

Réception des images Météosat

par J. CASSANET
Lycée Descartes, 37000 Tours
M.E.N.J.S., DLC 15, Paris

Le lancement des premiers satellites météorologiques correspond au début des années 60 avec la mise sur orbite des satellites expérimentaux américains de la série TIROS («Television and Infrared Observation Satellites»). Trois séries de satellites opérationnels se sont ensuite succédées. Tous ces satellites sont du type «à défilement» et gérés par la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Sont opérationnels actuellement : NOAA 10, NOAA 11.

Les premiers satellites soviétiques météorologiques furent expérimentés en 1966 et 1967 (COSMOS 122 et 144). Depuis, de nombreux satellites à défilement, de la série MÉTÉOR, ont été lancés.

Les satellites météorologiques géostationnaires sont apparus plus tard, pour des raisons techniques. Les premiers d'entre eux furent les satellites américains SMS (Synchronous Meteorological Satellites) qui furent relayés par les satellites de la série GOES (Geostationary Operational Environment Satellites). Le premier satellite météorologique Européen, MÉTÉOSAT 1 fut mis sur orbite en novembre 1977, soit peu après son homologue japonais, GMS (Geostationary Meteorological Satellite) lancé en juillet 1977.

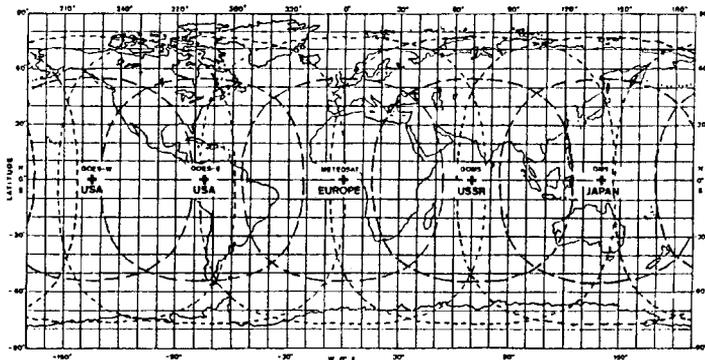


Figure 1 : Aires couvertes par les satellites météorologiques géostationnaires (doc. E.S.A.).

Depuis la fin des années 70, la couverture météorologique totale du globe terrestre est assurée par le Système Mondial d'Observation de la «Veille Météorologique Mondiale» comprenant 5 satellites géostationnaires (figure 1) et 4 satellites à défilement sur une orbite quasi - polaire (NOAA et MÉTÉOR).

1. LE PROGRAMME MÉTÉOSAT

La réalisation et la gestion des satellites MÉTÉOSAT est assurée par l'ESA (European Space Agency).

MÉTÉOSAT 1, 2 et 3 ont été mis sur orbite équatoriale géostationnaire, par 0° de longitude, respectivement en 1977 et 1981 et 1988. Le premier a fonctionné jusqu'en 1984, soit pendant 7 années, une durée bien supérieure aux prévisions initiales. Ces satellites ont représenté une série pré-opérationnelle destinée à la mise au point du programme «MÉTÉOSAT Opérationnel» d'EUMETSAT.

Le lancement de MOP1 (également dénommé «MÉTÉOSAT 4»), premier satellite de cette nouvelle série s'est effectué depuis Kourou le 6 mars 1989. MOP2 et MOP3 sont également programmés afin d'assurer le suivi de la couverture météorologique jusqu'à l'an 2000. MÉTÉOSAT 4 est opérationnel depuis le 19 juin 1989 ; MÉTÉOSAT 3 est en réserve, pour dépannage éventuel (de GOES, par exemple).

Actuellement, plusieurs centaines de milliers d'images du disque terrestre ont été acquises par ces satellites et environ un millier de stations reçoivent les données MÉTÉOSAT.

Le contrôle du fonctionnement des satellites MÉTÉOSAT et l'exploitation des données acquises sont assurés par l'ESOC (European Space Operation Center), situé à Darmstadt, en R.F.A., sous la direction de l'organisation européenne chargée de l'exploitation des satellites météorologiques, EUMETSAT.

Les missions de MÉTÉOSAT

Définies par EUMETSAT, et effectuées par l'ESOC, les principales missions de MÉTÉOSAT sont les suivantes :

– acquérir des images de la Terre et les retransmettre sous formes numériques à la principale station de réception au sol (en R.F.A.),

- traiter ces données et contrôler leur qualité ; en extraire des paramètres météorologiques (vitesse des vents, altitude des nuages ...),
- diffuser, pratiquement en temps réel, les images et les paramètres météorologiques auprès des utilisateurs,
- gérer la collecte et l'archivage des images sous forme numérique ou photographique afin de les mettre à disposition de la communauté scientifique.

2. LE SATELLITE MÉTÉOSAT : SES CARACTÉRISTIQUES

MÉTÉOSAT 4 réalisé par l'Aérospatiale (Cannes) se présente sous la forme d'un cylindre d'un diamètre de l'ordre de 2 m et d'une hauteur égale à 3,2 m, d'une masse de 680 kg (moteur d'apogée compris), environ (figures 2 et 3). Son équipement est le suivant :

- a - Dispositif de stabilisation gyroscopique par rotation du satellite sur lui-même ; propulseur d'appoint à hydrazine (réserve de 39 kg), muni de 6 tuyères d'échappement.
- b - 6 panneaux solaires délivrant une puissance électrique de 380 W et constituant la face extérieure du corps du satellite.

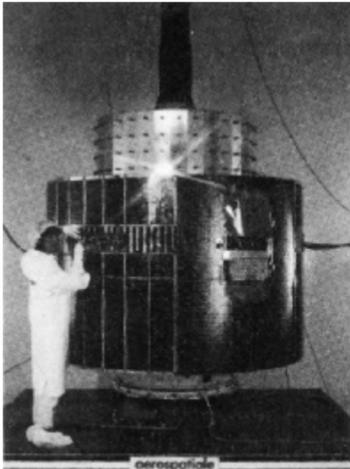


Figure 2 : Vue extérieure du satellite.

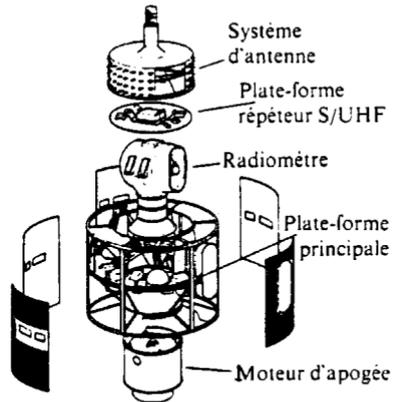


Figure 3 : Vue éclatée du satellite.

c - Radiomètre à 3 canaux :

Le radiomètre embarqué à bord des satellites MÉTÉOSAT détecte les rayonnements électromagnétiques émis par la Terre ou l'atmosphère dans 3 bandes spectrales (ou canaux). Le choix de ces bandes spectrales est étroitement lié aux propriétés de l'atmosphère vis-à-vis des radiations électromagnétiques, ainsi que le montre la figure 4 qui présente la couche de transmission de l'atmosphère en fonction de la longueur d'onde.

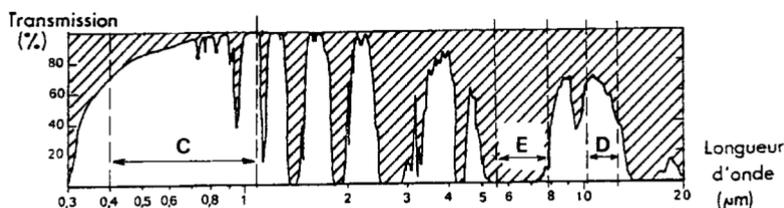


Figure 4 : Courbe de transmission atmosphérique (d'après Knetzys).

Bandes spectrales :

C - de 0,4 à 1,1 μm . (visible et proche IR) ; champ instantané de 2,5 km . 2,5 km.

E - de 5,5 à 7,1 μm . (canal « vapeur d'eau ») ; champ instantané de 5 km . 5 km.

D - de 10,5 à 12,5 μm . (canal « IR thermique ») ; champ instantané de 5 km . 5 km.

Le canal «vapeur d'eau» correspond à un domaine spectral où l'absorption atmosphérique est très forte et due essentiellement à la présence d'eau. Une image de la Terre dans ce canal ne permet pas d'observer la surface de la Terre elle même mais révèle la présence des masses atmosphériques dont la teneur en eau est la plus grande.

Le canal «infrarouge thermique» correspond à l'émission propre de la Terre (le maximum d'émission spectrale d'un corps noir à la température de 15°C correspond à une longueur d'onde de 10 μm environ). Une image de la Terre dans ce canal apporte des informations relatives aux températures de surface de la Terre.

d - Dispositif de transmission des données acquises vers la station de réception principale (antenne contrarotative) et de retransmission vers les stations secondaires (répéteurs bandes S, de 1675 à 2105 MHz, et UHF, à 402 MHz).

3. LE CAPTEUR DE MÉTÉOSAT

Le capteur équipant la première série des satellites MÉTÉOSAT fonctionne selon une technique originale puisque le balayage de la

surface de la Terre est obtenu en combinant le mouvement du télescope avec le mouvement propre de rotation du satellite sur lui-même.

Le dispositif se présente de la façon suivante :

Le satellite est animé d'un mouvement de rotation uniforme autour de son axe principal orienté parallèlement à l'axe de rotation de la Terre. Sa vitesse angulaire est de 100 tours par minute. Le télescope, de 3650 mm de distance focale, vise la Terre et balaie à chaque tour du satellite une étroite bande de paysage (une « ligne »). Le rayonnement émis par celle-ci est détecté, et les mesures correspondantes sont acquises en 30 ms (durée nécessaire à la rotation du satellite d'un angle de 18°). Un moteur pas à pas commande alors au télescope une rotation de son axe de visée de 0,125 milliradian vers le Nord. Au tour suivant s'effectue l'acquisition d'une nouvelle ligne... etc... L'acquisition complète d'une image de la Terre constituée de 2500 lignes exige que le satellite aït effectué 2500 tours sur lui-même, ce qui demande 25 minutes. Les 5 minutes suivantes sont consacrées au retour du télescope à sa position initiale et à la vérification de calibration des détecteurs (figure 5).

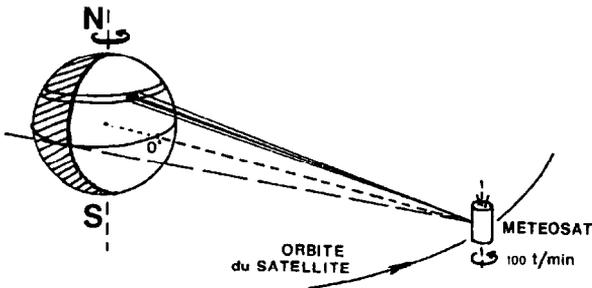


Figure 5 : Principe d'acquisition des images MÉTÉOSAT.

- Dans le domaine du visible, 2 détecteurs balayant simultanément 2 bandes de paysage contiguës faisant chacune 2,5 km de large, l'image de la Terre « entière » est constituée de 5000 lignes de 5000 pixels (ce qui correspond à un carré de 12500 km de côté et à 25 millions de mesures).

- Dans le domaine de l'infrarouge (canal « vapeur d'eau » et canal « thermique »), la scène entière est constituée de 2500 lignes de 2500 pixels.

4. LES DONNÉES-IMAGES MÉTÉOSAT

Les données numériques exprimant les mesures radiométriques effectuées depuis le satellite sont transmises au sol pour y subir des traitements variés (corrections géométriques et radiométriques...). La principale station de réception et de traitement se situe à Darmstadt, en R.F.A. D'autres stations de moindre importance sont cependant susceptibles d'acquérir directement des données numériques « primaires » de MÉTÉOSAT.

La diffusion des données-images MÉTÉOSAT

1) Les données sur bande magnétique :

Elles se présentent sous forme de fichiers de valeurs numériques codées sur 64 niveaux (données du canal visible) ou 256 niveaux (données des canaux IR). Sous cette forme, les scènes MÉTÉOSAT sont diffusées par le réseau EARTHNET de l'ESA.

2) Les données sous forme photographique :

Elles se présentent sous forme de tirages photographiques en noir et blanc, dans des formats variés.

Les conventions de représentation se traduisent ainsi :

a) dans le canal du visible : apparaissent en noir les milieux de faible réflectance (l'eau, par exemple) et en blanc les milieux de forte réflectance (la partie supérieure des nuages, ou la neige...) (figure 6).

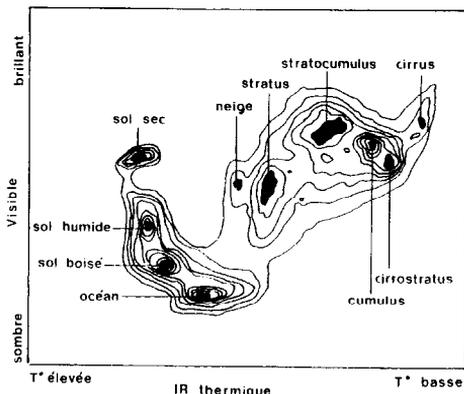


Figure 6 : Histogramme bidimensionnel de données MÉTÉOSAT du canal visible et du canal infrarouge (doc. ESA).

b) dans le canal de l'infrarouge thermique, l'expression des tempéra-

tures de surface des différents milieux est codée de façon que les objets froids apparaissent en blanc et les objets chauds, en noir. Il faut remarquer que cette représentation est inhabituelle dans le domaine des thermographies, mais elle a été choisie pour faciliter certains traitements associant les données du canal visible et celles du canal infrarouge.

c) dans le canal «vapeur d'eau», les milieux très absorbants en raison de leur teneur en eau apparaissent en blanc, les nuages, par exemple. Les produits photographiques correspondants expriment donc la répartition géographique de l'eau dans l'atmosphère.

Les données-images sous forme photographique sont diffusées en France par :

- Le Service de Documentation de la Météorologie Nationale, à Paris (Tél. : (1) 45.56.71.82),
- Le Centre de Météorologie Spatiale de Lannion,
- Le Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale, à Toulouse (Tél. : 61.27.42.76).

3) Les données WEFAX

Les données brutes reçues au Centre d'Opérations Spatiales de Darmstadt sont traitées (il est par exemple ajouté un renforcement du contour des continents ainsi que des croix de repérage) puis réémises vers MÉTÉOSAT qui sert d'émetteur - relais (transpondeur) pour diffuser ces images à un format spécifique, WEFAX, vers les stations de réception dites «Stations d'Utilisateurs de Données Secondaires».

Les images ainsi diffusées sont des images «Terre entière», (codées CTOT ou DTOT ou ETOT) ou des secteurs découpés dans l'image originale. Ces secteurs sont identifiés par :

- une (ou deux) lettre(s) exprimant le canal considéré :
 - C : visible
 - D : infrarouge thermique
 - E : vapeur d'eau
- un nombre de un ou plusieurs chiffres exprimant la localisation géographique du secteur (voir annexe 1).

Ces images sont transmises sous forme analogique sur les fréquences de 1691 MHz et 1694,5 MHz selon une grille horaire déterminée (voir annexe 2).

A la diffusion des images MÉTÉOSAT proprement dites s'ajoute celle de données météorologiques et d'informations :

- WEF : cartes des isobares,
- CTH (Cloud Top Height) : ces données établies à partir des mesures effectuées dans le canal thermique expriment l'altitude des masses nuageuses de 1500 à 12000 m. Toutefois, les formations nuageuses situées au-dessous de 3000 m ne sont pas discriminées et il leur est attribué un niveau moyen de 1500 m,
- TEST : mires de réglage de la station de réception,
- ADMN : messages de l'ESA.

D'autre part, MÉTÉOSAT retransmet chaque jour 27 scènes acquises par GOES Est, satellite géostationnaire situé par 70° de longitude Ouest. Ces images correspondent à l'Amérique du Sud et à l'Amérique du Nord et sont codées LX, LY, LR.

La retransmission de ces différents documents s'effectue selon le format WEFAX : chaque scène satellitaire, ou carte, ou message est restitué sous la forme d'une image qui se construit ligne après ligne (figure 7). Il faut un peu plus de 3 minutes 30 s à une image pour s'afficher en entier sur un moniteur, ce qui explique les 4 minutes séparant la diffusion de deux images successives.

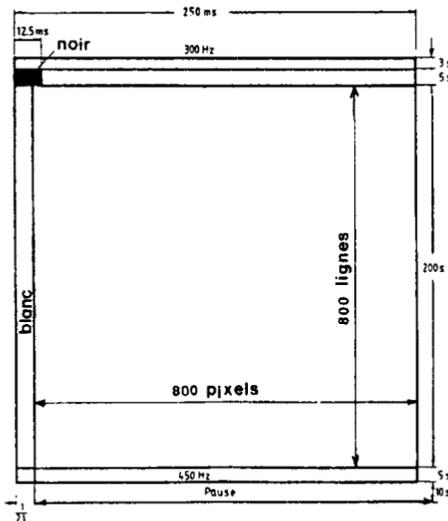


Figure 7 : Format WEFAX (d'après « VHF MÉTÉOSAT »).

5. LA RÉCEPTION DES DONNÉES-IMAGES MÉTÉOSAT AU FORMAT WEFAX

Depuis une dizaine d'années ce mode d'acquisition des données des satellites MÉTÉOSAT s'est développé en raison de l'abaissement relatif des coûts de réalisation des stations de réception WEFAX et de leur facilité de mise en œuvre.

Certaines de ces stations, conçues pour une utilisation strictement professionnelle (aéroports...) offrent des performances très élevées, mais leur prix (quelques centaines de kF) ne peut permettre d'en envisager l'implantation dans l'Éducation Nationale.

En dehors de ces matériels professionnels, il existe cependant plusieurs modèles de stations aux performances plus limitées mais d'un prix sensiblement plus abordable (de 15 kF à 40 kF, selon les versions). Globalement, leur principe de fonctionnement est le même que celui des stations plus importantes. Le schéma présenté ci-après (figure 8) se rapporte au modèle de station de réception le plus répandu actuellement, mais pourrait s'appliquer à d'autres.

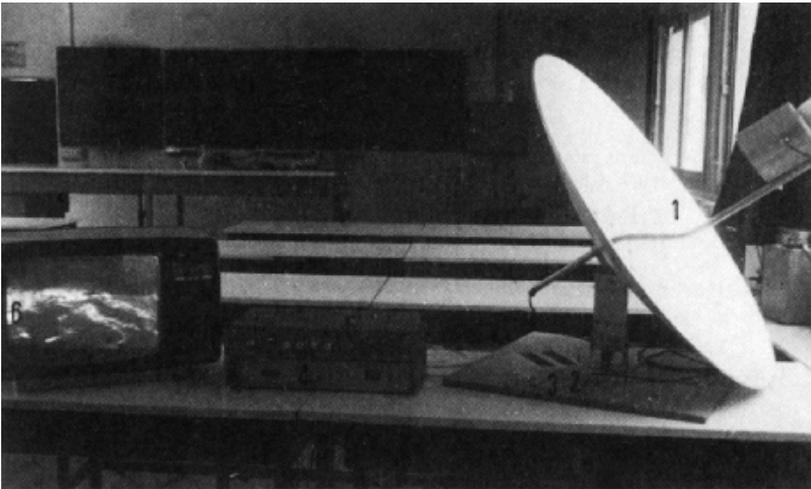


Figure 8 : Station de réception des images MÉTÉOSAT :

- de gauche à droite :
- moniteur vidéo,
 - récepteur et convertisseur vidéo,
 - antenne parabolique et préampli.

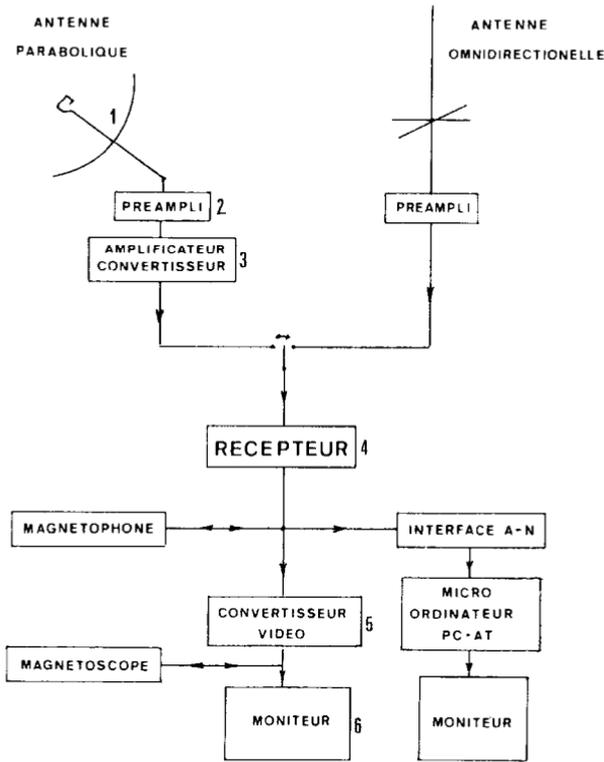


Figure 9 : Schéma de principe d'une station de réception des images des satellites météorologiques et ses extensions ; la station photographiée correspond à la chaîne des éléments de base (1 à 6).

Les différents éléments de la station

- Une antenne parabolique, constituée d'une parabole de diamètre égal à 1 m, réfléchissant le rayonnement électromagnétique ($f = 1,7$ GHz) issu du satellite vers une antenne quart d'onde située au foyer de la parabole et placée dans une cavité ; un préamplificateur est fixé sur cette cavité, de façon à être très proche de l'antenne.

Le pointage de cette antenne doit prendre en compte la position géographique de la station. Son orientation dépend des angles de site (figure 10) et d'azimut (figure 11) dont la valeur dépend de la longitude et de la latitude de la station de réception. Compte tenu de la valeur de l'angle d'ouverture de la parabole, les calculs des angles de site et d'azimut peuvent être simplifiés.

- site de l'antenne :
- rayon de la Terre : $r = 6400$ km,
- rayon de l'orbite géostationnaire : $m = 42400$ km,
- latitude de la station de réception : β ,
- angle de site : ϵ .

En considérant que la station de réception est sur le méridien O^0 , l'expression simplifiée de l'angle de site est la suivante :

$$\epsilon = \arctan \left(\frac{m - r \cos \beta}{r \sin \beta} \right) - \beta$$

Exemples :

Latitude	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°
Angle de site	39°	38°	37°	36°	35°	34°	33°

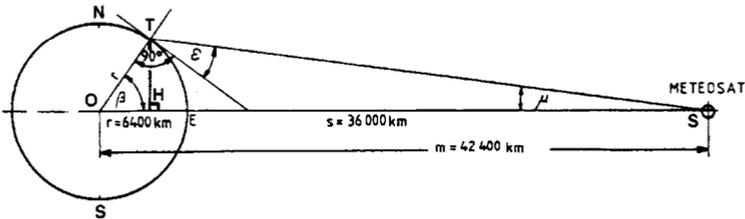


Figure 10 : Orientation d'une antenne de réception ; angle de site.

- azimut : La situation de la France en longitude, vis-à-vis de la position de MÉTÉOSAT permet également d'exprimer sous forme simplifiée la valeur de l'angle d'azimut : $az = 180^\circ + \alpha$ (angle de longitude : λ) :

$$az = 180 + \arctan \left(\frac{r \cos \beta \sin \lambda}{m - r \cos \beta \cos \lambda} \right)$$

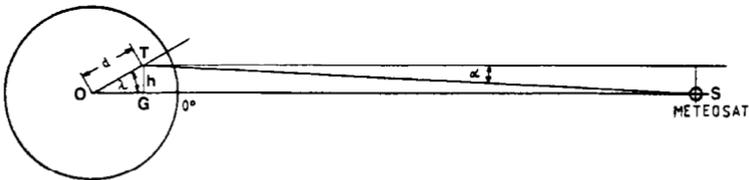


Figure 11 : Orientation d'une antenne de réception ; azimut.

En fait, pour la majorité des points de réception situés en France, l'angle d'azimut vaut entre 180° et 181° . Toutefois, lors du pointage de l'antenne réalisé à l'aide d'un compas de relèvement ou d'une boussole, il convient de rajouter environ 4° de déclinaison, ce qui revient à pointer selon $184^\circ - 185^\circ$, cap compas.

– Un ensemble amplificateur-convertisseur de ligne, qui doit être placé à une distance réduite (10 m maximum ; moins de 5 m si possible) de l'antenne parabolique transpose la fréquence du signal d'entrée de 1,7 GHz à 137 MHz en lui assurant un niveau de sortie suffisant. Cet ensemble est alimenté en 12 ou 24 V continu par le câble d'antenne qui véhicule aussi le signal détecté et amplifié vers le récepteur. Cette particularité exige que les connexions soient régulièrement vérifiées afin d'éviter un court-circuit préjudiciable au récepteur.

– Un récepteur, muni d'un synthétiseur de fréquence, permettant l'accord de la station sur 1000 canaux, de 130 à 140 MHz, par pas de 10 kHz. Ce récepteur délivre un signal basse-fréquence à 2400 Hz à partir duquel il sera possible de reconstituer l'image, point par point, ligne après ligne. Les images MÉTÉOSAT peuvent être reçues sur 2 canaux : 134 MHz et 137,5 MHz ; de plus, les images d'origine GOES peuvent être reçues sur le canal 2 (137,5 MHz). La dissémination des images s'effectue selon une grille horaire définie par EUMETSAT (annexe 2).

L'examen de cette grille montre que de 06 h GMT à 17 h GMT, 2 fois par heure sont diffusées les images suivantes :

à h + 02 : scène C02 (Europe de l'Ouest en visible)

à h + 06 : scène C03 (Europe de l'Est en visible)

à h + 30 : scène D2 (Europe entière en IR thermique)

puis : à h + 34 : scène C02

à h + 38 : scène C03

à h + 58 : scène D2

Cet exemple illustre l'intérêt pédagogique de ces stations qui permettent de recevoir pratiquement en temps réel (figure 12) des images de nos régions aussi bien dans le visible que dans l'infrarouge thermique au moins deux fois pendant une séquence de cours.

- Un convertisseur vidéo dont le rôle consiste à traiter le signal provenant du récepteur et générer un signal vidéo directement exploitable par n'importe quel moniteur vidéo (récepteur TV, par exemple). L'image WEFAX d'origine comprend 800 pixels par ligne. Le microprocesseur du convertisseur traite ces informations pour les rendre compatibles avec l'affichage d'un récepteur TV, soit 512 lignes de 256 points. Certains modèles de convertisseurs sont capables de stocker une ou plusieurs images (cependant au détriment des nuances de gris ou de couleurs disponibles, pour des raisons d'espace-mémoire) dont on a programmé l'acquisition et de les restituer à la demande, de créer une animation de ces images, d'agrandir une portion de l'image... etc.

Les éléments accessoires

- Un transcodeur PAL-SECAM autorise l'affichage de l'image sur tout téléviseur SECAM muni d'une prise PÉRITEL. Le modèle PS 103 produit par CGV (Compagnie Générale de Vidéotechnique, Strasbourg) convient à cette utilisation.

- Une platine-cassette «audio» permet de stocker les images en même temps que l'on réalise leur acquisition. Cette platine doit cependant disposer d'un réglage de niveau d'entrée manuel et il est conseillé d'utiliser des bandes «métal» ; Lors de la lecture de la bande, le signal délivré par la platine peut directement piloter le convertisseur vidéo.

- Une antenne omnidirectionnelle accordée sur la fréquence de 137 MHz autorise la réception des satellites météorologiques à défilement (NOAA, MÉTÉOR...). Il est évidemment nécessaire de disposer des éphémérides correspondantes pour recevoir leurs émissions lorsqu'ils survolent la station de réception.

- Une interface analogique-numérique et un logiciel adéquat permettent de piloter l'acquisition des images et leur restitution. Dans ce cas, un micro-ordinateur de type PC AT muni d'une carte graphique et d'un écran GA ou VGA ainsi que d'un disque dur de capacité suffisante est souhaitable pour pleinement tirer parti des possibilités offertes par la réception des images.

Plusieurs modèles d'interfaces existent sur le marché actuel et sont commercialisés avec le logiciel d'acquisition et de traitement. Les prix de ces ensembles sont très variés (de 3 000 F. à 18 000 F.) selon la

technologie des cartes et les performances du logiciel associé. Signalons toutefois l'existence d'une interface autorisant l'acquisition des données au format DOS, sur 256 niveaux (une image occupe alors 512 ko). Les fichiers ainsi générés sont aisément transférables et utilisables avec le logiciel de traitement d'images de télédétection, TITUS, produit par le Ministère de l'Éducation Nationale (Direction des Lycées et Collèges, DLC 15) et diffusé par le Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale (G.D.T.A.).

La Direction des Lycées et Collèges (Bureau des Innovations Pédagogiques et des Technologies Nouvelles, DLC 15) expérimente actuellement dans 8 lycées de France la réception et l'utilisation des données des satellites météorologiques à l'aide de stations du type précédemment décrit.

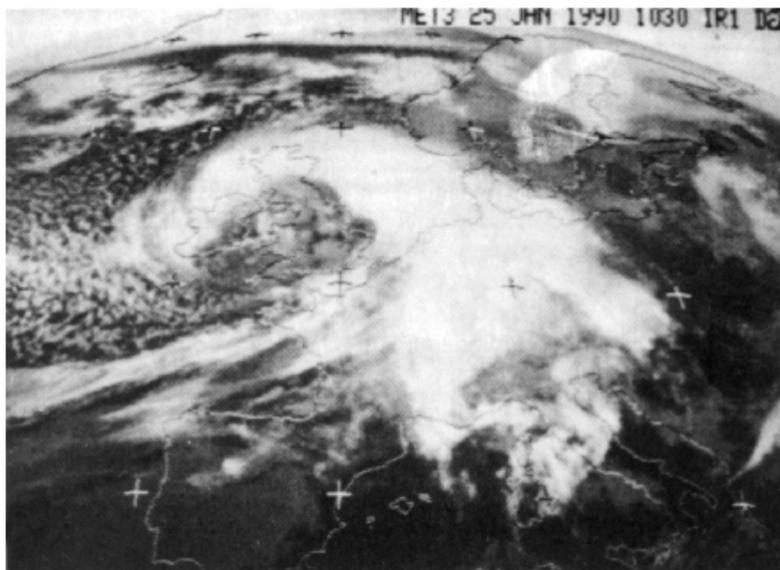


Figure 12 : Scène MÉTÉOSAT D2 (infrarouge thermique) acquise en classe, en temps réel (origine : E.S.A.).

Quelques adresses :

- Lycée du Parc Impérial, avenue Suzanne Lenglen, 06000 Nice :
Le club de télé-détection de cet établissement assemble sous la conduite de G. ESCLEYNE, professeur de Sc. Physiques, des stations de réception MÉTÉOSAT et leurs accessoires.
- G.D.T.A., 18 avenue Edouard Belin, 31055 Toulouse
(Tél. : 45.56.71.82) : Logiciel TITUS (8 000 F. TTC) et images numériques SPOT, LANDSAT, NOAA... (catalogue sur demande).
- INFORMEDIC, 88 avenue du Général de Gaulle,
92200 Neuilly-sur-Seine (Tél. : (1) 47.47.73.03) : stations de réception, cartes d'acquisition et logiciels WEATHERTRAC et MÉTÉOTRAC.
- SYNTHEST INSTRUMENTS, 74330 La Balme de Sillingy
Tél. : (50.68.70.32) : Stations de réception, carte d'acquisition et logiciel MÉTÉOPLUS.

BIBLIOGRAPHIE

J. CASSANET - 1990 - *Satellites et capteurs*. Collection «Télé-détection Satellitaire», Éditions Paradigme, Caen, 128 p.

Ch. DARTEVELLE - 1988 - *Antennes et réception TV*. Éditions Radio, Paris, 220 p.

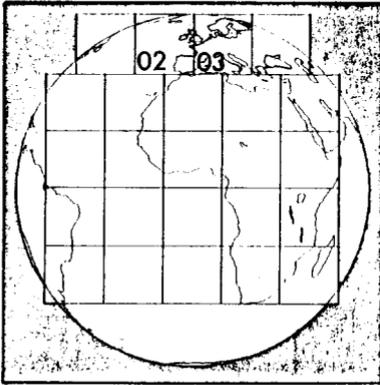
G. JOLY - 1984 - *Les données-images*. Collection «Télé-détection Satellitaire», Éditions Paradigme, Caen, 128 p.

J. PERIO - 1985 - *Météorologie spatiale*. Direction de la Météorologie Nationale, Paris, 72 p.

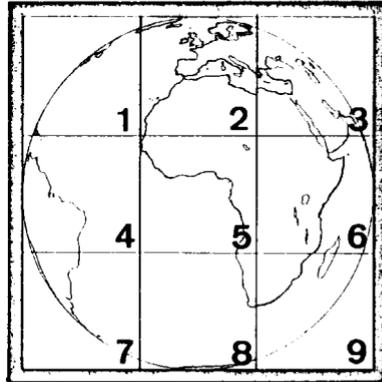
LA LETTRE DU CNES - 1988 - numéros 117, 118, 119. Département des publications du CNES, Toulouse.

VHF MÉTÉOSAT - 1983 - *Système de réception et de visualisation des images de MÉTÉOSAT/GOES/NOAA/MÉTÉOR*, Éditions S.M.R., Auxerre, 208 p.

'C' Format



'CnD, D, E' Formats



Annexe 1 : Formats de diffusion (doc ESA).

CANAL 1
(1691 MHz)

Horaires de dissémination

MÉTÉOSAT

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	GMT	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
E3					E8	E3	C1D	C1D	C7D		C1D	02	E3	C1D	C1D	C7D		C1D	E3		E8			
					E9			C2D	CFH		C2D	06			C2D	CFH		C2D			E9	CFH		
D2	D2	D2	D2	D2	D2	10	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2						
D1	D1	D1	D1	D1	D1	002	C02	C02	C02	C02	C02	14	C02	C02	C02	C02	C02	C02	C02	D1	D1	D1	D1	D1
D3	D3	D3	D3	D3	D3	C03	C03	C03	C03	C03	C03	18	C03	C03	C03	C03	C03	C03	C03	D3	D3	D3	D3	D3
D4						D1	D7	C3D	D1	D7	C3D	22	D1	D7	C3D	D1	D7	C3D	D4	E1				
D5						D3	D8	C4D	D3	D8		26	D3	D8	C4D	D3	D8		D5	E2				
D6						D4	D9		D4	D9		30	D4	D9		D4	D9		D6	E3				
D7						D5	D3		D5	D3		34	D5	D3		D5	D3		D7	E4				
D8						Adm	D6	Test	D6		Adm	38	D6		Test	D6		Adm	D8	E5	Test	D8		Adm
D2	D2	D2	D2	D2	D2	42	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2						
D9	D1	D1	D1	D1	D1	C02	C02	C02	C02	C02	C02	46	C02	C02	C02	C02	C02	C02	D1	D9	D1	D1	D1	D1
D1	D3	D3	D3	D3	D3	C03	C03	C03	C03	C03	C03	50	C03	C03	C03	C03	C03	C03	D3	D1	D3	D3	D3	D3
D3						E1	C3D		C5D	C8D		54	C3D		C5D	C8D		E1	D3	E6				E1
						E2	C2D	D3	E2	C9D	D3	58	C2D	D3	C6D	C9D	D3	E2		E7				E2

M.E.N./D.L.C. 15/DYFN 05
juin 1989

C.M.S. Lannion

Annexe 2 : Grille horaire partielle de dissémination des images MÉTÉOSAT sur le canal 1 (1691 MHz).