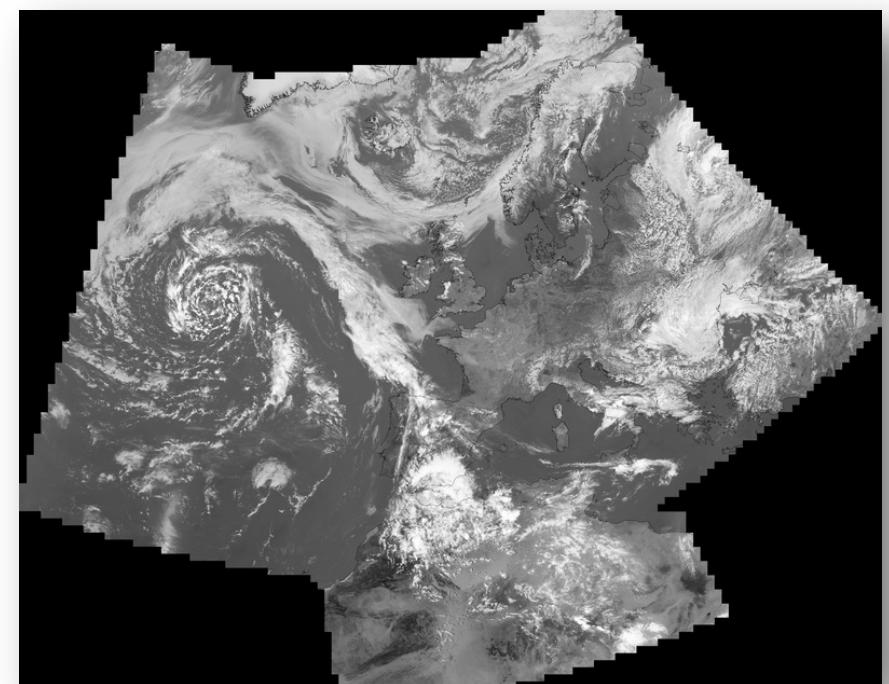


Les pionniers arrivent donc le 2 septembre 1963, dans les locaux du CNET. Ils ont pour mission d'être prêts en moins de quatre mois à recevoir les données du satellite TIROS-8.



Le 23 mars 1961, André Viaut, alors Directeur de la Météorologie Nationale, décide de créer une section « espace » au sein de l'administration centrale à Paris. Le site de Lannion est choisi pour l'implantation du centre de météo spatiale pour trois principales raisons :

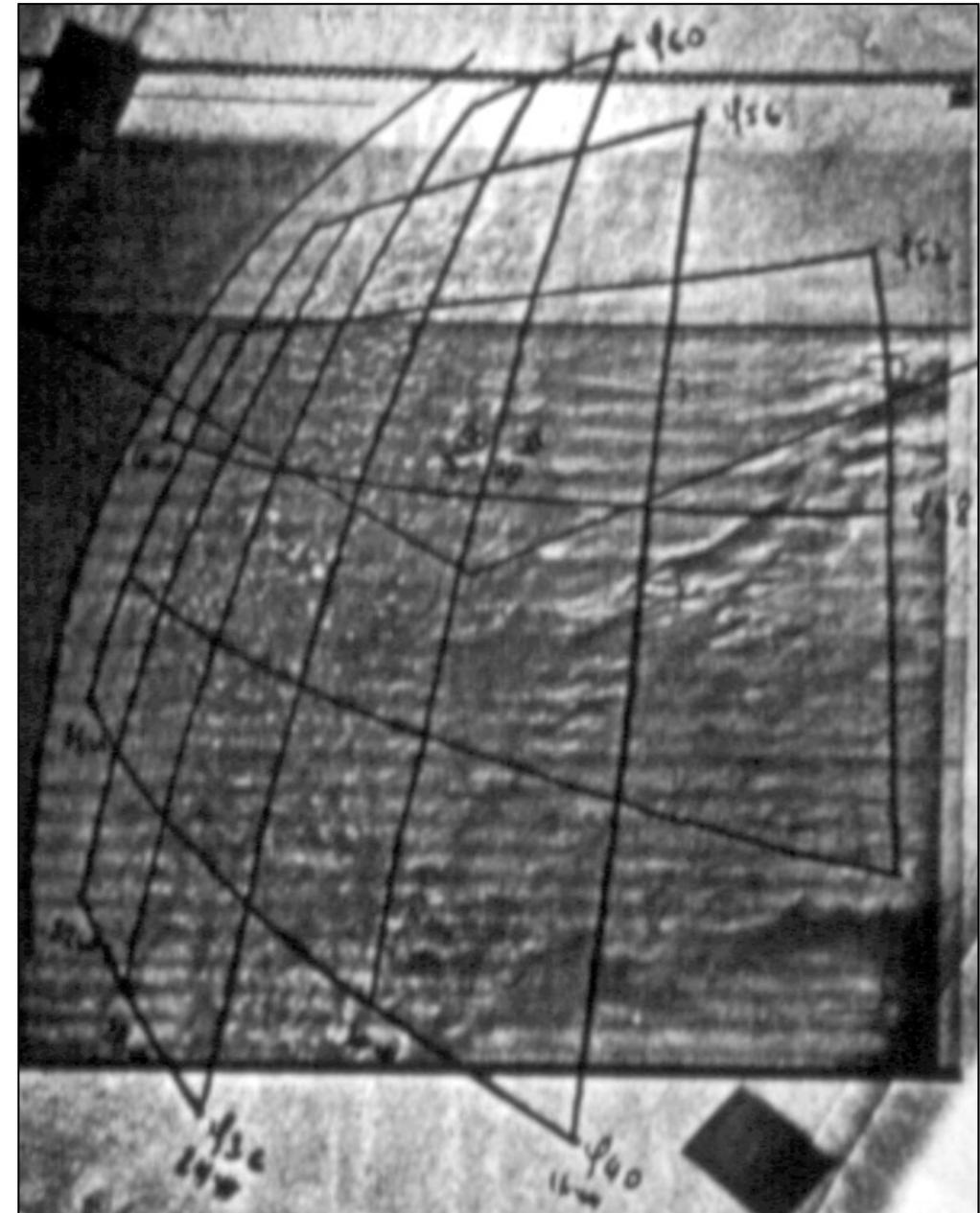
- la possibilité de recevoir un satellite passant très à l'ouest de la France ;
- l'absence de bruit radioélectrique ;
- la présence du CNET de Lannion et du CTS de Pleumeur-Bodou.



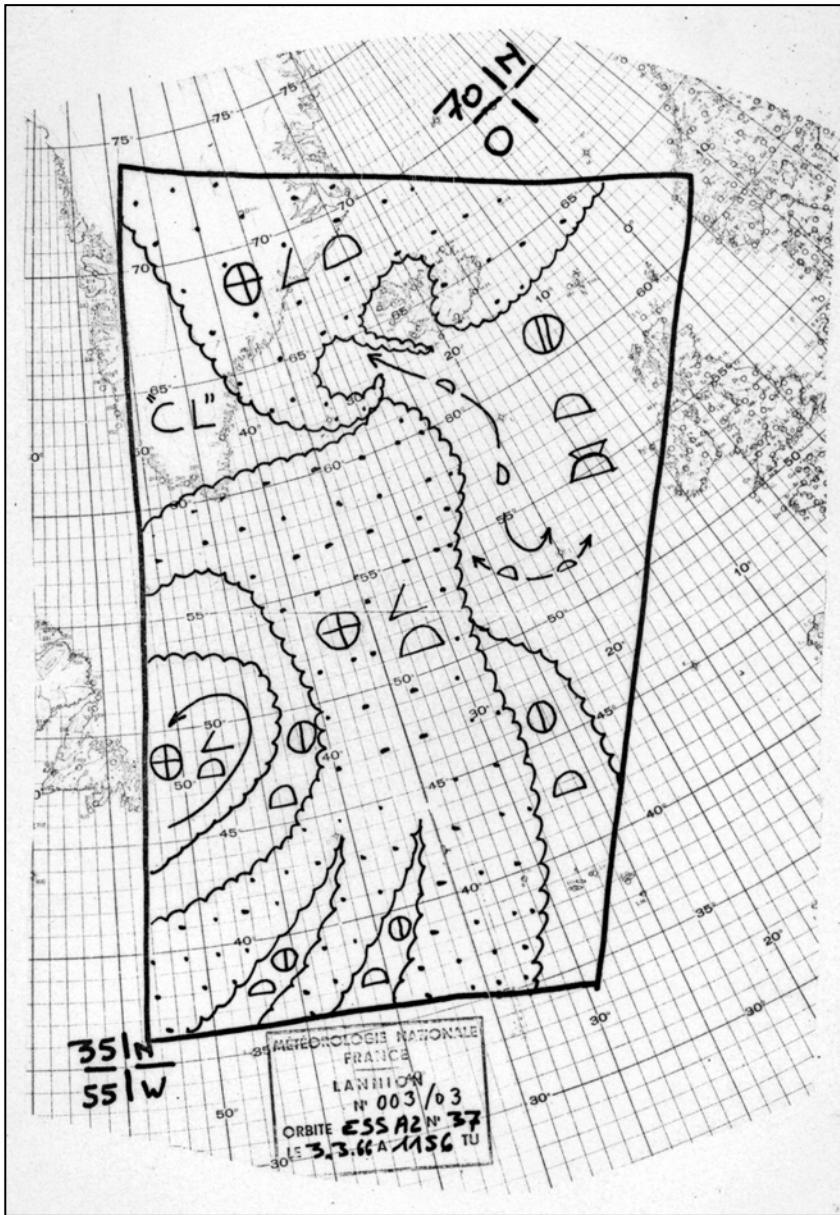
24 décembre 1963 : la première image !



24 décembre 1963 à 12 h 29 UTC :
Réception de la première image en Europe.
Satellite TIROS-8, orbite n°45



Satellite ESSA-2 : début des activités opérationnelles

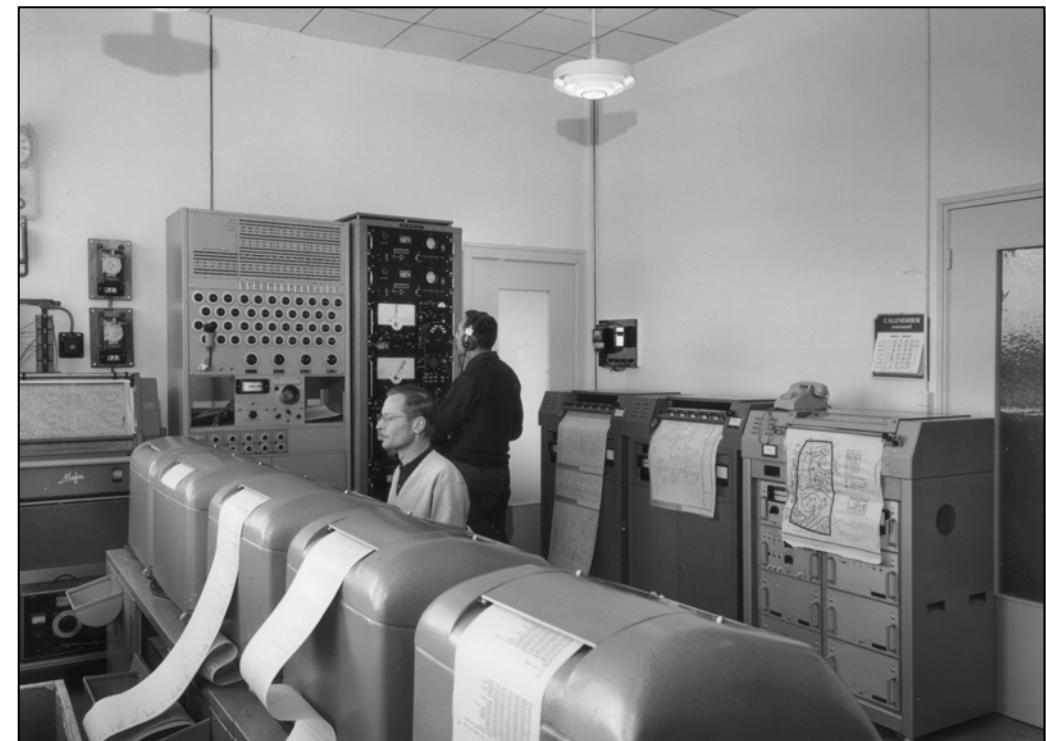


3 mars 1966 à 11 h 56 UTC – Néphanalyse ESSA-2

3 mars 1966 :

La réception du satellite ESSA-2 (Environmental Science Services Administration, précurseur des satellites de la NOAA) marque le début des activités opérationnelles du Centre.

La néphanalyse est transmise quotidiennement aux prévisionnistes.







**METEO
FRANCE**

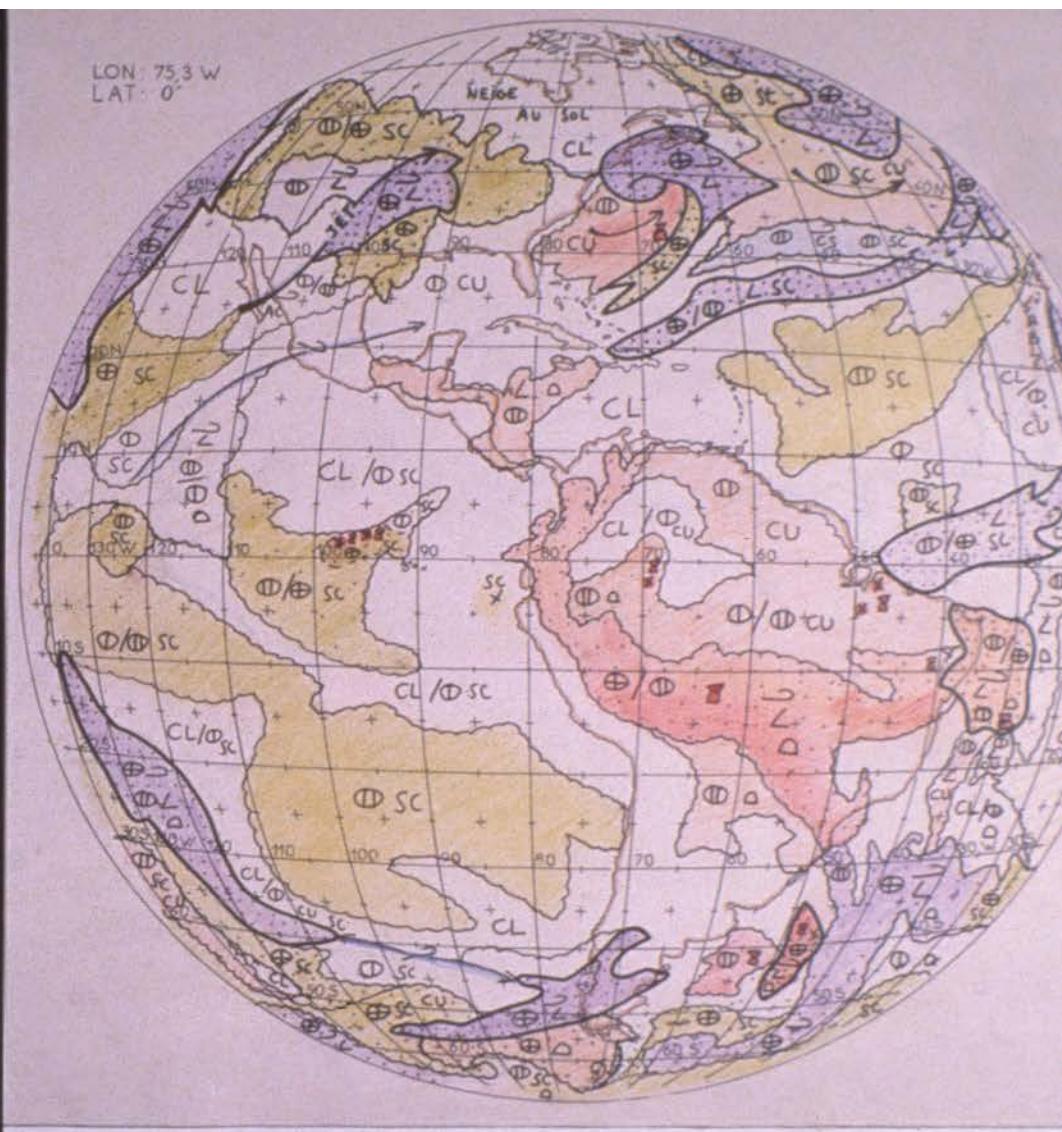
À VOS CÔTÉS, DANS UN
CLIMAT QUI CHANGE

La néphanalyse



SATELLITE : GOES - EST
CANAL VISIBLE
METEOROLOGIE NATIONALE

7 FEVRIER 1980
17H00 T.U.
E.E.R.M - C.M.S. - LANNION

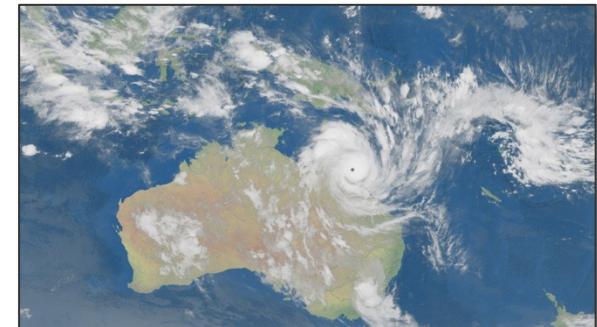


NEPHANALYSE REALISEE A PARTIR DE L'IMAGE GOES-E

Les objectifs de la météorologie satellitaire

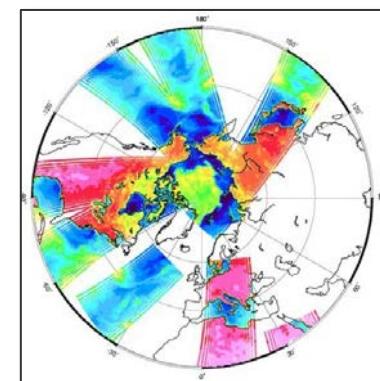
L'OBSERVATION de la planète :

- **Les nuages** (classification, température et altitude du sommet, détection de cellules convectives, contenu en eau liquide, caractère précipitant...);
- **L'atmosphère** (température, humidité, aérosols, panaches de cendres volcaniques, concentration de certains gaz...);
- **La surface** (température, flux radiatifs, indice de végétation, neige, incendies de forêt, cartographie de végétation, glaces de mer, force et direction du vent...).



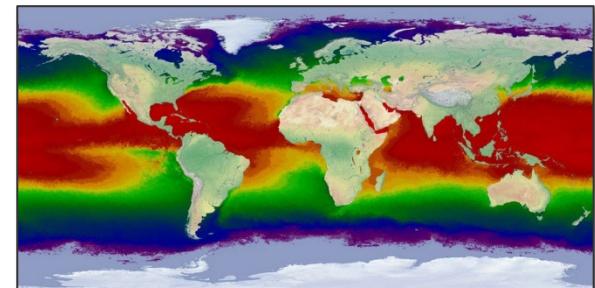
Des données pour la PREVISION numérique du temps :

- Assimilation des données dans les modèles.
- Pour établir l'état initial de l'atmosphère



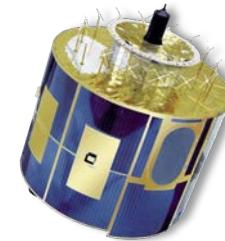
La surveillance du CLIMAT :

- Archivage des données à long terme et leur exploitation (bilan radiatif, statistiques sur les nuages et les précipitations...), validation des modèles climatiques.



Évolution des satellites météorologiques

- + résolution temporelle
- + résolution spatiale
- + résolution spectrale plus fine, meilleure précision radiométrique et meilleure calibration
- + charge utile



	Meteosat	MSG	MTG
Résolution temporelle	30 min	15 min – 5 min (RSS)	10 min – 2 min 30 s (RSS)
Résolution spatiale	2,5 km (VIS) 5 km (IR)	1 km (HRV) 3 km (VIS & IR)	1 km (VIS & NIR) 2 km (IR)
Nombre de canaux	3	12	16
Autres instruments		GERB	LI – IRS – SENTINEL-4

Eumetsat

Eumetsat est une organisation intergouvernementale établie en 1986 et actuellement au service de 30 États membres.

Son organe suprême est le Conseil, constitué des représentants des services météorologiques nationaux qui financent également les activités de l'Organisation, sur la base d'un barème proportionnel au revenu national brut de chaque État membre.

Par ailleurs, un État (Serbie) a déjà signé des accords de coopération avec Eumetsat. Chaque État coopérant paie une contribution correspondant à la moitié de ce qu'il devrait verser en qualité d'Etat membre.

Il acquiert ainsi le droit de devenir État membre à part entière.

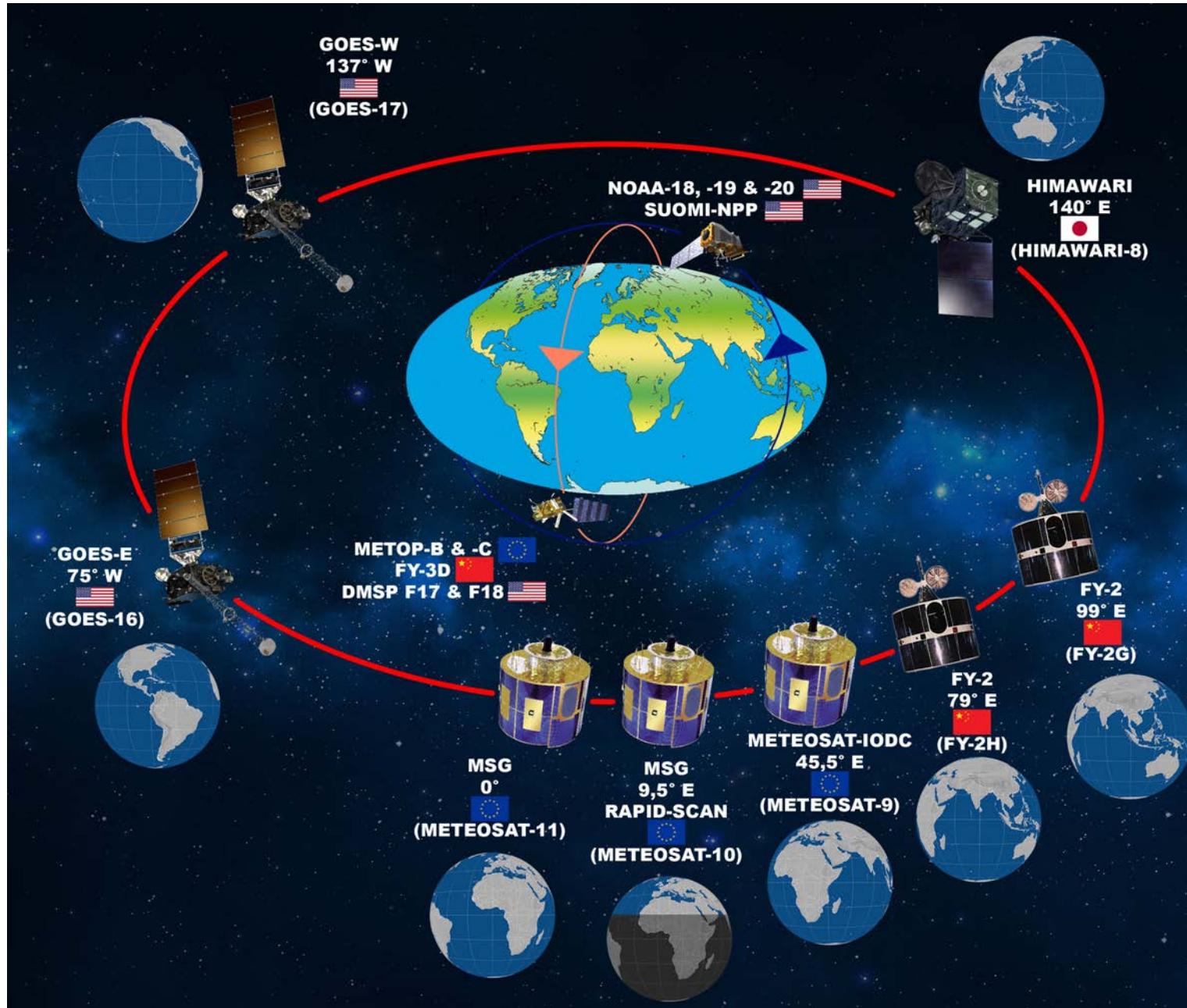
Il est possible que d'autres pays rejoignent Eumetsat dans un proche avenir.



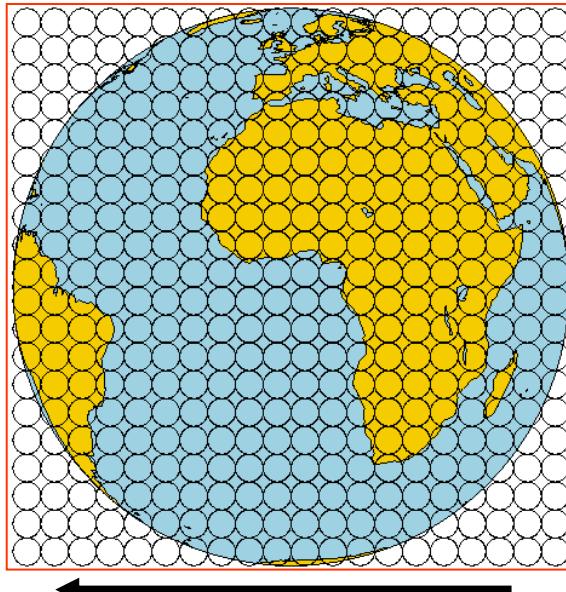
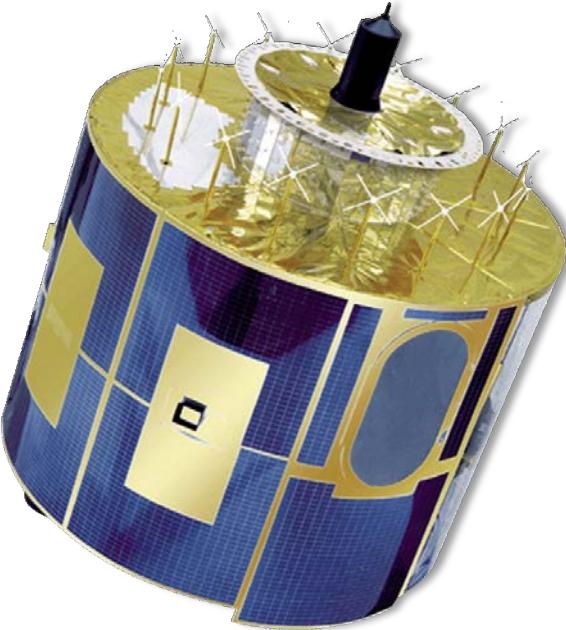
La salle de contrôle d'Eumetsat, prête à accueillir la nouvelle flotte de satellites MTG



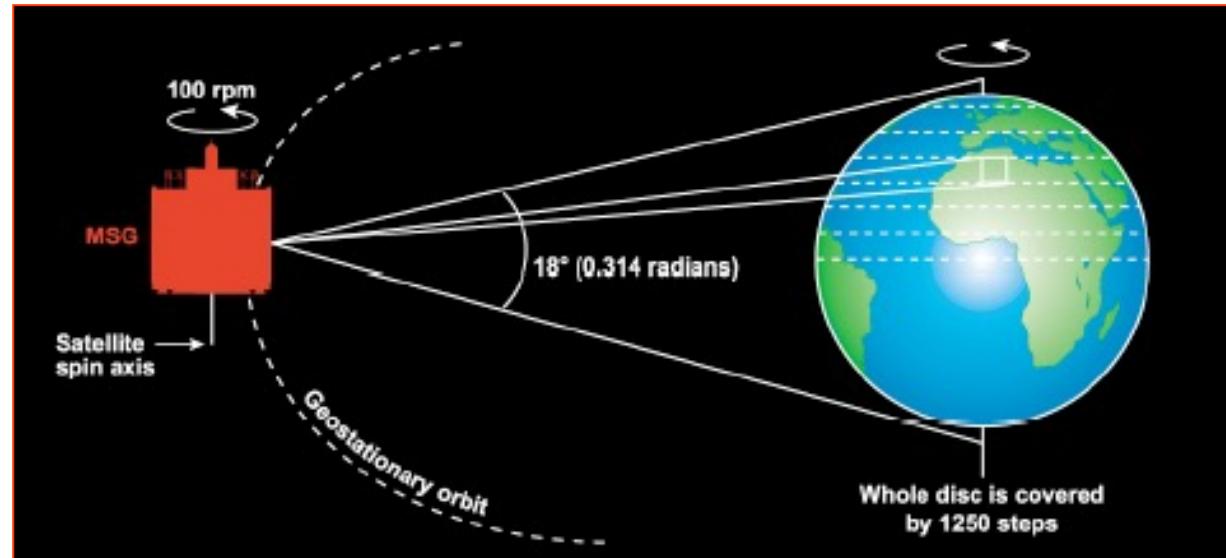
Des satellites géostationnaires et des défilants héliosynchrones



Meteosat seconde génération



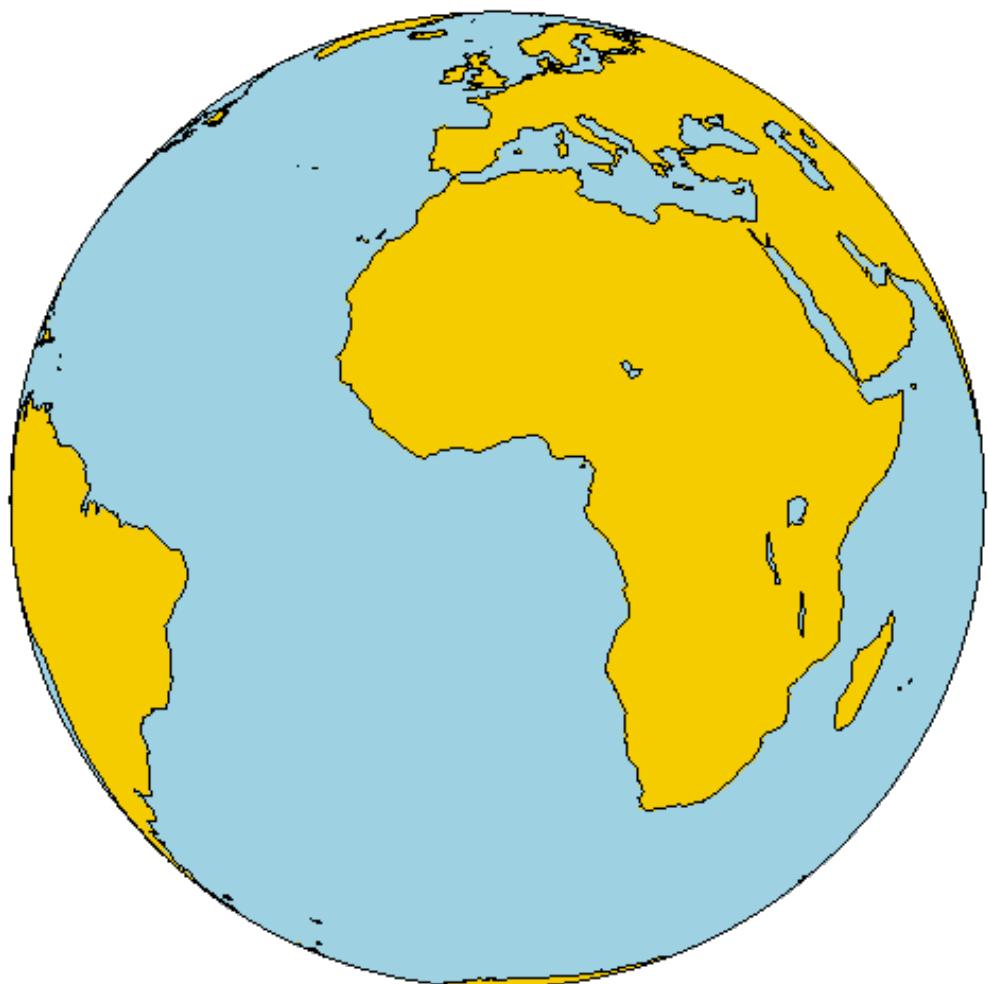
Diamètre	3,22 m
Masse en orbite	2010 kg
Stabilisation	Par rotation (100 tours par minute)
Durée de la mission	7 ans
Acquisition des images	15 minutes



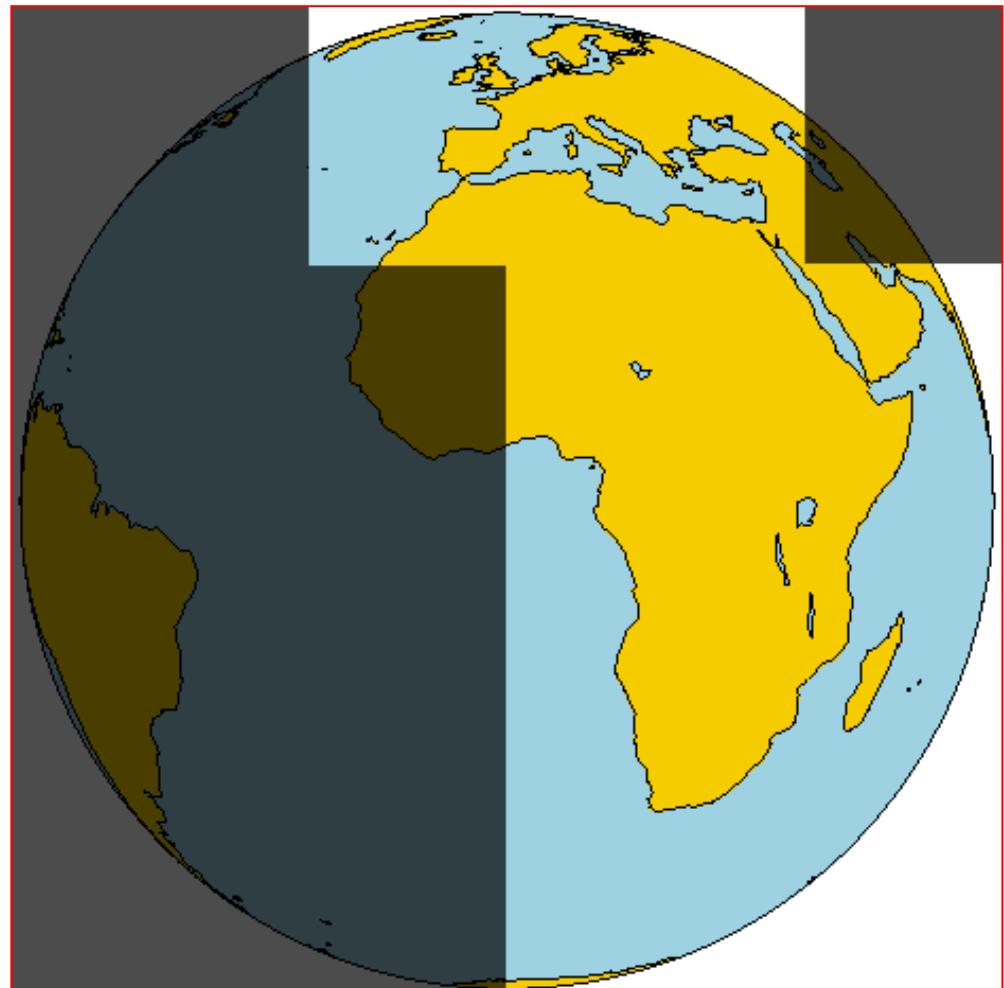
Meteosat profite de la rotation sur lui-même :
L'imageur de Meteosat Seconde Génération (SEVIRI) construit ainsi une image en 1250 tours et en 12 minutes et 30 secondes.

Meteosat seconde génération

C'est un satellite géostationnaire à la longitude 0° (à la verticale du Golfe de Guinée) qui voit constamment :

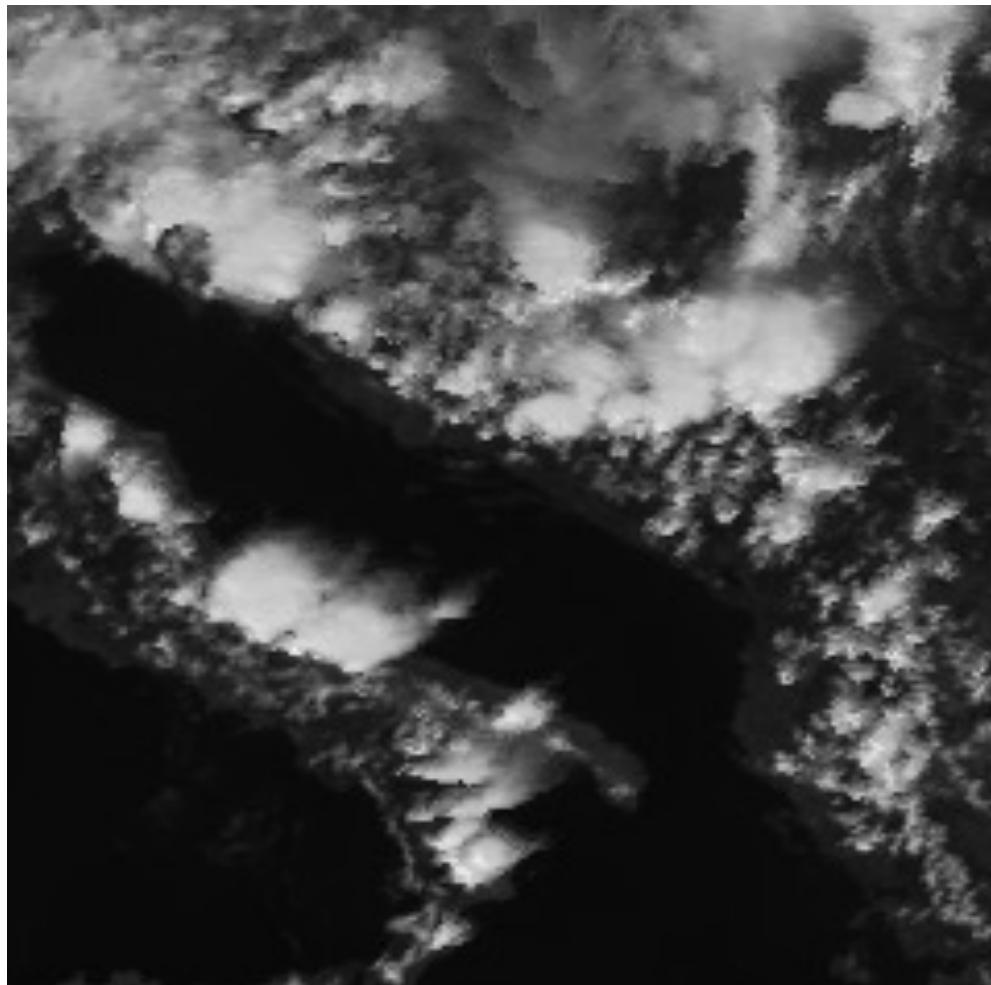


Le HRV, un demi-disque, configurable en vol, dont les parties nord et sud se décalent en fonction de l'heure :

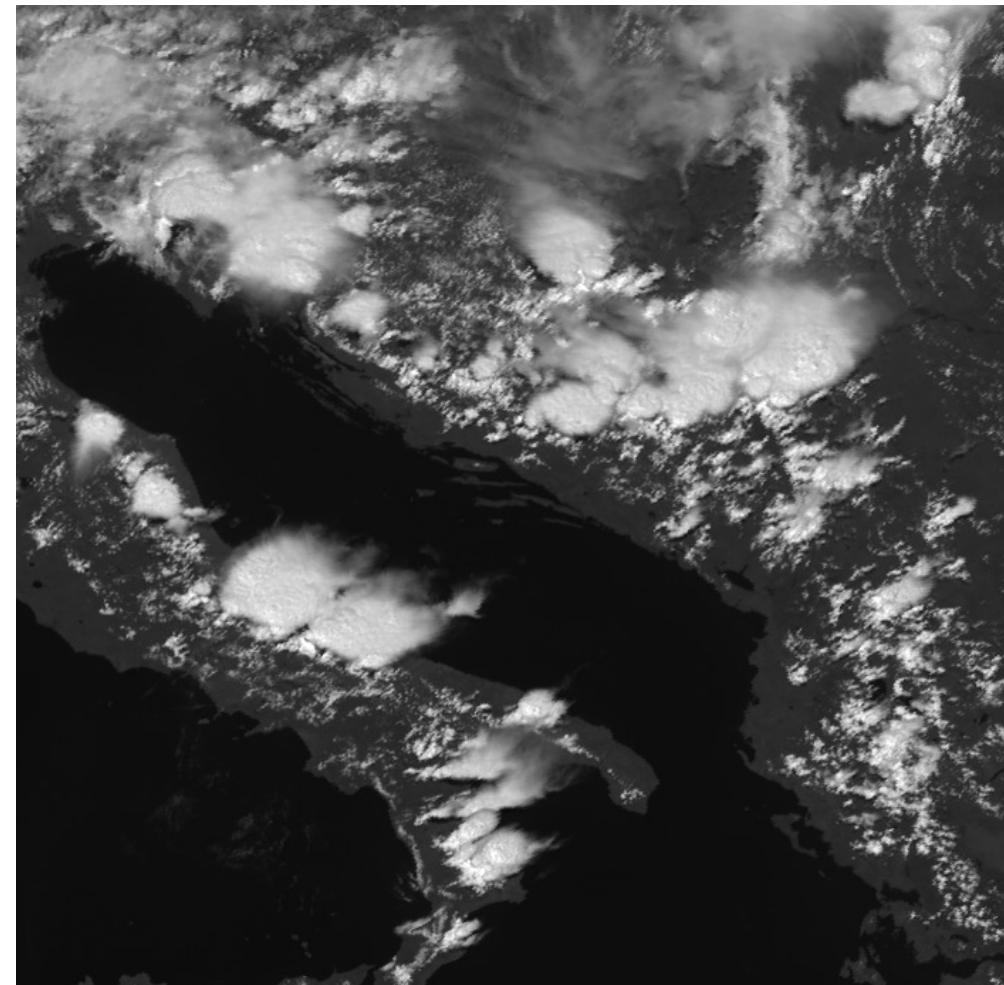


Meteosat seconde génération

La résolution au nadir est de 3 km pour 11 canaux → image de 3712 x 3712 pixels
1 km dans le cas particulier du canal HRV → image de 11136 x 11136 pixels



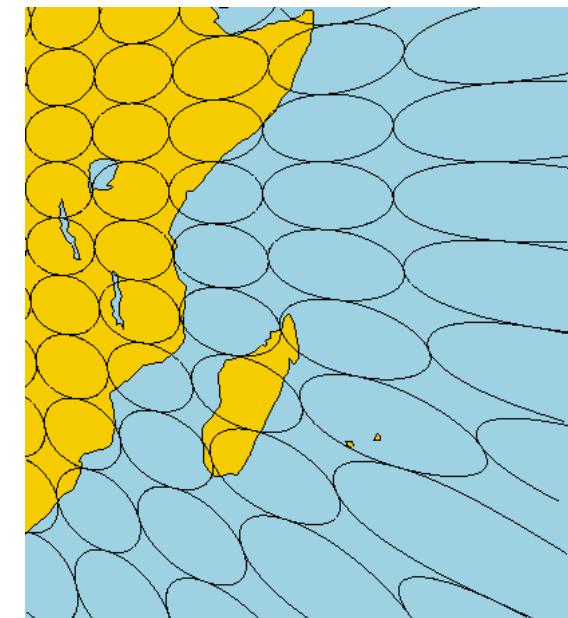
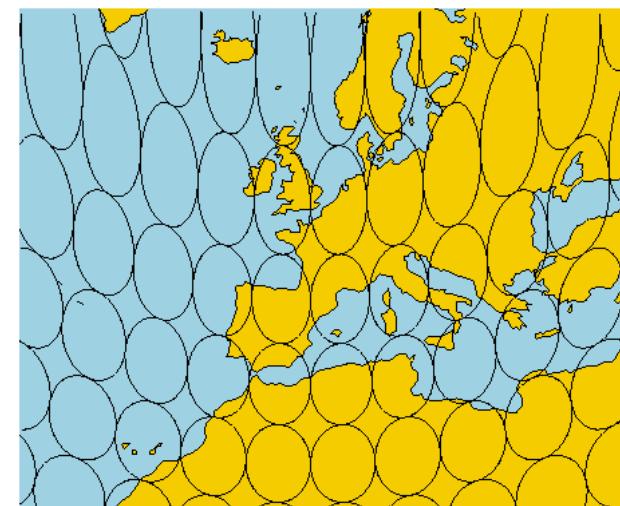
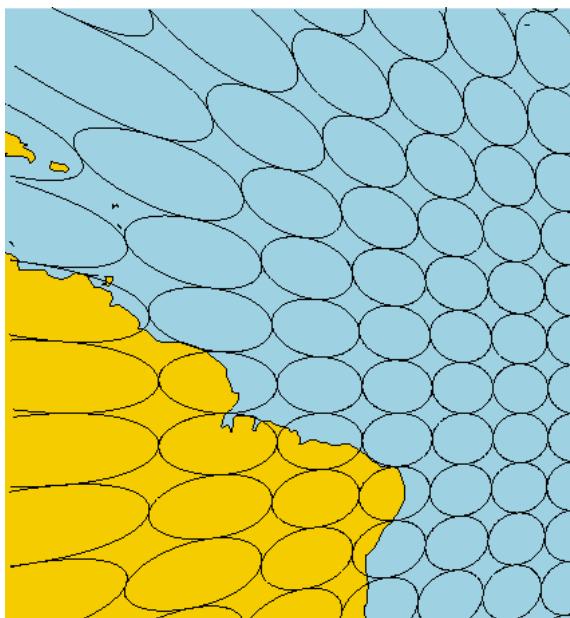
VIS 0,6 µm



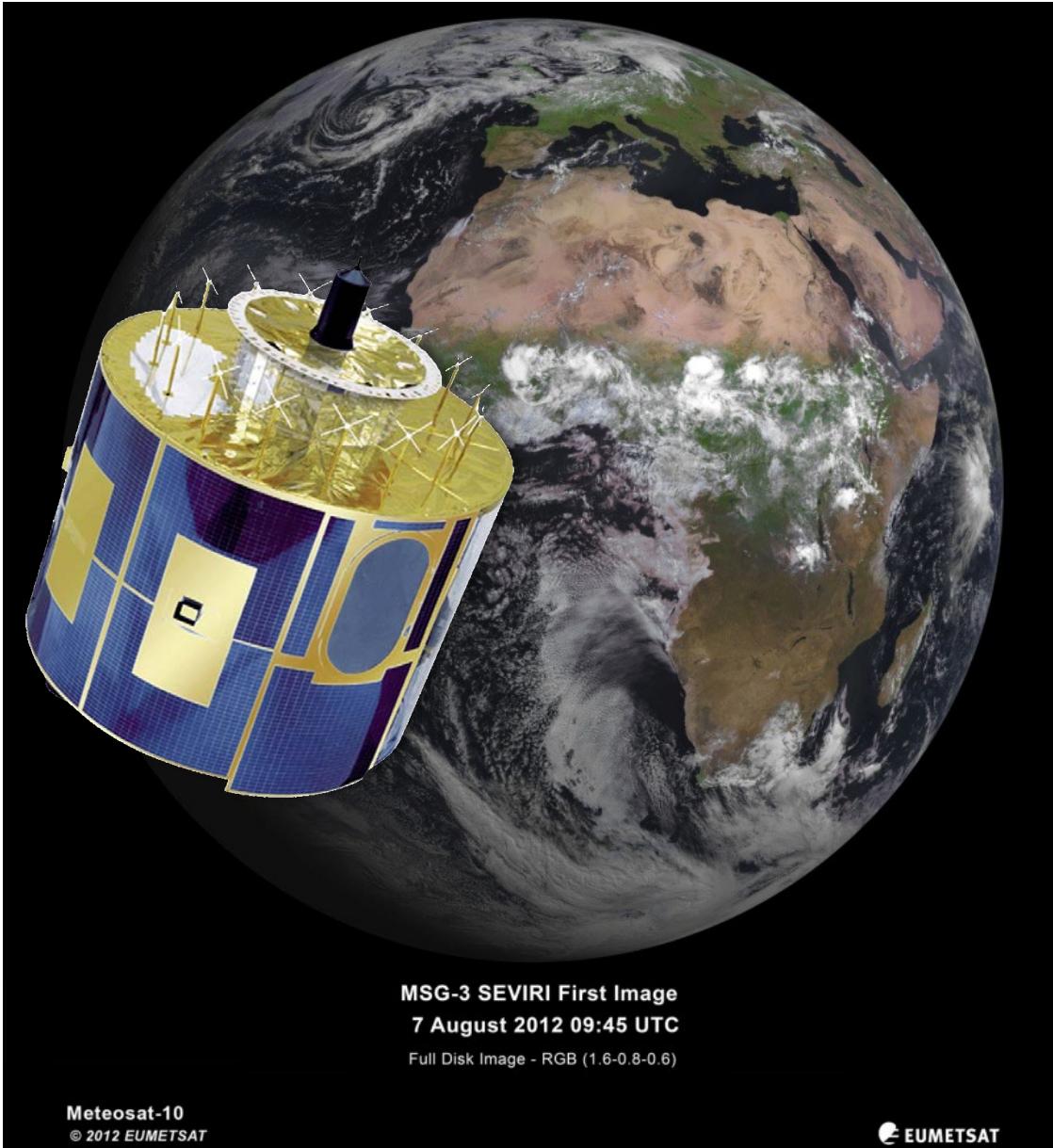
HRV

Meteosat seconde génération

La résolution se dégrade en s'éloignant du nadir (visée oblique), la mesure également (tranche d'atmosphère plus épaisse).
Les erreurs de parallaxe sont corrigées.

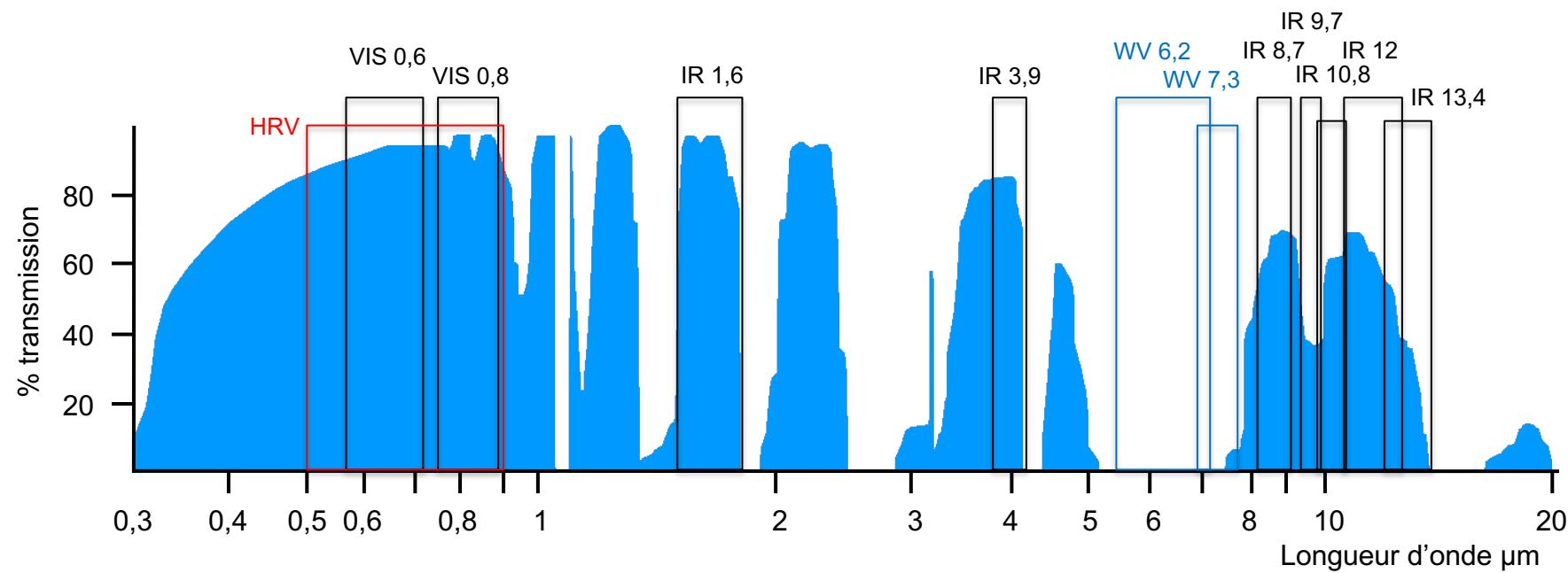


Meteosat seconde génération

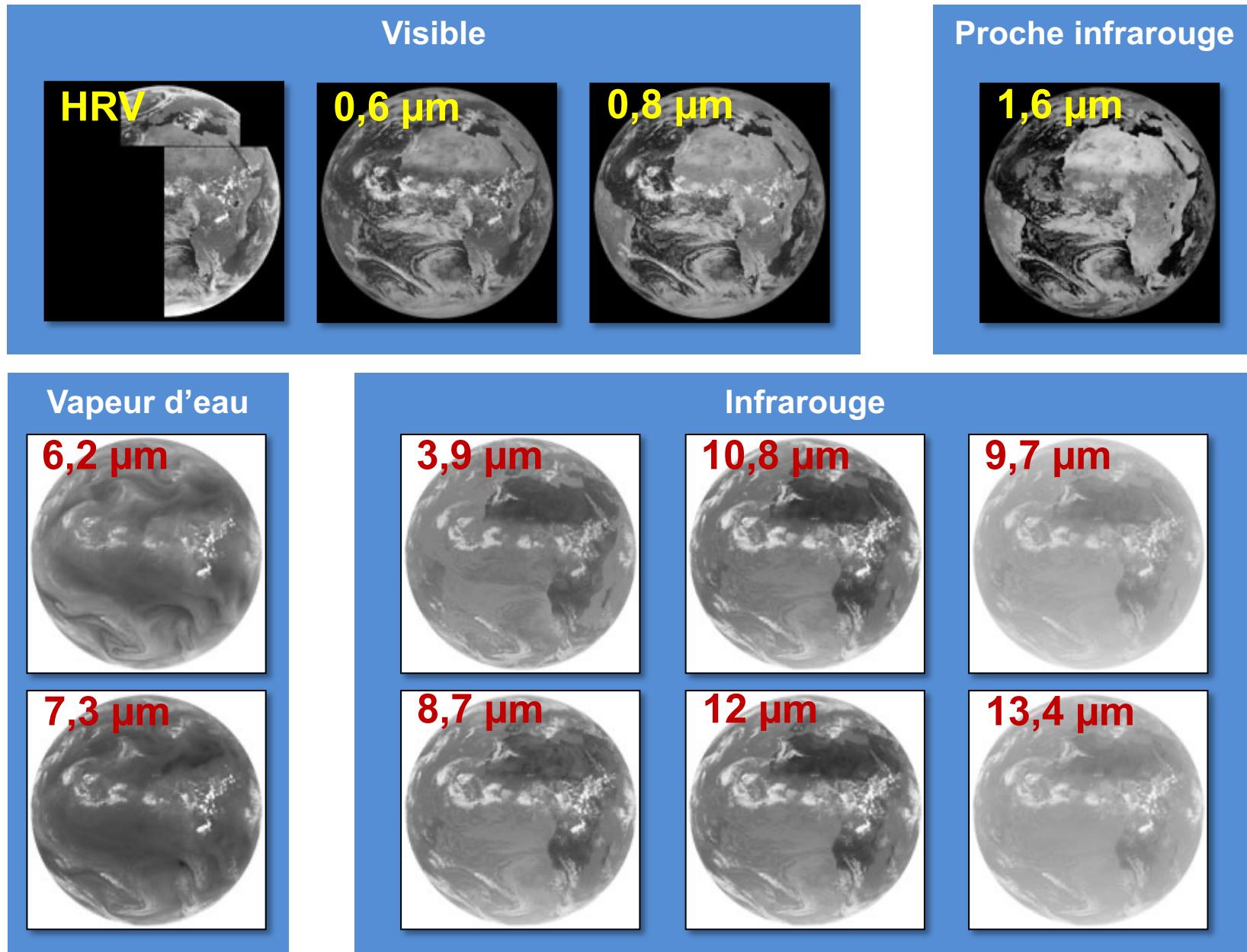


Nom du canal	Bande spectrale (μm)	Résolution
HRV	0,50 – 0,90	1 km
VIS 0,6	0,56 – 0,71	3 km
VIS 0,8	0,74 – 0,88	3 km
NIR 1,6	1,50 – 1,78	3 km
IR 3,9	3,48 – 4,36	3 km
IR 6,2 (WV)	5,35 – 7,15	3 km
IR 7,3 (WV)	6,85 – 7,85	3 km
IR 8,7	8,30 – 9,10	3 km
IR 9,7	9,38 – 9,94	3 km
IR 10,8	9,80 – 11,80	3 km
IR 12,0	11,00 – 13,00	3 km
IR 13,4	12,40 – 14,40	3 km

Meteosat seconde génération



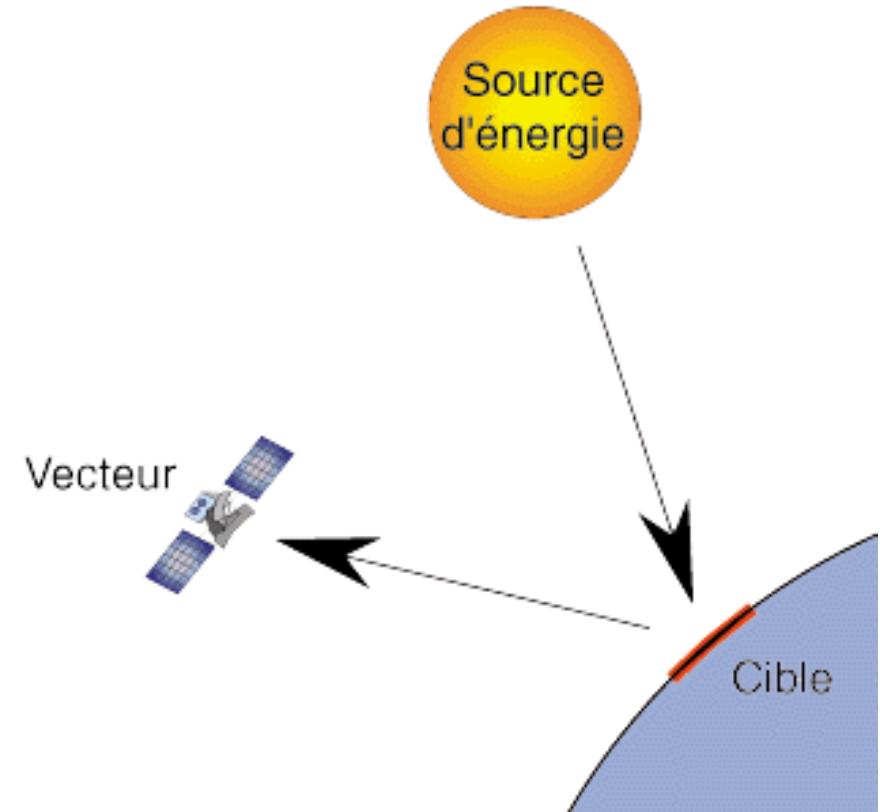
Meteosat seconde génération



Les principes de base de la télédétection

4 acteurs interviennent :

- la source d'énergie est l'élément qui « éclaire » la cible. Elle peut être le soleil, l'objet étudié, le capteur (dans le cas du radar) ;
- la cible est l'objet étudié (la surface terrestre par exemple, ou les nuages...) ;
- le vecteur et le capteur (instruments embarqués sur un avion, à bord d'un satellite...). Les capteurs mesurent un flux de rayonnement électromagnétique (REM) ;
- les perturbations (dès que l'on fait une mesure, on peut difficilement les éviter !).



Mesure du rayonnement

Le rayonnement électromagnétique réfléchi ou émis par la surface terrestre, les océans ou l'atmosphère, est mesuré par le capteur satellitaire lorsque celui-ci lui parvient.

Le flux énergétique enregistré au niveau d'un capteur satellitaire est ce qu'on appelle la **Luminance**.

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

- La superficie de la source qui émet ou réfléchi le rayonnement (en 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 μm)

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**.

La **réflectance** est le rapport entre l'énergie réfléchie par une surface et l'énergie incidente reçue par cette même surface pour une longueur d'onde donnée. C'est une grandeur sans unité comprise entre 0 et 1 ou souvent exprimée en pourcentage.

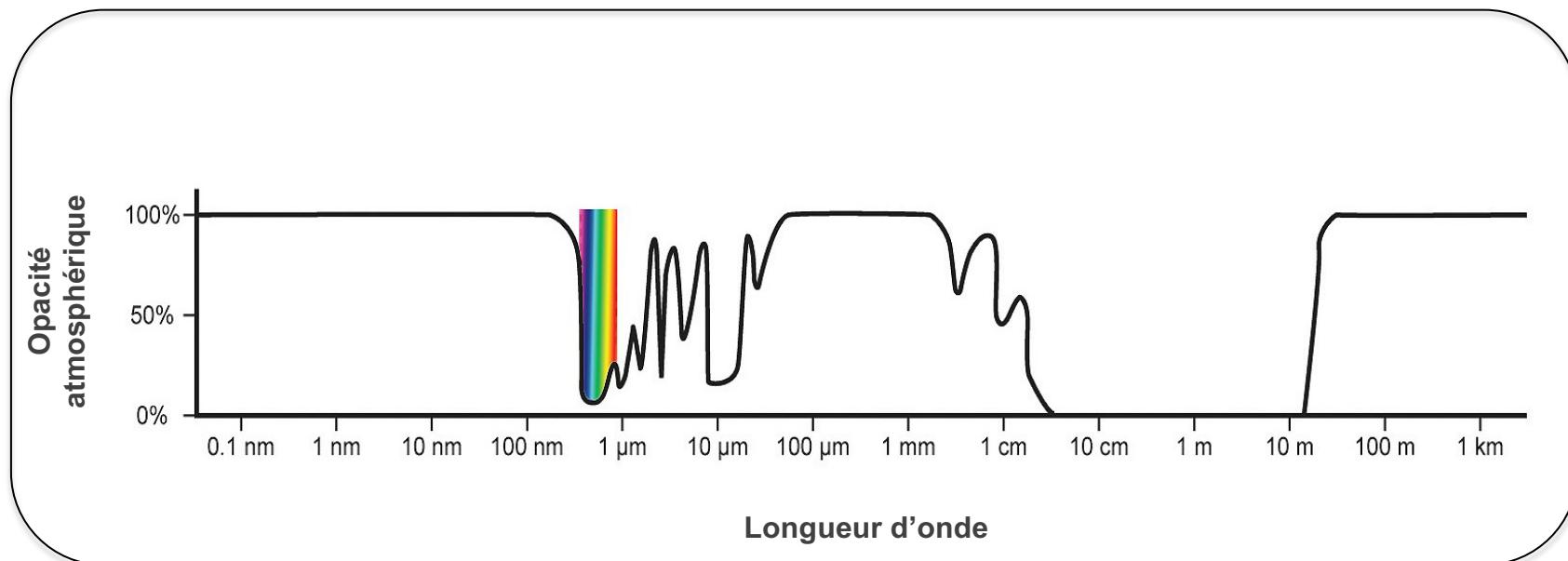
Principe de la mesure radiométrique

Le capteur reçoit un rayonnement de la cible considérée de trois types :

- l'émission de la cible ;
- la réflexion par la cible ;
- la transmission, rayonnement provenant d'objets situés dessous.

Le capteur effectue ses mesures de luminance (radiance en anglais) pour des longueurs d'onde spécifiques dans des bandes spectrales particulières :

- 0,4 à 0,8 µm pour les canaux dans le visible ;
- 0,8 à 15 µm pour l'infrarouge (vapeur d'eau et thermique) ;
- 50 à 190 GHz pour les micro-ondes.





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



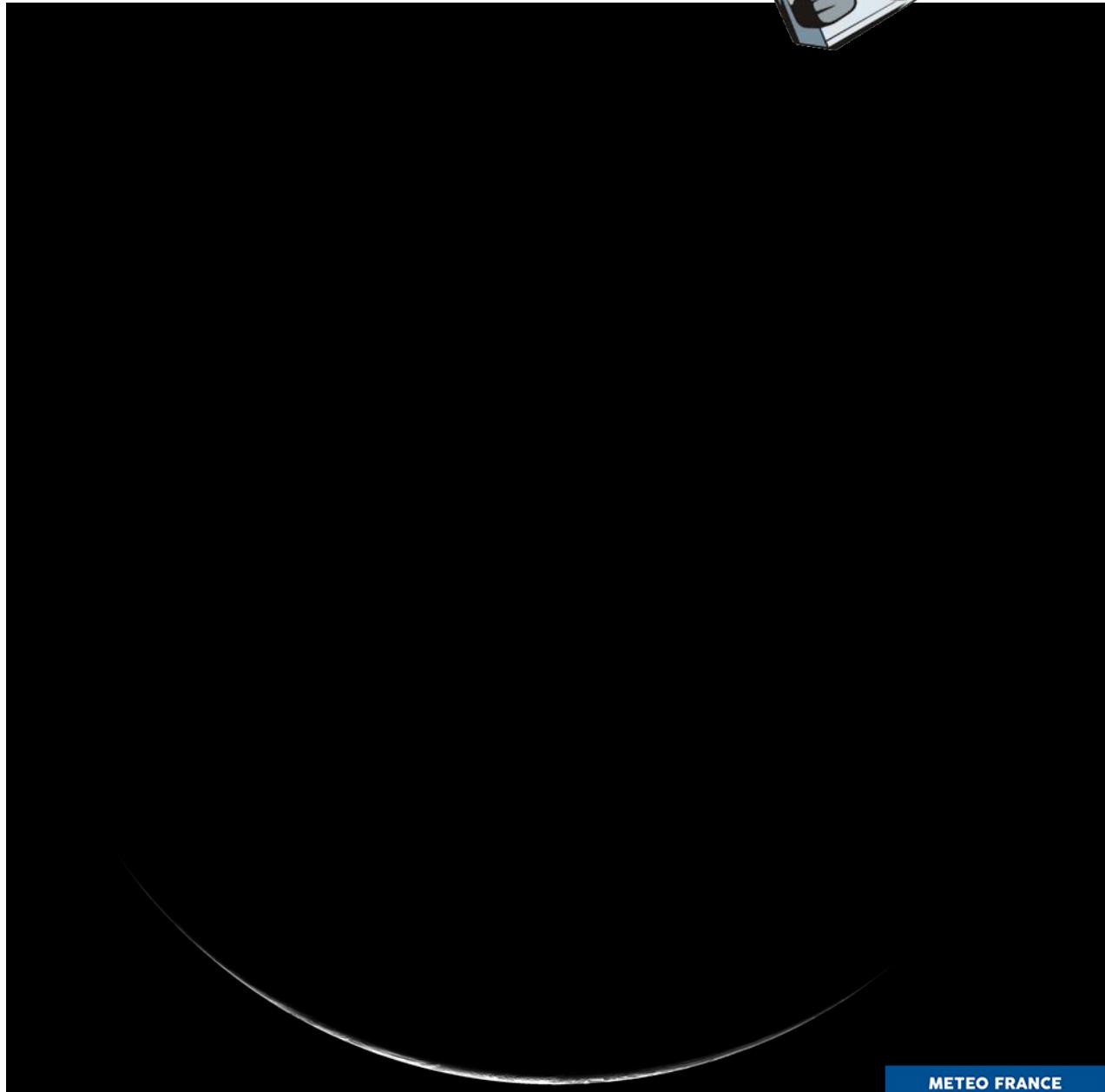
Mesure dans le visible



Dans le **canal visible** et pour des températures inférieures à 300 K, le rayonnement émis est quasi nul.

Pour des cibles opaques, seul le rayonnement réfléchi est pris en compte, la mesure ne fait que traduire **le pouvoir réfléchissant de la cible**.

Toutefois, pour des cibles non opaques, le rayonnement par transmission peut être important, notamment si le pouvoir réfléchissant des objets situés sous la cible est élevé (par exemple : cirrus fins au-dessus d'un sol enneigé!).

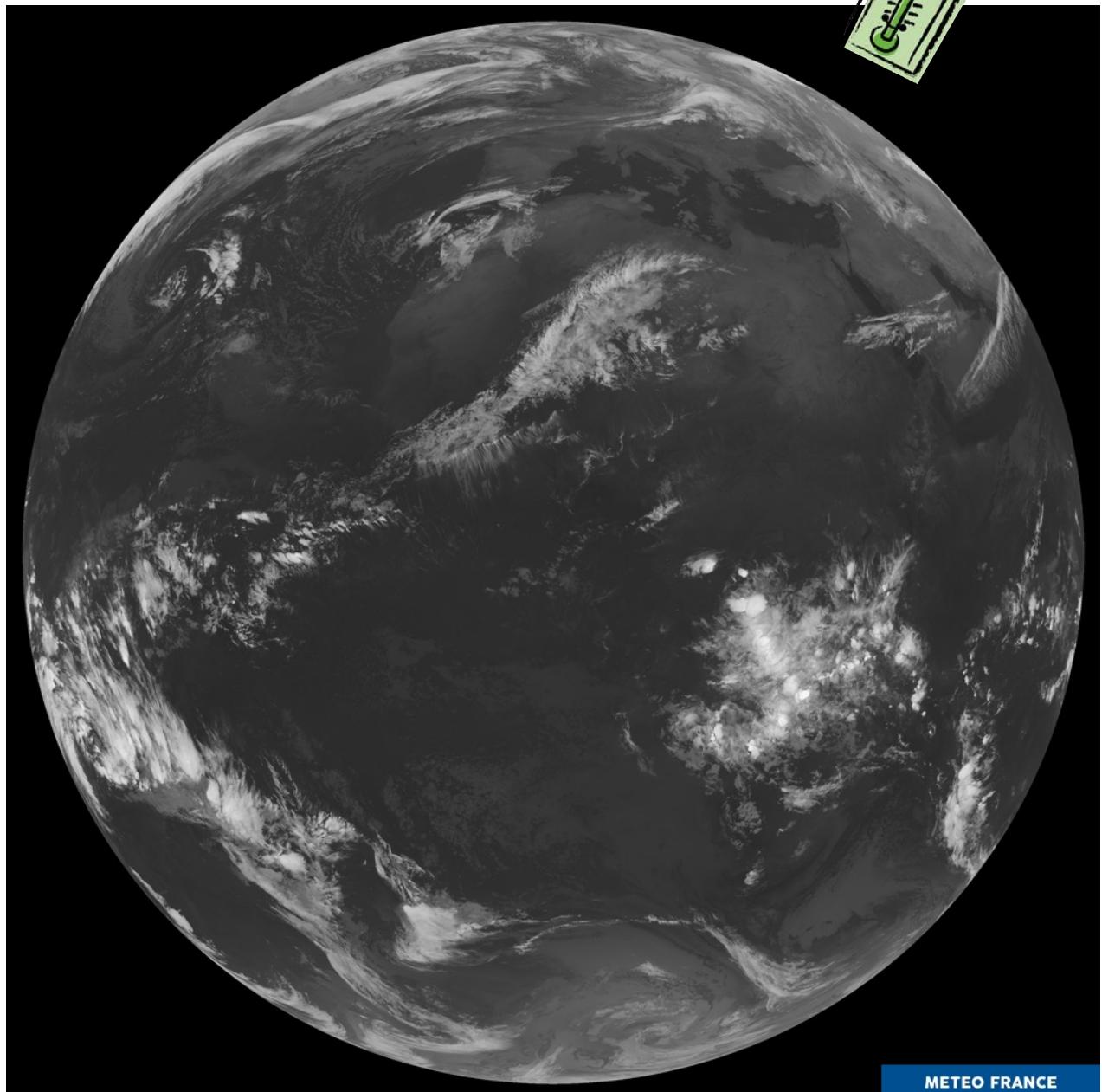


Mesure dans l'infrarouge thermique

Dans le canal infrarouge thermique, le rayonnement solaire est très faible. Seul le rayonnement émis est pris en compte, la mesure ne fait que restituer la température des corps.

Toutefois, pour des cibles à fort pouvoir de transmission, la mesure peut être perturbée si les objets situés sous la cible émettent un rayonnement important (par exemple : nuages fins au-dessus d'une surface terrestre très chaude).

De même, pour des cibles qui sont loin de pouvoir être considérées comme des corps noirs, leur température est sous estimée.



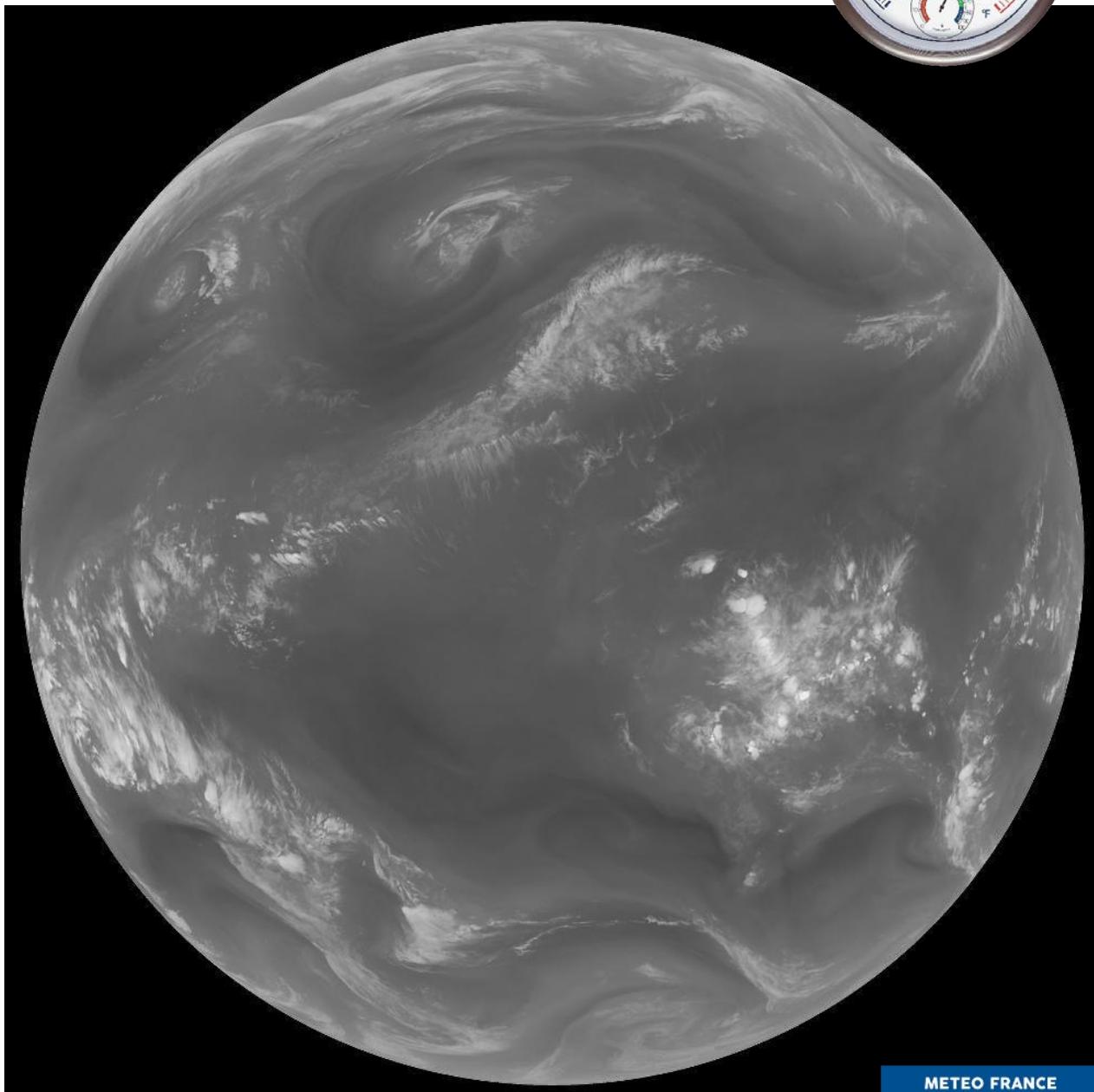
Mesure dans l'infrarouge vapeur d'eau



Dans le canal vapeur d'eau, le rayonnement est absorbé par la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. Le rayonnement émis par la surface terrestre est généralement masqué et le rayonnement émis par le sommet des nuages est réduit (sauf dans le cas de Cb à forte extension verticale). L'image présente la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère.

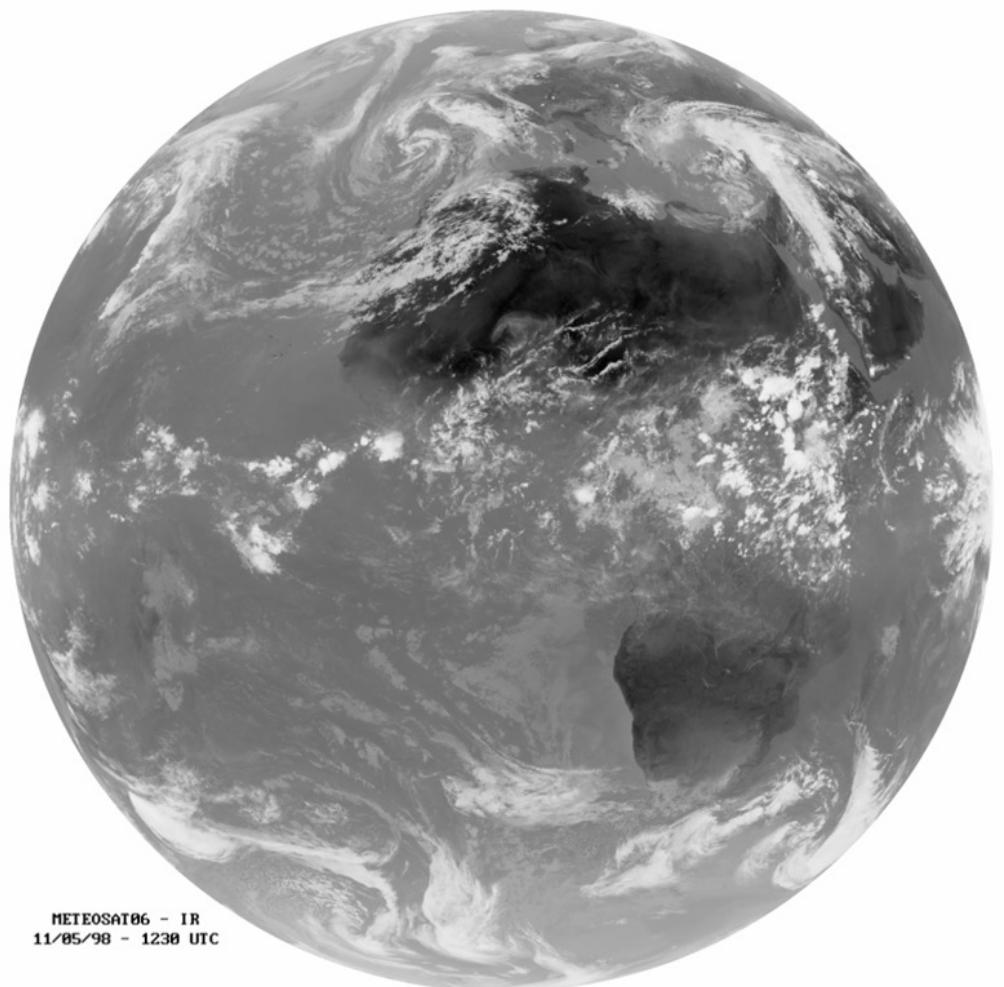
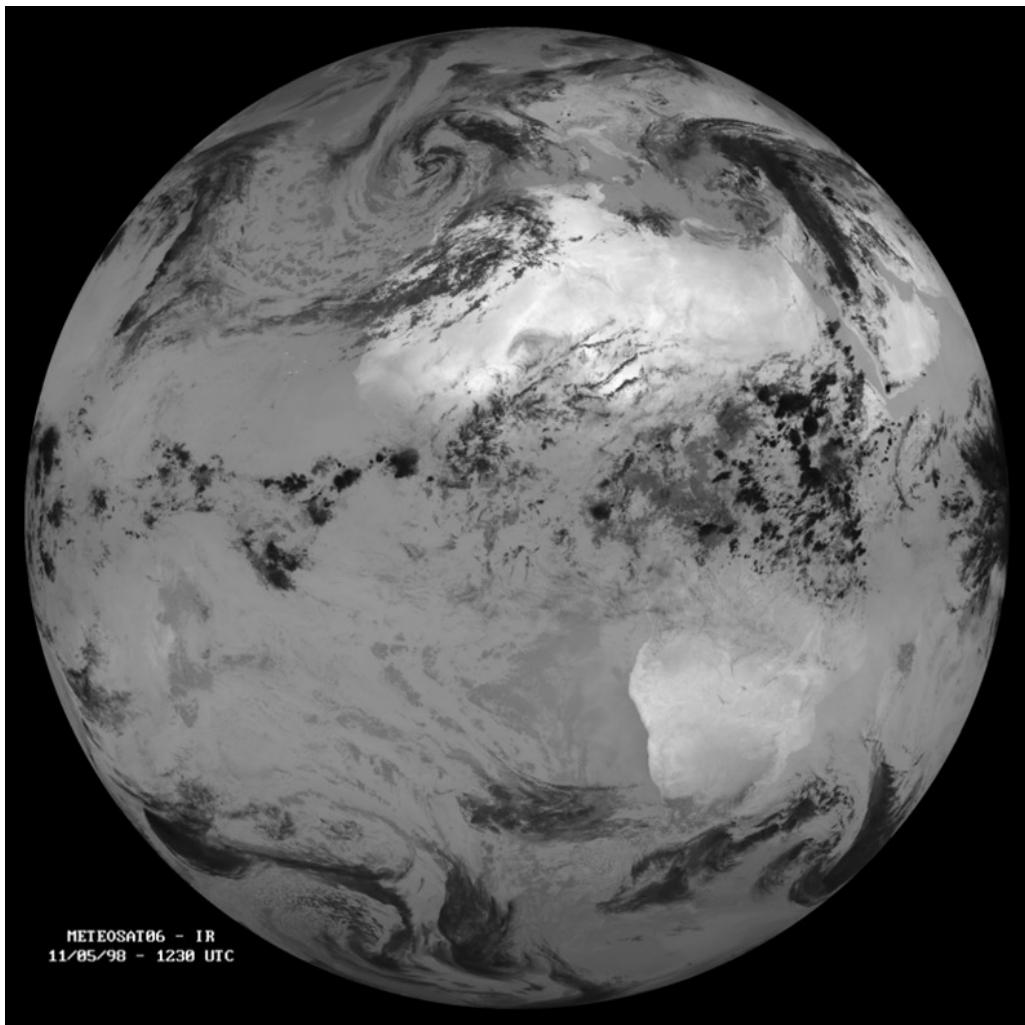
Dans les zones « sèches » où la vapeur d'eau se cantonne aux basses couches, le rayonnement émis est élevé.

Dans les zones « humides » où la vapeur d'eau est importante dans toutes les couches de l'atmosphère, le rayonnement émis est faible.



Particularités des images IR

On utilise une image inversée par rapport à celle d'origine. Sur la deuxième image, Les corps chauds apparaissent en noir, les corps froids en blanc.



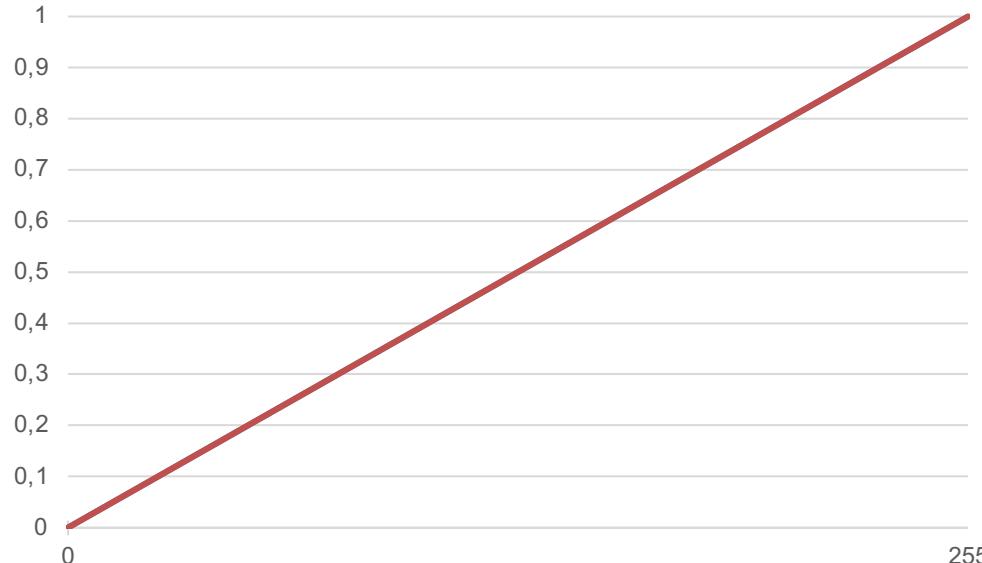
Les images en teintes de gris

Par convention, la valeur zéro représente le noir (intensité lumineuse nulle) et la valeur 255 le blanc (intensité lumineuse maximale).

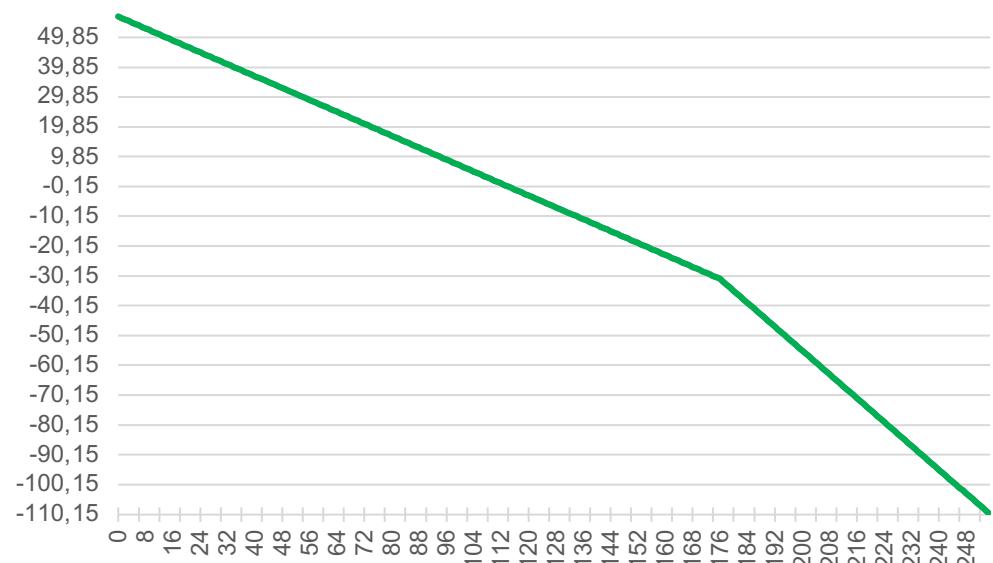


On applique une « dynamique » liant l'intensité de l'image à la valeur géophysique (albédo ou température).

Dynamique visible



Exemple de dynamique IR

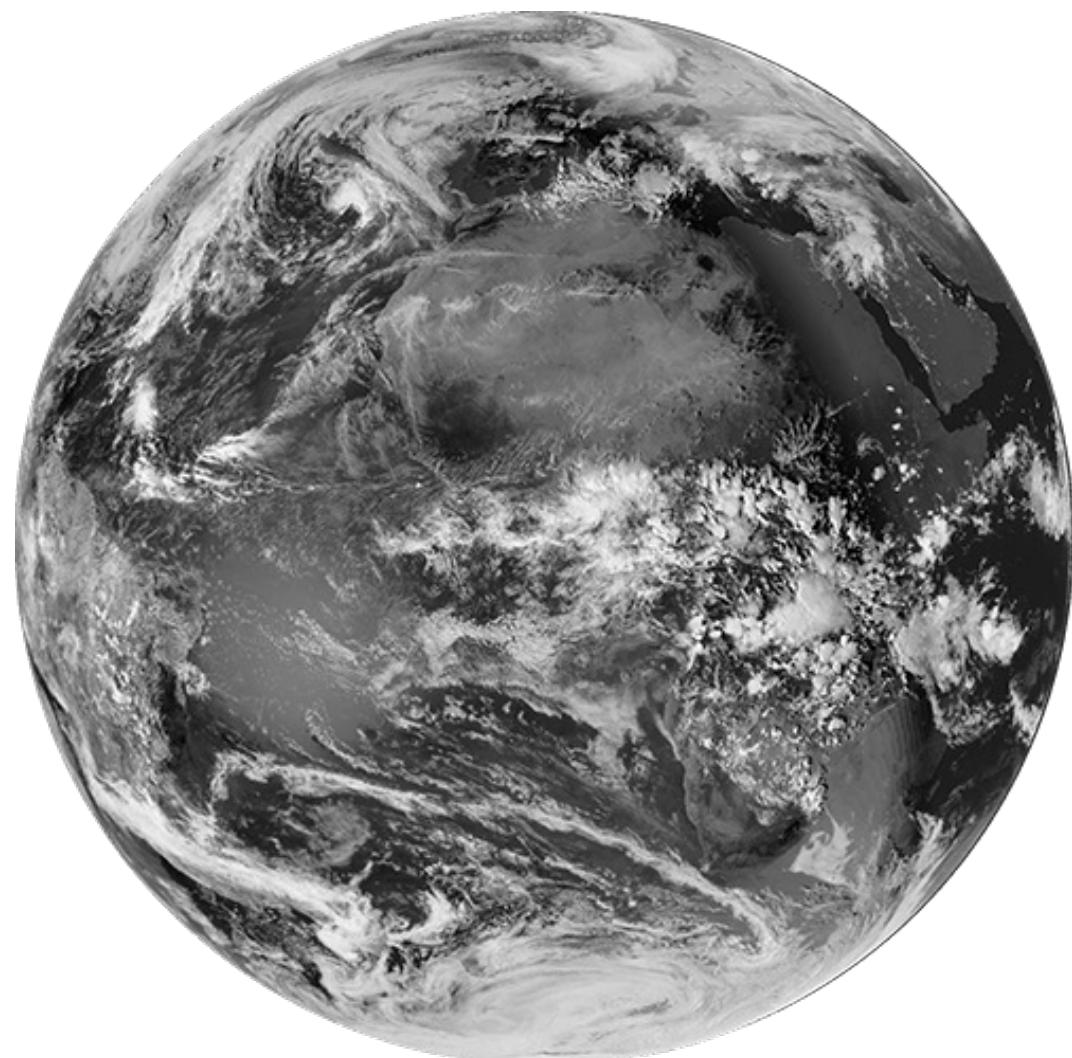


Réponse spectrale

Lorsque le soleil éclaire la surface terrestre, des interactions se produisent entre le rayonnement et la cible illuminée. En fonction des propriétés et des caractéristiques de la cible, une partie du rayonnement est réfléchie vers le capteur satellitaire. Chaque objet ou chaque surface possède ainsi une réponse spectrale bien précise à une longueur d'onde donnée.



bande rouge 600 nm



bande bleue 400 nm

Domaine spectraux et signature spectrale

10^{-12} m
1 picomètre
 $0,3 \cdot 10^{21} \text{ Hz}$
0,3 zettahertz

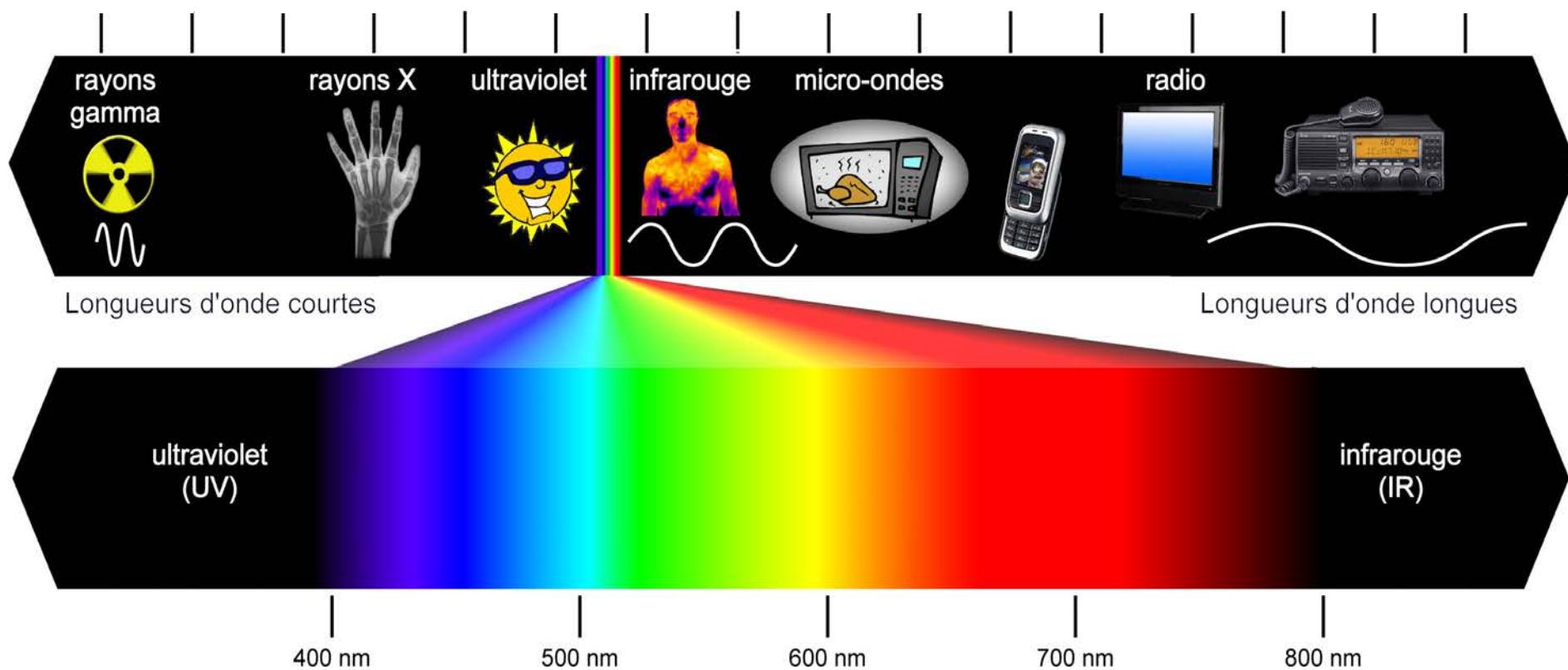
10^{-9} m
1 nanomètre
 $0,3 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$
0,3 exahertz

10^{-6} m
1 micromètre
 $0,3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
0,3 péahertz

10^{-3} m
1 millimètre
 $0,3 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$
0,3 térahertz

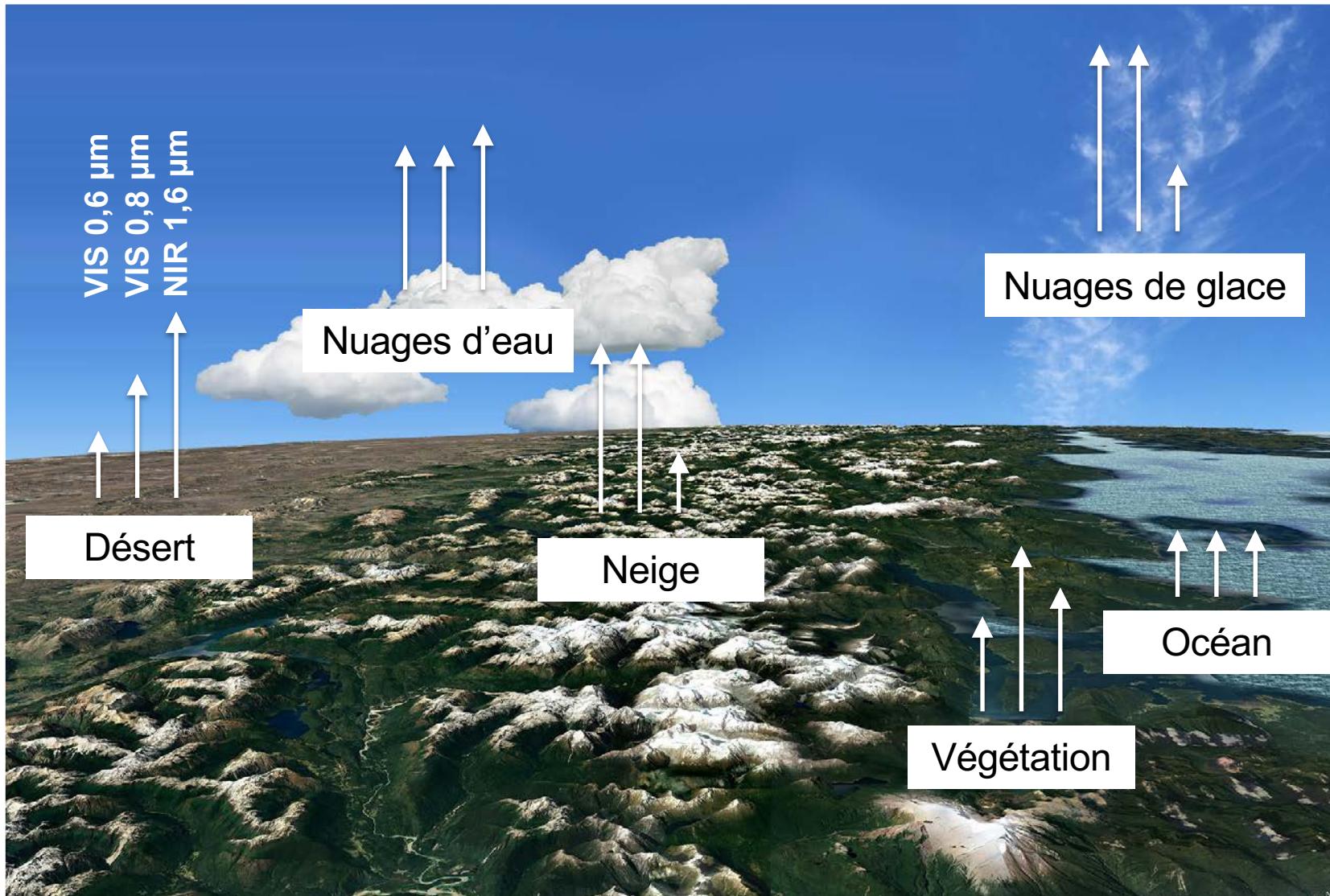
1 m
1 mètre
 $0,3 \cdot 10^9 \text{ Hz}$
0,3 gigahertz

10^3 m
1 kilomètre
 $0,3 \cdot 10^6 \text{ Hz}$
0,3 mégahertz



L'ensemble des réponses spectrales à différentes longueurs d'onde constitue ce que l'on appelle la signature spectrale d'une surface. Chaque type de surface peut ainsi être caractérisé et identifié sur une image.

Signature spectrale

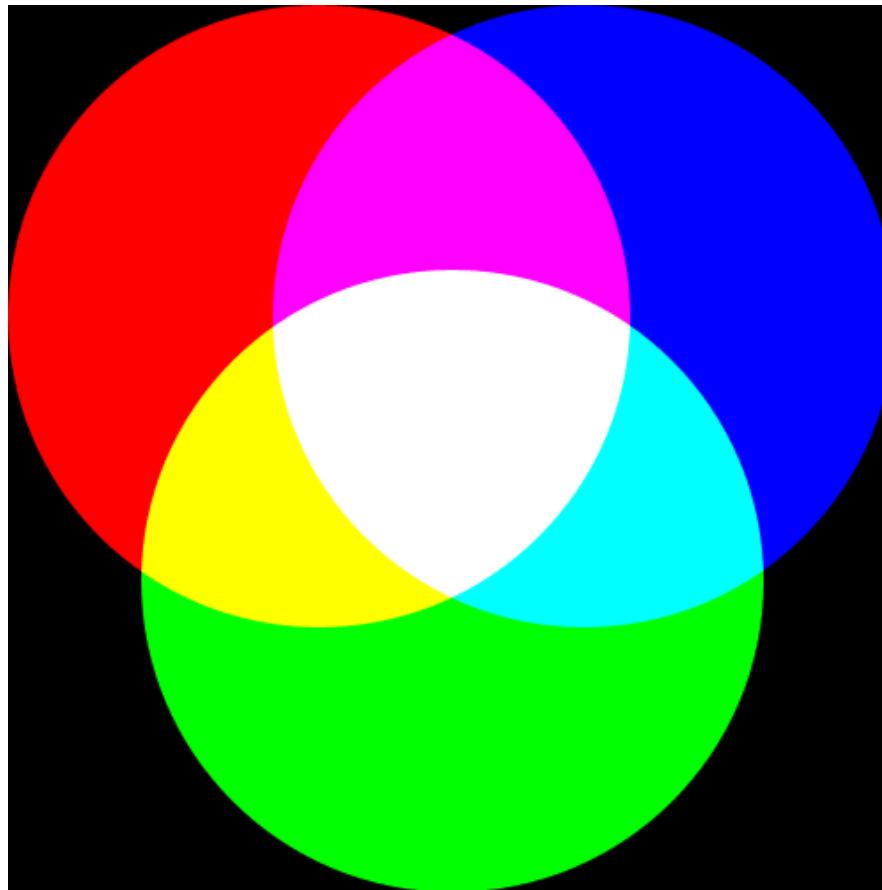


Plan du diaporama

- introduction ;
- **le modèle RVB** ;
- les canaux de l'imageur SEVIRI (MSG) ;
- les étapes d'élaboration d'une image en composition colorée ;
- le produit « dust RGB » ;

Le modèle RVB

Il est possible de représenter une image en couleur en combinant des images dans les 3 bandes Rouge, Verte et Bleue pour RVB ou RGB en anglais.



Le modèle RVB

Le modèle RGB illustré par des beignets à la viande



Je cherche un beignet :

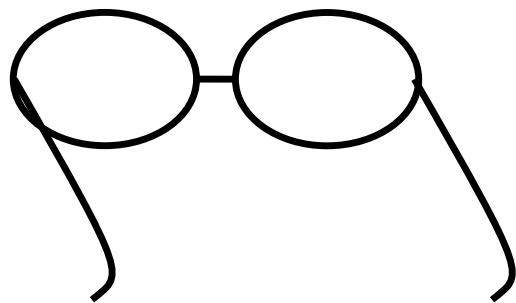
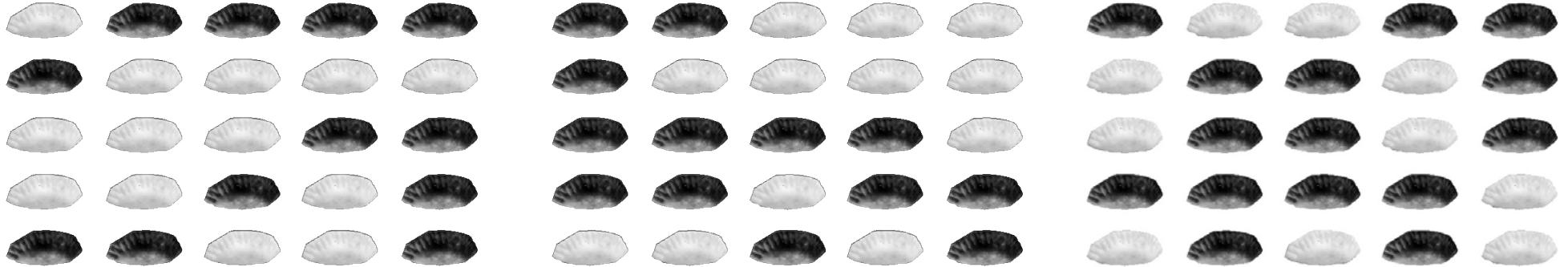
- bien épicé ;
- bien garni en viande ;
- à la pâte moelleuse.

Le modèle RVB

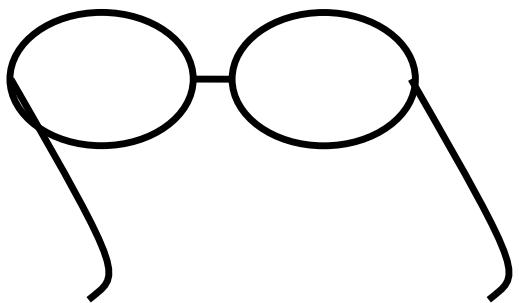
Je cherche un beignet moelleux, bien épice et bien garni.



Le modèle RVB

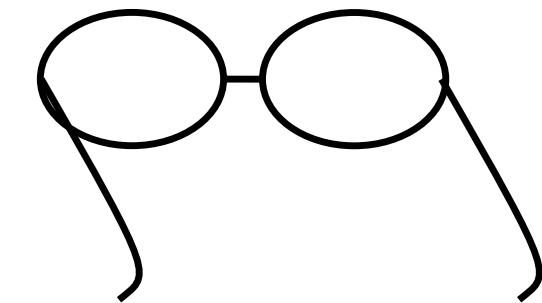


Lunettes à beignets épicés



Lunettes à beignets

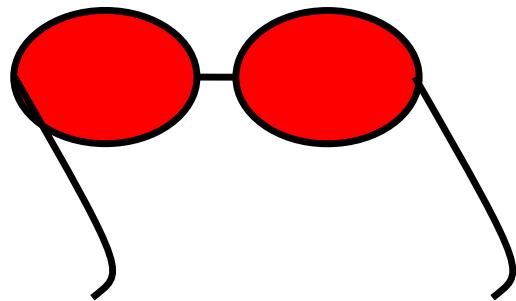
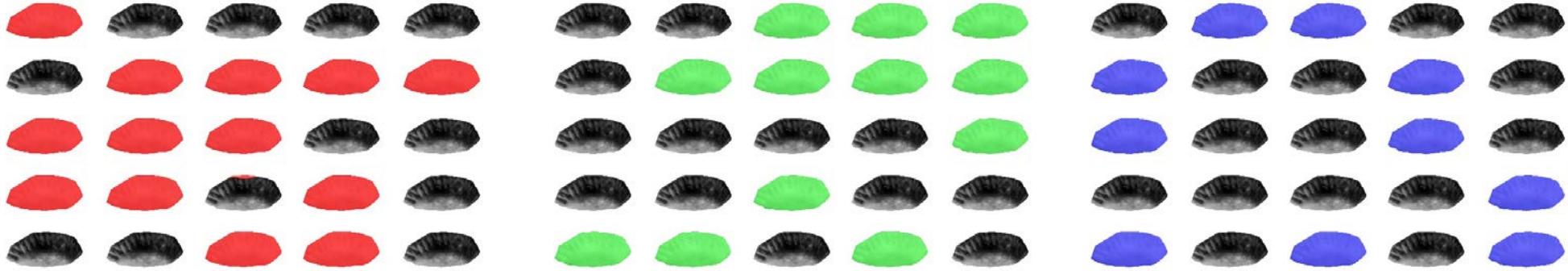
bien garnis en viande



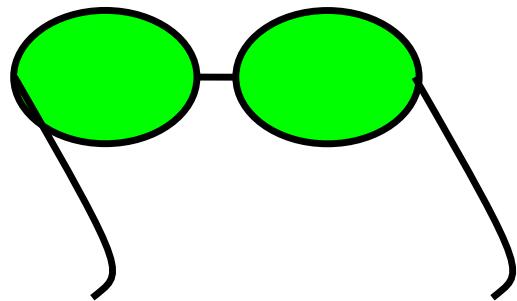
Lunettes à beignets moelleux

Utilisons des lunettes spéciales pour analyser les beignets !

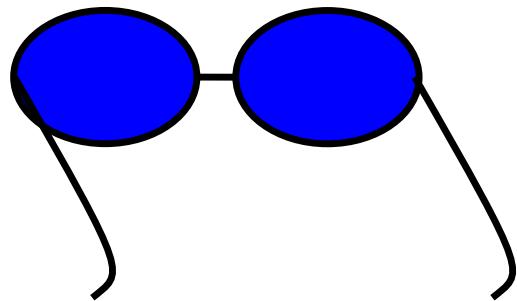
Le modèle RVB



Lunettes à beignets épicés



Lunettes à beignet bien
garni en viande



Lunettes à beignet moelleux

Colorons chaque paire de lunettes en **rouge** en **vert** et en **bleu**.

Pour trouver le bon beignet, il faut étudier les trois images.

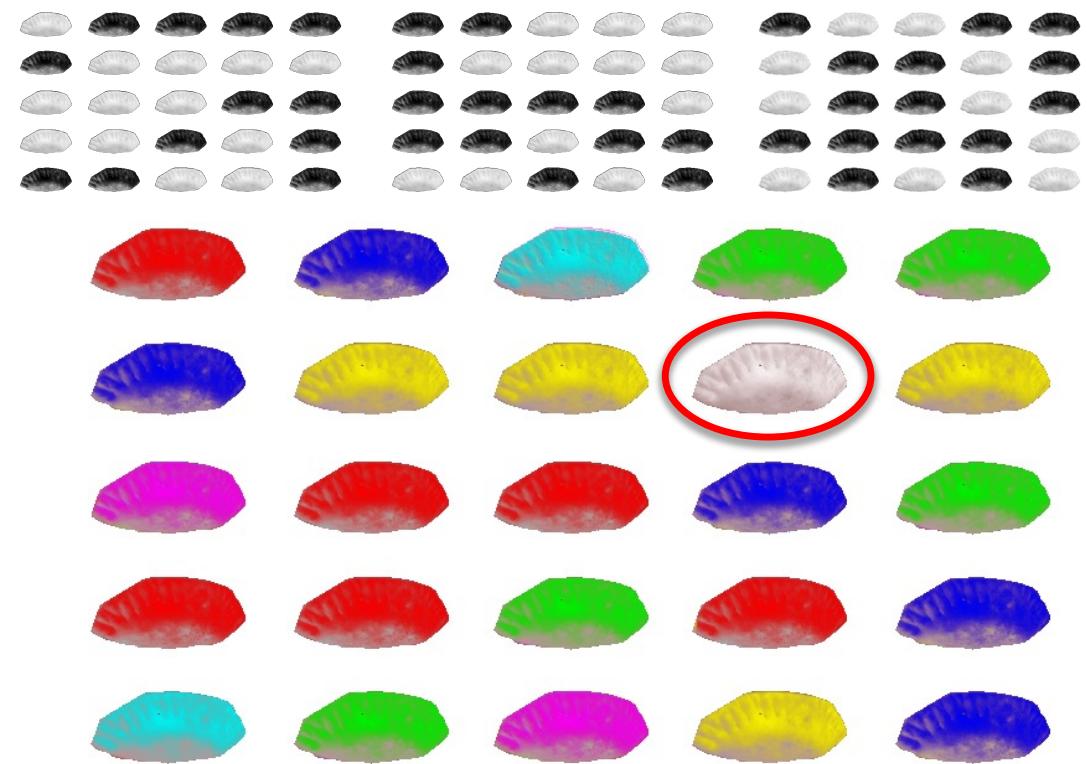
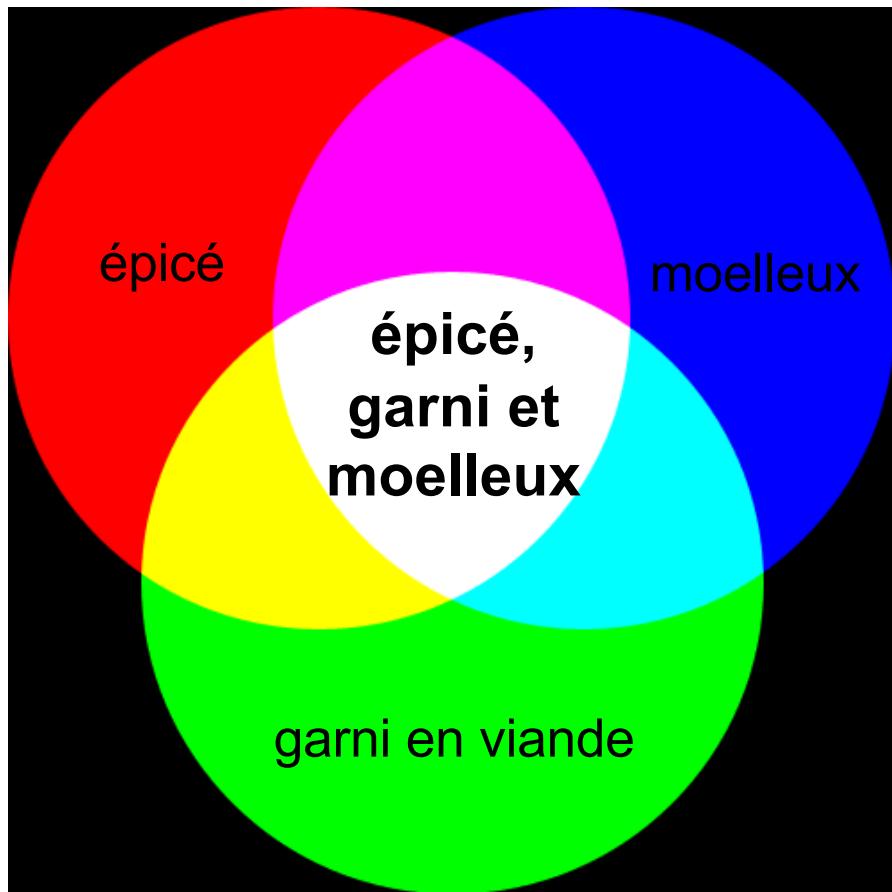
Mais l'information n'arrive pas immédiatement.

Composition colorée des images

Une composition colorée RVB permet en un coup d'œil de trouver

l'unique beignet qui réunit les trois caractéristiques !

Rouge + Vert + Bleu = blanc

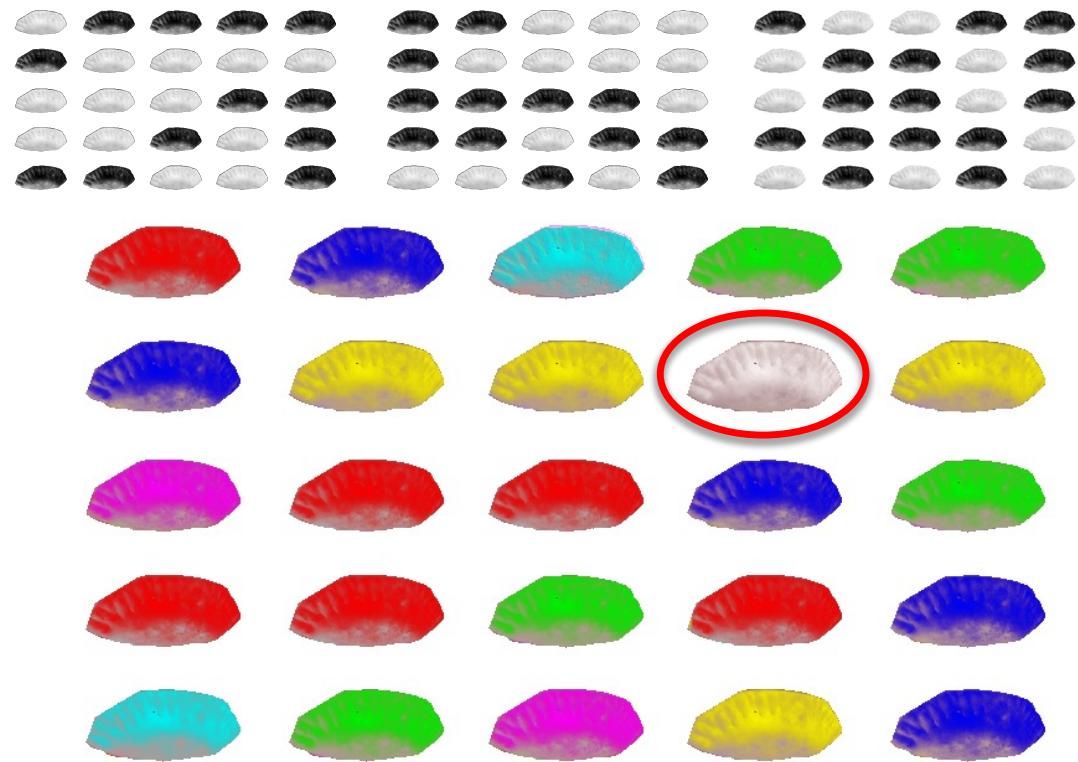
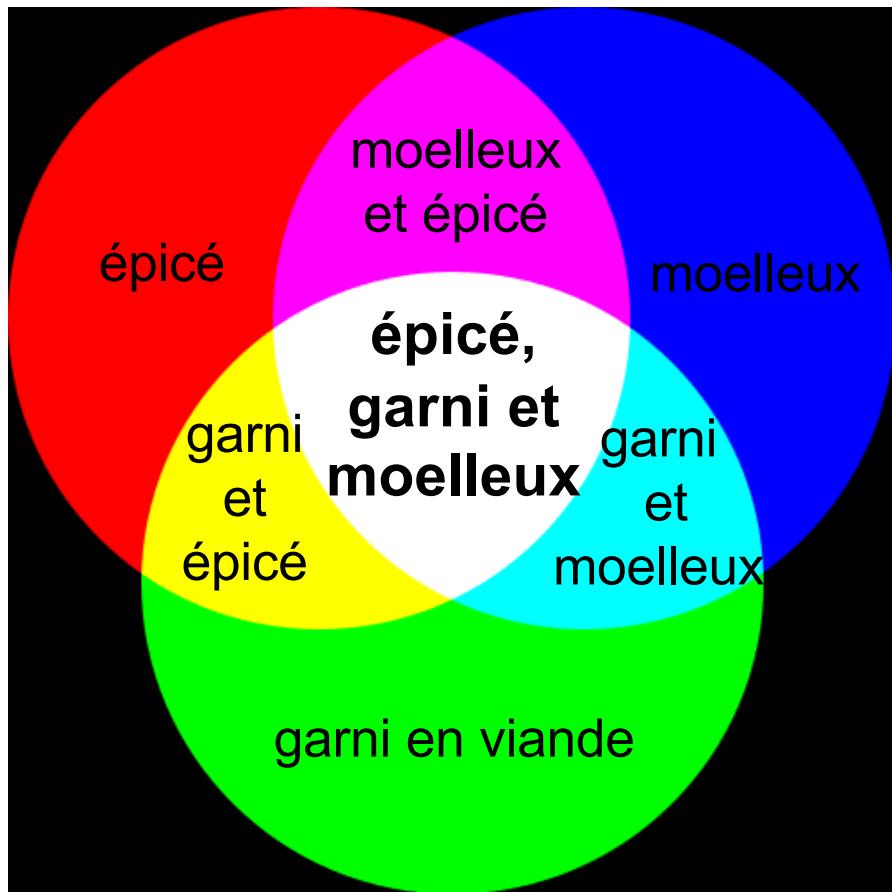


Composition colorée des images

Une composition colorée RVB permet en un coup d'œil de trouver

l'unique beignet qui réunit les trois caractéristiques !

Rouge + Vert + Bleu = blanc



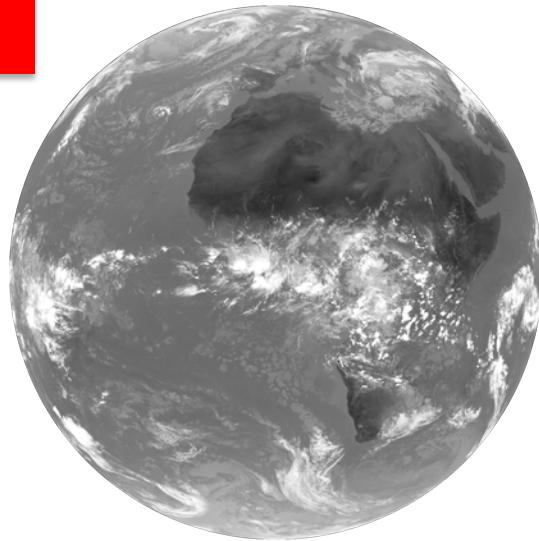
Composition colorée des images

Une composition colorée RGB pour que l'œil de trouver

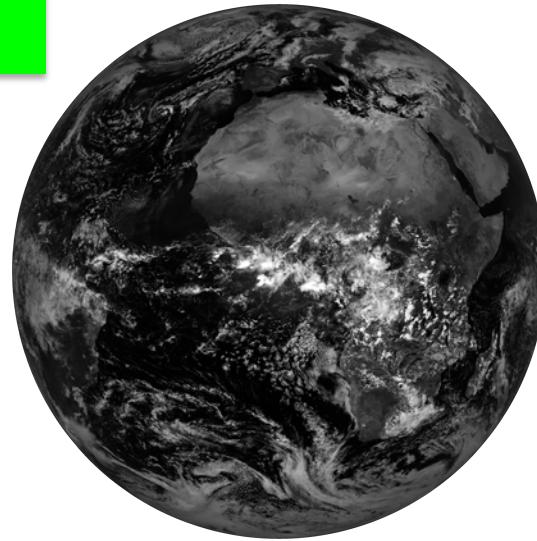
l'unique beignet qui réunit les trois couleurs : **Orange + Vert + Bleu = blanc**



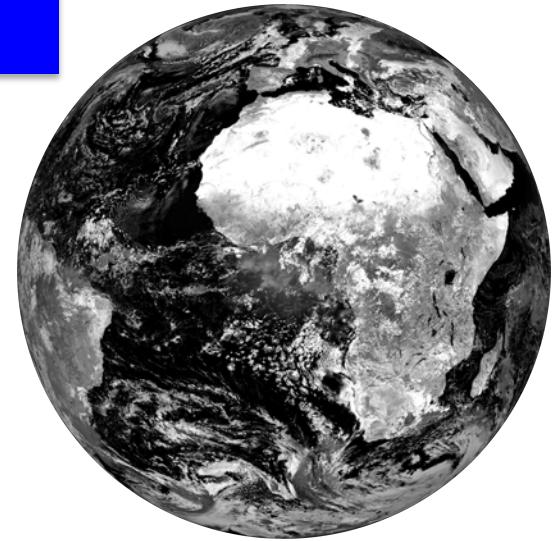
Composition colorée – Imagerie RVB



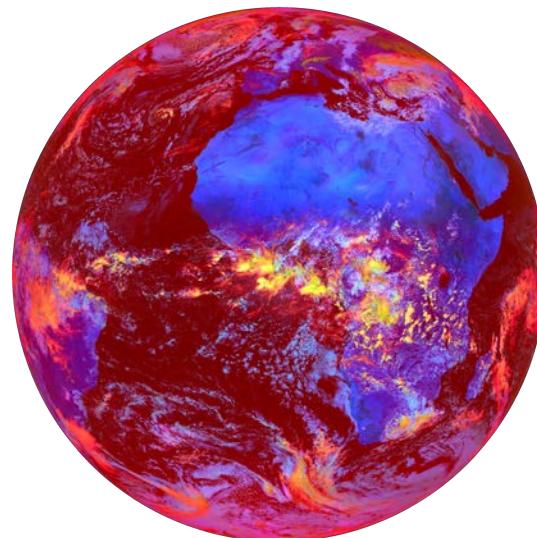
IR : nuages élevés



VIS : nuages épais

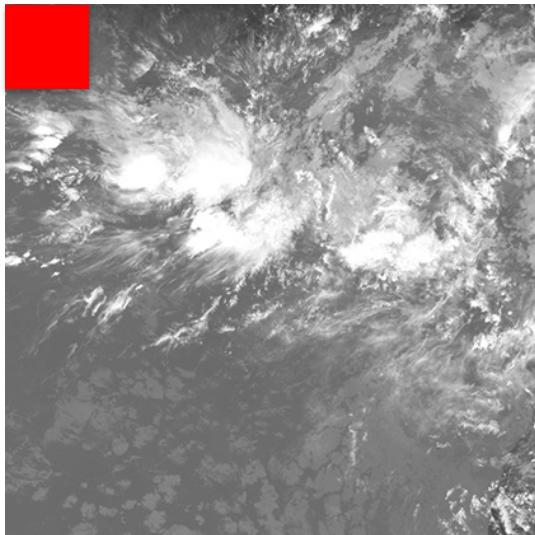


NIR : nuages d'eau liquide

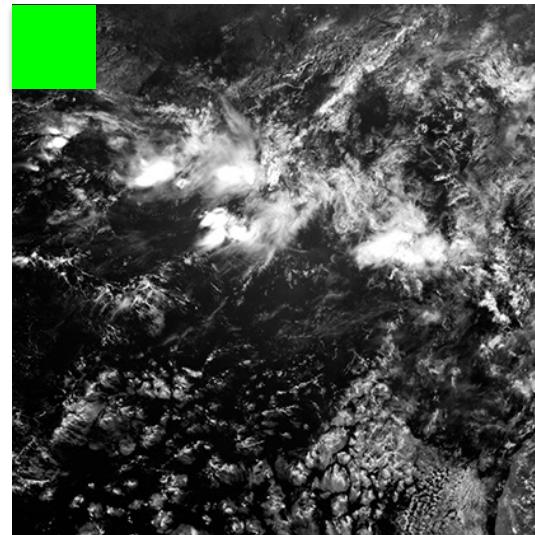


Composition colorée

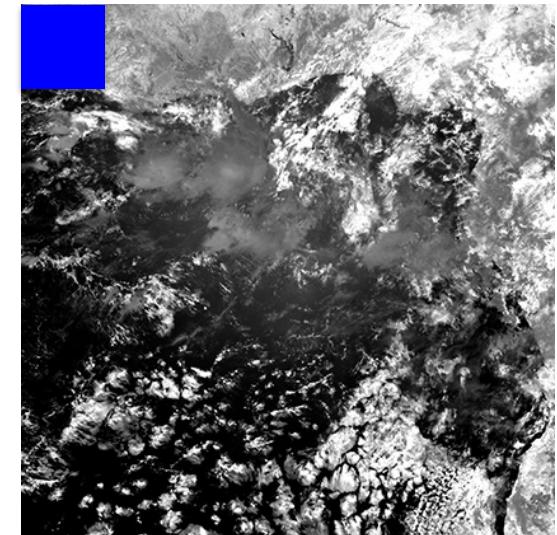
Composition colorée – Imagerie RVB



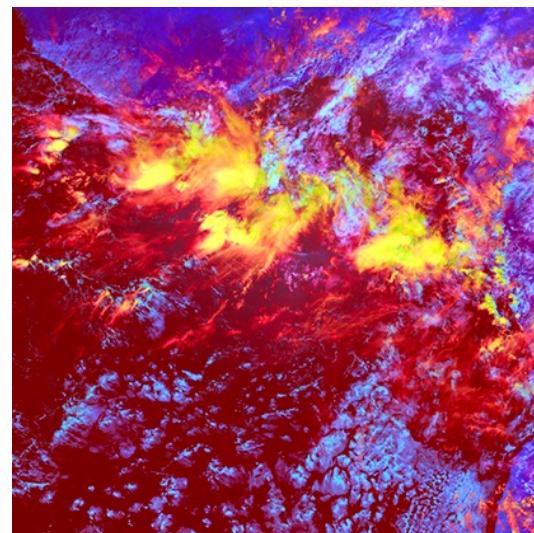
IR : nuages élevés



VIS : nuages épais

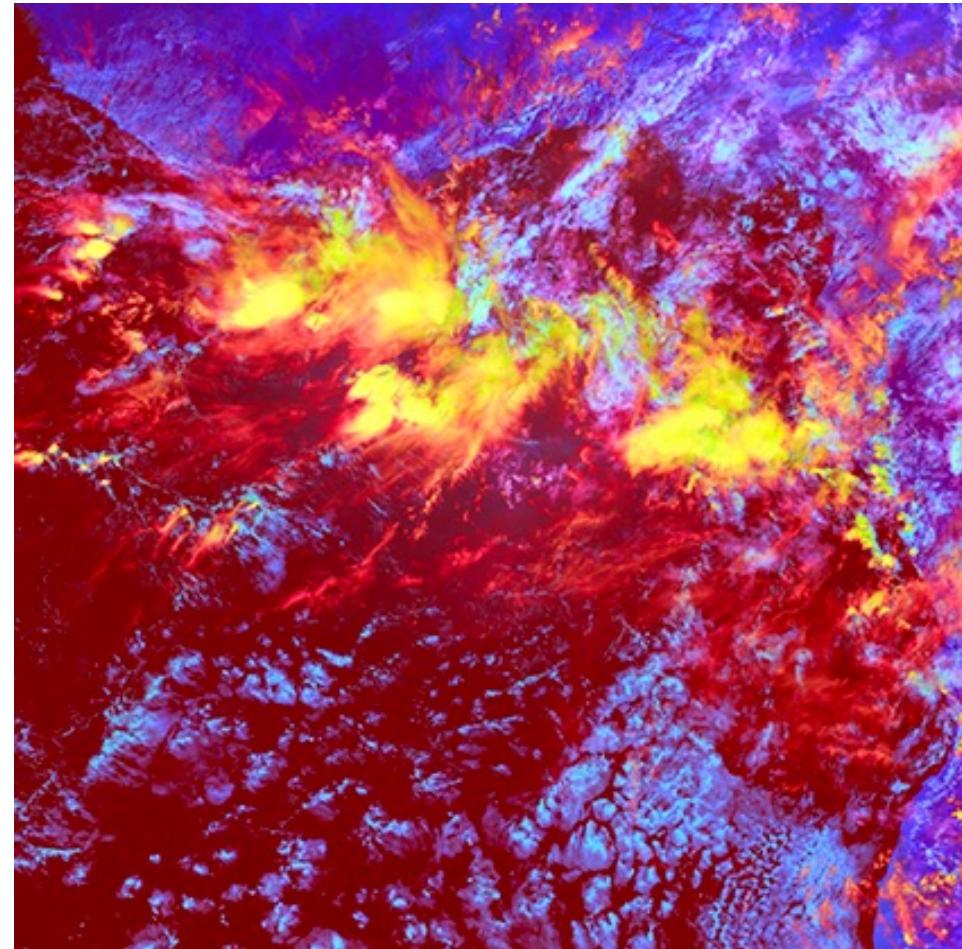
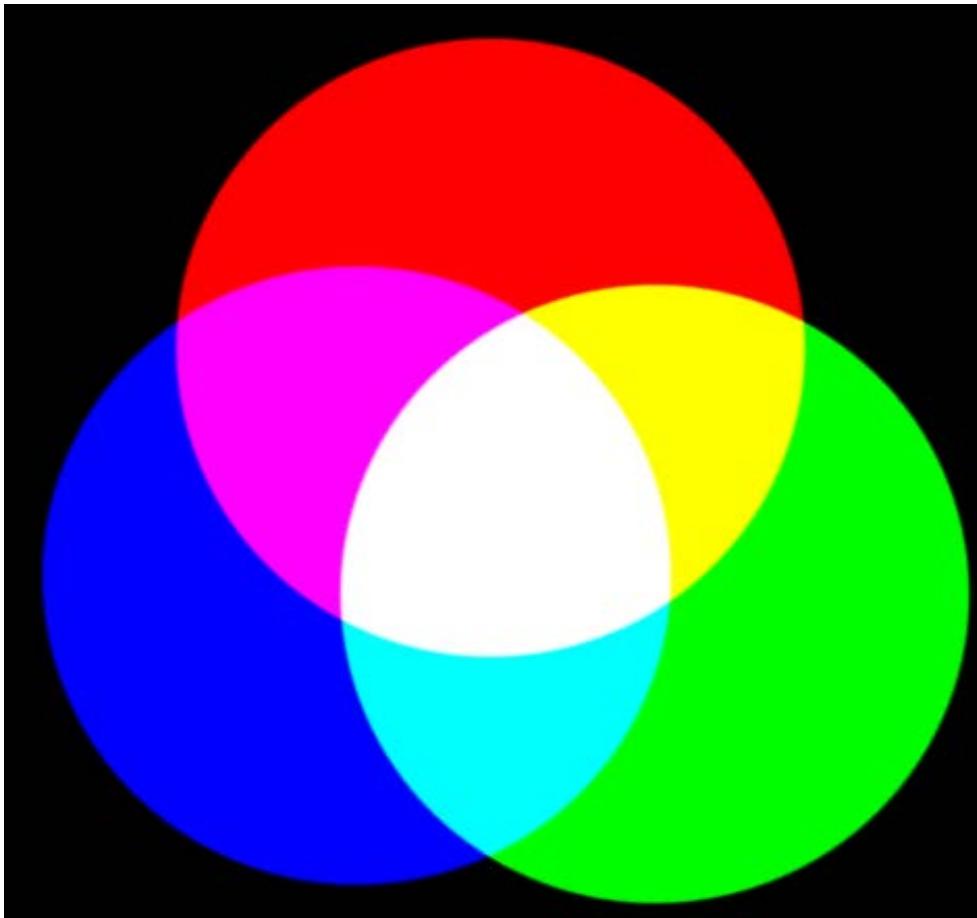


NIR : nuages d'eau liquide

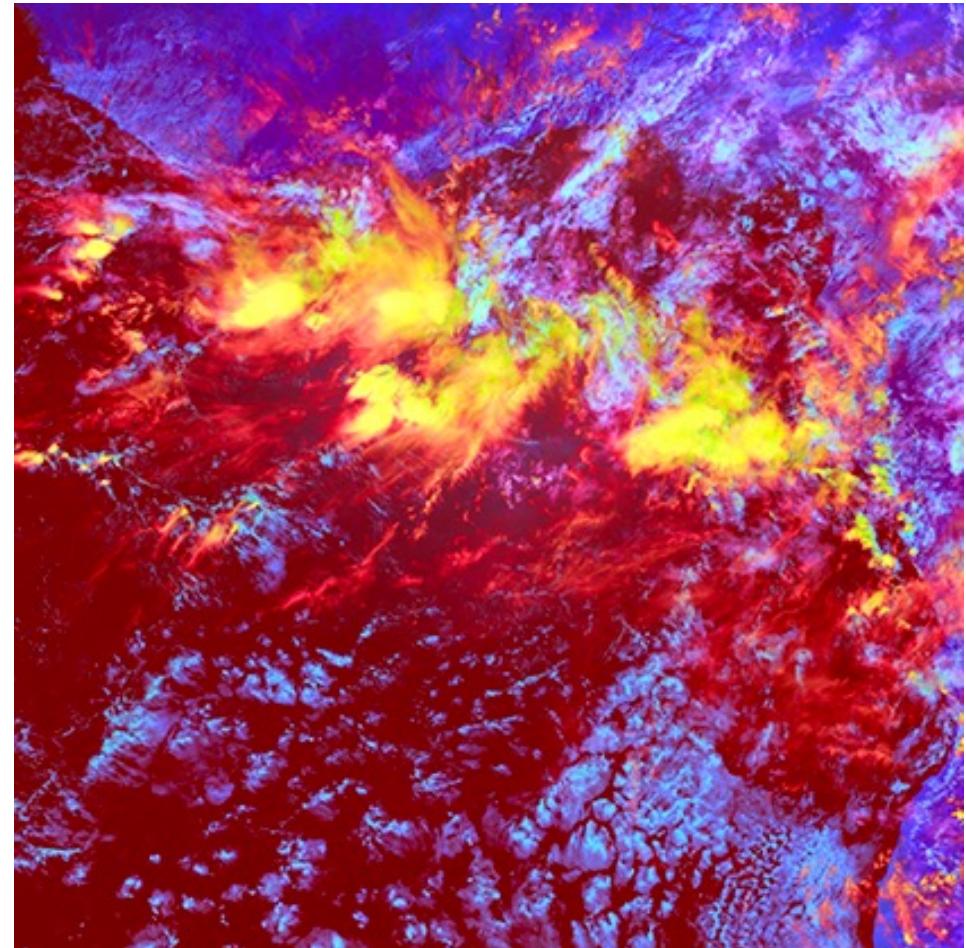
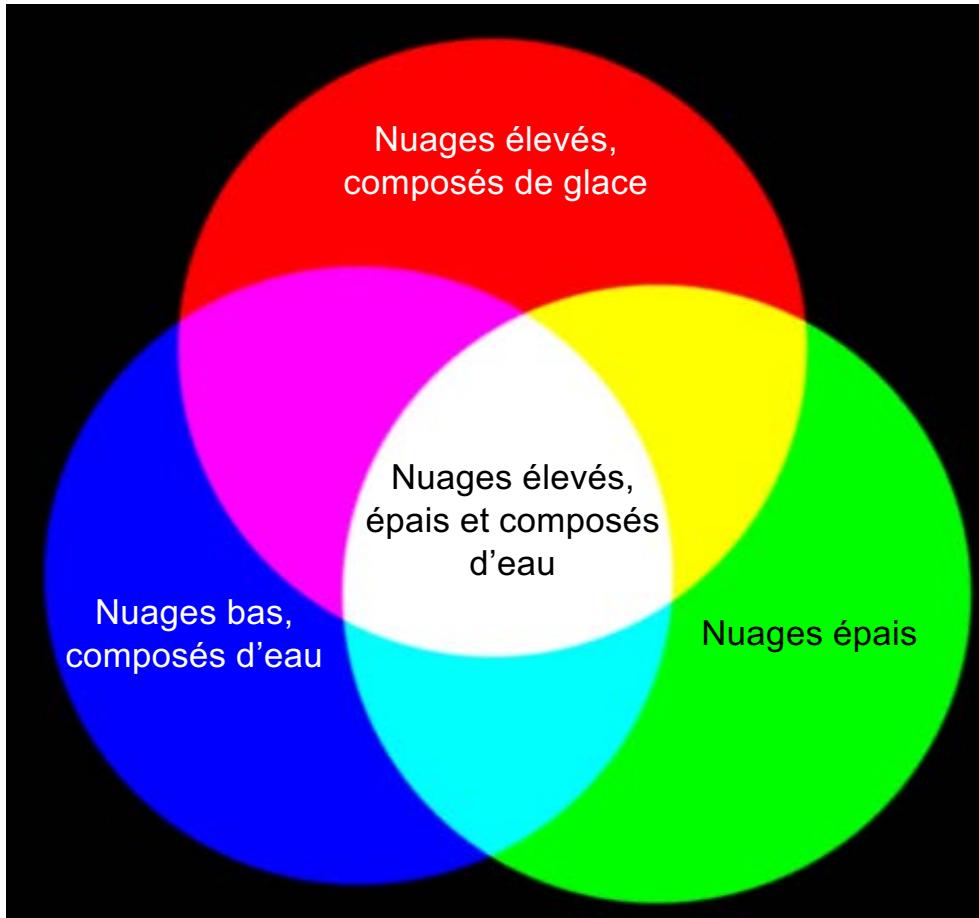


Composition colorée

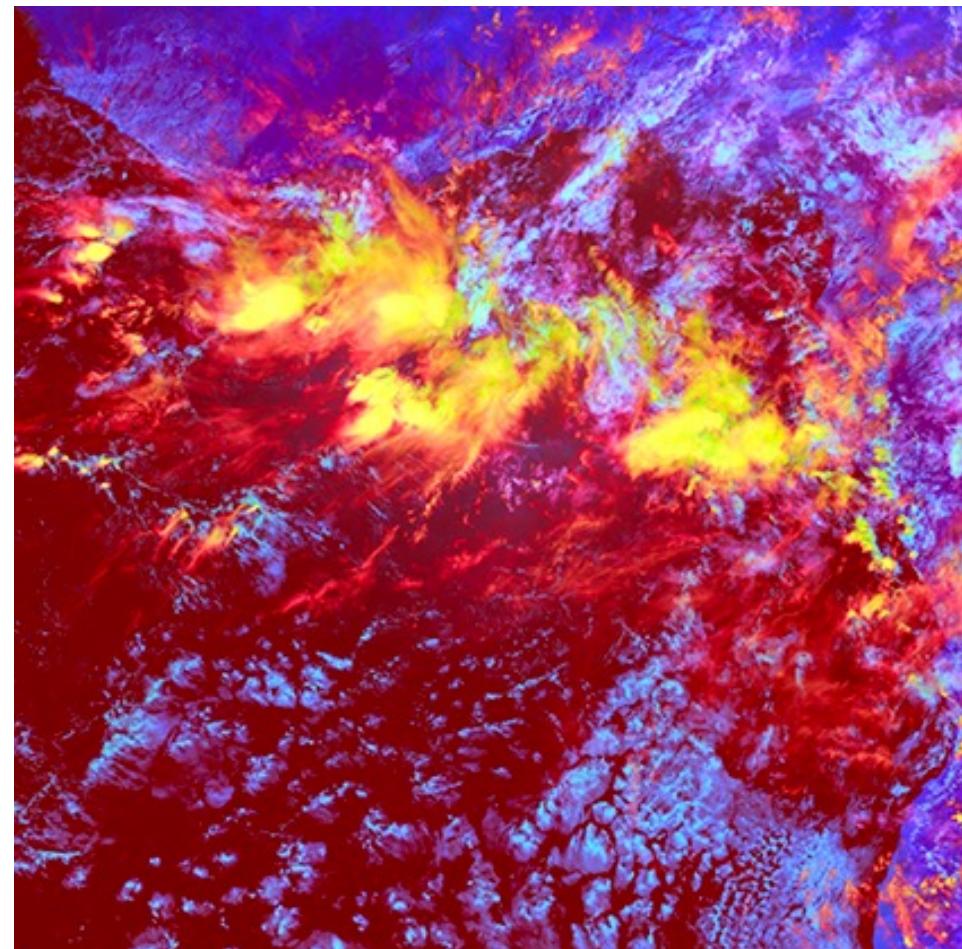
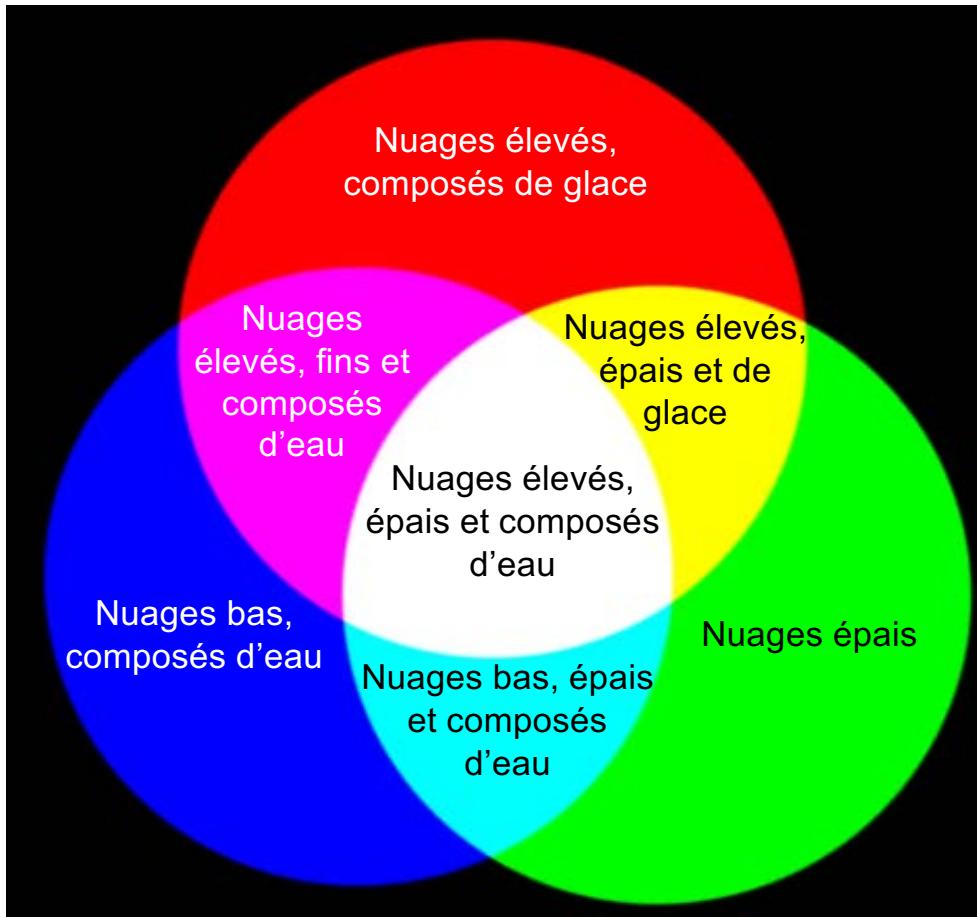
Composition colorée – Imagerie RVB



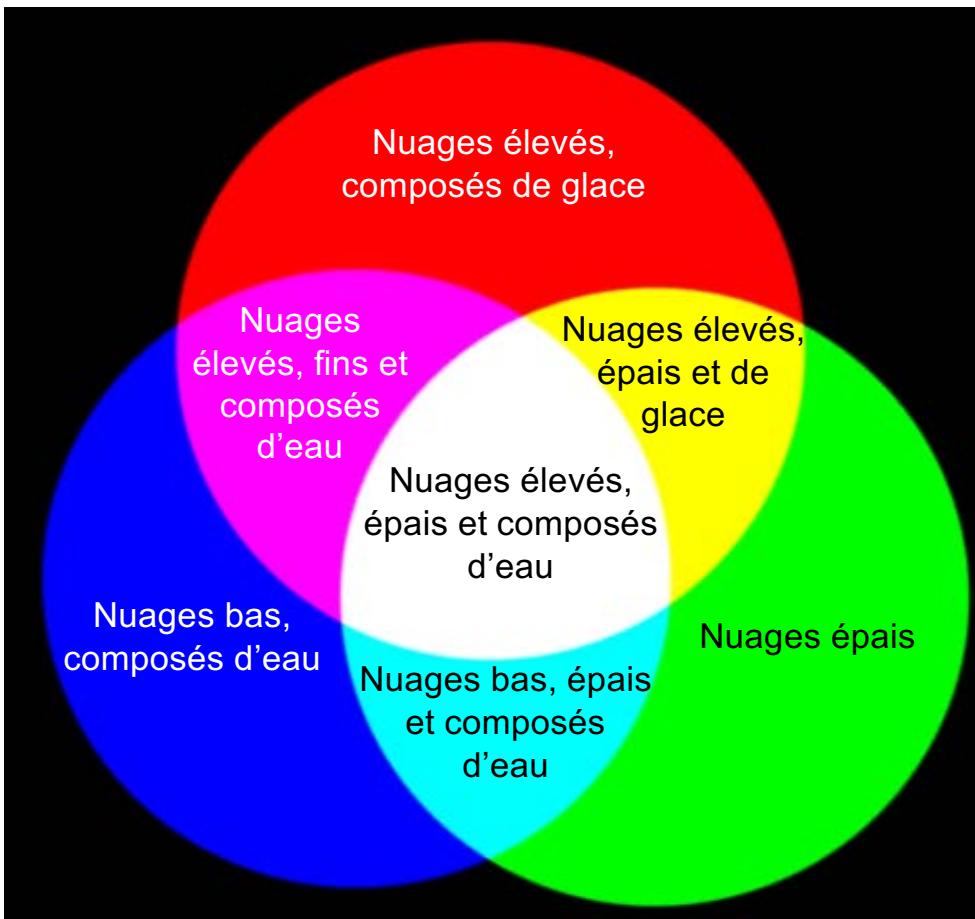
Composition colorée – Imagerie RVB



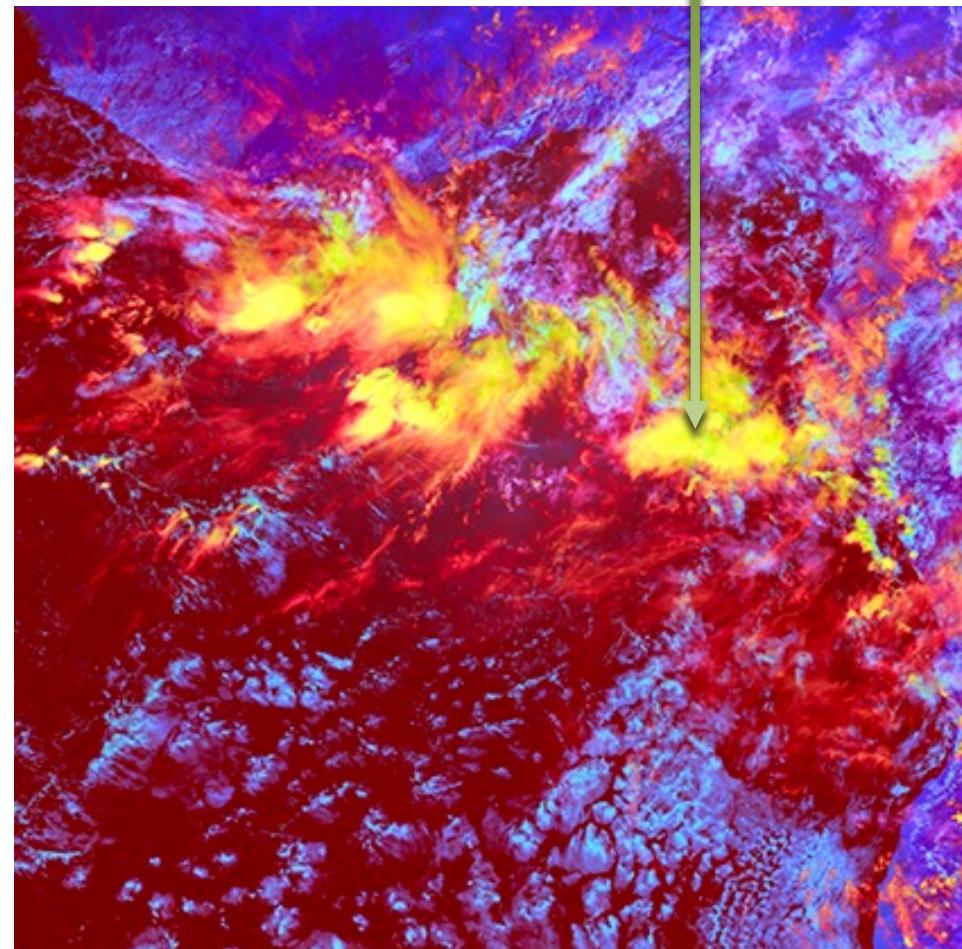
Composition colorée – Imagerie RVB



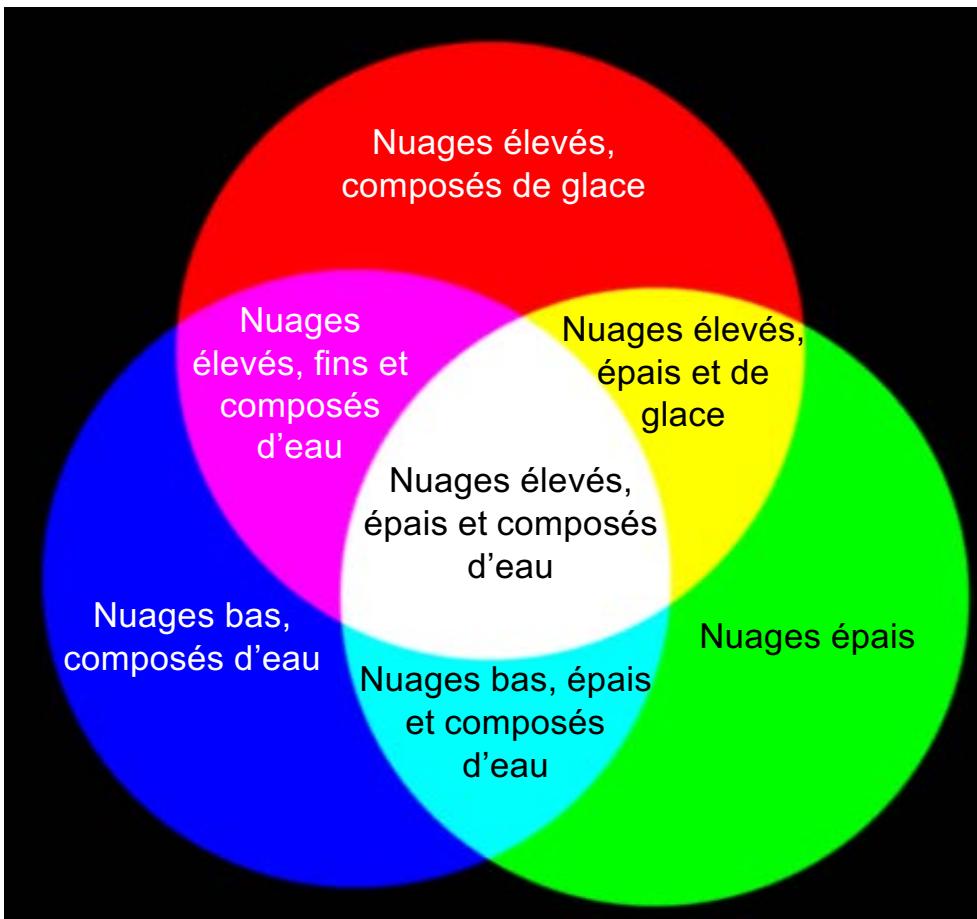
Composition colorée – Imagerie RVB



Les zones où les nuages sont élevés, épais avec des sommets composés de glace apparaissent en jaune

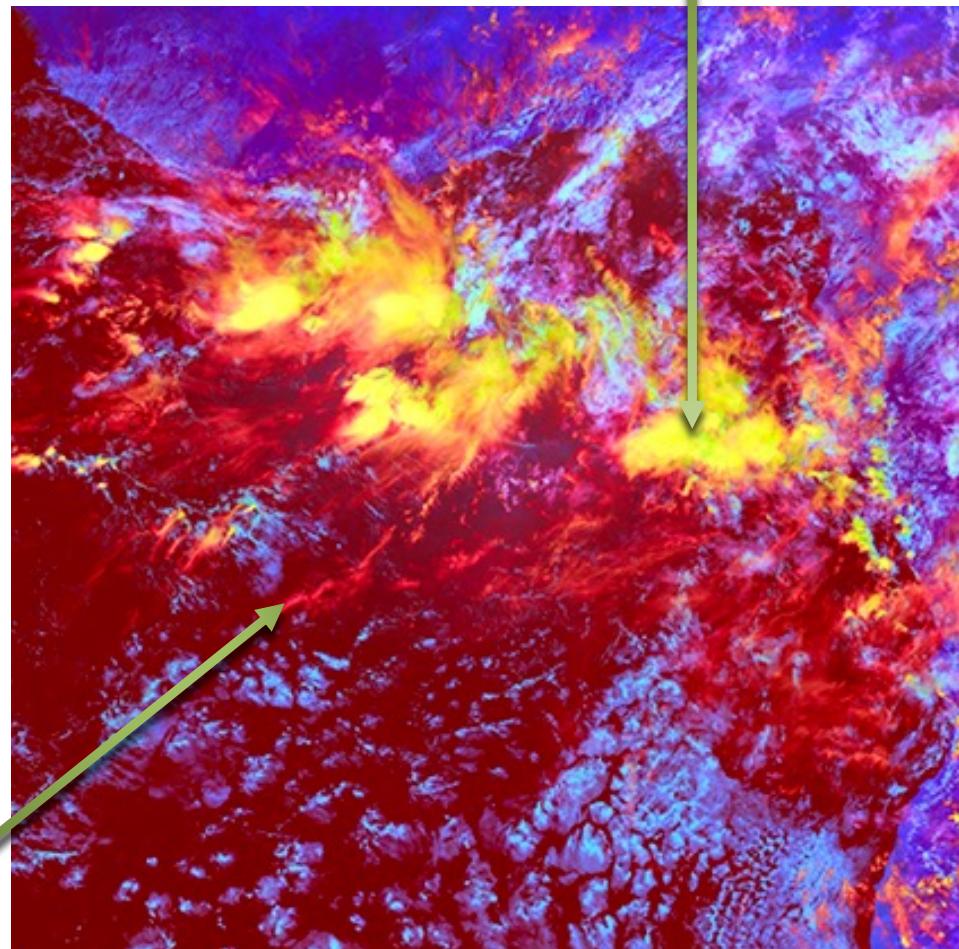


Composition colorée – Imagerie RVB

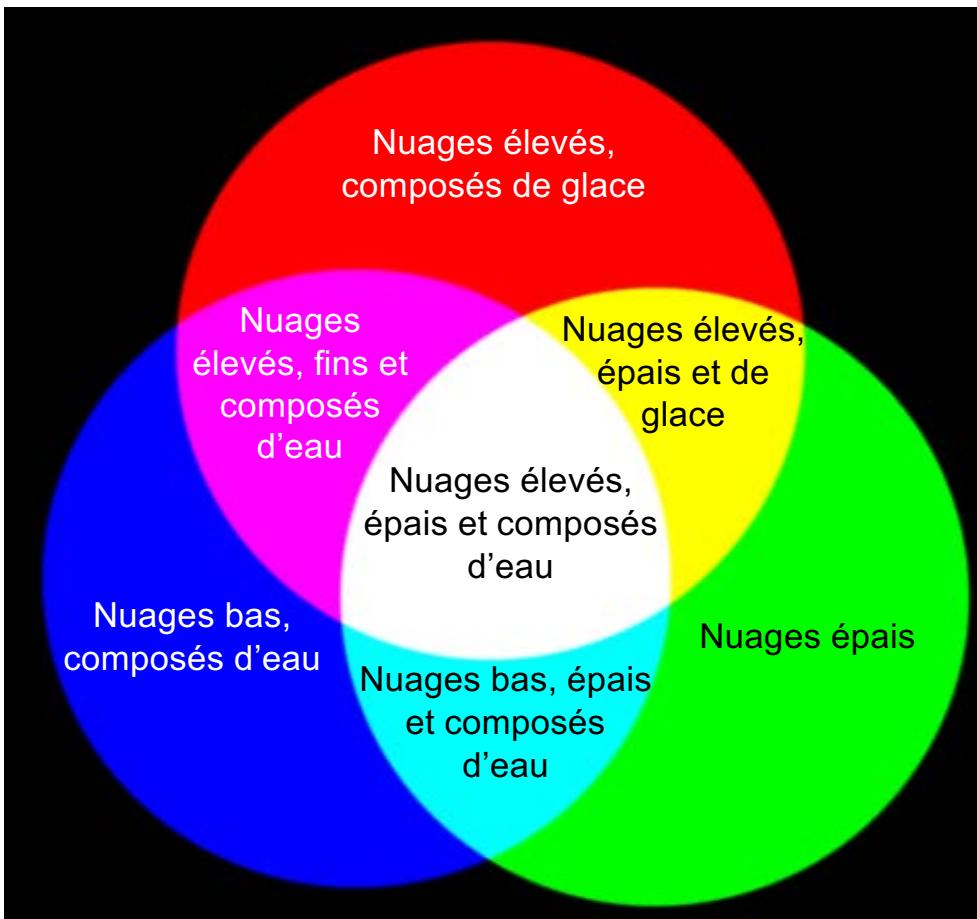


Cirrus fin en rouge

Les zones où les nuages sont élevés, épais avec des sommets composés de glace apparaissent en jaune

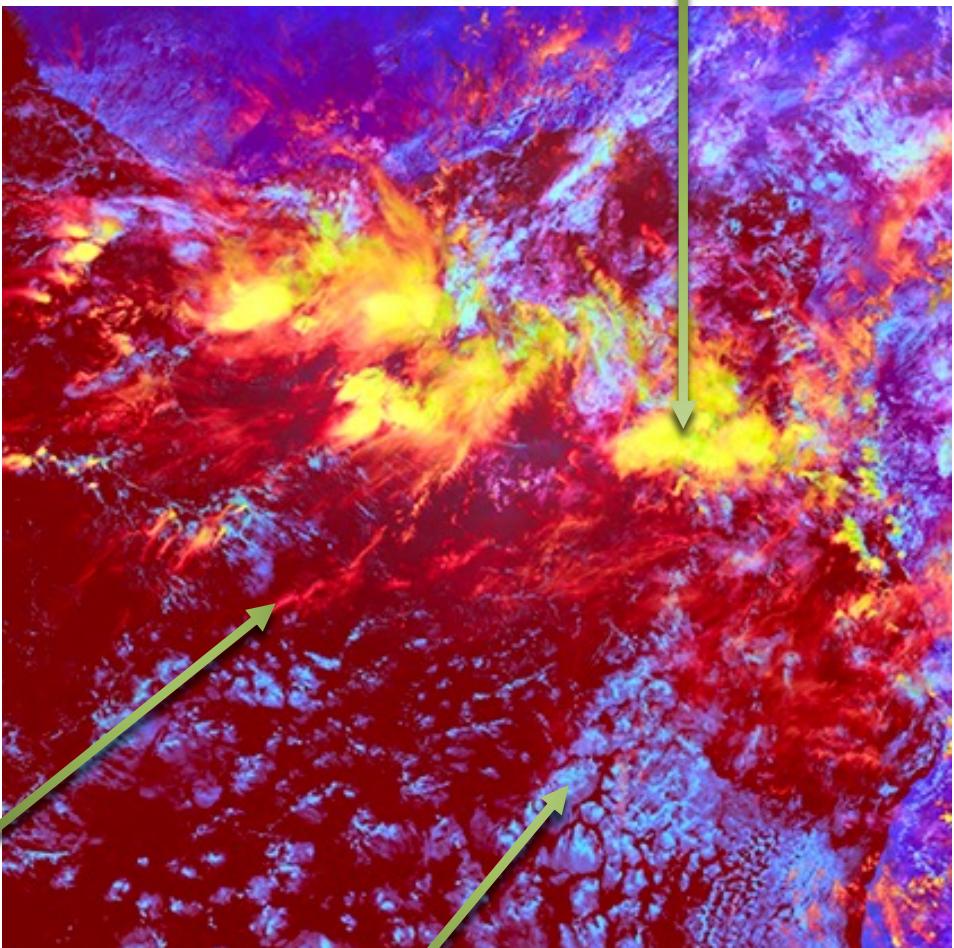


Composition colorée – Imagerie RVB



Cirrus fin en rouge

Les zones où les nuages sont élevés, épais avec des sommets composés de glace apparaissent en jaune



Les nuages bas de couleur cyan

Composition colorée – Imagerie RVB

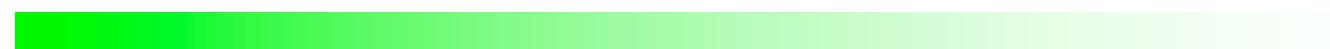
Le satellites météorologiques actuels embarquent des imageurs avec de nombreux canaux (12 pour Meteosat, 16 pour Himawari et Goes...).

L'imagerie en composition colorée multispectrale tire le meilleur parti des images en teintes de gris, les combine pour proposer une information synthétique aux utilisateurs. Il existe différents types de compositions colorées : détection des nuages, aérosols, neige au sol, zones convectives, masses d'air...

Plan rouge



Plan vert

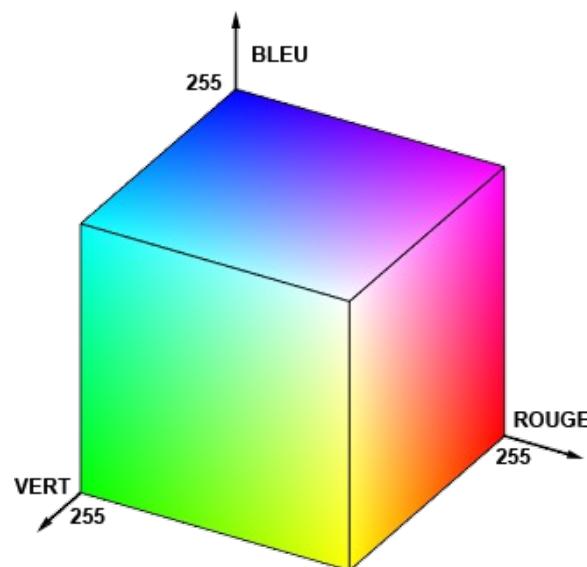


Plan bleu



0

255

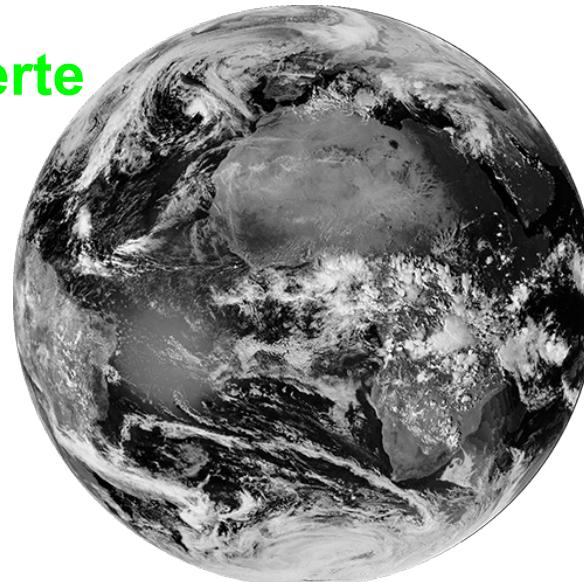


Système de synthèse additive à partir de trois couleurs primaires.

Trois plans sur 8 bits : 16 777 216 couleurs

Image en vraies couleurs

bande verte



bande rouge



bande bleue

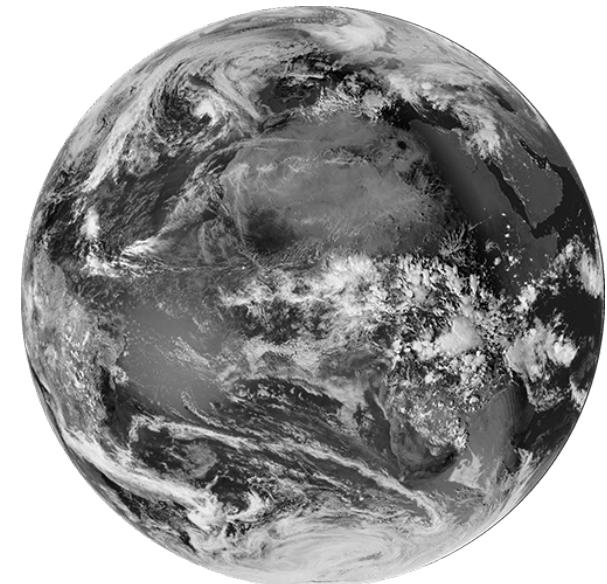
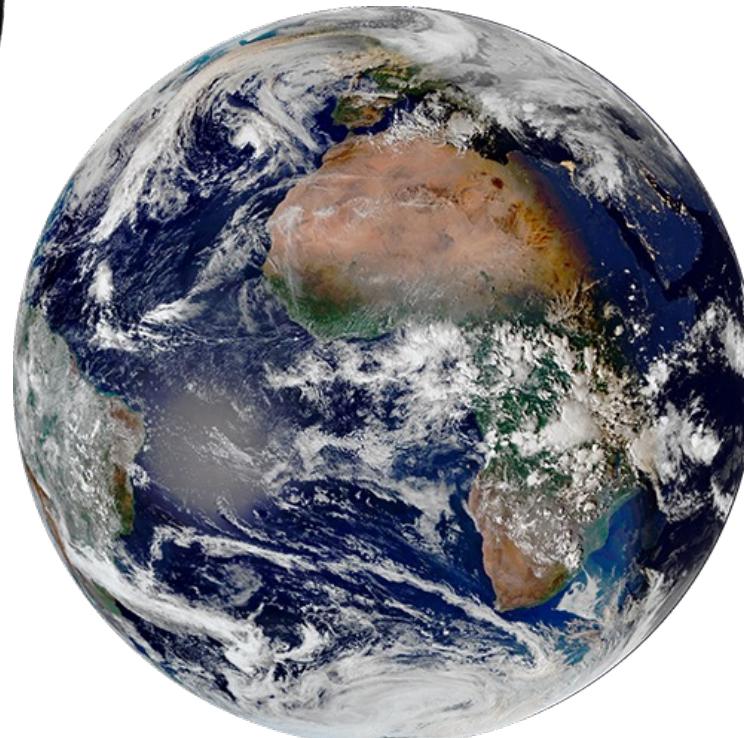


Image en vraies couleurs

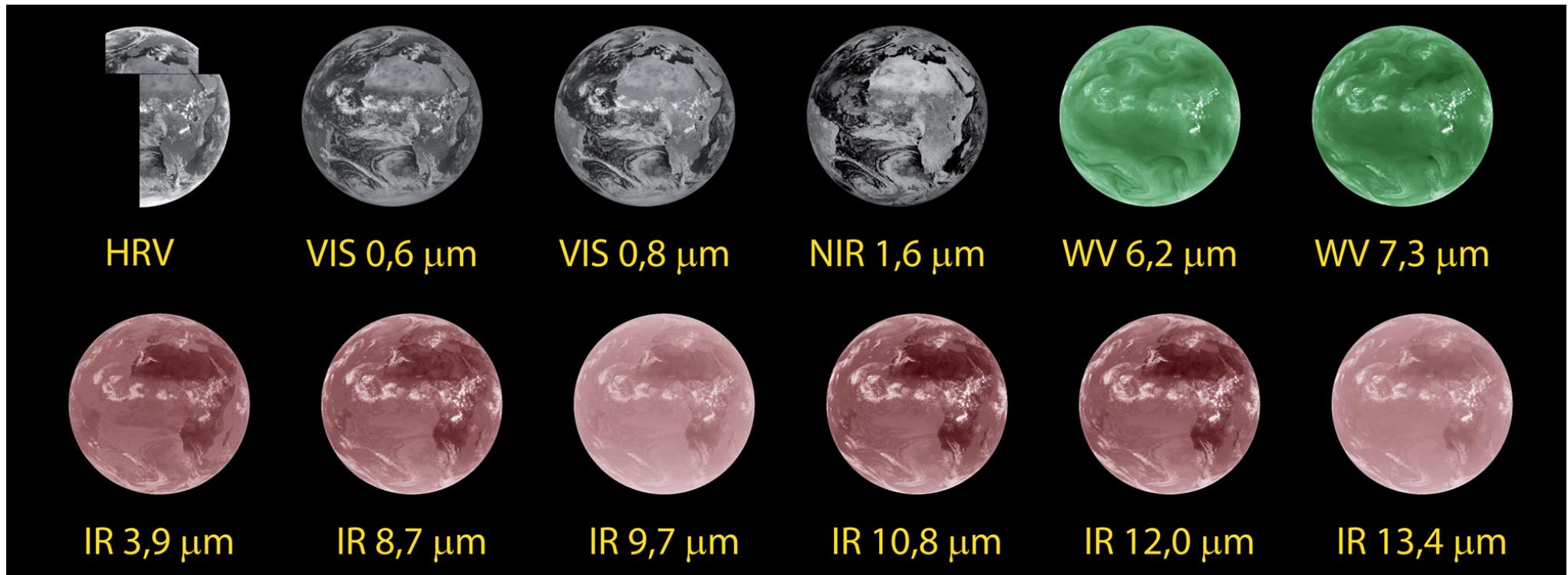


Plan du diaporama

- introduction ;
- le modèle RVB ;
- **les canaux de l'imageur SEVIRI (MSG) ;**
- les étapes d'élaboration d'une image en composition colorée ;
- le produit « dust RGB » ;

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

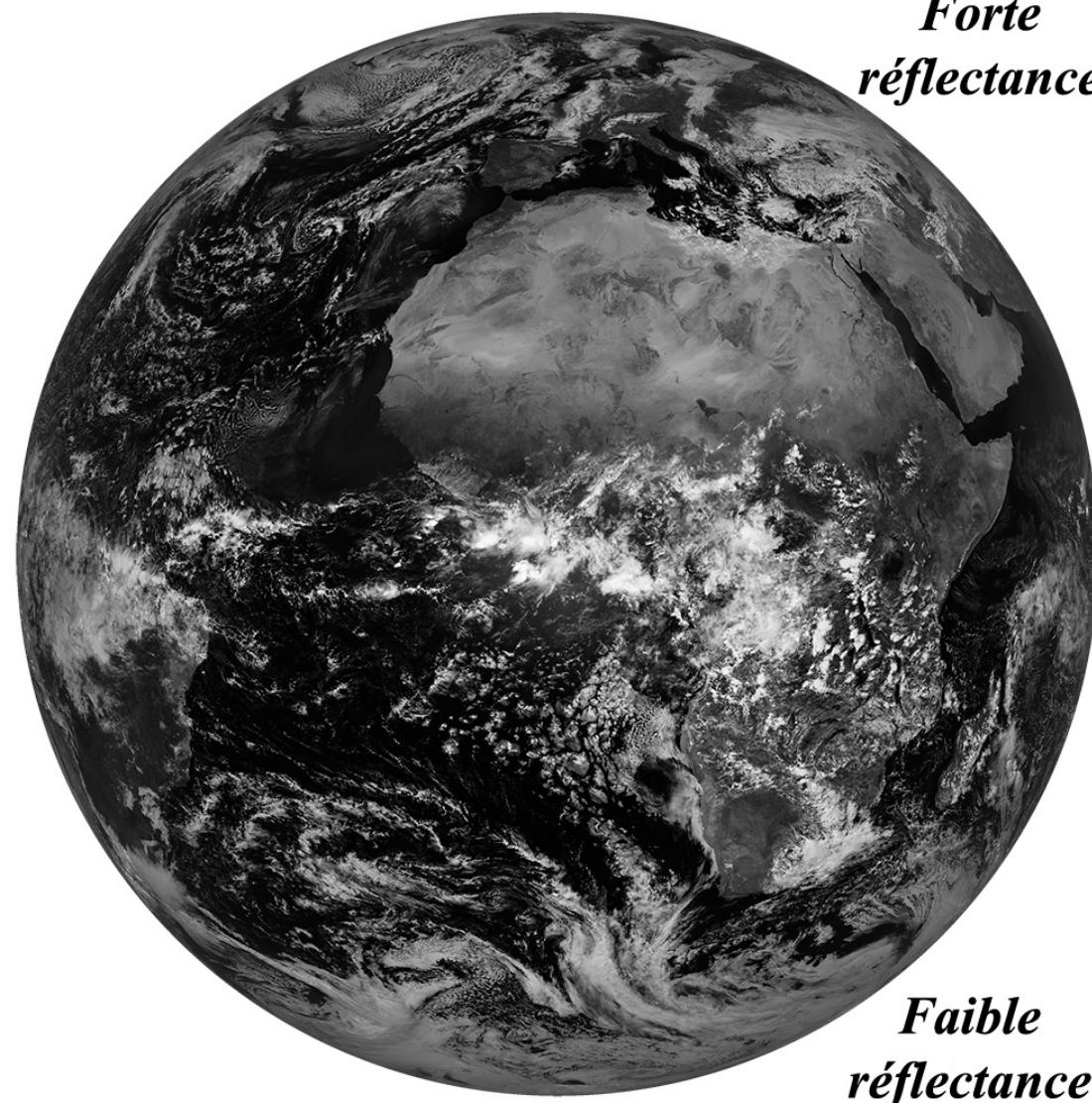
L'imageur SEVIRI de MSG est doté des 12 canaux suivants



Quelles informations peut-on tirer de ces canaux ?

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

VIS 0,6



*Forte
réflectance*

*Faible
réflectance*

Nuages

Nuages très épais

Nuages épais

Nuages fins

Nuages très fins

Autres paramètres

Neige

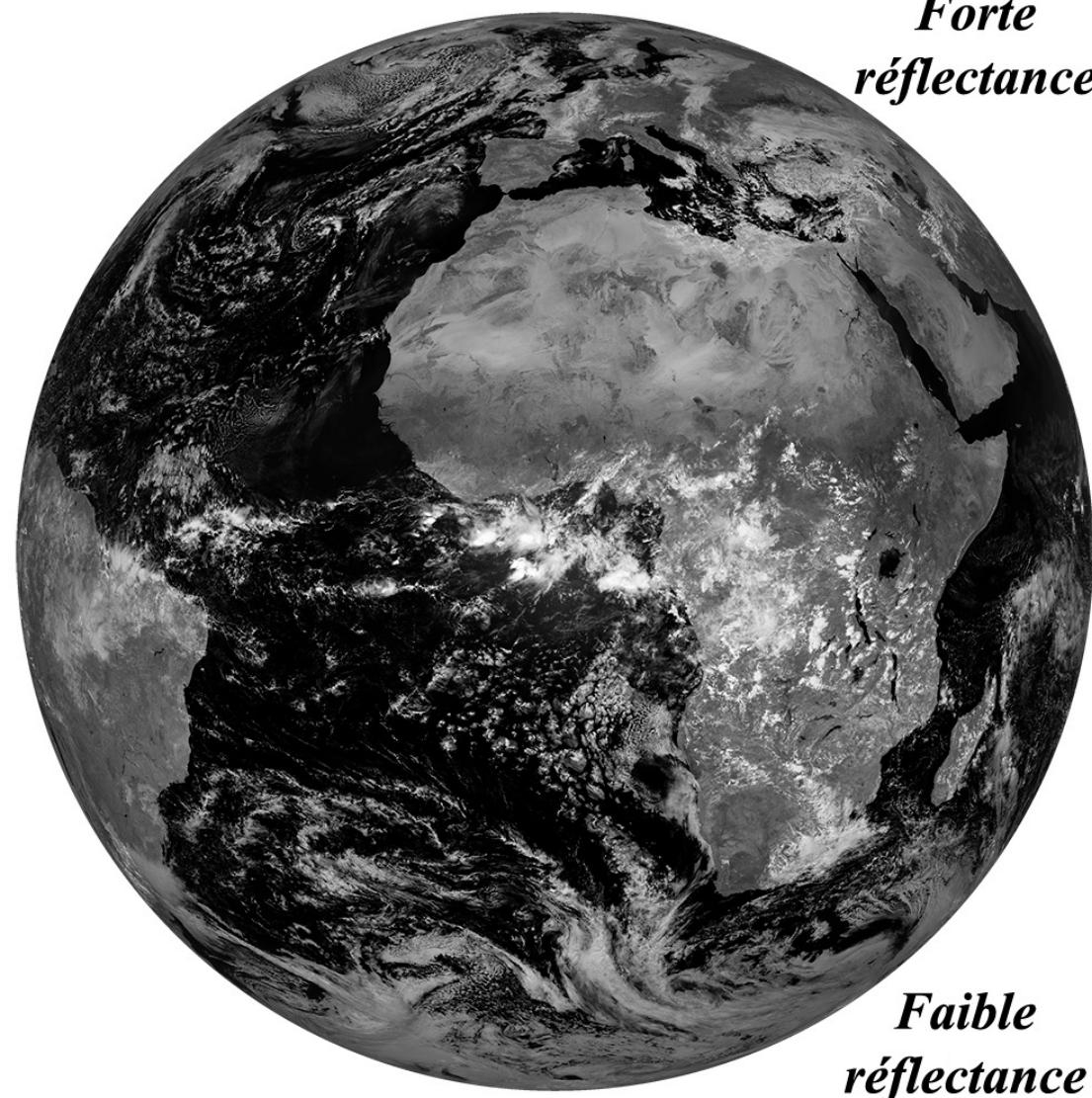
Désert

Forêts

Océans, mers

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

VIS 0,8



*Forte
réflectance*

*Faible
réflectance*

Nuages

Nuages très épais

Nuages épais

Nuages fins

Nuages très fins

Autres paramètres

Neige

Désert

Champs

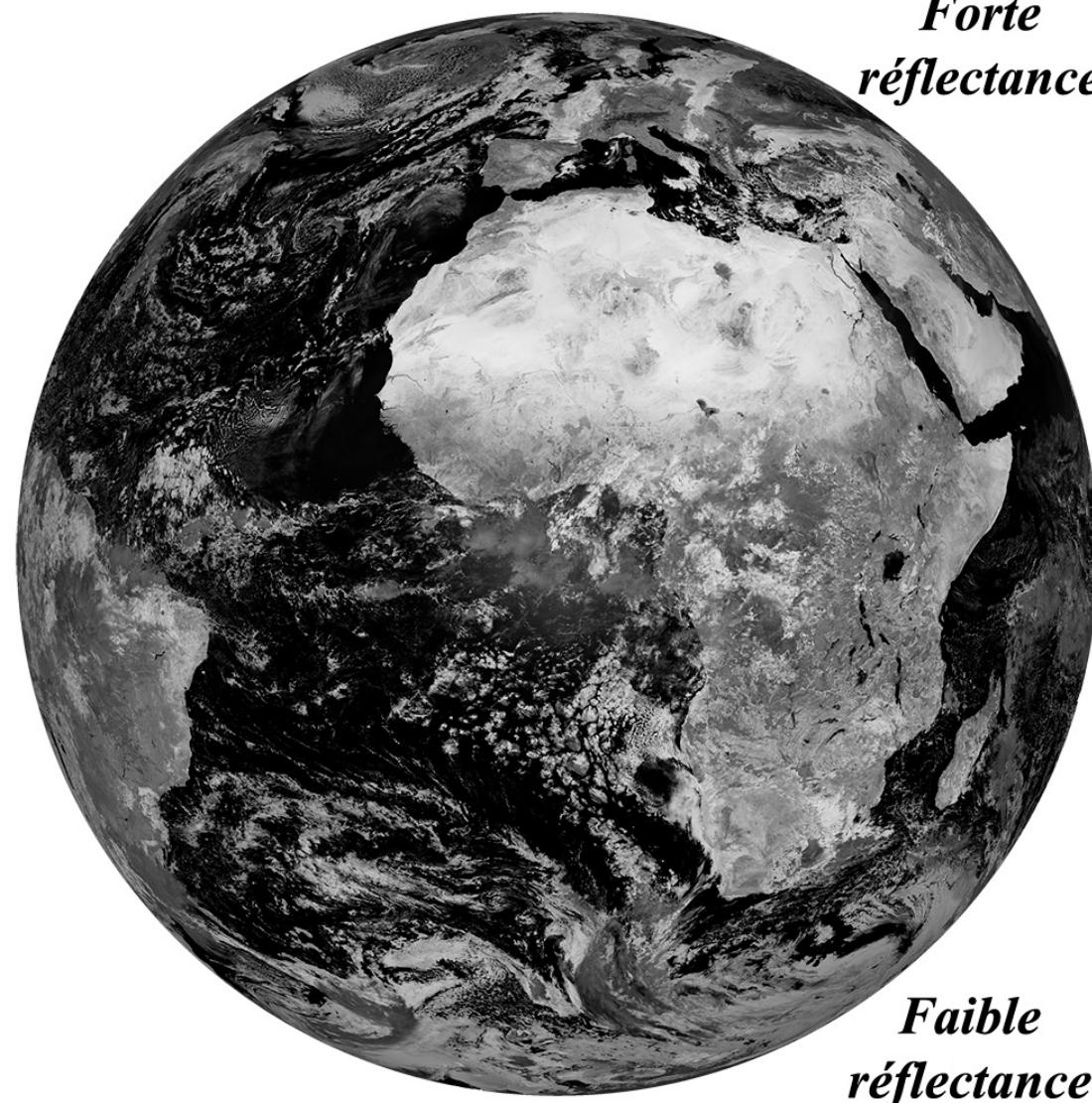
Forêts

Forêts

Océans, mers

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

NIR 1.6



Nuages

Nuages composées de petites gouttes d'eau

Nuages composées de grosses gouttes d'eau

Nuages composées de petits cristaux de glace

Nuages composés de gros cristaux de glace

Autres paramètres

Désert

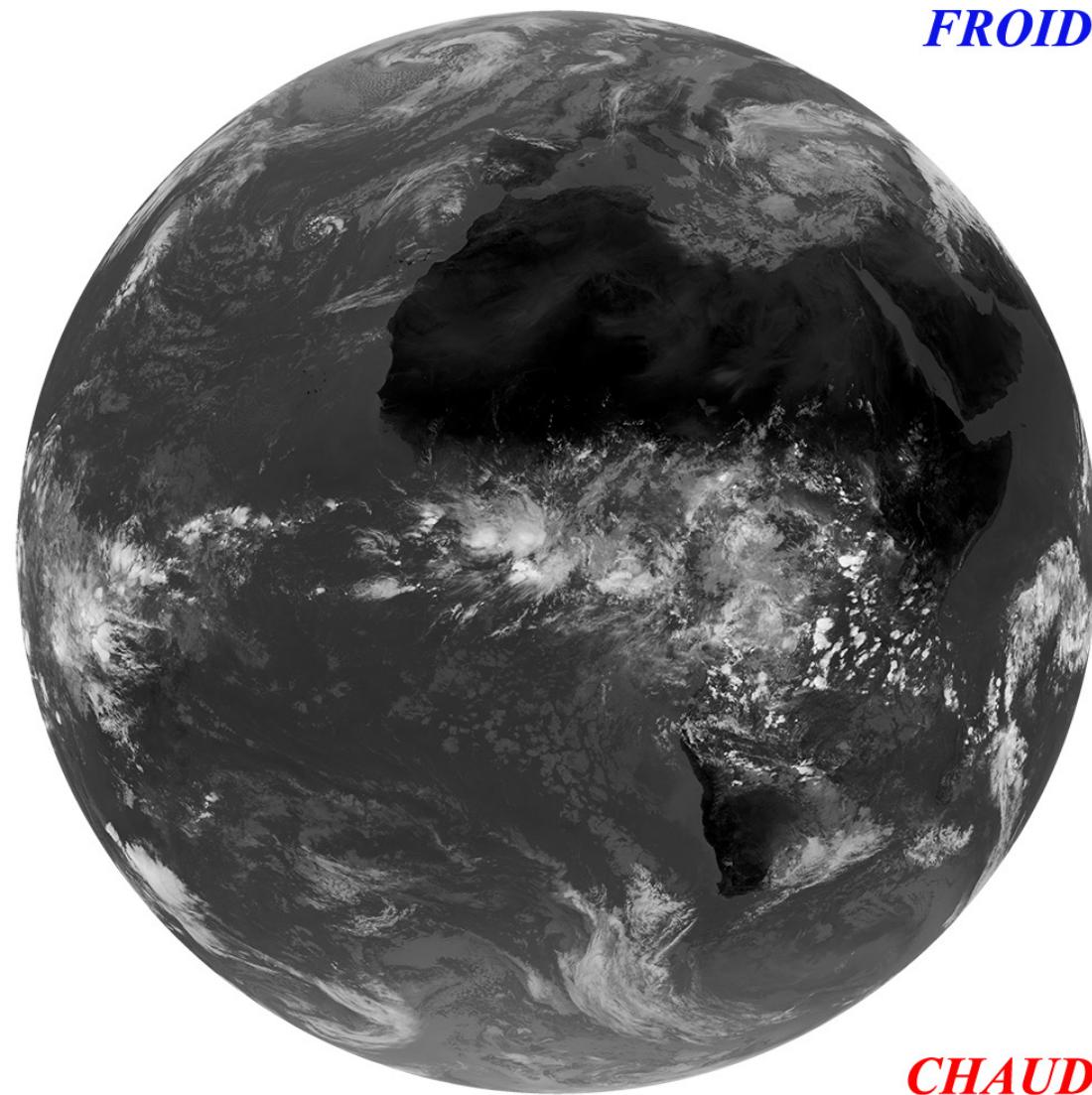
**Champs
Forêts**

**Neige
Océans, mers**

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

IR 10.8

FROID



Nuages

Nuages élevés

Nuages moyens

Nuages bas

Autres paramètres

Surfaces glacées

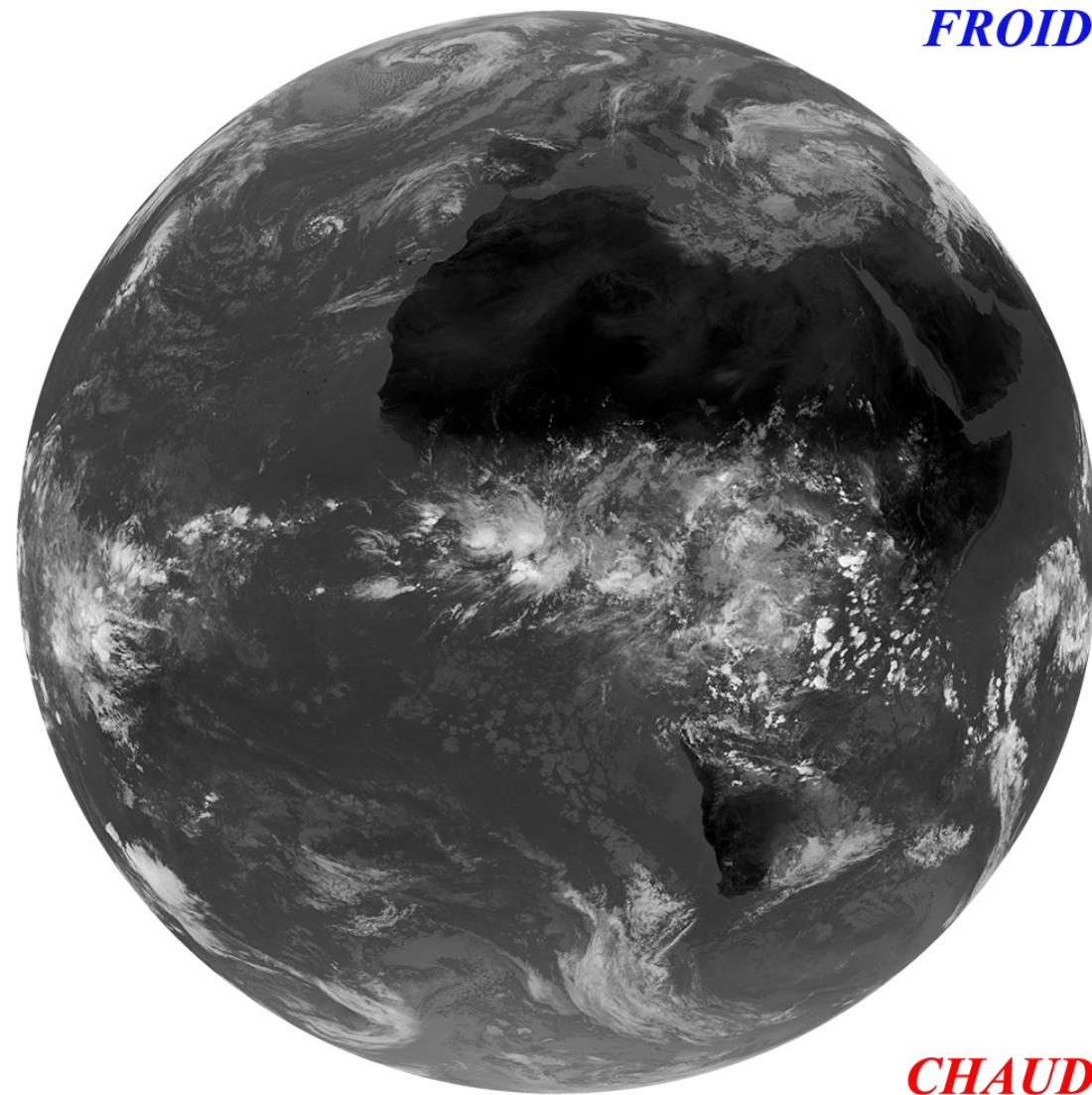
**Surfaces chaudes
(océans, lacs...)**

**Surfaces très chaudes
(déserts)**

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

IR 12.0

FROID



Nuages

Nuages élevés

Nuages moyens

Nuages bas

Autres paramètres

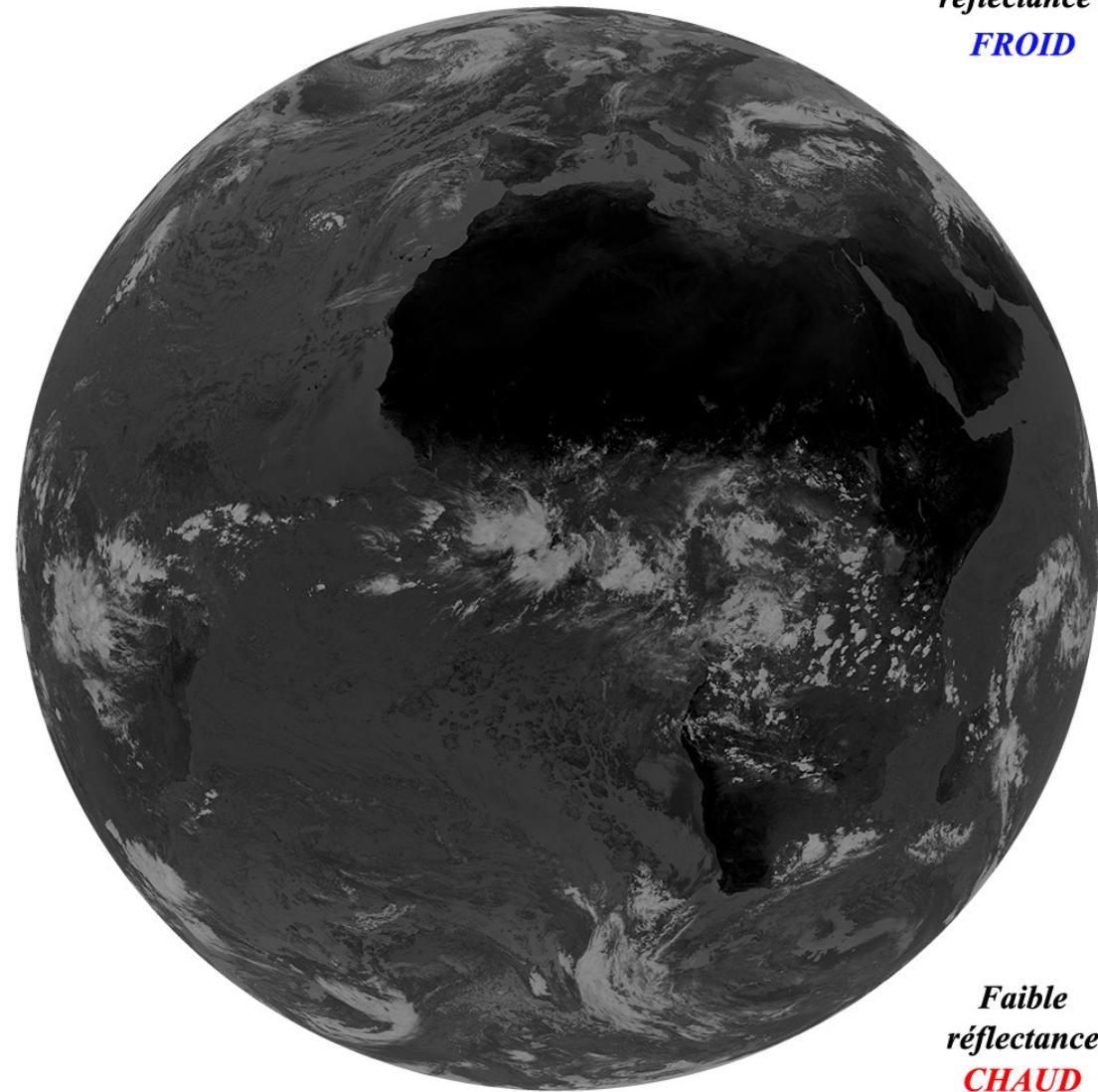
Surfaces glacées

**Surfaces chaudes
(océans, lacs...)**

**Surfaces très chaudes
(déserts)**

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

IR 3.9 de jour



Forte
réflectance
FROID

Faible
réflectance
CHAUD

Nuages

**Nuages composés
de glace**

**Nuages composés
d'eau**

Autres paramètres

Surfaces glacées

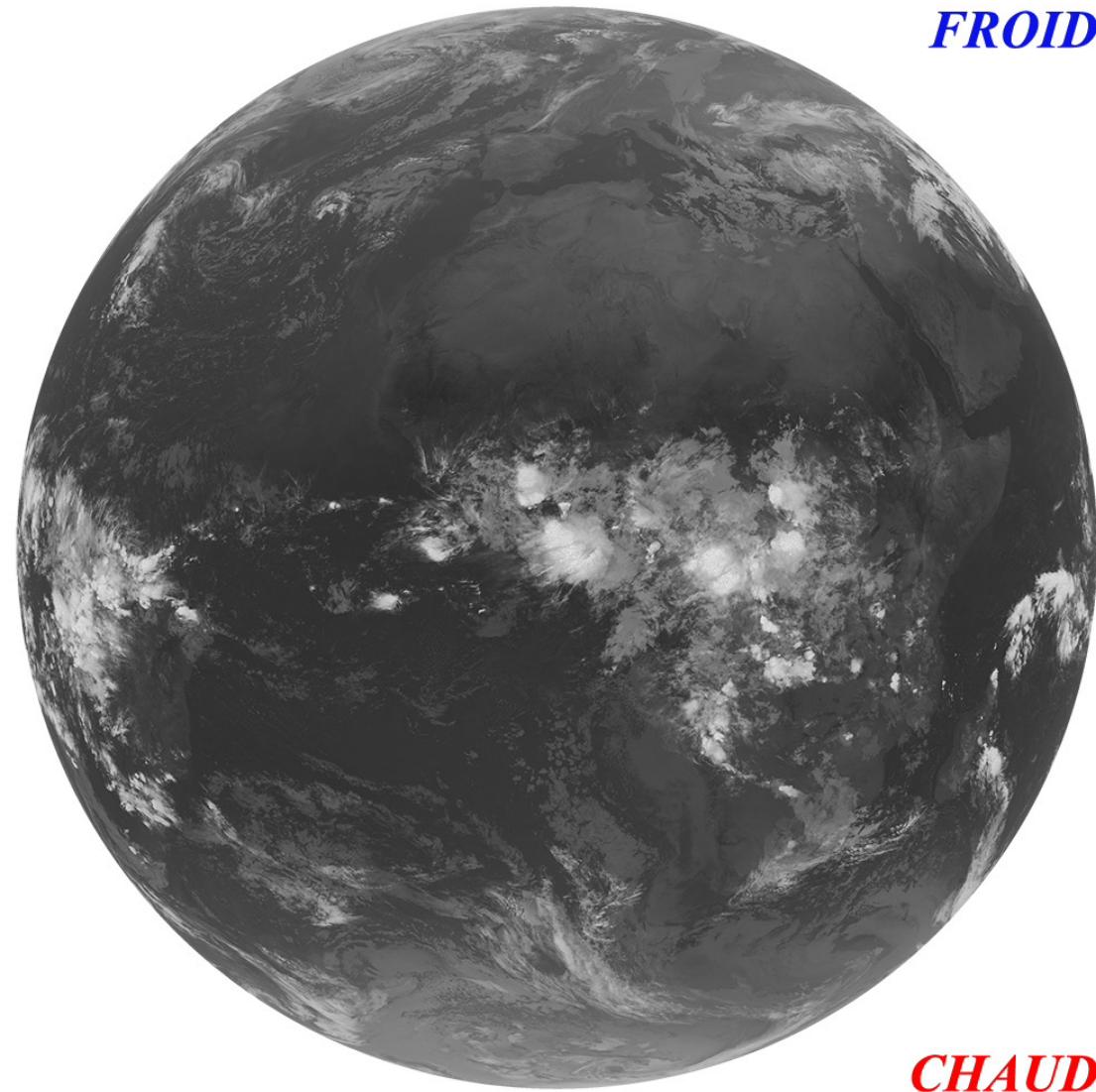
Terres froides

**Surfaces chaudes
(océans, lacs...)**

**Surfaces très chaudes
(déserts)
Feux**

Analyse des canaux de SEVIRI (MSG)

IR 3.9 de nuit



FROID

CHAUD

Nuages

Nuages élevés

Nuages moyens

Nuages bas

Autres paramètres

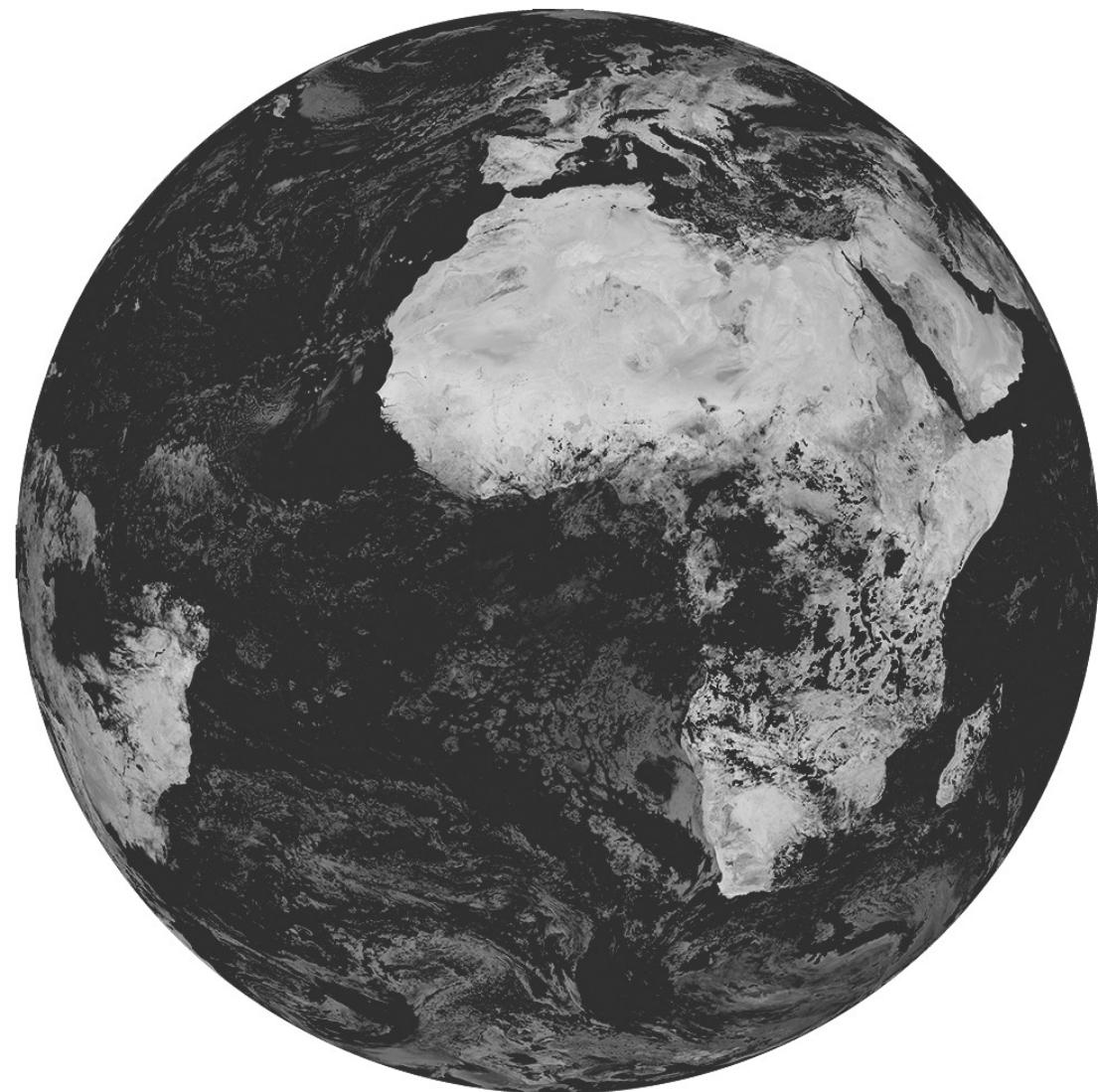
Surfaces glacées

Surfaces chaudes
(océans, lacs...)

Feux

Analyse de différence de canaux de SEVIRI (MSG)

VIS 0,6 - NIR 1.6



Nuages

Autres paramètres

Désert

Végétation

Nuages composés
de petites gouttes d'eau

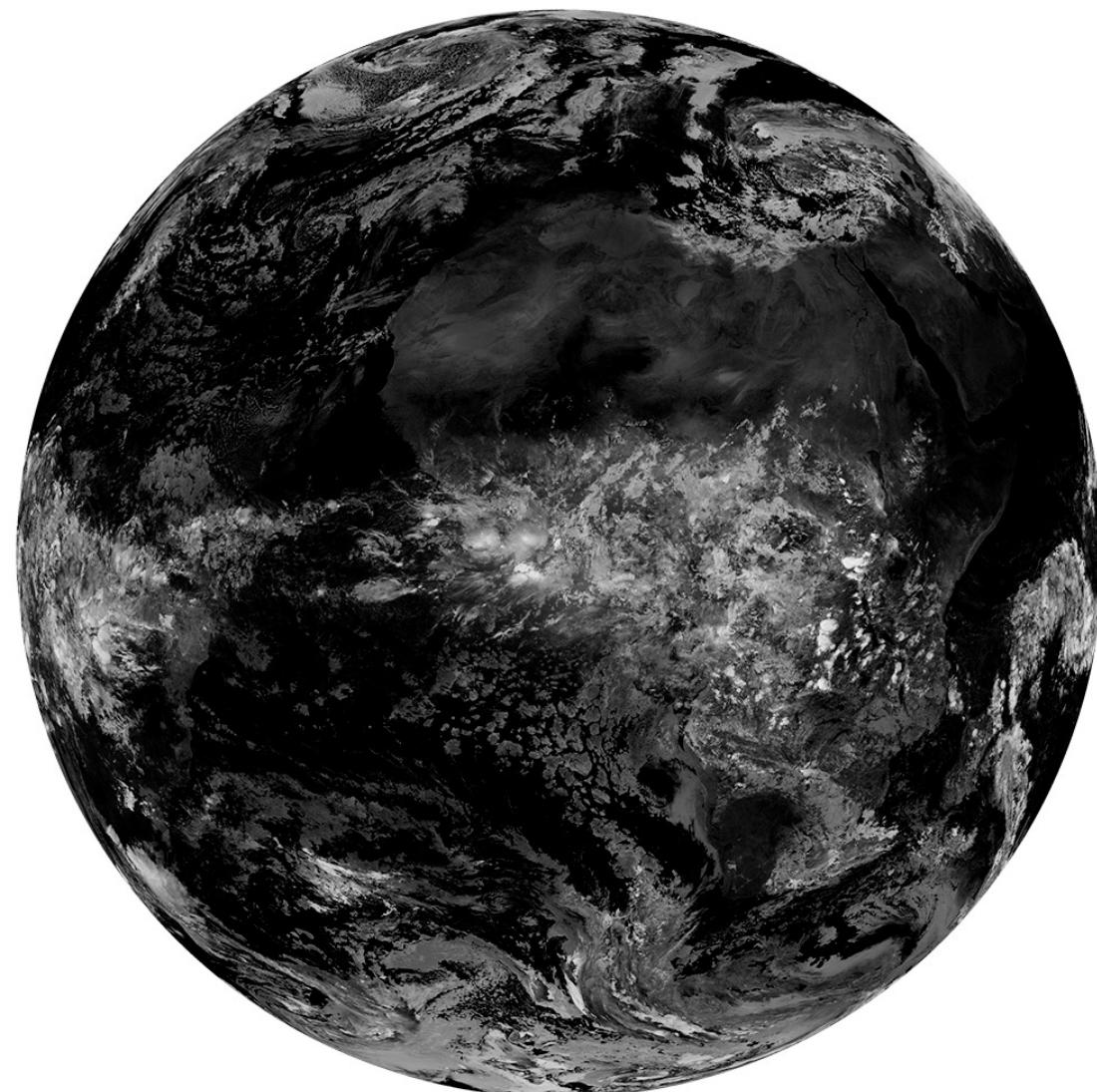
Océans, mers

Nuages composés
de gros cristaux de glace

Neige

Analyse de différence de canaux de SEVIRI (MSG)

IR 3.9 - IR 10.8 (jour)



Nuages

Nuages composés
de petits cristaux de glace

Nuages composés
de gros cristaux de glace

Nuages composés
de petites gouttes d'eau

Autres paramètres

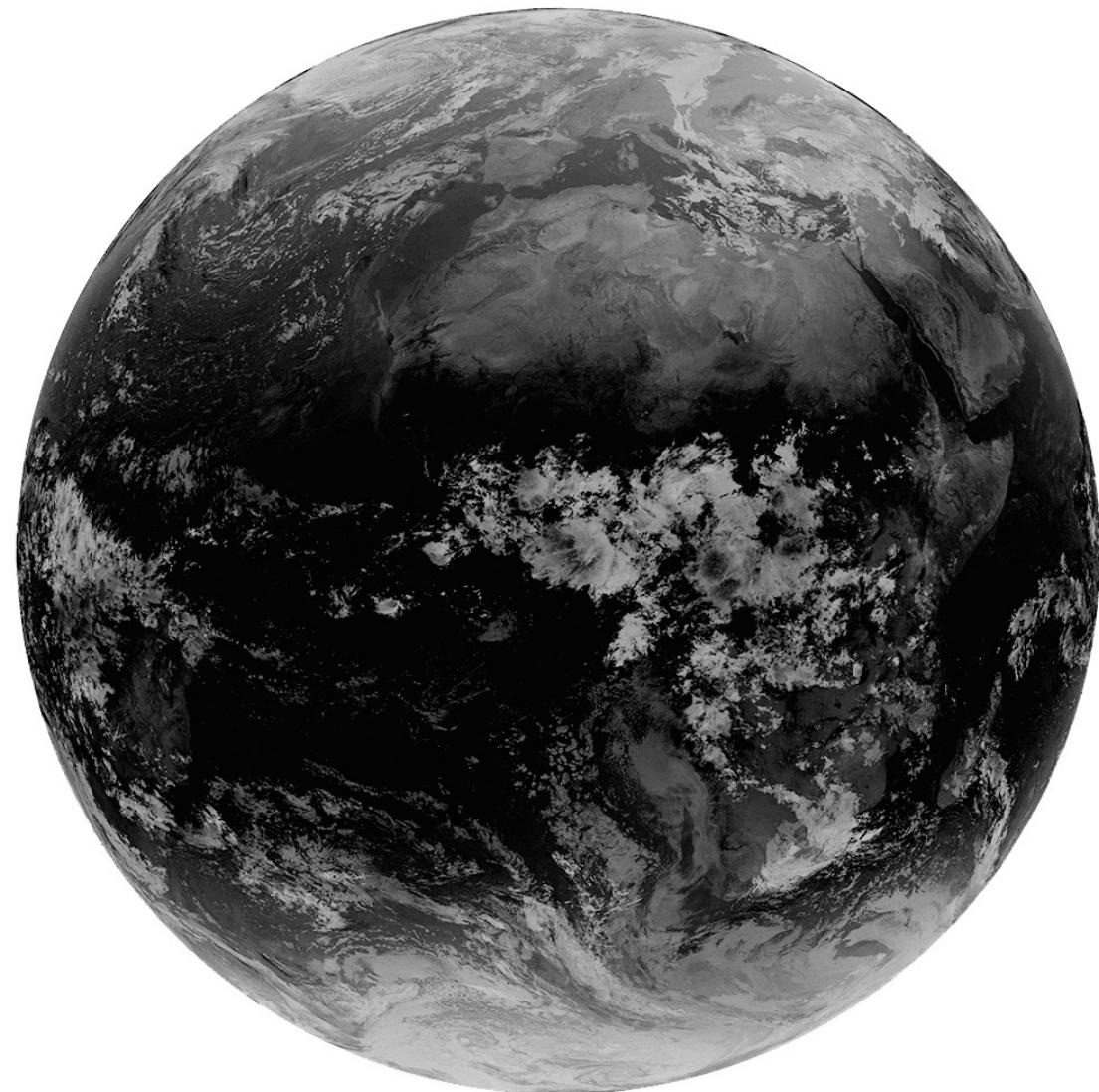
Feux

Tempête de sable

Désert
Océans, mers

Analyse de différence de canaux de SEVIRI (MSG)

IR 3.9 - IR 10.8 (nuit)



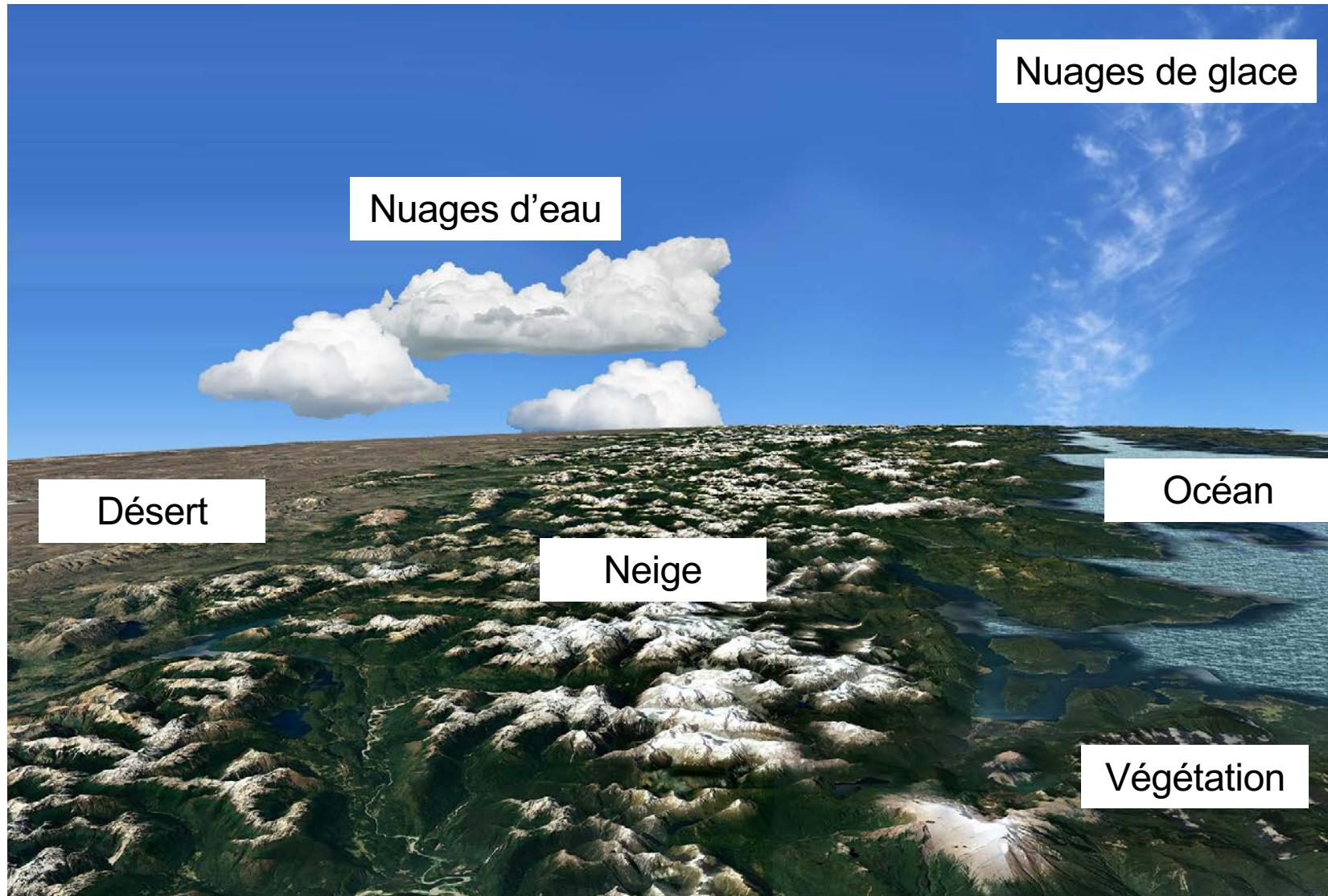
Nuages	Autres paramètres
Cirrus fins	Feux
Nuages bas	Tempête de sable Désert
	Océans, mers

Plan du diaporama

- introduction ;
- le modèle RVB ;
- les canaux de l'imageur SEVIRI (MSG) ;
- **les étapes d'élaboration d'une image en composition colorée ;**
- le produit « dust RGB » ;

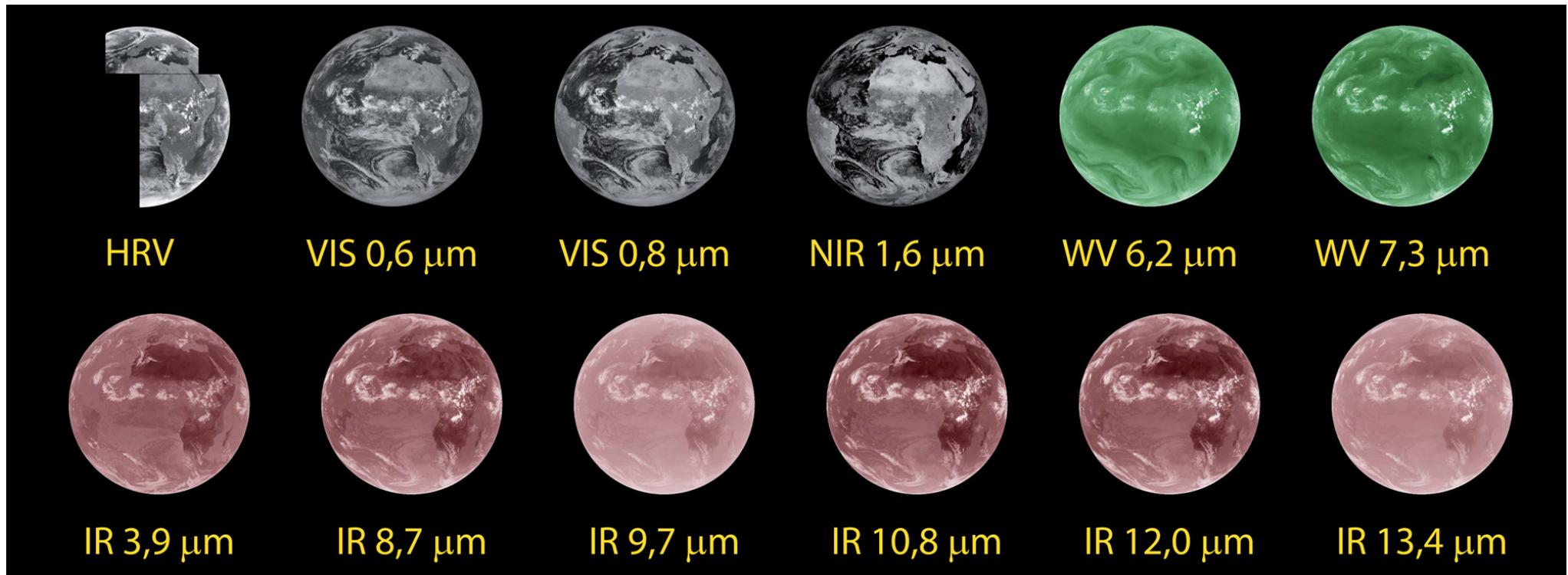
Choix des canaux à utiliser

Exemple : essayons de proposer une image RVB qui mette en évidence les principaux paramètres de surface.



Choix des canaux à utiliser

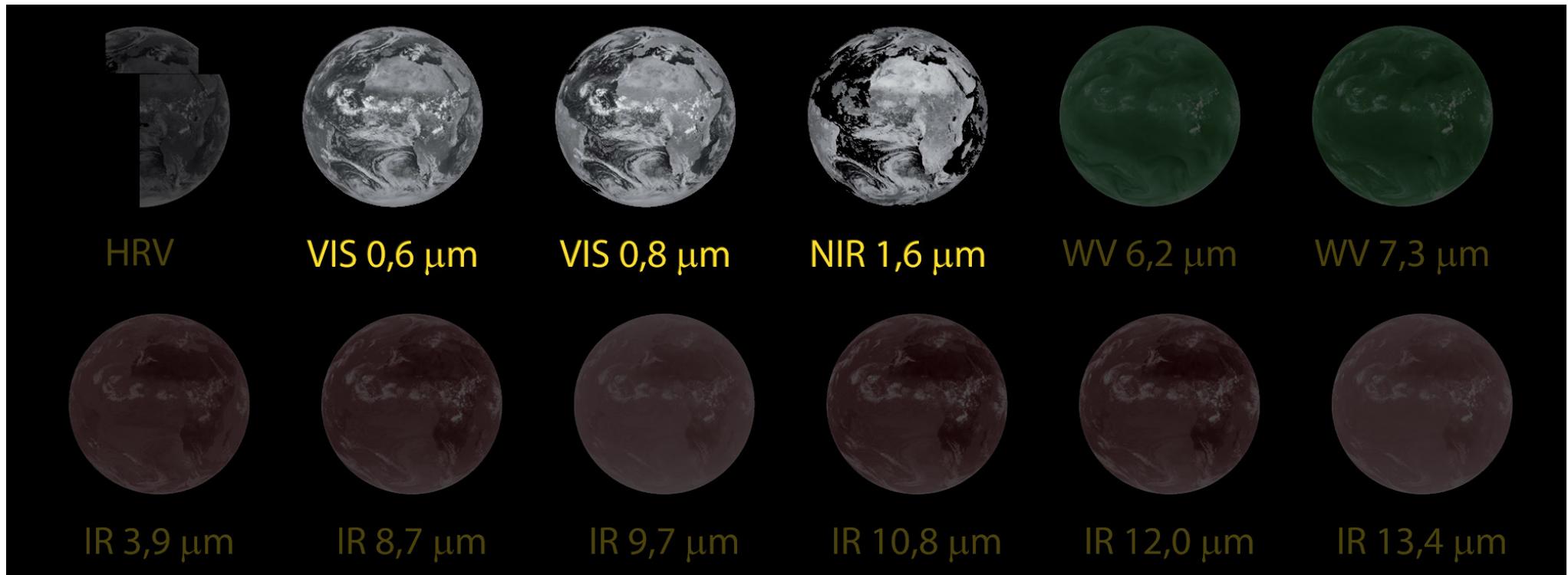
L'image SEVIRI de MSG est doté des 12 canaux suivants



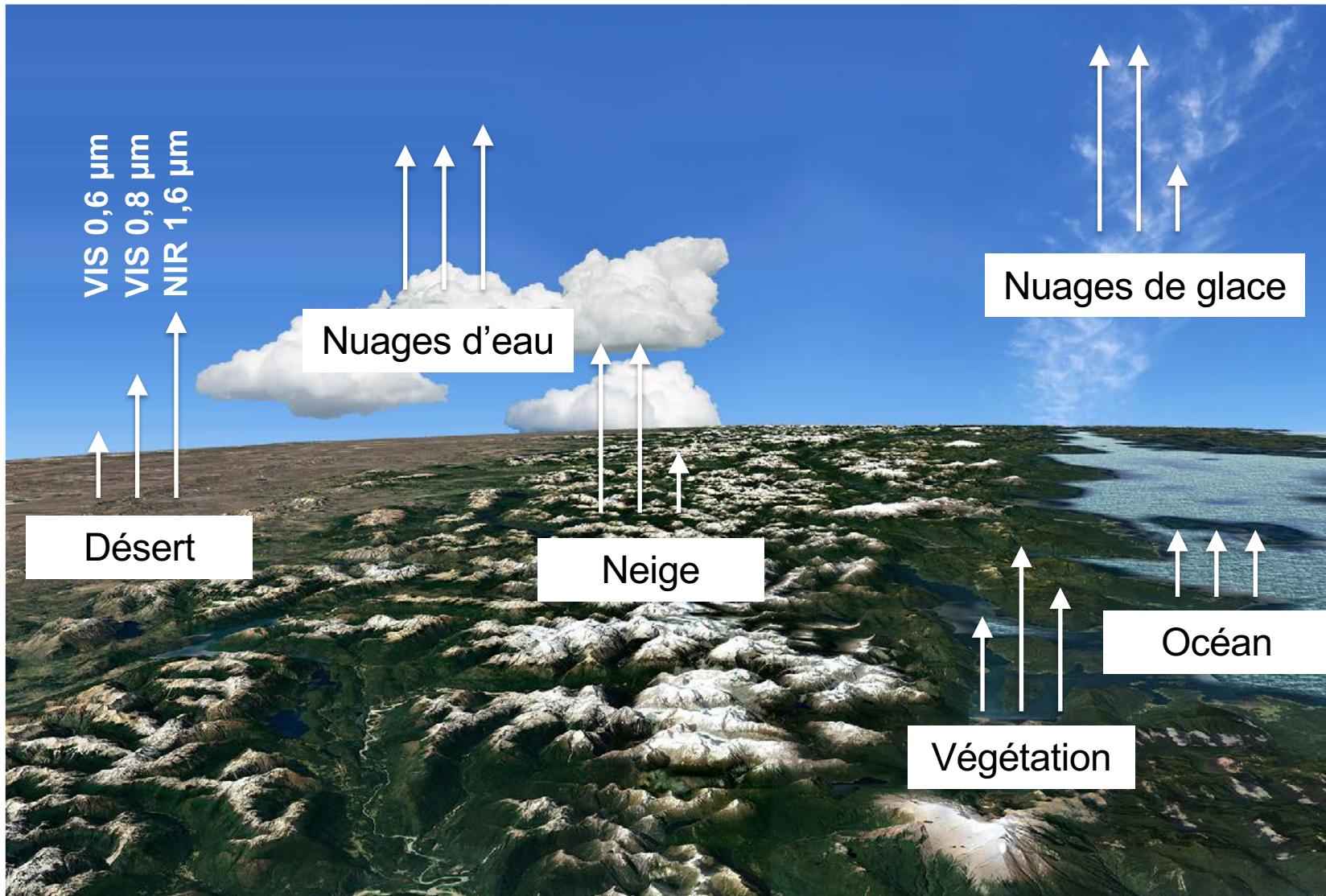
L'absence des canaux VIS 0,4 μm et VIS 0,5 μm rend impossible la production d'une image en True-color.

Choix des canaux à utiliser

Pour caractériser les différents paramètres de surface (neige au sol, végétation, océan...), nous allons utiliser les canaux solaires de l'imageur SEVIRI.

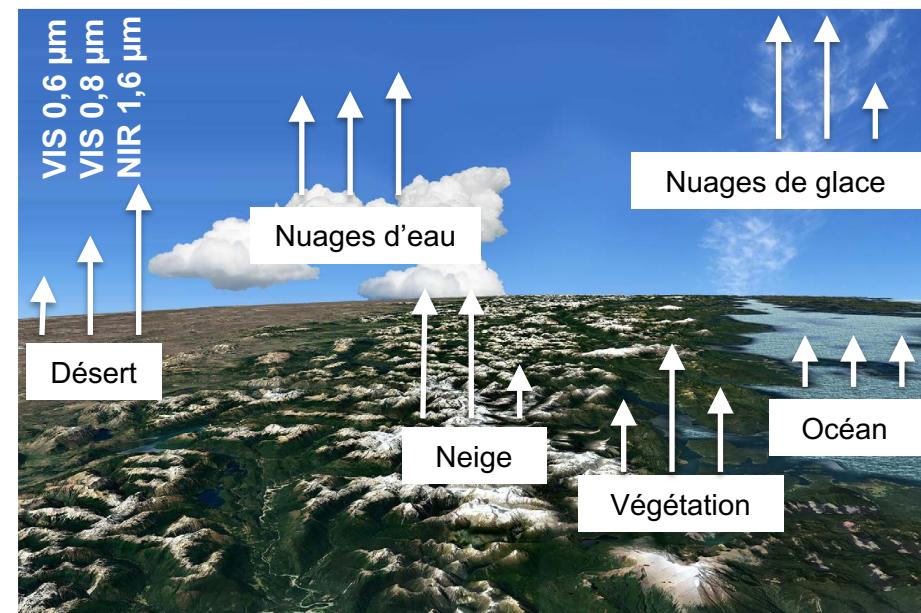


Analyse des réponses spectrales



Analyse des réponses spectrales

- Les terres arides ont une forte réponse dans le canal $1,6 \mu\text{m}$;
- La végétation a une forte réponse dans le canal $0,8 \mu\text{m}$;
- La réponse des nuages d'eau est proche dans les 3 canaux ;
- Les nuages de glace et la neige ont des réponses spectrales similaires : forte réponse en $0,6$ et $0,8 \mu\text{m}$ et faible réponse dans le canal $1,6\mu\text{m}$.
- La réponse spectrale de l'océan est faible dans les 3 canaux



Choix de la bonne combinaison RVB

VIS 0,8 µm

VIS 0,6 µm

NIR 1,6 µm

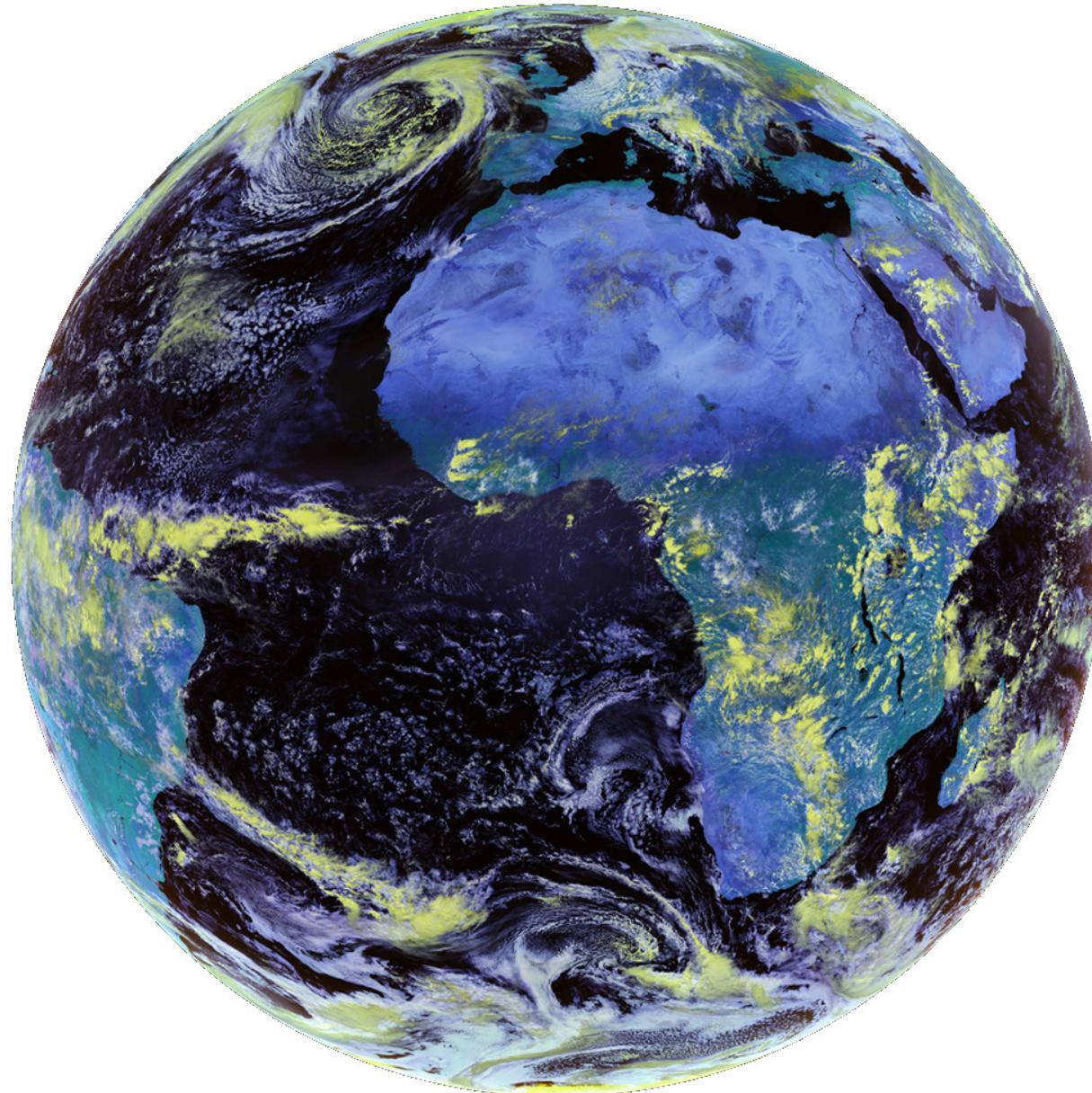


Choix de la bonne combinaison RVB

VIS 0,6 µm

VIS 0,8 µm

NIR 1,6 µm

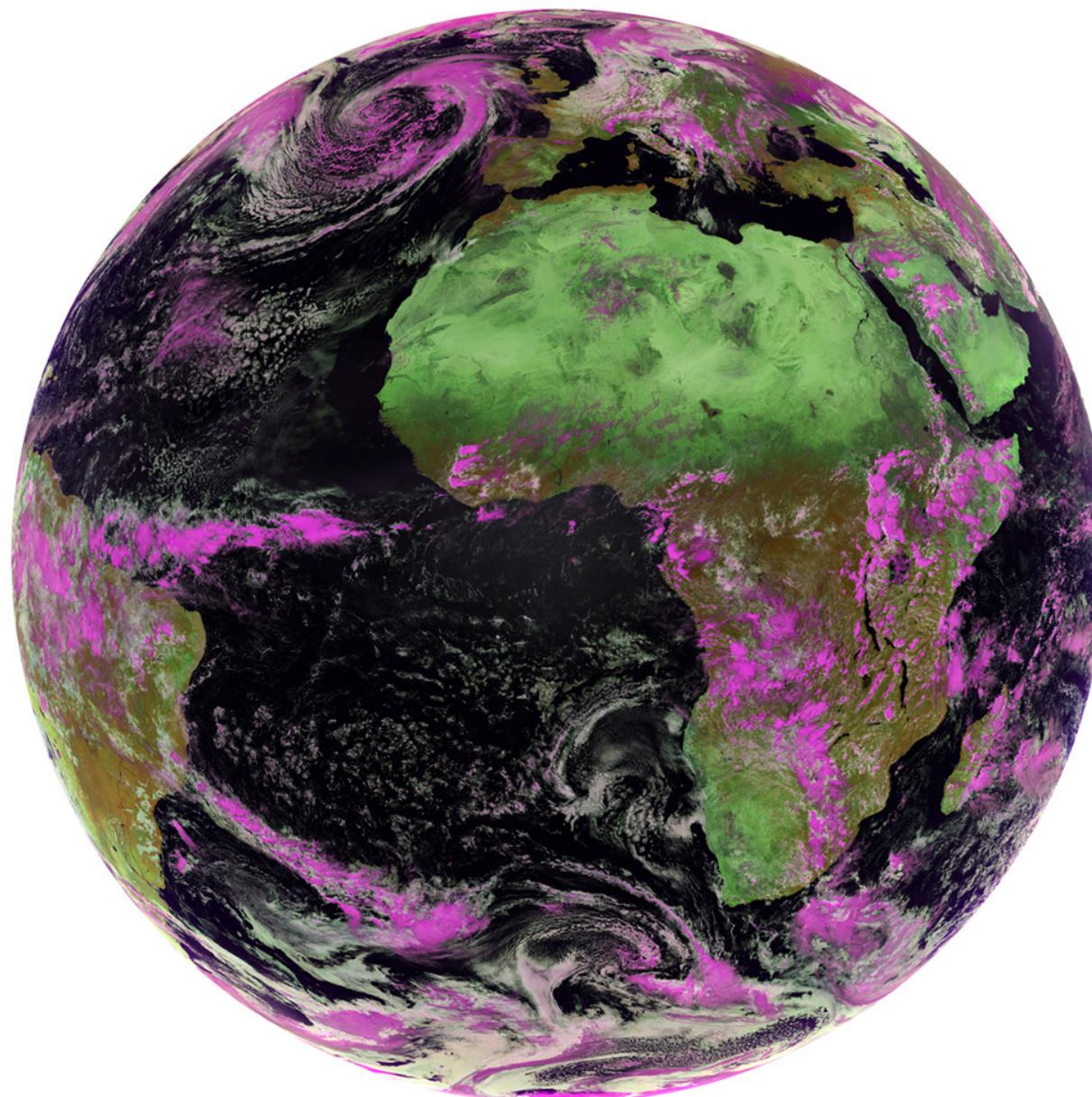


Choix de la bonne combinaison RVB

VIS 0,6 µm

NIR 1,6 µm

VIS 0,8 µm

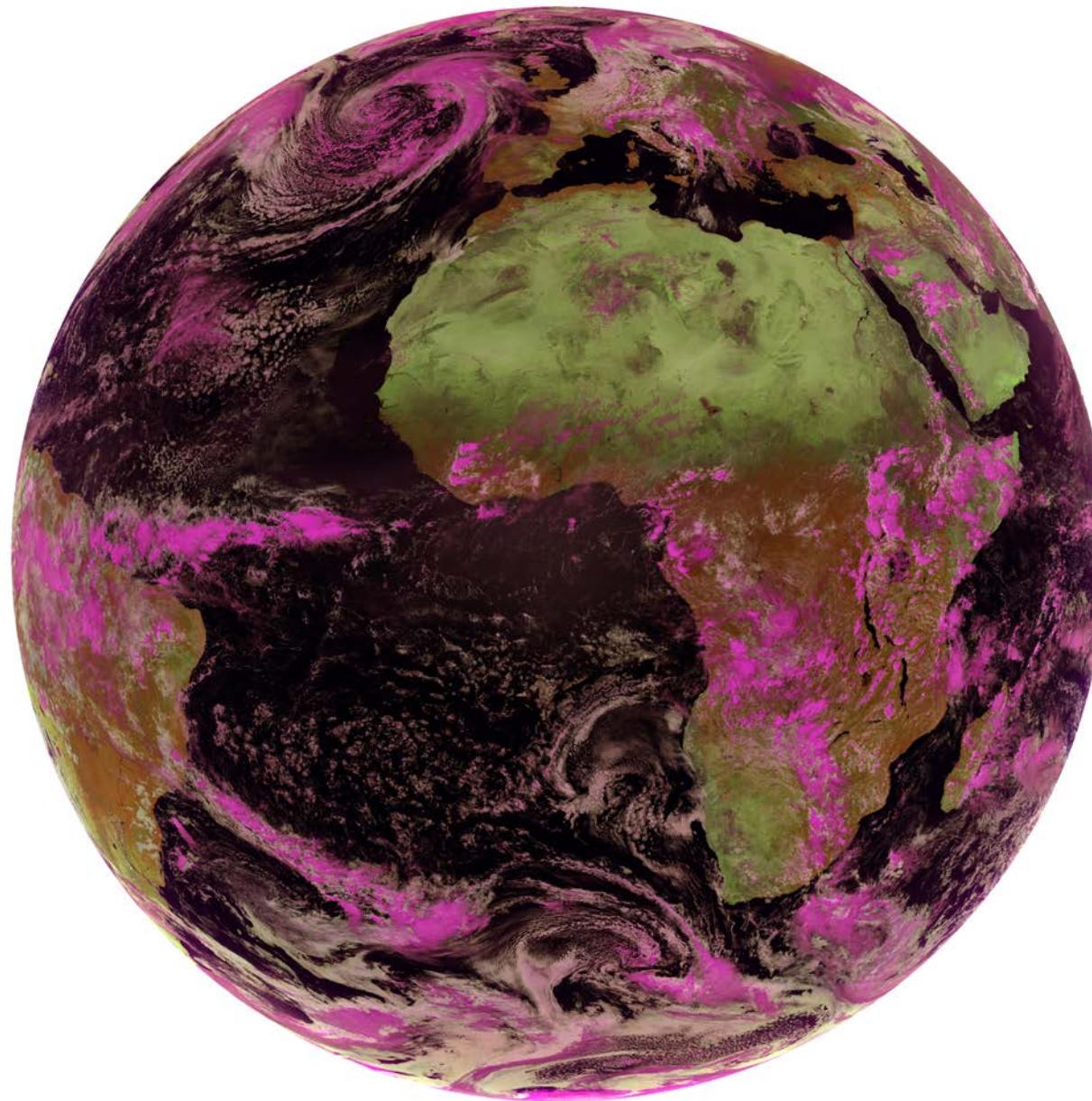


Choix de la bonne combinaison RVB

VIS 0,8 µm

NIR 1,6 µm

VIS 0,6 µm

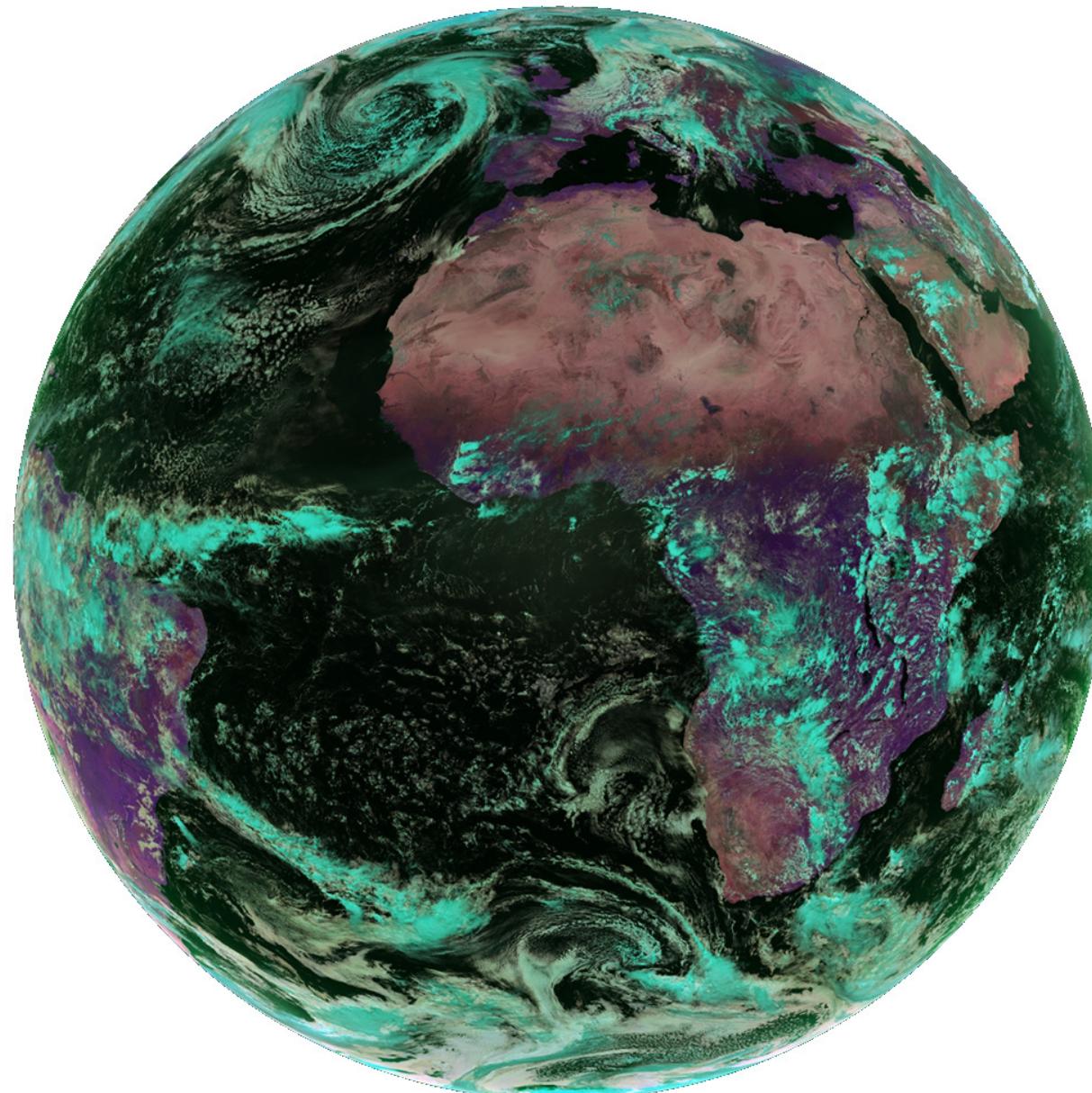


Choix de la bonne combinaison RVB

NIR 1,6 µm

VIS 0,6 µm

VIS 0,8 µm



Choix de la bonne combinaison RVB

NIR 1,6 µm

VIS 0,8 µm

VIS 0,6 µm



Le produit Natural Color d'Eumetsat

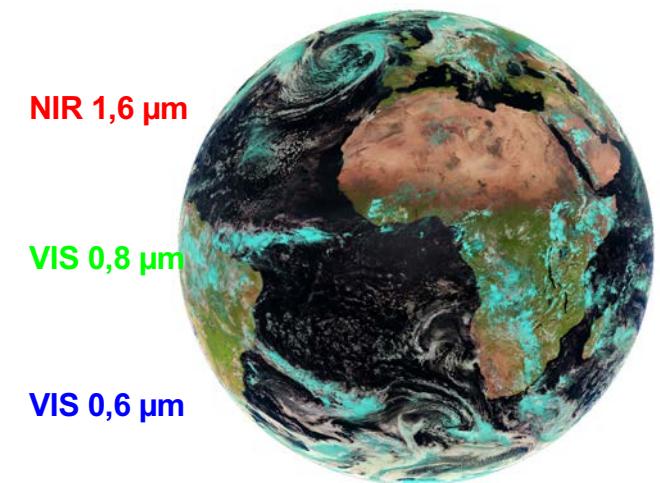
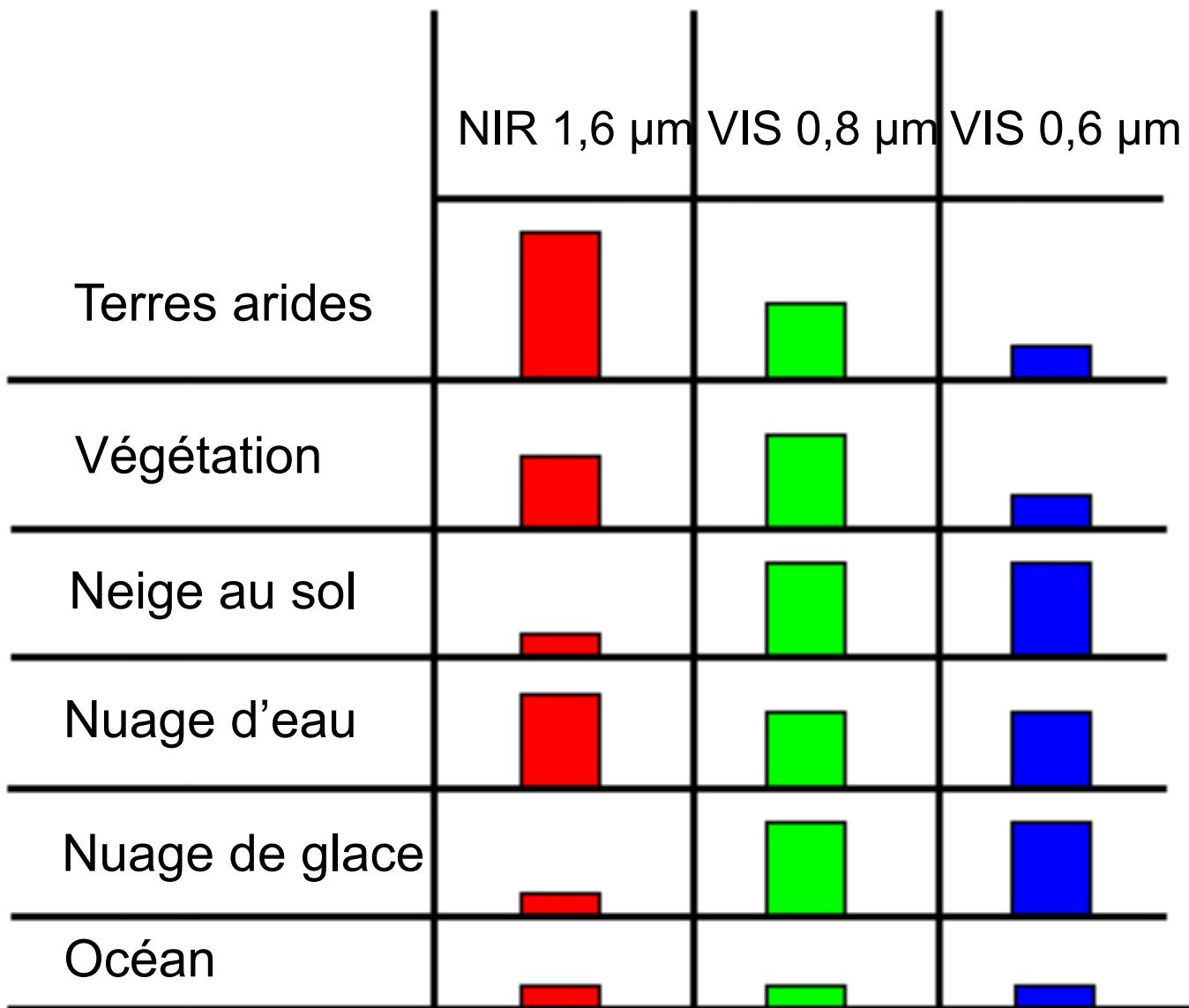
NIR 1,6 µm

VIS 0,8 µm

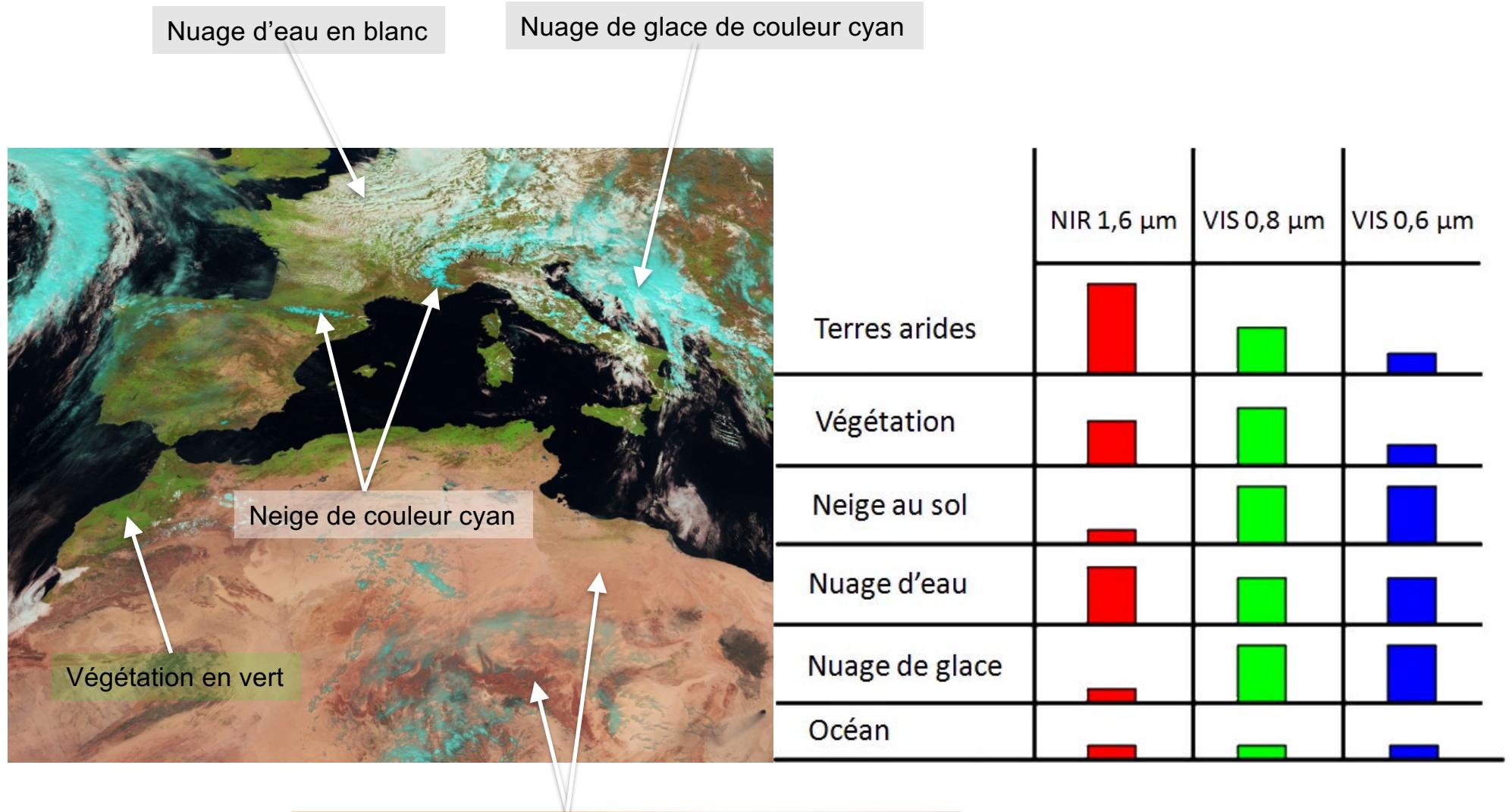
VIS 0,6 µm



Le produit Natural Color d'Eumetsat



Le produit Natural Color d'Eumetsat

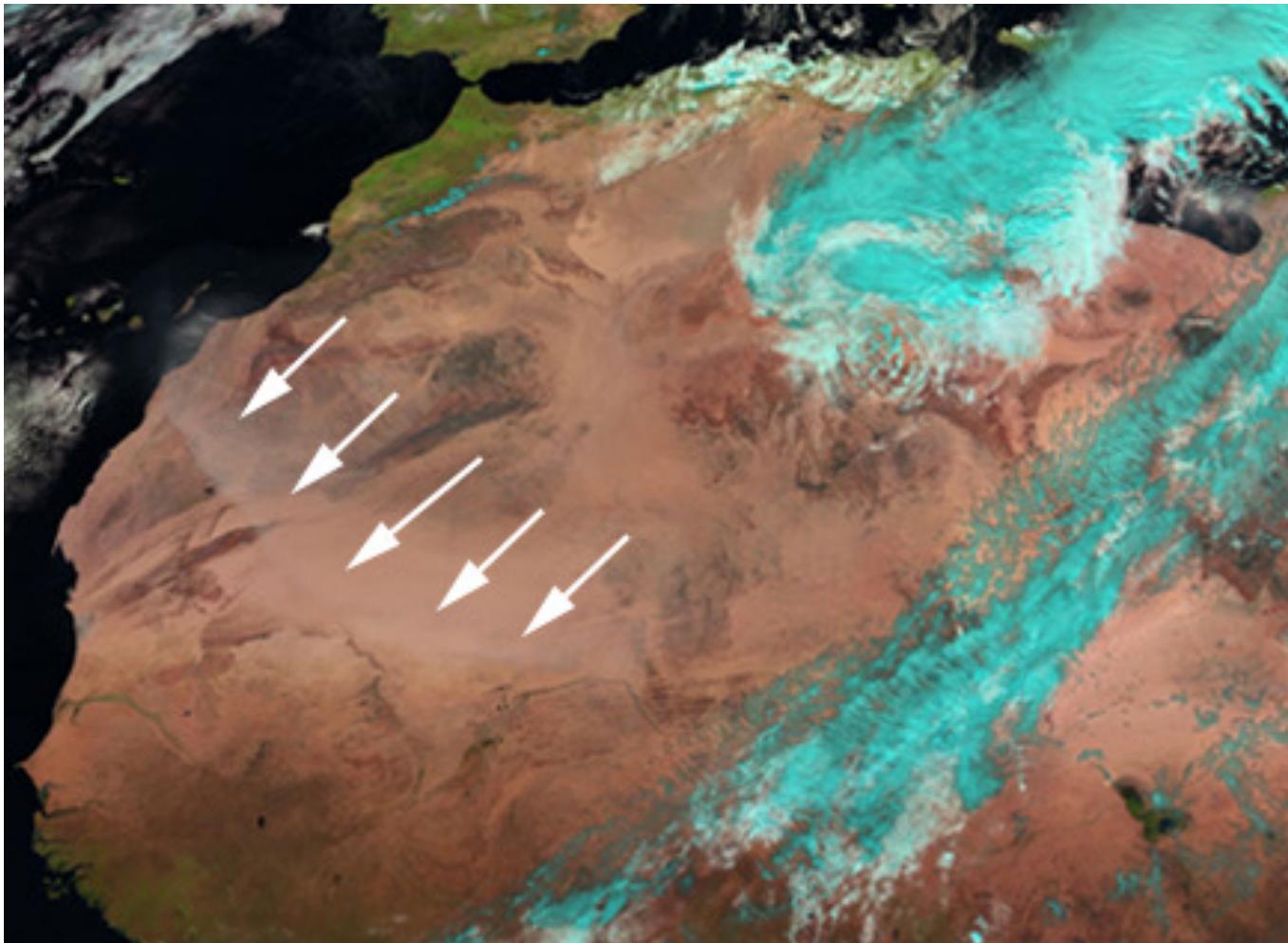


Plan du diaporama

- introduction ;
- le modèle RVB ;
- les canaux de l'imageur SEVIRI (MSG) ;
- les étapes d'élaboration d'une image en composition colorée ;
- **le produit « dust RGB » ;**

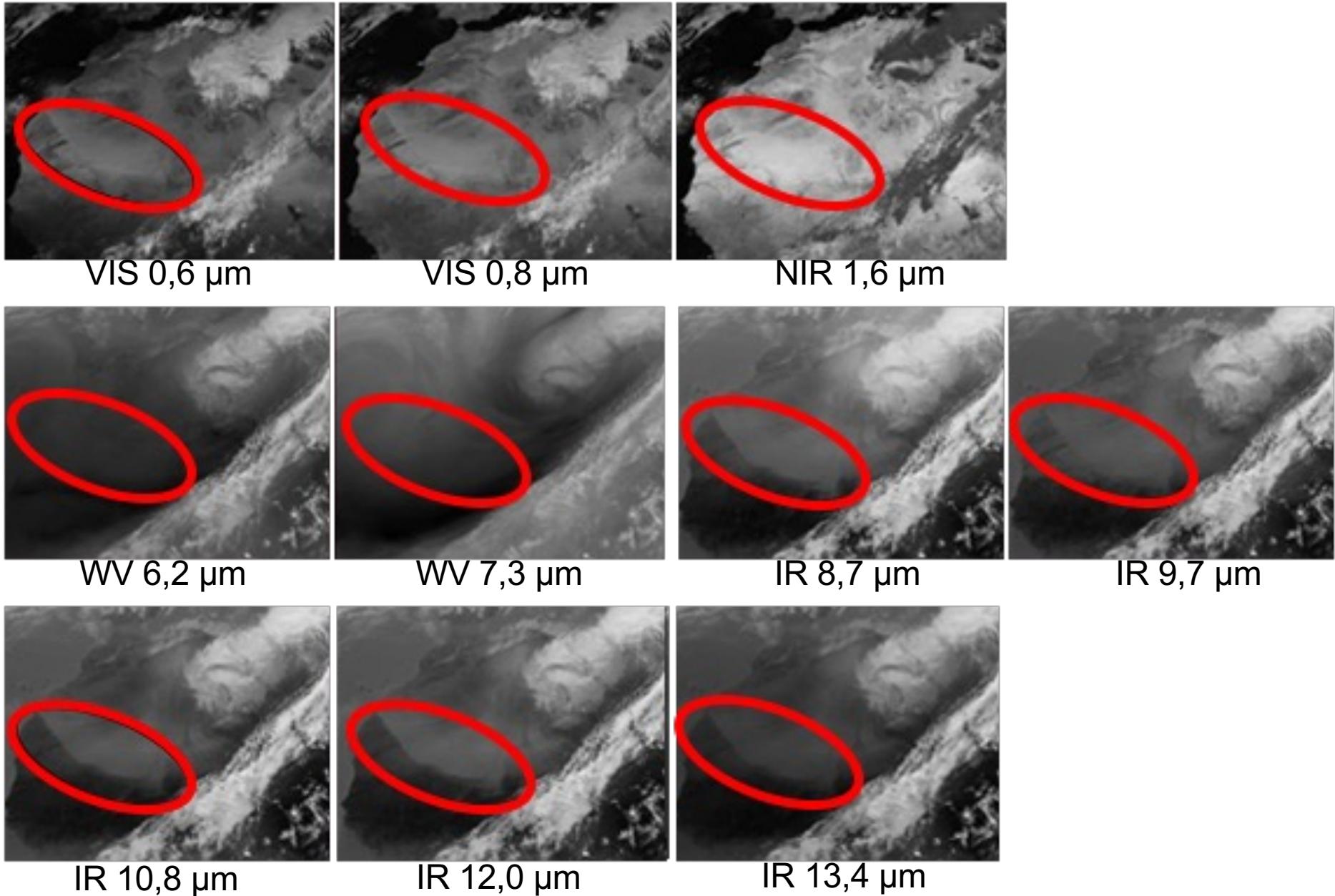
Le produit RVB Dust d'Eumetsat

Cette image « Natural colour » ne permet pas de mettre en évidence le front de sable en suspension qui avance sur l'Afrique de l'ouest.



Le produit RVB Dust d'Eumetsat

Que donne l'analyse des autres canaux de SEVIRI ?



Le produit RVB Dust d'Eumetsat

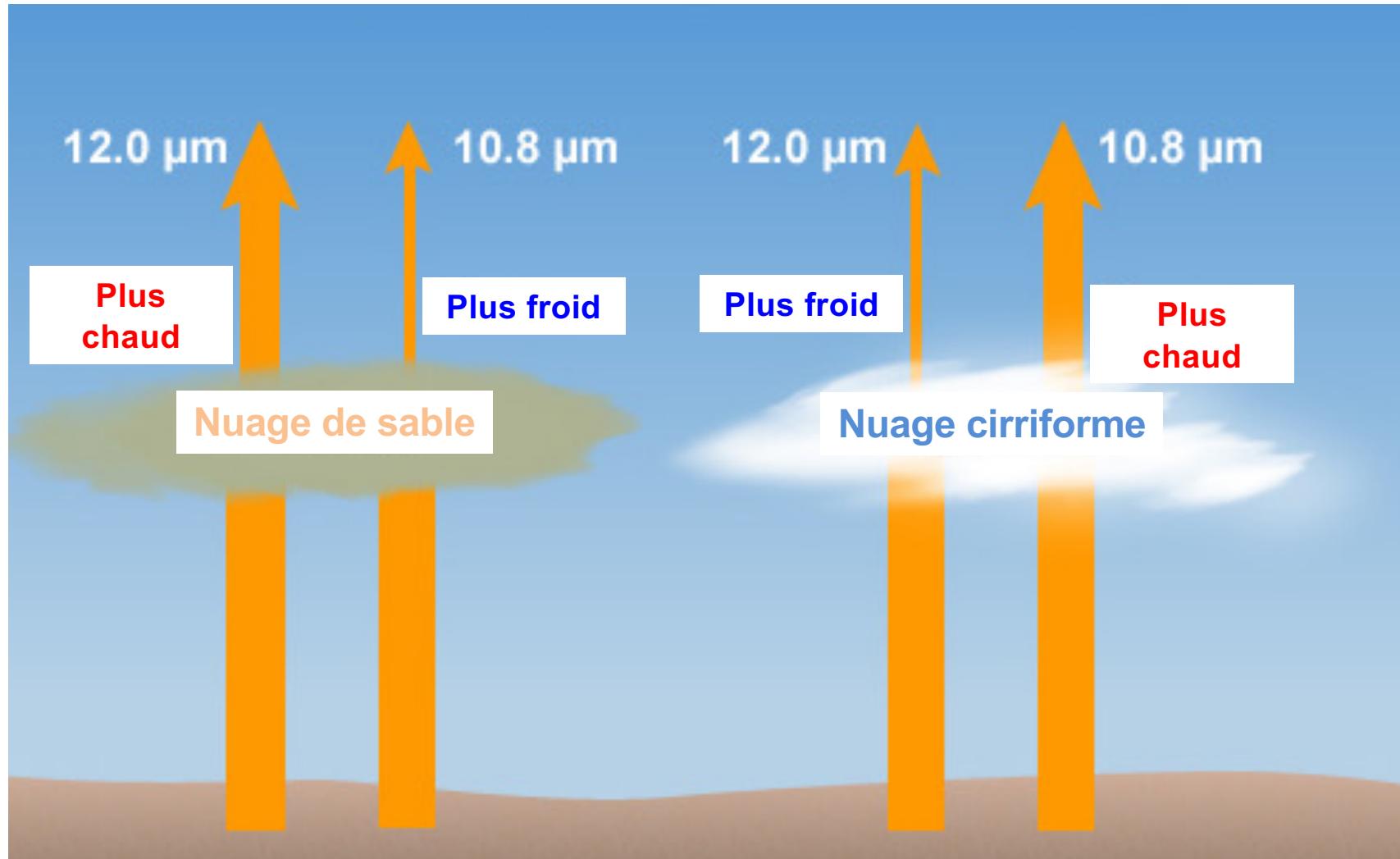
Les canaux IR 8,7 µm, IR 10,8 µm et IR 12,0 µm donne la meilleure distinction du phénomène



IR 12,0 µm

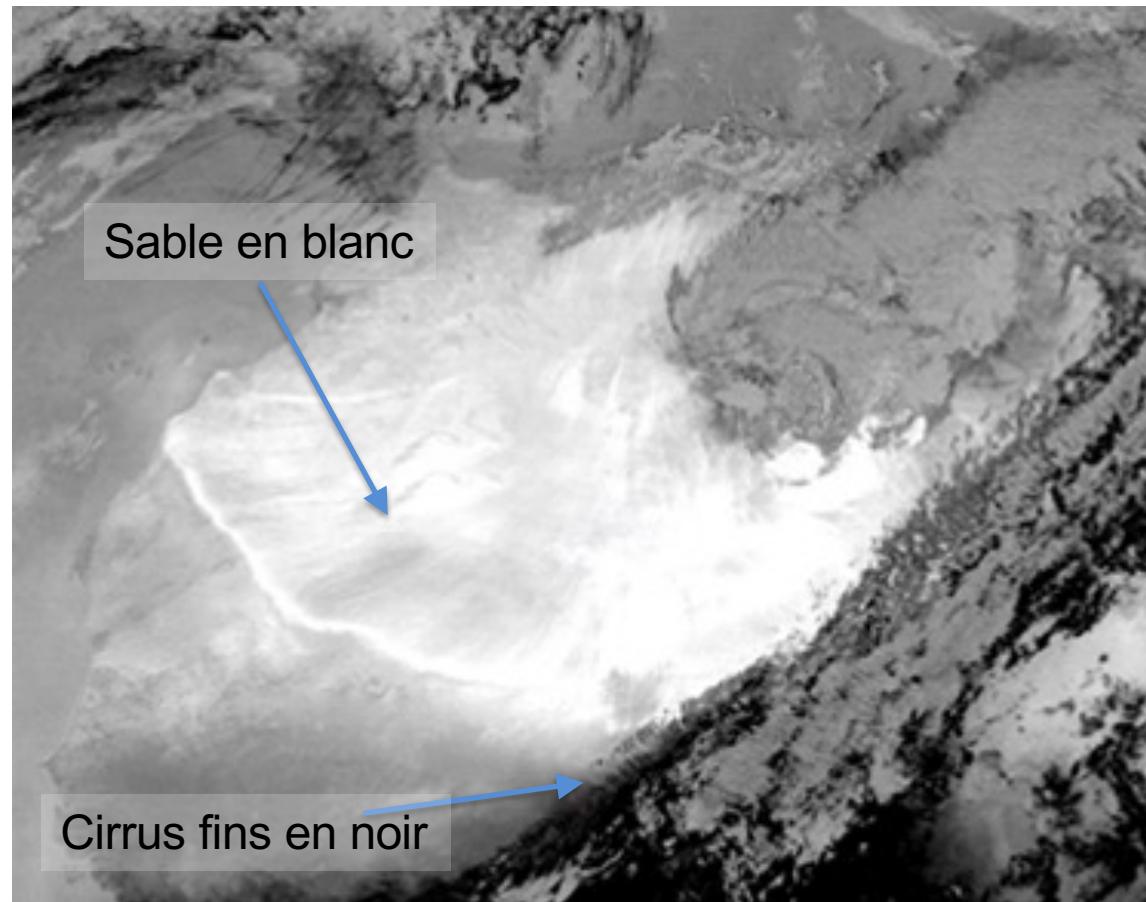
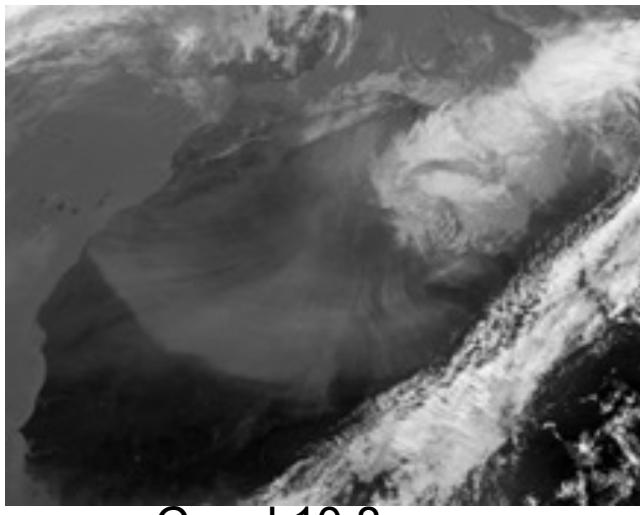
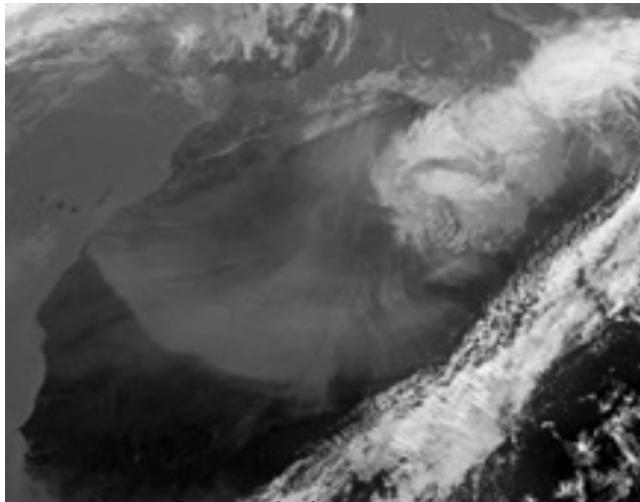
Le produit RVB Dust d'Eumetsat

Analysons en détail les réponses de ces différents canaux



Le produit RVB Dust d'Eumetsat

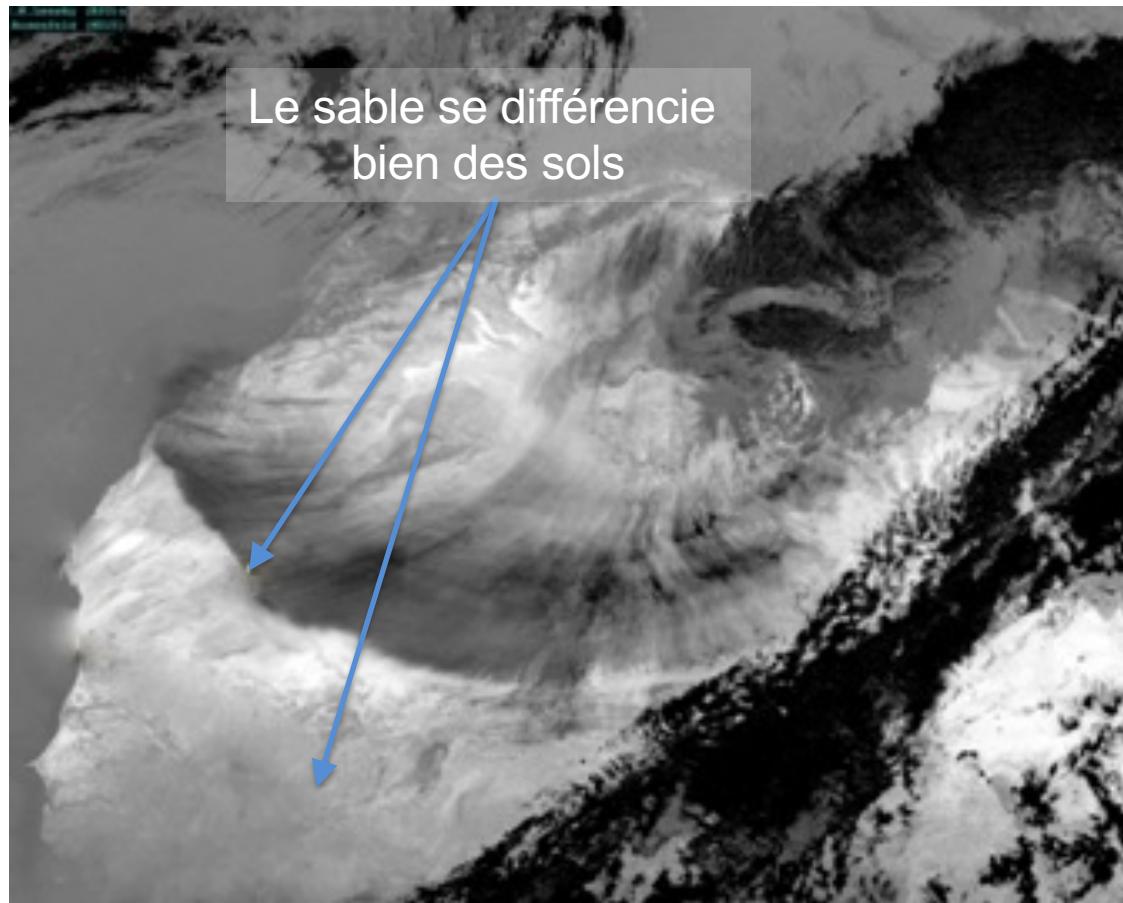
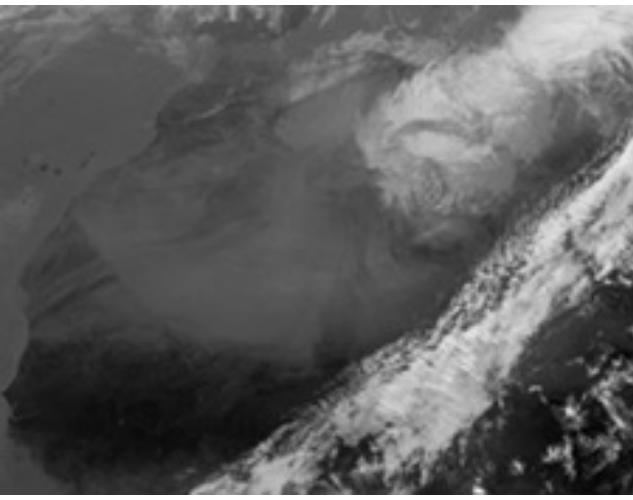
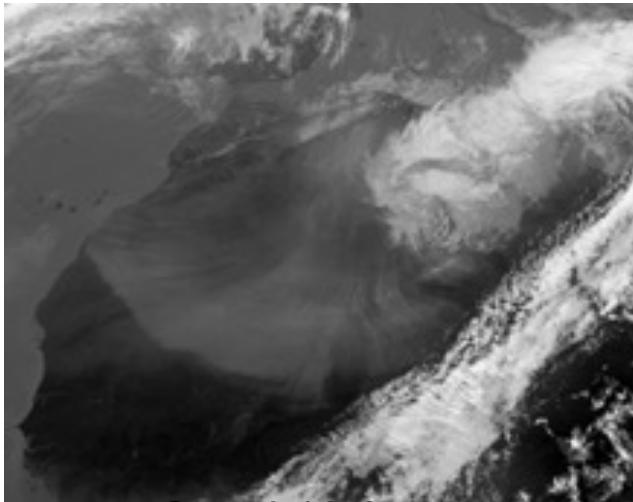
Effectuons une différence entre le canal 12 µm et le canal 10,8 µm.
Cela permet de distinguer les cirrus fins du sable.



Canal 12 µm - Canal 10,8 µm

Le produit RVB Dust d'Eumetsat

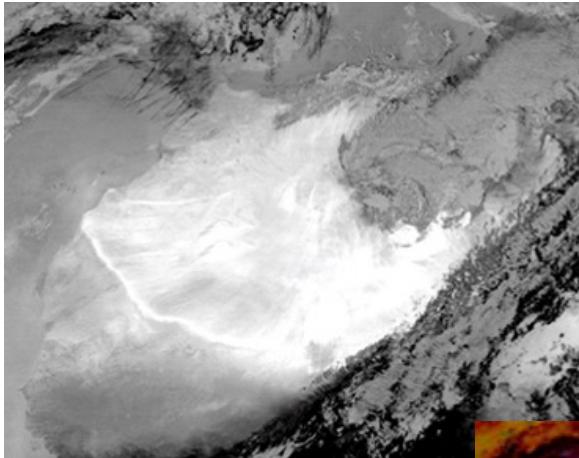
Effectuons une différence entre le canal 10,8 µm et le canal 8,7 µm.
Un fort contraste entre le sable et le sol est mis en évidence



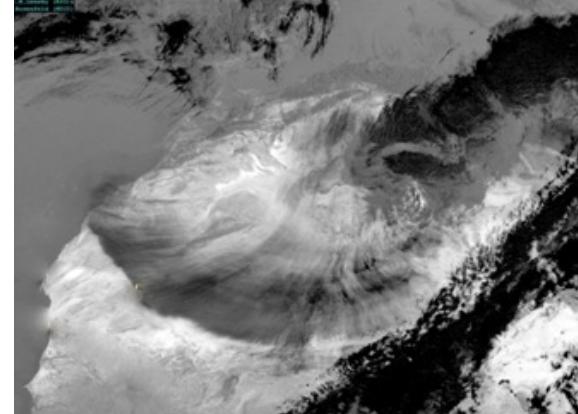
Canal 10,8 µm – Canal 8,7 µm

Le produit RVB Dust d'Eumetsat

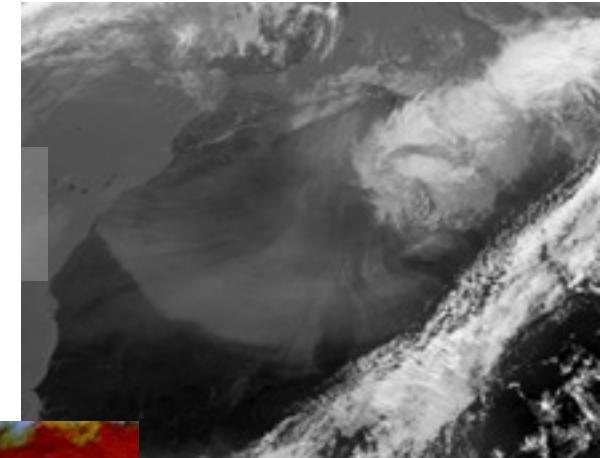
IR 12 – 10,8 µm



IR 10,8 – 8,7 µm

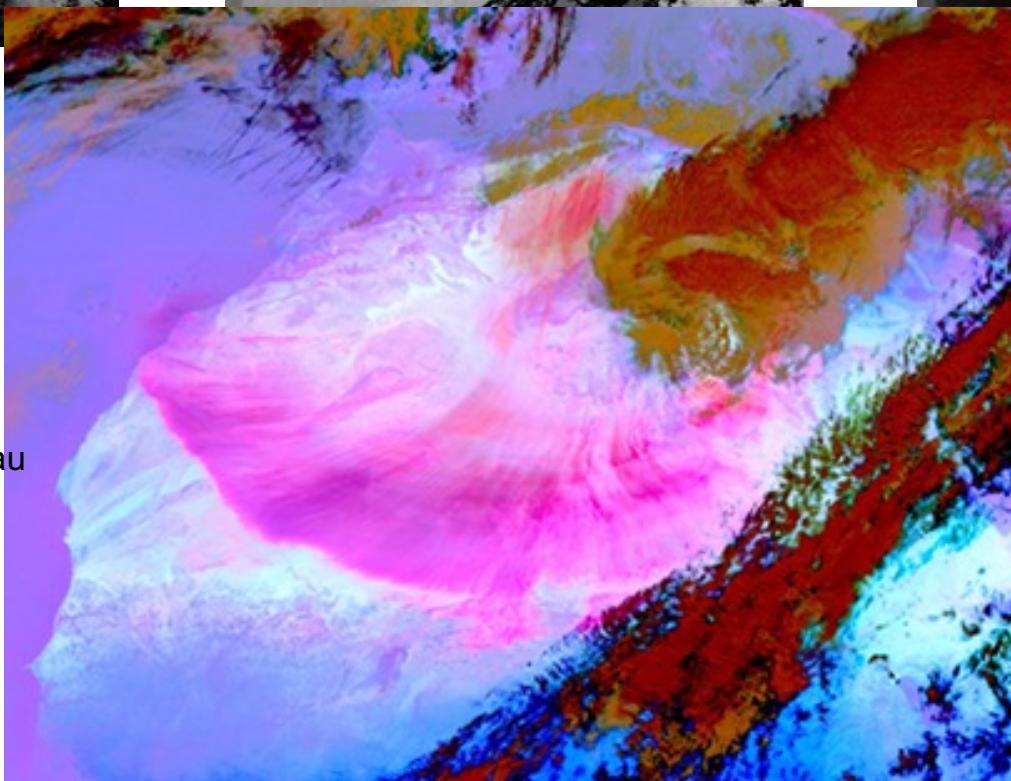


IR 10,8



On obtient ainsi
le produit Dust RGB

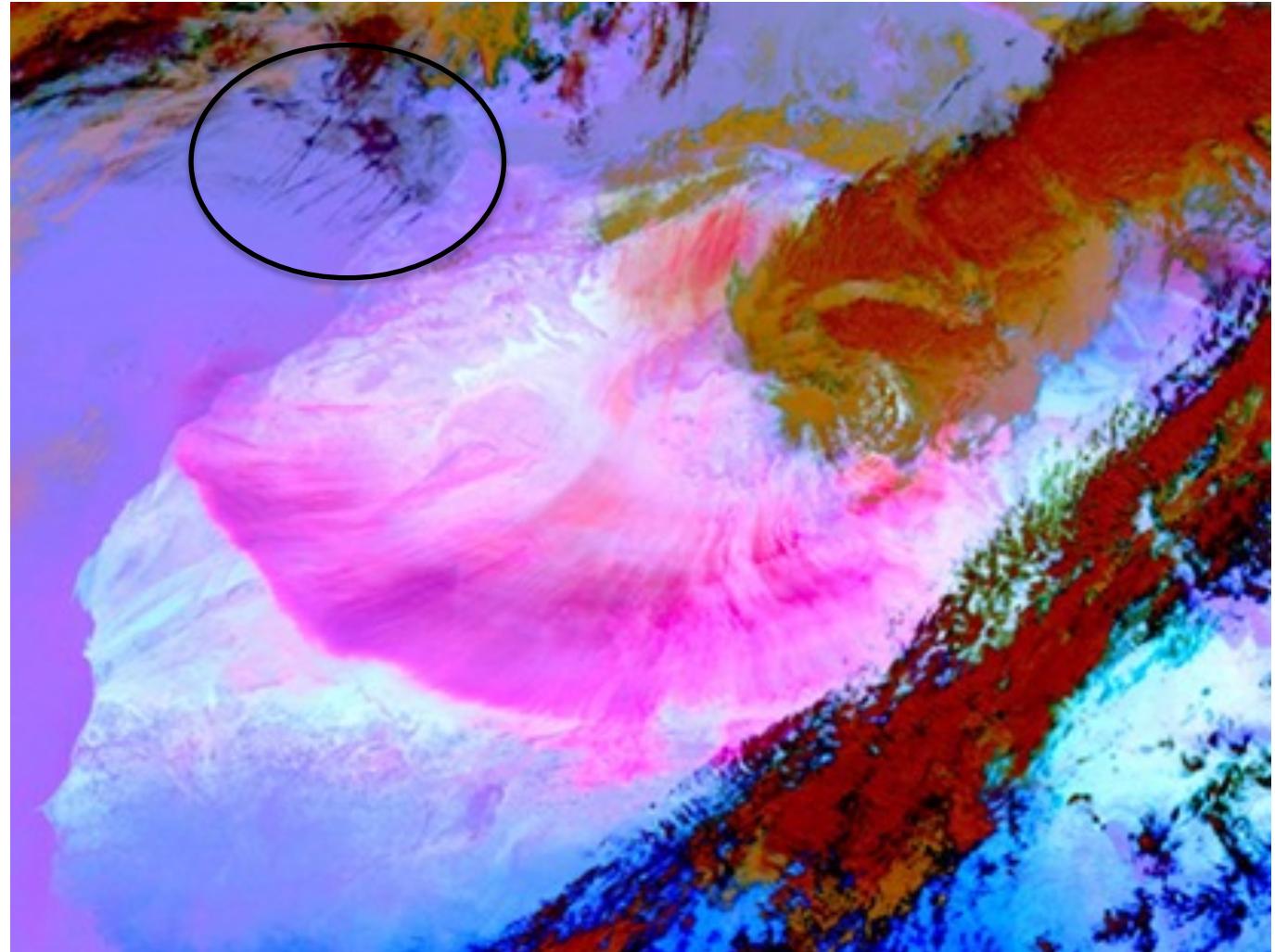
- du magenta au rose : le sable
- en rouge : les cirrus épais
- bleu foncé : les cirrus fins
- orange à marron : nuages d'eau
- dégradé de bleu : océan et sol



Le produit RVB Dust d'Eumetsat

Que voit-on dans cette zone ?

- 1) un défaut de l'image
- 2) des traînées de bateau
- 3) des COTRAS
- 4) des ondes de gravité

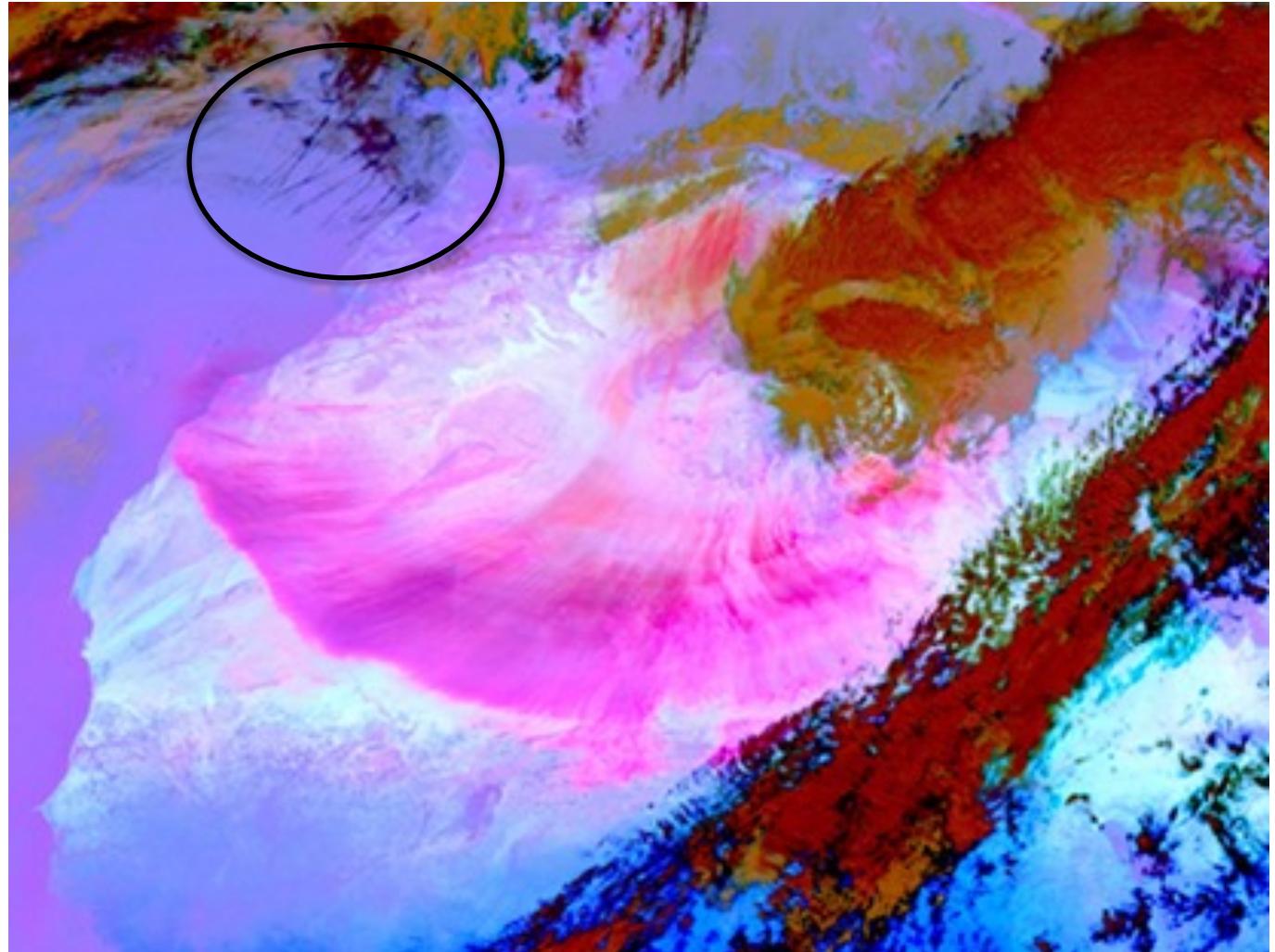


Le produit RVB Dust d'Eumetsat

Que voit-on dans cette zone ?

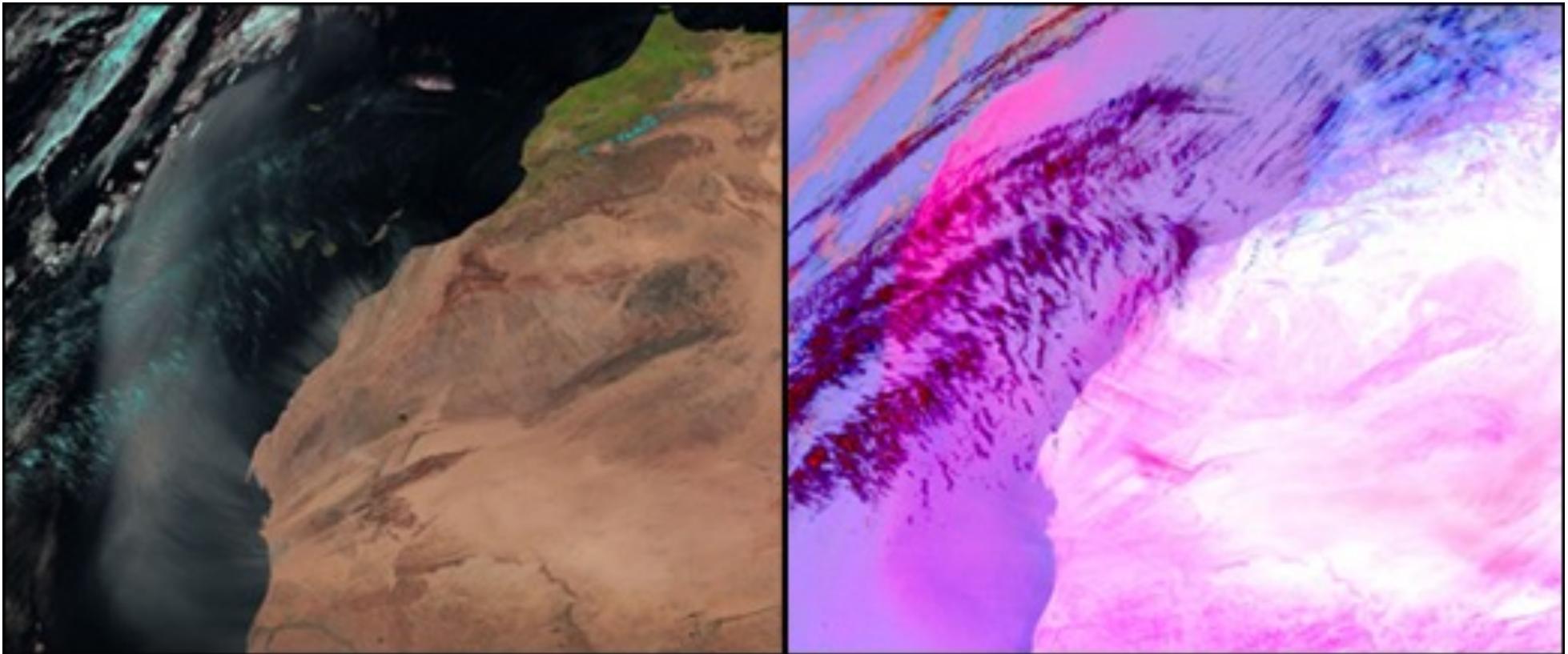
- 1) un défaut de l'image
- 2) des traînées de bateau
- 3) des COTRAS
- 4) des ondes de gravité

La bonne réponse est la 3).



Ces COTRAS, composées de cirrus fins, sont détectées grâce à la différence entre IR 12 - 10,8 µm. C'est un bénéfice supplémentaire de ce produit et qui n'était pas recherché au départ.

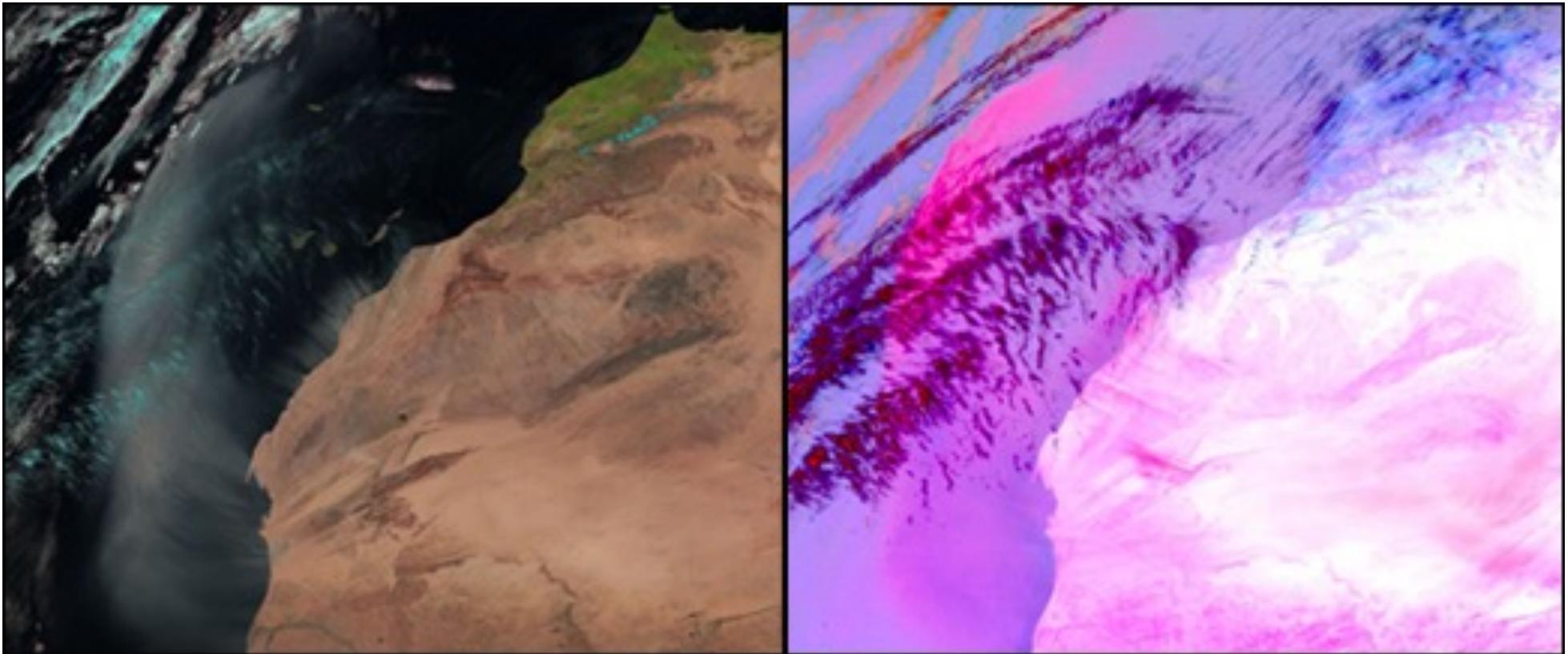
Quelques jours plus tard



Quel produit permet ici la meilleure distinction du sable en suspension ?

- 1) sur la mer
- 2) sur la terre

Quelques jours plus tard



Le produit « natural color » détecte parfaitement le sable au-dessus des océans plus sombres.

En revanche, sur terre, le produit « dust » a une meilleure détection.

Il est important de bien connaître les avantages et les inconvénients des produits que l'on utilise !



Merci
Questions ?

