

LES TEMPÉRATURES DES 3 ET 4 JUILLET 1978,
AU PORTUGAL ET DANS L'OUEST DE L'ESPAGNE,
D'APRÈS LES SATELLITES MÉTÉOSAT
ET HCMM

SUZANNE DAVEAU

Le présent article est un apport préliminaire à une géographie de l'organisation et de la diversité spatiales du climat de la Péninsule Ibérique. Il fait le point, à partir d'un double échantillon représentatif, de quelques expériences sur la contribution que les thermographies enregistrées par satellites peuvent apporter à la connaissance de la répartition des températures. Il s'agit de deux images recueillies, l'une, à 12.30 TU du 3 juillet 1978, par le satellite Météosat, l'autre, le lendemain 4 juillet à 14.00 TU, par le satellite HCMM.

1. LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES IMAGES

Dérivée de l'enregistrement sur bande magnétique des valeurs recueillies par le satellite Météosat 1 dans son canal infrarouge thermique (IRT, 10-12,5 μm), l'image du 3 juillet 1978 (pl. 1) est la reproduction de celle qui fut construite sur l'écran Péricolor du centre informatique du Bureau de Télédétection de l'ORSTOM, lors du Stage d'Initiation d'octobre 1979. Ses caractéristiques sont décrites dans la légende placée en regard de la planche 1.

Le choix d'une valeur radiométrique permettant de séparer le continent de la mer dans la région de Lisbonne a contraint à négliger la représentation de la partie septentrionale de la Péninsule Ibérique dont la faible température (fig. 4 et 8) se trouve confondue avec celle des nuages et de l'océan dans la

tonalité blanchâtre qui rassemble toutes les valeurs radiométriques inférieures. À partir du niveau 92, les valeurs sont regroupées uniformément par classes de 3, soit, très approximativement, de 1,5° C. L'écran ne comporte en effet qu'une échelle de couleurs à 16 niveaux. Il a donc été nécessaire de sacrifier assez gravement la finesse de l'information thermique disponible, pour couvrir de façon uniforme les variations régionales de l'ensemble de l'espace continental considéré.

D'autre part, le radiomètre du Météosat 1 souffrait de défauts techniques qui faisaient varier sensiblement la correspondance entre ses niveaux d'enregistrement et la température de radiance vraie des espaces enregistrés. Il n'est donc pas possible d'indiquer les valeurs absolues de celle-ci, mais seulement ses variations relatives. On rappellera en outre que la température de radiance de la superficie terrestre ou du sommet des nuages n'est pas directement comparable à celle de l'air sous abri qu'enregistrent les stations météorologiques. Il s'agit d'ailleurs de la température moyenne d'une tache élémentaire ou *pixel* dont la taille est de 5 × 5 km au nadir du satellite et sensiblement davantage en ce qui concerne la Péninsule Ibérique.

En effet, l'image Météosat présente une distorsion due à la projection azimutale qui est la sienne; l'échelle décroît progressivement et de plus en plus vite à partir du centre de l'image, situé par 0° de latitude et 0° de longitude. Il en résulte que la Péninsule se trouve comme écrasée du Nord au Sud. Des mesures effectués sur la planche I donnent, d'Est en Ouest, une échelle moyenne d'environ 1:4 100 000 entre Madrid et le Cap Mondego et, du Nord au Sud, une échelle moyenne d'environ 1:5 700 000 entre Madrid et le littoral à l'Est de Malaga; il ne s'agit évidemment que d'une moyenne, puisque l'échelle décroît en réalité progressivement tant vers le Nord que vers l'Ouest.

On peut calculer ⁽¹⁾ les dimensions approximatives du pixel en fonction de sa latitude et de sa longitude. On vérifie ainsi que la déformation vers l'Ouest demeure modérée dans la région étudiée; le côté est-ouest du pixel de l'image thermique,

(1) Je remercie Monsieur G. FERRAND, de l'Agence Spatiale Européenne à Toulouse, d'avoir bien voulu me fournir la formule permettant de calculer la variation de la taille des pixels de Météosat, ainsi que Madame M. A. CHAVES BEIRÃO et Monsieur AGRIA TORRES, de l'Instituto Geográfico e Cadastral à Lisbonne, de l'aide apportée pour les calculs.

qui mesure 5 km au long du méridien de Greenwich, reste inférieur à 5,4 km sur la façade occidentale de la Péninsule Ibérique. Mais la déformation en latitude est beaucoup plus sensible; le côté nord-sud du pixel mesure environ 7 km au Sud de la Péninsule et plus de 8 km au Nord. Il en résulte que la surface de la tache élémentaire (de 25 km² au nadir du satellite) est d'environ 37 km² dans la région d'Almeria, au coin sud-est de l'image étudiée (pl. I), et de plus de 43 km² à l'extrémité nord-ouest de la Galice.

D'autre part, les manipulations successives, photographie kodachrome de l'image de l'écran, puis reproduction par procédé off-set, lui ont fait perdre une partie de sa lisibilité. Il s'agit là d'une dégradation imputable à la capacité technique encore limitée du Bureau de Télédétection de l'ORSTOM en octobre 1979; en effet, un an plus tard (FERREIRA, 1981), il devenait possible de transférer directement et sans dégradation l'image de l'écran sur imprimante. En particulier, les tonalités les plus sombres se distinguent mal les unes des autres. C'est pourquoi il a paru indispensable de doubler la planche en couleurs d'une interprétation dessinée du même document où les classes retenues, bien que moins nombreuses (chacune rassemble 9 valeurs radiométriques, soit approximativement 4,5° C), ont l'avantage d'être visuellement d'une ampleur réellement égale (fig. 9).

L'image thermique du 4 juillet 1978, captée par le satellite HCMM, n'est, sous les diverses formes où elle apparaît (pl. IV, V, VI et VII), que le résultat de manipulations photographiques (tirages et agrandissements), réalisées à partir du négatif standard de la collection du Laboratoire de Géomorphologie de l'École Pratique des Hautes Études (Dinard, France), aimablement prêté par FERNAND VERGER.

Selon CASSANET (1980), l'image visible (VIS) du satellite HCMM est captée entre 0,5 et 1,1 μm, l'image thermique (IRT) entre 10,5 et 12,5 μm, soit presque exactement dans les mêmes canaux radiométriques que les images VIS et IRT de Météosat. L'image standard, radiométriquement et géométriquement corrigée et contrastée, est fournie à l'échelle de 1: 4 000 000. Sa projection Mercator oblique lui assure une distorsion bien moindre que celle de l'image Météosat de la Péninsule Ibérique, ce qui, joint à sa résolution très supérieure, rend le repérage spatial plus aisé.

Sa résolution est de 500 m dans le canal VIS et d'environ 600 m dans le canal IRT, c'est à dire que chacun de ses pixels, parfaitement discernable à la loupe sur le négatif standard, est environ 100 fois moins étendu que celui du centre de la thermographie hémisphérique de Météosat. Des tentatives d'agrandissement photographique ont montré que le passage à l'échelle double, de 1:2 000 000 (pl. VI et VII), est très utile et facilite beaucoup la lecture et le repérage; par contre un nouvel agrandissement jusqu'à l'échelle de 1:1 000 000 trouble déjà sensiblement l'image par l'effet de brouillage des lignes d'enregistrement, sans permettre pratiquement de discerner aucune information nouvelle.

Si la calibration radiothermique du satellite fonctionnait parfaitement, il serait en principe possible d'attribuer une valeur absolue aux 16 nuances de gris répertoriées sous chaque image (pl. IV). « Cette échelle est linéaire et correspond aux signaux enregistrés et codés de 0 à 255 selon leur niveau, du plus faible au plus intense » (ordre inverse de celui de Météosat), soit 16 niveaux radiométriques par nuance de gris. La précision de la mesure en IRT, « comprise entre 0,3 et 0,4° C », « est évaluée à 0,4° C pour une température de 280° K [7° C]. L'échelle des températures mesurables s'étend de 260° K à 340° K [-13° C à 67° C] » (CASSANET, 1980). Cependant la réalisation d'une étude sur la température des eaux du Golfe de Gascogne porte l'auteur à nuancer cet optimisme et à indiquer que l'affaiblissement du signal par l'eau, l'ozone, le gaz carbonique et les aérosols de l'atmosphère est difficile à évaluer; il note « un décalage important » des valeurs absolues, qui exigerait la calibration de chaque image, appuyée sur des mesures au sol; mais il reconnaît que les mesures relatives semblent demeurer satisfaisantes.

Des expériences, menées parallèlement par d'autres auteurs sur des exemples belges, suisses et allemands (GOMBEER, 1980, GOSSMANN, 1980, REINIGER, 1980) paraissent confirmer ces conclusions. Nous nous contenterons donc, comme pour l'image Météosat, de lire de façon relative l'image photographique HCMM, en admettant que chaque nuance de gris y correspond approximativement à 5° C, valeur comprise entre 5,6° C (16 fois 0,4° C) et 4,8° C (16 fois 0,3° C).

II. L'ÉVOLUTION DU TEMPS AU DÉBUT DU MOIS DE JUILLET 1978

Les thermographies ici présentées correspondent au début d'un été succédant à un printemps plutôt frais et moyennement arrosé, comme le montre l'exemple de Santarém (fig. 1), seule station portugaise pour laquelle soient actuellement publiées à

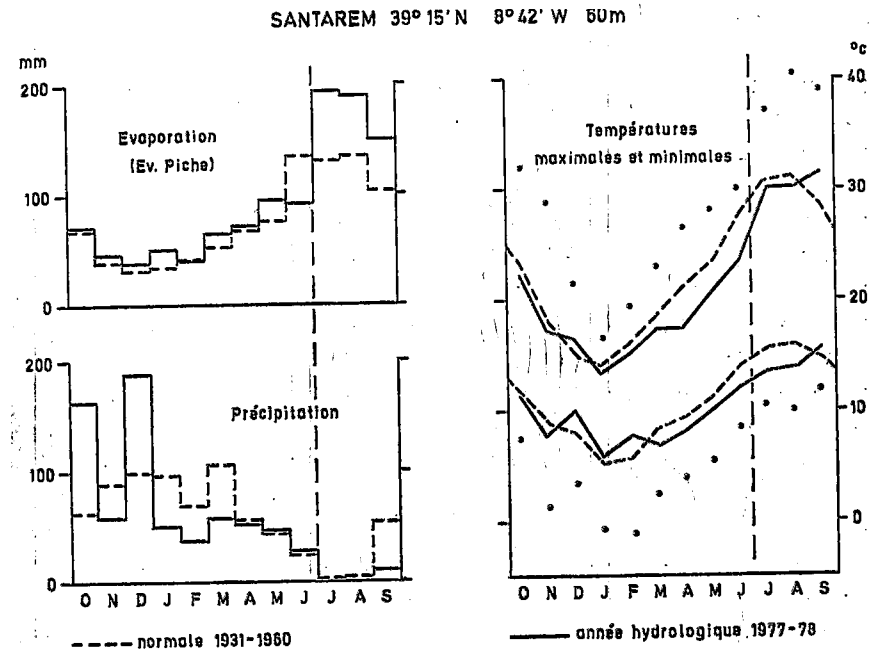


Fig. 1 — Les températures maximales et minimales moyennes et absolues, l'évaporation et la précipitation mensuelles de l'année hydrologique 1977-78 à Santarém, comparées aux valeurs normales (1931-1960), d'après *Anuário dos Serviços Hidráulicos e O Clima de Portugal*, 13. Le tireté vertical situe le passage des satellites.

la fois les données mensuelles de 1977-78 et celles de la période normale 1931-1960 (*Anuário dos Serviços Hidráulicos. Udometeorologia, 1977-1978* et *O Clima de Portugal*, 13). En particulier, l'ensemble du mois de juin fut marqué par la persistance sur l'Atlantique, entre 30° et 50° W, d'une dorsale anticyclonique, flanquée à l'Est d'une vallée dépressionnaire froide couvrant la Péninsule Ibérique, vers l'extrémité de laquelle se développaient des dépressions (d'après *Resumen Mensal*).

C'est ce même type de temps qui se maintenait encore pendant les premiers jours de juillet (pl. II et fig. 2) : une circulation d'Ouest générale mais peu active au Nord de 50° N, avec progression en altitude d'une vallée froide jusque sur la

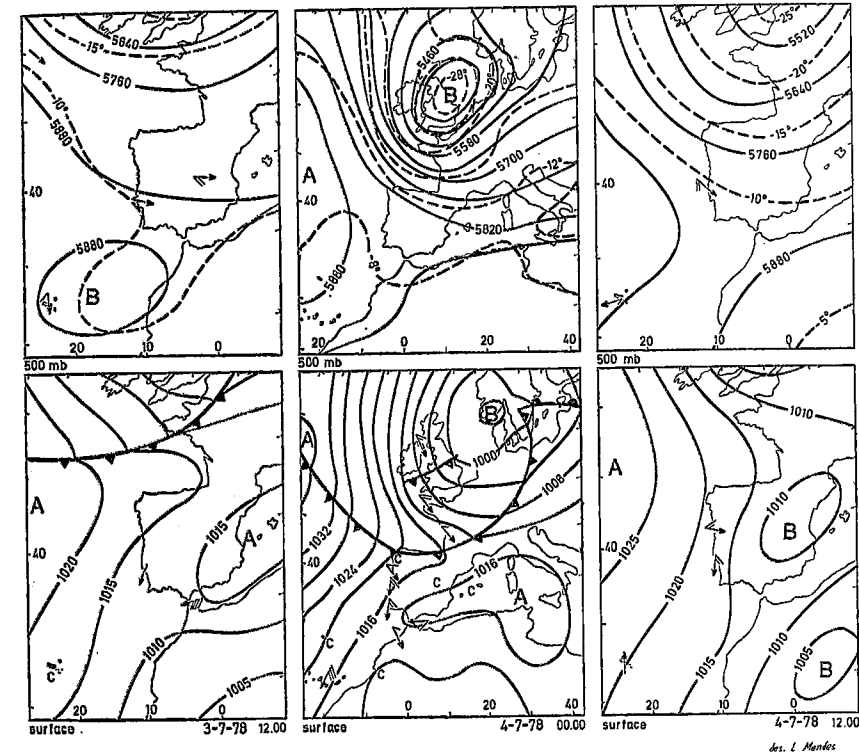


Fig. 2 — La situation synoptique des 3 et 4 juillet 1978 (cartes de superficie et du niveau de 500 mb), d'après les Bulletins quotidiens espagnol et portugais. Les cartes des Bulletins ont été complétées par les autres indications qu'ils fournissent. Force et direction du vent: voir la légende de la figure 7.

Péninsule. Dans les tout premiers jours du mois, le gradient demeurait faible à la latitude de celle-ci, permettant une convection modérée et généralisée (fig. 3, nébulosité du 2 juillet à 18.00 TU). A 6.00 TU du 3 juillet, le vent était nul ou très faible dans tout le Nord du Portugal (fig. 5). Mais la pénétration vers le Sud d'une ondulation froide (fig. 2) fera que la nébulosité associée à l'extrémité du front froid d'une ample dépression,

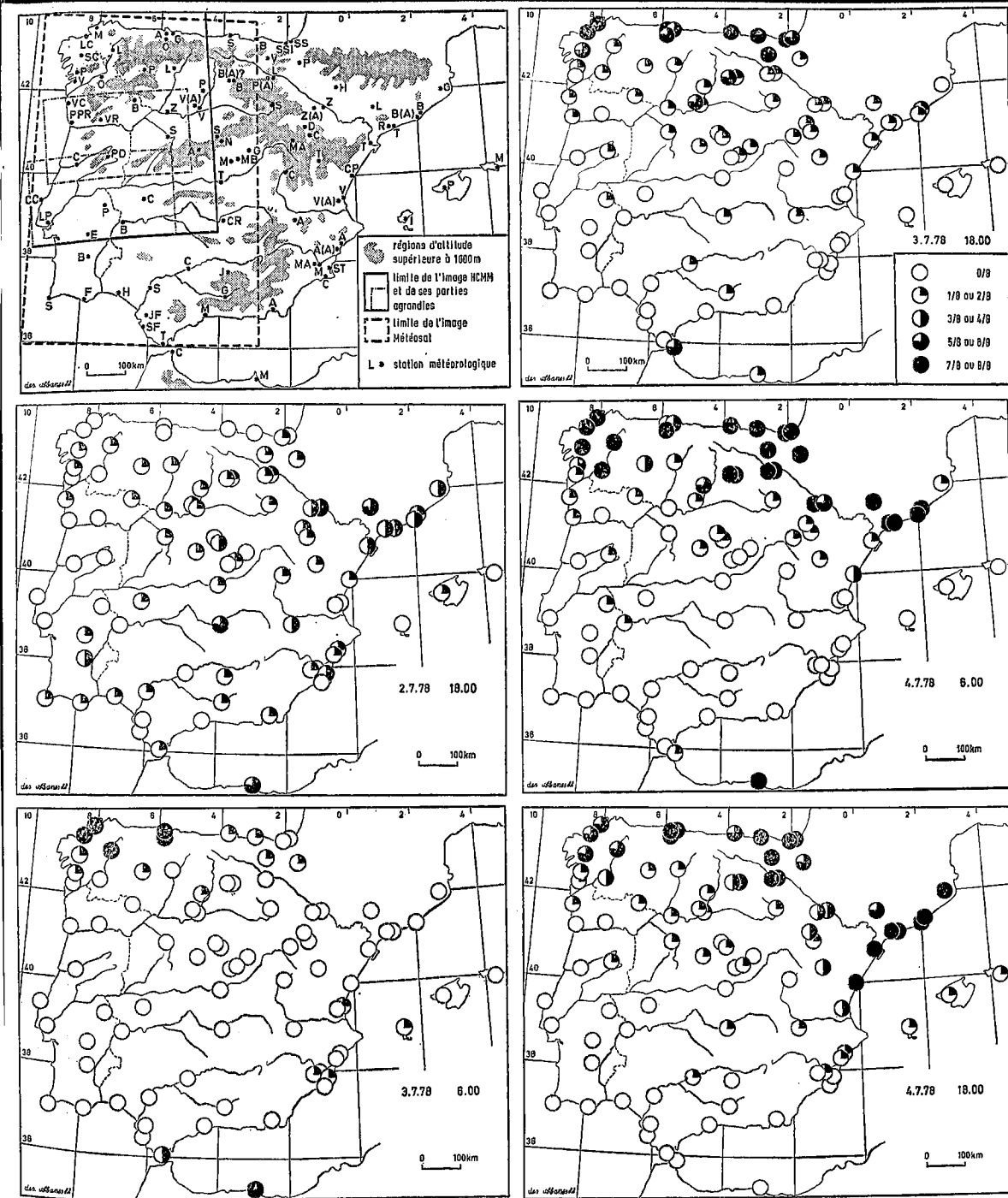


Fig. 3 — La nébulosité sur la Péninsule Ibérique, du 2 juillet 1978 à 18.00 TU au 4 juillet à 18.00 TU, d'après les Bulletins quotidiens espagnol et portugais, le *Resumen Mensal* et *O Clima de Portugal*, 13. La carte de localisation situe les stations utilisées et l'extension des images Météosat et HCHM reproduites par les planches I et III à VII.

largement occluse, presque stationnaire et centrée au Nord des Îles Britanniques, atteint au cours de la journée du 3 les régions cantabriques (pl. II et fig. 3). La situation n'évoluera que faiblement au cours des deux journées suivantes (pl. II), avec toutefois apparition d'une situation orageuse sur la Catalogne (fig. 2 et 3, nébulosité du 4 juillet à 18.00 TU), substituant l'aire anticyclonique de la Méditerranée occidentale qui provoquait jusque-là un fort vent d'Est (le Levante atteint 81 km/h le 2 juillet à Tarifa) et quelque nébulosité dans la région du détroit de Gibraltar (fig. 3), ainsi qu'une fraîcheur accentuée sur toute la côte sud-est de la Péninsule Ibérique (fig. 4).

Cette situation synoptique provoquait sur la Péninsule Ibérique une différenciation thermique nord-sud sensiblement supérieure à la normale, ainsi que l'avait déjà observé et expliqué MOUNIER (1977 et 1979). Les cartes de la figure 4, établies à partir des données des Bulletins quotidiens espagnols et portugais, permettent d'avoir une vue d'ensemble de la répartition des températures maximales et minimales au cours des journées étudiées et de les comparer aux normales. Elles ont été établies en procédant, à partir d'une carte du relief, à une interpolation d'ampleur adaptée à la « maille » des stations existantes; elles permettront donc de comparer l'information fournie par les satellites à celle qu'il est raisonnable d'attendre des procédés traditionnels d'enregistrement et de diffusion des Services Météorologiques.

Les cartes synoptiques de surface des Bulletins quotidiens, même complétées par les autres renseignements fournis par ceux-ci (fig. 2), ne permettent qu'une appréciation grossière de la direction des vents au sol et dans les basses couches de l'atmosphère. Les données stationnelles publiées par le Bulletin portugais permettent une analyse beaucoup plus riche, résumée sur la figure 5; il n'est malheureusement pas possible d'en établir l'équivalent pour le territoire espagnol, puisque le Bulletin diffusé par Madrid n'indique que la température et l'enneigement des stations (fig. 3 et 4).

Il ressort des documents disponibles que la circulation était dans l'ensemble lente et modérée sur la masse péninsulaire les 3 et 4 juillet, avec, au sol, sur le centre de la Péninsule, un très lent flux de Nord-Est, surmonté par une circulation générale de Nord-Ouest (sondages de Lisbonne, fig. 7). Les parties

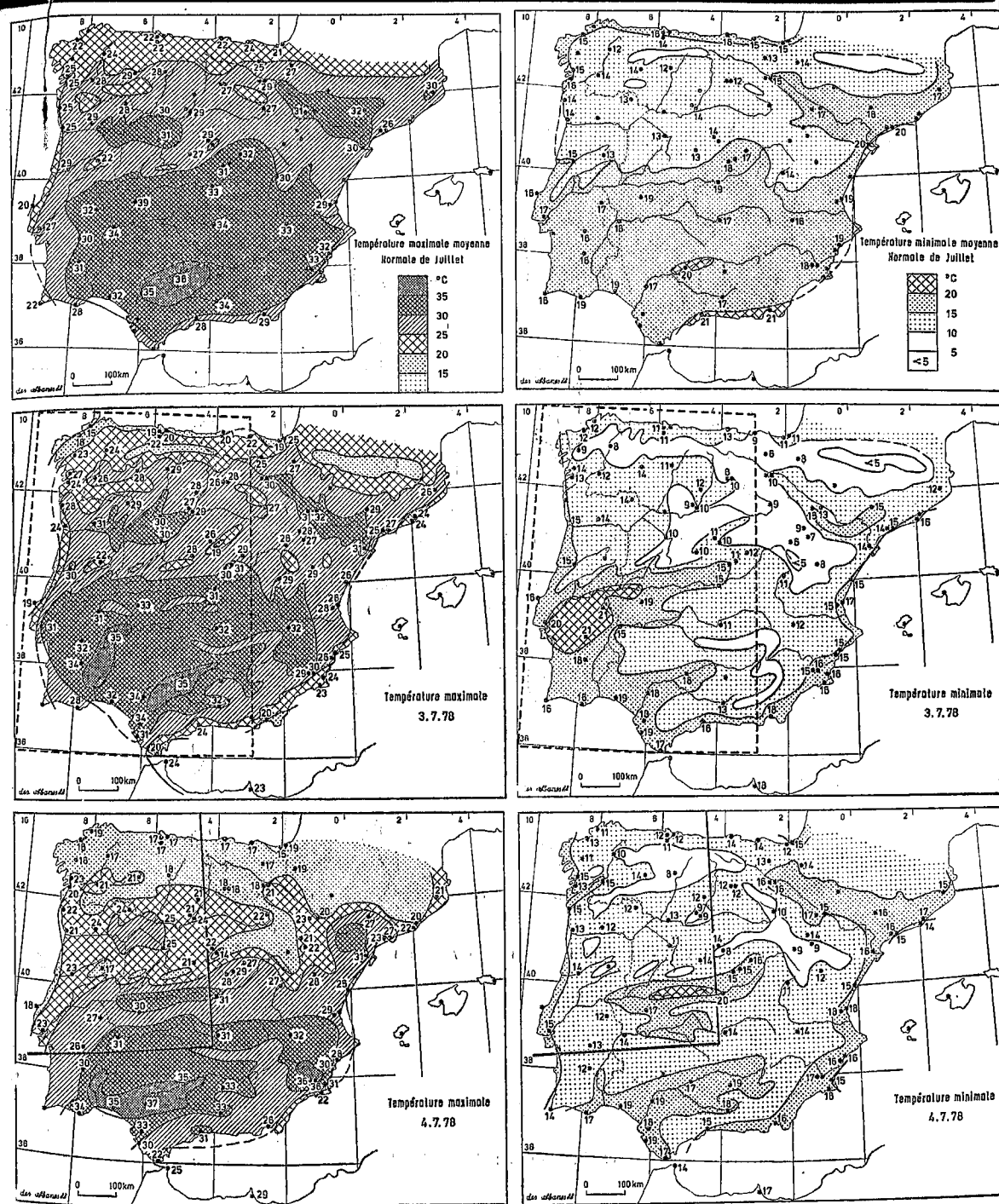
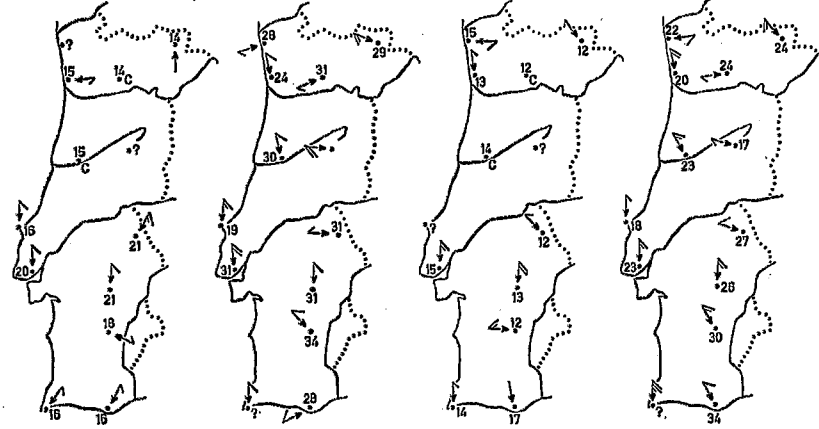


Fig. 4 — Les températures minimales et maximales sur la Péninsule Ibérique les 3 et 4 juillet 1978, comparées aux valeurs normales (1931-1960), d'après les Bulletins quotidiens espagnol et portugais, le *Resumen Mensal* et *O Clima de Portugal*, 13.

3-7-78

4-7-78

6.00 18.00 6.00 18.00
Température minimale (ou maximale), direction et force du vent

Type de temps, humidité relative et visibilité en kilomètres

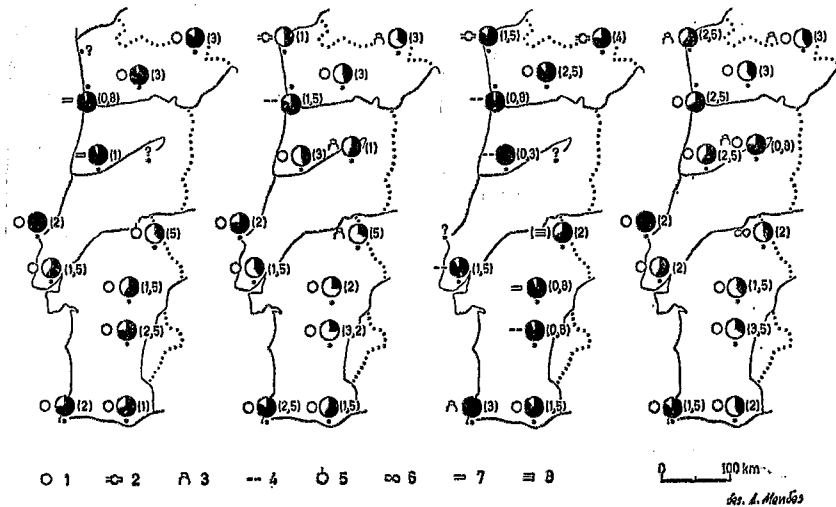


Fig. 5 — Les caractéristiques du temps au Portugal, des 3 et 4 juillet 1978, d'après le *Boletim Meteorológico*. Données enregistrées à 6.00 et 14.00 TU, sauf pour les températures qui sont les valeurs minimales et maximales. En ce qui concerne la force et direction des vents et l'humidité relative, voir la légende de la figure 7. Autres conventions: 1: ciel clair, 2: stratocumulus, 3: cumulus, 4: stratus, 5: nuages en formation, 6: brume sèche, 7: brume, 8: brouillard.

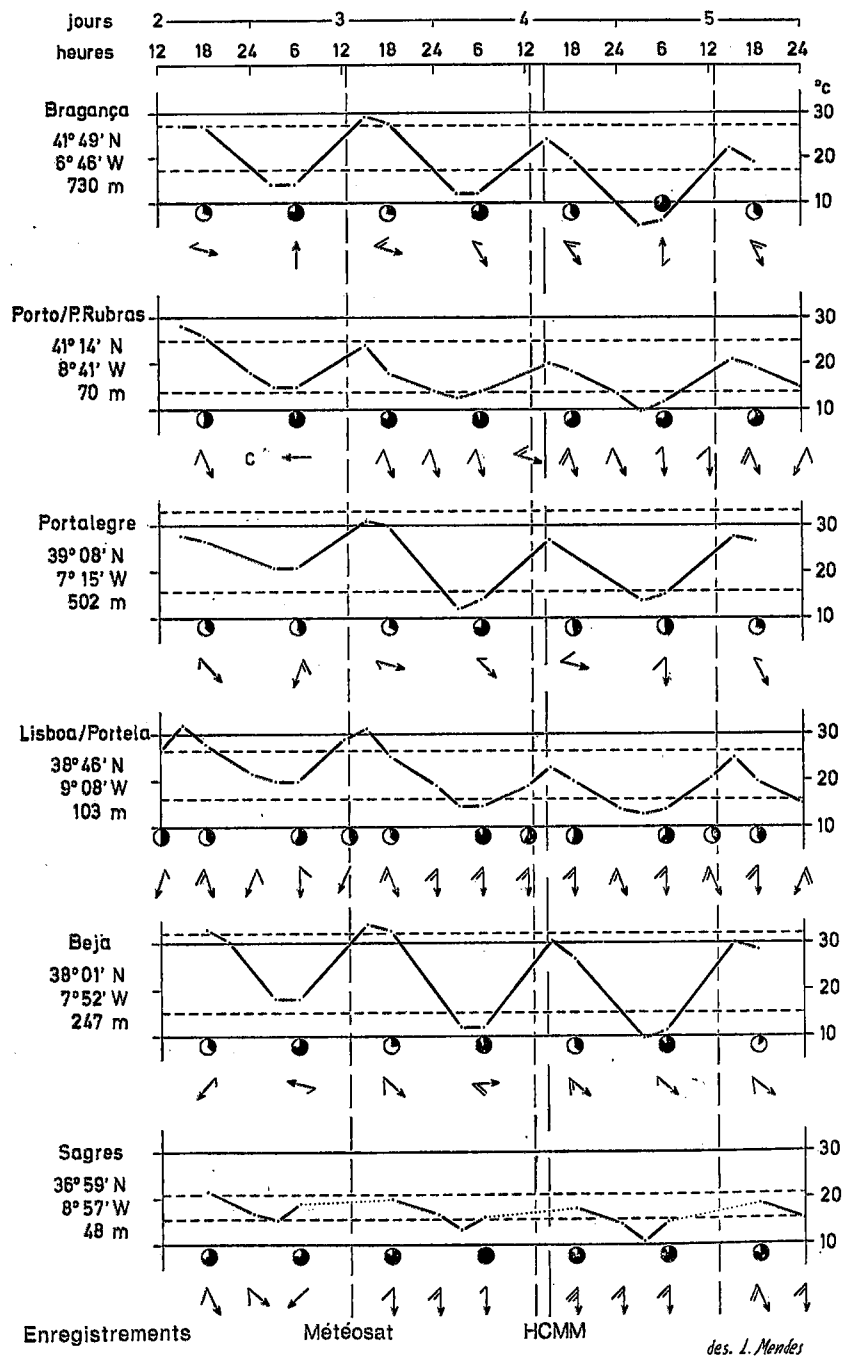
périphériques de la Péninsule connaissaient par contre une circulation plus complexe et active, ce qui explique leur nette individualisation thermique au cours de ces journées.

On déjà vu rapidement ce qui s'est passé sur le littoral méditerranéen, d'ailleurs non représenté sur les images disponibles. En ce qui concerne le littoral septentrional les enregistrements au sol manquent. On a tenté l'établissement d'une coupe schématique de la basse atmosphère à La Coruña (fig. 7) d'après les données des Bulletins quotidiens. Sa grande stabilité paraît résulter de la fraîcheur de la mer que la masse d'air vient de parcourir (fig. 8). Sur la façade occidentale, la situation est mieux documentée par les données du Bulletin portugais (fig. 5, 6 et 7). La circulation, originaire du NNW, fait affluer de l'air frais et sec d'origine anticyclonique, sauf à l'extrême base où il est quelque peu humidifié mais non réchauffé par le contact avec la mer (fig. 8). On observe le contraste entre la région située au Nord de la Cordilheira Central où pénètrent directement des masses d'air relativement humides et suffisamment instables pour permettre l'apparition de cumulus sur les régions montagneuses (fig. 5) et le Sud où le ciel est généralement clair avec cependant, le 4, des brumes ou bas stratus matinaux liés au refroidissement nocturne d'une pellicule d'air relativement humide (sondage du 4 juillet, fig. 7) et, l'après-midi, l'apparition de brume sèche à la station de Portalegre (fig. 5), indice d'une active convection thermique dans les basses couches des régions intérieures (cf. coupe schématique de l'atmosphère à Madrid, fig. 7).

II — LECTURE DE L'IMAGE MÉTÉOSAT DU 3 JUILLET 1978: ENSEIGNEMENTS ET PROBLÈMES

Lorsqu'on observe l'image en couleurs (pl. I) ou son interprétation dessinée et simplifiée (fig. 9), la première impression est double: une grande richesse d'informations mais suffisamment ordonnées pour qu'apparaisse immédiatement un groupement régional significatif des températures. On reconnaît dès l'abord la discontinuité fondamentale introduite par la Cordilheira Central, ainsi que les oppositions entre dépressions chaudes et alignements montagneux plus frais.

juillet 1978



des. I. Mendes

Fig. 6 — Évolution du temps, du 2 au 5 juillet 1978, en 6 stations portugaises, d'après le *Boletim Meteorológico*. Les tiretés horizontaux indiquent les valeurs normales des températures maximales et minimales moyennes de juillet (1931-1960), les petits cercles l'humidité relative, les flèches la force et direction du vent (voir la légende de la figure 7).

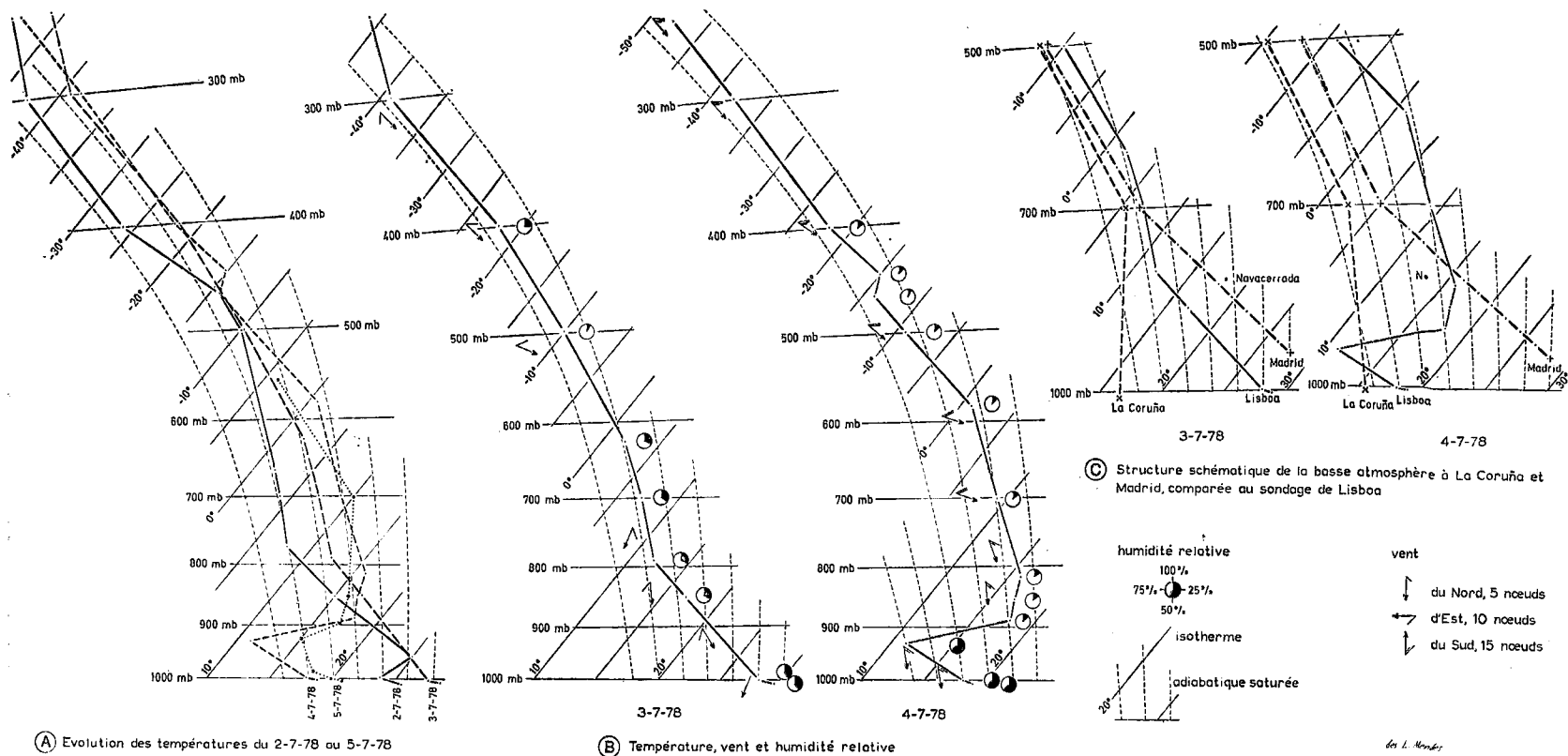


Fig. 7 — Sondages aérologiques, à Lisbonne et structure schématique de la basse atmosphère à La Coruña et Madrid, d'après les Bulletins quotidiens espagnol et portugais.

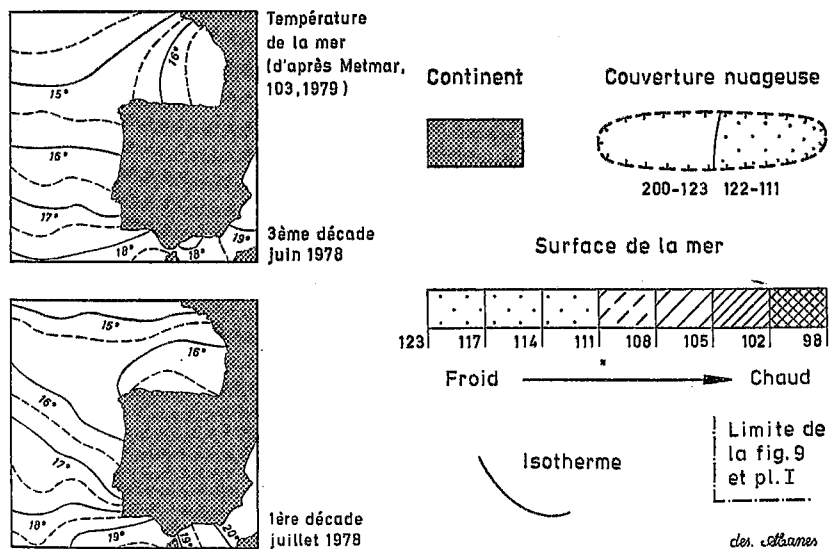
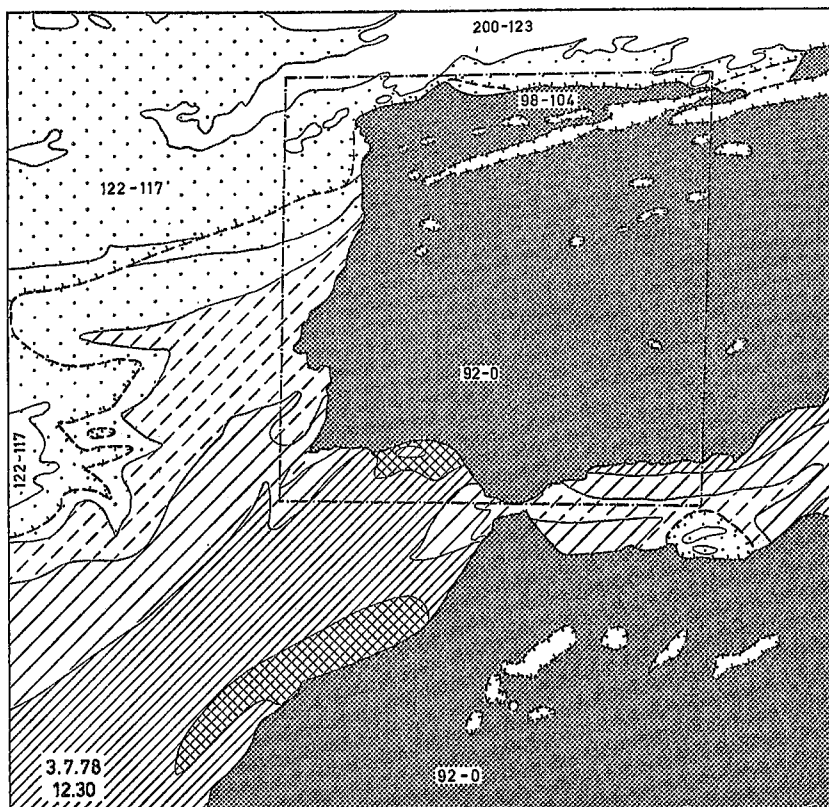


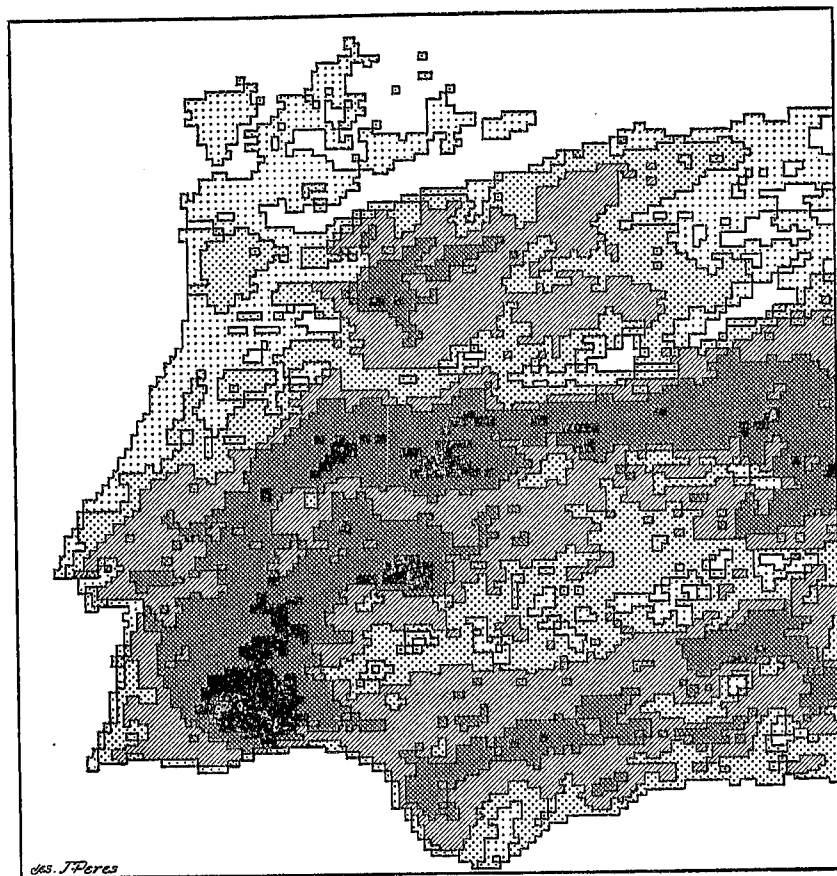
Fig. 8 — Température superficielle de la mer le 3 juillet 1978 à 12.30 TU, d'après l'enregistrement IRT de Météosat, comparée aux cartes relatives à fin juin et début juillet publiées par Metmar. Dessin réalisé d'après la photographie de l'image construite sur l'écran Pericolor de l'ORSTOM.

Quand on cherche à pousser davantage l'analyse, on se heurte pourtant à la grande difficulté d'une localisation exacte. La forte distorsion due au type de projection, jointe à une résolution médiocre qui gomme certains détails significatifs comme, par exemple, le cap Carvoeiro réduit à un angle peu prononcé, ou comme les fleuves, trop étroits pour apparaître, rendent assez malaisées la lecture de l'image et sa comparaison aux cartes de référence. Il est donc indispensable d'établir, laborieusement, un document de localisation empirique, analogue à celui de la figure 9, pour approfondir l'analyse visuelle. Il serait hautement souhaitable qu'un canevas de ce genre, plus précis et plus dense, soit à l'avenir établi par les organismes qui archivent, gèrent et diffusent les enregistrements. L'interprétation d'images par essence répétitives (le satellite peut les capter de demi-heure en demi-heure) s'en trouverait fortement facilitée et améliorée (2).

Entre les cartes de référence indispensables, la première sera toujours une bonne carte hypsométrique. L'idéal serait qu'elle présentât clairement une succession de classes d'altitude d'ampleur égale et assez faible, ce qui n'est pratiquement jamais le cas des cartes courantes; il serait donc utile d'en établir systématiquement de cette sorte, aux échelles les plus adaptées à l'interprétation des principales images de satellites. Faute de mieux, on peut cependant se servir d'une bonne carte d'atlas ou utiliser complémentirement deux cartes, l'une d'échelle aussi proche que possible de celle de l'image étudiée, l'autre très sensiblement plus détaillée, car la résolution d'une carte, si finement dessinée soit-elle, est toujours très inférieure à celle d'une image de taille analogue.

Étant donné la dimension du pixel de l'image Météosat, qui fournit, on l'a vu, la radiance moyenne d'une étendue d'environ 40 km² dans la région étudiée, ce n'est que d'une façon secondaire que les diverses cartes thématiques montrant la répartition des roches, des sols, du couvert végétal, de la pluviosité moyenne ou de celle qui a été reçue au cours de la période précédant immédiatement la prise de vue, pourront aider

(2) Lorsqu'on dispose des données numériques sur bande magnétique, il est possible d'établir un programme d'ordinateur assurant leur implantation sur carte topographique ou thématique (GOSSMANN, HABERÄCKER, 1980; un exemple concernant la Ruhr est fourni par GOSSMANN, LEHNER et STOCK (1981) aux échelles de 1:250 000 et de 1:100 000.



Echelle d'enregistrement



Fig. 9, A — Température apparente de l'Ouest et du Centre de la Péninsule Ibérique le 3 juillet 1978 à 12.30 TU, d'après la thermographie de Météosat (pl. I).

à l'interpréter. En effet, une proportion élevée des pixels présenteront un mélange complexe d'aires homogènes juxtaposées et leur signification demeurera, par conséquent, équivoque.

La maille assez grossière de l'image pose donc dès l'abord un problème fondamental: quelle est la dimension des plus petits «accidents» discernables, susceptibles de constituer un sujet d'étude? On tentera de répondre à cette question par l'analyse

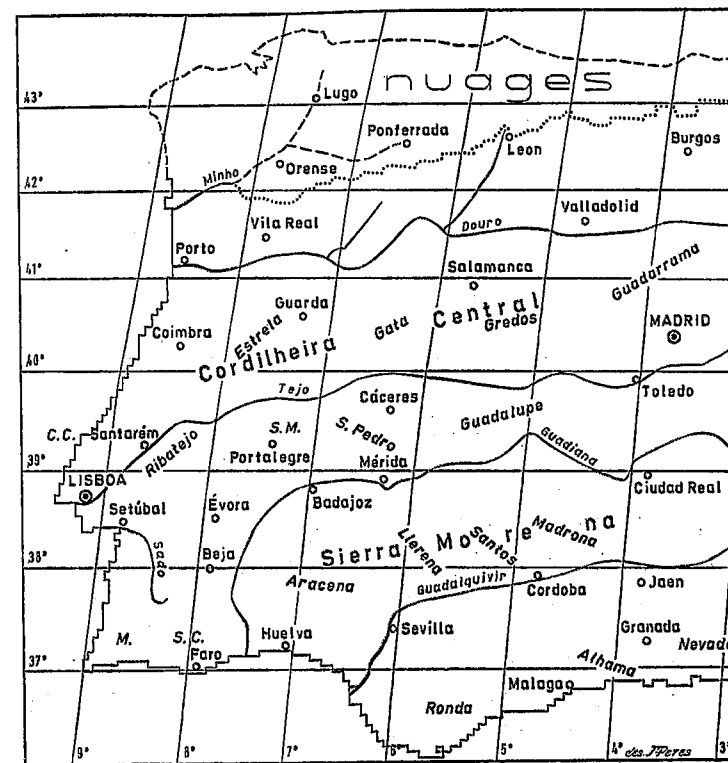


Fig. 9, B — Carte de localisation. C. C.: Cabo Carvoeiro, S. M.: Serra de Monchique, S. C.: Serra do Caldeirão, S. M.: Serra de São Mamede.

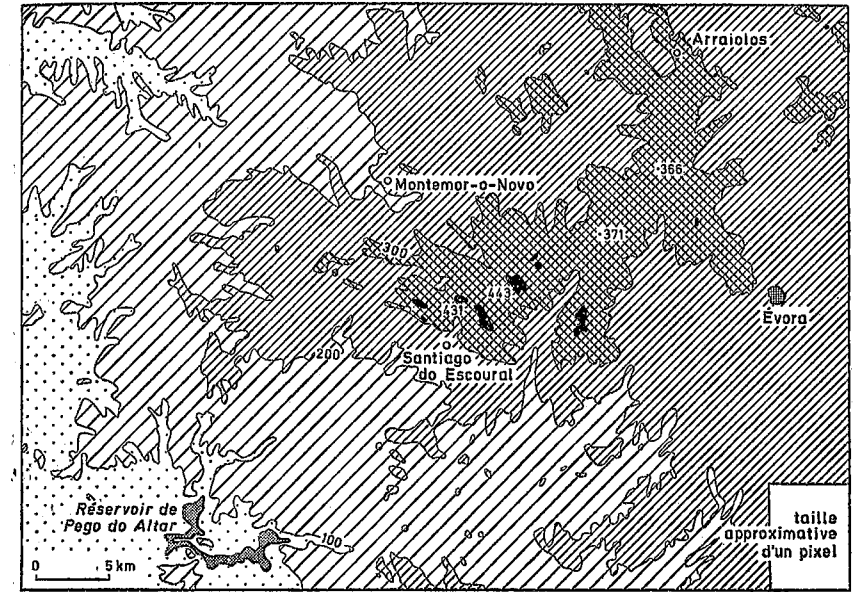
d'une des parties les plus claires de l'image (pl. I) du point de vue de sa différenciation colorée et où, en même temps, les accidents du relief sont de taille médiocre et nettement séparés les uns des autres: il s'agit du Alto Alentejo, à l'Est des embouchures du Tage et du Sado. On distingue, du Sud-Ouest au Nord-Est (sur une distance d'environ 4 cm), une tache jaune allongée d'Ouest en Est, avec un point vert central, deux petites taches jaunes superposées, puis un ensemble beaucoup plus important, à allure de massue à tête bleu turquoise et à manche jaune orienté vers le Sud-Ouest, flanqué au Sud d'un point jaune isolé; ce sont successivement la Serra de Monfurado, la Serra d'Ossa avec le plateau d'Estremoz et la Serra de São Mamede avec son piémont occidental, le problème de ce dernier ensemble étant étudié plus loin.

La carte au 1:250 000, avec courbes de niveau équidistantes de 100 mètres, est le document de plus petite échelle qui puisse être utilisé pour comparer au modelé du relief sa traduction thermographique; à titre d'exemple, on a reproduit le fragment correspondant à la Serra de Monfurado (fig. 10). On voit que la tache verte doit correspondre aux hauteurs situées immédiatement au NNE de Santiago do Escoural, les deux pixels jaunes de l'Est à un mélange de hauteurs fraîches et d'entailles plus chaudes et les deux pixels jaunes occidentaux au prolongement de l'axe des collines s'inclinant doucement vers l'Ouest. Ce type de relief allongé d'Est en Ouest et dont la largeur correspond approximativement à celle du pixel est celui qui peut être le mieux rendu, en dépit de sa faible étendue et de sa médiocre altitude... quand on a la chance que l'axe d'un alignement de pixels corresponde au sien. On note aussi parfaitement la dissymétrie thermique du massif; celle due au relief (fig. 10) étant nettement accentuée, dans le cas présent, par le fait que le vent souffle du Nord (fig. 5, 6 et 7). Bien qu'il s'agisse d'un vent assez chaud, de vitesse modérée et plutôt sec, le long versant nord se trouve rafraîchi par le mouvement incessant de l'air, tandis que le sol des dépressions abritées du Sud s'échauffe beaucoup plus fortement.

Les alignements NW-SE de collines de la région d'Estremoz se traduisent moins bien sur la thermographie, bien qu'ils soient en réalité plus vigoureux (la Serra de Ossa atteint 650 m d'altitude). Ce fait paraît résulter de la convergence de deux facteurs: l'orientation oblique de ces étroites chaînes de collines par rapport aux lignes d'enregistrement du satellite tend à diluer leur image entre des pixels non alignés; la direction du vent (fig. 5) fait qu'il s'insinue entre les chaînes au lieu de les escalader transversalement comme dans le cas de la Serra de Monfurado.

La maille grossière du pixel rend par contre pratiquement impossible l'étude de la frange littorale proprement dite. On a déjà vu que le tracé de la côte n'est rendu que de façon fort grossière; d'autre part, étant donné le fort contraste thermique qui oppose ce jour-là le continent et la mer, un alignement de pixels «frais» s'individualise au long du littoral, dont il est impossible de dire s'ils traduisent vraiment la fraîcheur des plages et de l'immédiat arrière-côte ou s'ils résultent d'un

mélange entre quelques kilomètres d'eau fraîche et quelques kilomètres de continent surchauffé en brusque contact. La transition littorale est de dimension spatiale trop réduite et de contraste thermique trop accentué pour pouvoir être rendue par l'analyse grossière qu'en fournit cette image.



des. 3/1/78/82

Fig. 10 — Carte hypsométrique de la Serra de Monfurado (équidistance des courbes: 100 m), d'après la *Carta Militar de Portugal* au 1:250 000.

La comparaison de l'image Météosat, captée le 3 juillet 1978 à 12.30 TU, et de la carte des températures maximales du même jour, établie par interpolation à partir des enregistrements des services météorologiques (fig. 4), montre une bonne correspondance d'ensemble mais fait ressortir en même temps toute la richesse nouvelle d'information apportée par la détection depuis le satellite. On remarque en particulier la mise en valeur de régions dédaignées par les stations ponctuelles de mesure qui sont presque toutes installées dans des centres urbains d'une certaine importance, c'est à dire généralement en des sites de littoral abrité ou d'amples vallées fertiles, malgré quelques exceptions (cap avancé dans la mer où s'élève un phare ou site

de montagne, généralement hérité de la première phase d'installation des observatoires).

C'est ainsi que toute l'originalité climatique des hauteurs austères de la Sierra Morena éclate sur le document analysé. La station météorologique la plus proche est celle de Ciudad Real, située à 628 m d'altitude, qui enregistre un maximum de 32° C analogue à celui des autres stations du centre de la Péninsule (fig. 4), alors qu'à faible distance les alignements appalachiens du grand bombement du socle ibérique s'individualisent admirablement par leur fraîcheur, au point qu'il est très facile de les reconnaître et de les nommer, en confrontant leur image thermique à celle qu'en donne la carte hypsométrique au 1:1 000 000 de la Péninsule Ibérique.

Le contraste est vigoureux entre les dépressions intermédiaires, marquées de vert jaunâtre ou de bleu clair et les hauteurs dont les sommets atteignent les tonalités les plus sombres du bleu ou sont même couronnées par les taches blanchâtres qui traduisent les températures les plus basses. Le problème est de savoir si celles-ci correspondent à des sommets dégagés particulièrement frais ou à des nuages. C'est probablement la seconde hypothèse qui est la bonne, car la figure 3 montre que Ciudad Real et Cordoba, qui encadrent la montagne, présentaient une certaine nébulosité le 3 juillet à 18 heures. À 12 heures, on notait déjà des nuages à Ciudad Real, mais pas encore à Cordoba.

Il est dommage que le manque d'indications sur les vents au sol et l'humidité de l'air dans les stations espagnoles ne permette pas une analyse plus fine de la répartition si parlante des températures. La carte de la situation barométrique à 12 heures (fig. 2) permet seulement de penser que l'atmosphère devait être fort calme, la faiblesse de la circulation générale permettant à des brises locales et à la convection verticale de se développer. Si l'on admet que seules les taches blanches correspondent à des nuages, on peut évaluer à 9 ou 10° C la différence de température entre les sommets et les dépressions intermédiaires. La dénivellation ne dépassant pas en général quelque 500 m, c'est un très fort gradient thermique vertical qui se manifestait donc ce jour-là sur la Sierra Morena. Quant au contraste entre la montagne et les dépressions encadrantes, il était encore plus accentué, atteignant près d'une vingtaine

de degrés entre les sommets et la plaine de la Tierra de Barros, au Sud de Merida. De telles oppositions, de grande signification géographique, échappent absolument à l'étude à partir des moyens d'enregistrement traditionnels. L'excellente répétitivité du satellite Météosat devrait permettre d'insérer facilement une telle image dans la succession habituelle des situations synoptiques et de lui attribuer son poids exact dans la définition des climats régionaux et locaux.

Un autre enseignement d'importance majeure qui ressort de l'étude de cette image est la signification thermique de la position relative des lieux par rapport aux grands accidents du relief. Un bon exemple est fourni par la Serra de São Mamede dont on avait déjà remarqué plus haut la nette individualisation thermique. La tache colorée qui lui correspond est absolument dissymétrique, avec une limite nord-est très abrupte, des pixels bleu très clair étant là en contact direct avec d'autres rouge clair moyen, soit une différence de quelque 5° sur une très courte distance; un long pédoncule frais s'avance au contraire vers le Sud-Ouest, à travers une région de plateaux très réguliers, ondulant doucement entre 350 et 400 m. Il est flanqué de chaque côté par des espaces beaucoup plus chauds (au moins 6° de différence) dont un véritable couloir, au Nord-Ouest, ne correspondant à aucun alignement de vallées.

Les enregistrements de la station de Portalegre montrent que le vent qui venait du NNE à 6.00 TU avait viré à l'WNW à 18 heures, sa vitesse passant entre temps de 13 à 5 nœuds (fig. 5 et 6). La station est établie à 597 m d'altitude, vers la base du versant sud-ouest du massif, au droit de sa partie la plus élevée qui culmine à 1027 m. Le franchissement vertical de la montagne, le matin, paraît avoir donné au vent des caractères de foehn. En effet, le Bulletin quotidien signale à 6.00 TU des nuages en formation (probablement sur la montagne), une humidité relative très basse 36 % (contre 57 % à Évora) et une température minimale de 21° contre 15° à Badajoz, fig. 4). À 18 heures, un lent courant contournait par le Nord le massif montagneux, couronné de cumulus en voie de dissipation, Portalegre étant ainsi protégé de l'arrivée directe des masses d'air continentales les plus chaudes; alors que le maximum avait atteint 35° à Badajoz, Portalegre n'enregistra que 31°. L'intérêt de l'image captée par le satellite est de montrer

que cette protection n'était pas seulement locale, mais qu'elle s'étendait en cône sur une trentaine de kilomètres, à l'aval de l'obstacle montagneux.

Qu'un tel effet d'abri contre les excès thermiques de la continentalité s'exerce assez souvent et ait par conséquent une réelle valeur de différenciation climatique régionale, on s'en convaincra en comparant la fréquence des températures maximales et minimales de Portalegre à celle d'Elvas, petite ville située 18 km à l'Ouest de Badajoz, face au large couloir de la vallée du Guadiana. Les enregistrements des deux années 1970 et 1971, les seules où l'*Anuário Climatológico de Portugal* ait publié des valeurs aussi détaillées, permettent d'établir un tableau comparatif (tableau I).

TABLEAU I

Pourcentage des classes de températures minimales et maximales journalières

Années 1970 et 1971		Portalegre 39° 17' N 7° 25' W 597 m	Elvas 38° 53' N 7° 09' W 208 m
Température minimale	< 0° C	2 %	4 %
	< 5° C	18	24
	> 20° C	7	1
Température maximale	> 25° C	27	38
	> 30° C	10	20
	> 35° C	0,4	5

Le Ribatejo fournit un autre cas intéressant de prédominance de la situation relative sur les propres caractéristiques d'un lieu dans la définition de sa température. À l'amont du large golfe de l'estuaire intérieur du Tage, qui s'individualise fort bien par un pixel blanchâtre frangé d'un anneau de transition bleu foncé, la large gouttière topographique que constitue la vallée devient absolument indiscernable. Elle est comme recouverte par deux lobes de directions opposées, presque perpendiculaires à la direction du fleuve. À l'Ouest, une plage vert jaunâtre, relativement fraîche, recouvre tout l'espace situé à l'aval de Santarém et déborde largement sur la rive gauche du

fleuve; elle correspond sans doute à une forte pénétration d'air maritime par l'ensellement situé entre la chaîne de Montejunto et le Massif Calcaire Estremenho. À l'amont de Santarém, au contraire, l'abri du Massif Calcaire permet à l'air chaud, traduit par des tonalités rougeâtres, de s'avancer jusqu'à la région de Tomar, la transition avec les régions fraîches du versant atlantique se faisant ici beaucoup plus brutale parce qu'elle coïncide avec l'alignement des hauteurs.

Un autre exemple est celui des températures de l'Alentejo littoral. Protégée par les collines qui encadrent l'embouchure du Tage, la région de Setúbal et du bas Sado demeure très chaude, pratiquement jusqu'à la mer. La pénétration d'air frais s'accroît progressivement vers le Sud, jusqu'à atteindre 60 km de largeur en Algarve, où elle vient lécher les contreforts les plus occidentaux de la Serra do Caldeirão; mais la limite entre la fraîcheur atlantique et la fournaise intérieure ne correspond jamais à un net accident du relief, ce dernier ne s'exprimant que par des nuances. On distingue ainsi fort bien, à l'Ouest, l'alternance des teintes bleutées des hauteurs plus fraîches (Serra do Cercal, 341 m, et Vigia, 393 m, au Nord, Serra de Monchique, 902 m, au Sud), séparées par la chaude vallée du Rio Mira (teinte jaune ponctuée de deux points rouges). Mais le contact brutal avec la plus vaste des aires de haute température qu'ait connu ce jour-là la Péninsule Ibérique n'est qu'un front d'équilibre instable, commandé à distance par l'obstacle des collines qui encadrent le Tage inférieur; cet obstacle doit provoquer une légère rotation de la direction générale des vents littoraux.

L'étude de la localisation et de l'extension des espaces les plus chauds (mieux visibles sur la figure 9 que sur la planche en couleurs) apporte des enseignements complémentaires. Il vaut la peine de remarquer tout d'abord qu'aucun d'entre eux ne correspond à l'emplacement d'une station météorologique. Or, bien que le satellite enregistre la température de radiance du sol et non celle de l'air sous abri, on doit penser qu'une forte température de radiance généralisée à l'aire d'un pixel (quelque 40 km²) ne peut s'établir que si l'ensemble de celle-ci est baignée par une masse d'air à la fois chaude, assez épaisse et pratiquement immobile. Les maximums enregistrés sous abri, 35° à Badajoz et à Cordoba, hors des aires les plus chaudes des

images, sont donc très certainement inférieurs de quelques degrés au maximum véritable.

On remarque ensuite que les aires les plus chaudes tendent à se situer, ce jour-là, dans la partie méridionale des grandes dépressions topographiques et non dans leur axe, qu'il s'agisse de la vallée du Tage ou de celles du Guadiana et du Guadalquivir. Les trois accumulations d'air chaud superficiel les plus étendues sont comme encastrées à l'extrémité méridionale des aires déprimées et comme appuyées sur leur rebord. C'est le cas de la tache chaude de la région de Caceres, enveloppée au Sud par l'alignement de hauteurs des Sierras de San Pedro et de Guadalupe, de celle de la Tierra de Barros (Almendralejo), au Sud de Mérida, entourée par les avancées de la Sierra Morena, et c'est enfin le cas de la plus vaste et chaude d'entre elles qui couvre tout le versant nord-est de la Serra do Caldeirão. Sa partie méridionale, de contour massif et de température particulièrement élevée, couvre indifféremment vallées et croupes d'interfluve et déborde même, au Sud, jusque sur les lambeaux des plateaux sommitaux, en démontrant ainsi que l'air chaud qui l'enveloppe doit être épais de quelques centaines de mètres. Par contre, vers son extrémité nord, la tache de hautes températures s'insinue au long de la dépression de Vidigueira et des vallées du Guadiana et de ses deux affluents, le Degebe et l'Ardila, en dessinant une sorte de croix, comme si l'air chaud, beaucoup moins épais, épargnait les interfluves.

MOUNIER (1977, p. 386) estime que la couche d'air très chaud et sec en forme de dôme qui tend à se former en été sur la Péninsule Ibérique ne dépasse guère 1000 à 1500 mètres d'épaisseur. On peut estimer que, le 3 juillet, on assistait à une phase préliminaire, et d'ailleurs tôt interrompue, de la formation d'un tel dôme. Tout se passait comme si l'air échauffé, provenant du secteur nord-est, circulait au long des dépressions et s'accumulait finalement contre les obstacles assez continus et élevés pour stopper sa progression. La continentalisation de l'air, au contact du sol surchauffé, semblait donc se faire progressivement, au fur et à mesure de son lent écoulement. Parvenant à franchir verticalement les obstacles bas et continus, mais contournant les massifs plus élevés et épais, c'est à l'extrémité occidentale ou méridionale des dépressions que l'air chaud s'accumulait, sans acquiescer, semble-t-il, une instabilité suffisante pour se rafraîchir

significativement par brassage vertical. La convection thermique ne semblait affecter qu'une épaisseur trop faible pour que le point de condensation soit atteint; la nébulosité était presque nulle, le 3 juillet à 18.00 TU, dans toute la partie sud-ouest de la Péninsule Ibérique (fig. 3).

Une répartition thermique du même genre s'observait sur la Meseta Nord où la température croissait progressivement vers l'Ouest, avant même que ne s'ouvrent les profondes entailles du Douro et de ses affluents. La multiplication d'images de ce genre, fournies par l'excellente répétitivité du satellite Météosat, devrait permettre une observation et compréhension beaucoup plus approfondies du mécanisme de formation du dôme d'air chaud estival, chargé de brume sèche (calina), qui couvre si souvent le centre de la Péninsule Ibérique.

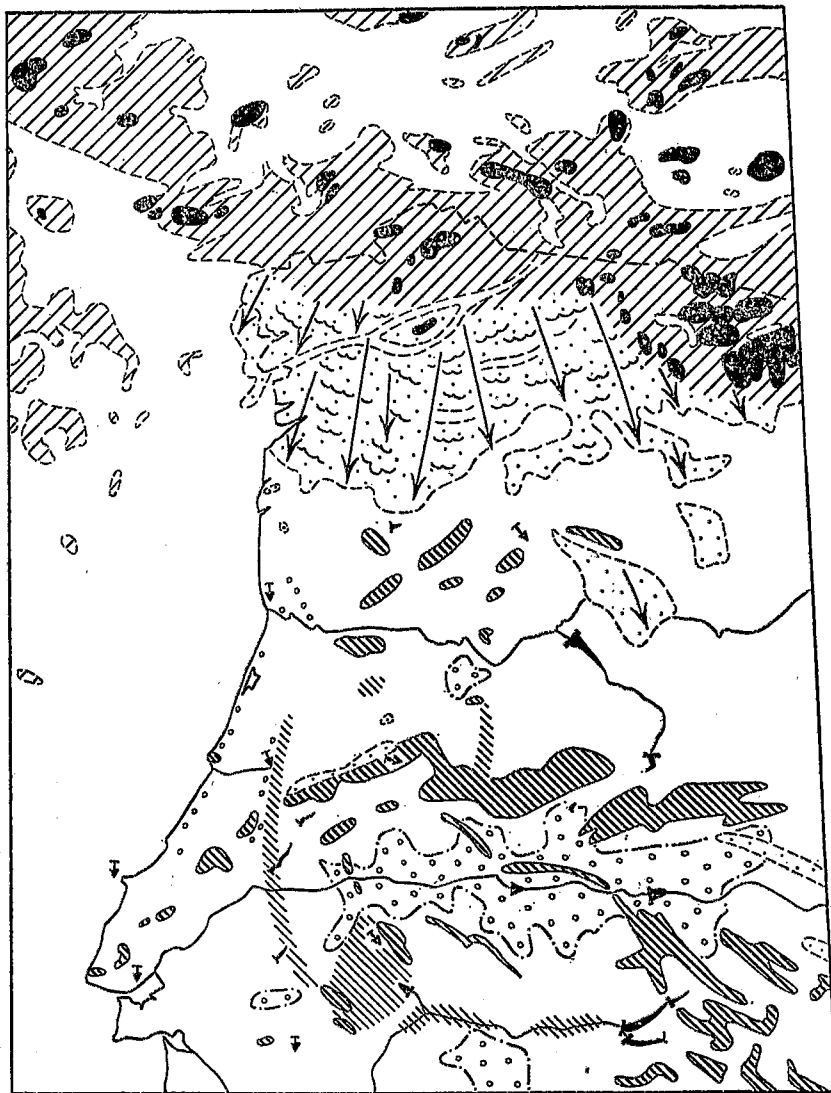
Le contraste est étonnant entre le large éperon frais de la Sierra Morena et la poche d'air torride située dans son exact prolongement (pl. I). Les chaînons massifs, disposés perpendiculairement à l'écoulement d'une masse d'air d'origine méditerranéenne, y provoquent mécaniquement une turbulence généralisée, engendrant un actif brassage vertical, responsable de la fraîcheur régionale d'ensemble.

Si la dépression du Guadalquivir et les autres bassins andalous restent relativement frais ce jour-là, c'est probablement parce que l'air qui les occupe est, comme celui qui couvre la Sierra Morena, d'origine méditerranéenne proche. L'analyse de leurs caractéristiques thermiques locales serait fort intéressante; il est dommage qu'elle ne puisse s'appuyer sur des observations au sol aussi détaillées qu'au Portugal.

IV — APPORT COMPARÉ DE L'IMAGE HCMM DU 4 JUILLET 1978

La figure 11 résume les aspects les plus frappants du paysage du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique, tel qu'il apparaît en combinant les informations issues des deux canaux, Visible (pl. III) et Infrarouge Thermique (pl. IV, V, VI et VII).

On remarque immédiatement que l'analyse des nuages peut être poussée, sur ces images, beaucoup plus loin que sur celles de Météosat, puisque la bonne définition permet non seulement d'apprécier leurs caractéristiques individuelles, mais encore d'étudier leur agencement et leurs rapports avec les formes




0 100 km échelle approximative


des. J. Peres


Fig. 11 — Aspects du paysage du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique le 4 juillet 1978 à 14.00 TU, d'après les enregistrements VIS et IRT de HCMM (pl. III et V).

Légende

Formations nuageuses

 couverture continue, accidentée de coupoles cumuliformes


 champ ouvert de cumulus, avec rues de nuages dans le sens du vent et bourrelets transversaux


 limite des formations nuageuses

Aspects thermiques


 aires les plus chaudes (dominance des deux tonalités les plus claires)

.... autres aires relativement chaudes citées dans le texte


 aires fraîches correspondant au relief

 autres aires fraîches

Hydrographie

 1. littoral visible, 2. caché par les nuages, 3. cours d'eau, 4. barrage

Vents

 direction du vent à 18.00 TU, d'après Boletim Meteorológico

des. J. Peres

topographiques environnantes (fig. 11). L'image VIS (pl. III) indique l'épaisseur (ou densité) du couvert nuageux, tandis qu'un tirage aussi pâle que possible de l'image IRT (pl. IV) montre une forte variation d'Ouest en Est de la température, liée à l'élévation progressive de l'altitude du sommet des nuages dans cette direction.

Des fracto-stratus couvrent l'océan, à l'Ouest d'un couloir dégagé d'une centaine de kilomètres de largeur qui doit correspondre à une circulation nord-sud plus rapide que sur le proche continent, entraînant une certaine subsidence. Étant donné qu'il est impossible de distinguer en VIS l'ombre des nuages sur la mer (pl. III), l'altitude de la couverture de stratus ne peut être appréciée que par sa température, qui se distingue nettement de celle de l'océan (pl. IV), la différence correspondant approximativement à 3 classes de gris, soit une quinzaine de degrés. Il semble donc, d'après la température de la mer indiquée par *Metmar* (fig. 8), que la leur soit de peu supérieure à 0° C. Selon le sondage de Lisbonne (fig. 7), cette température correspondrait au niveau de 600 mb (environ 4200 m d'altitude) ou, comparaison plus vraisemblable étant donné qu'il s'agit de masses d'air maritime, selon le sondage schématique de La Coruña, elle correspondrait au niveau de 700 mb, soit à quelque 3100 m d'altitude.

Le voile septentrional des nuages qui coiffent la Péninsule Ibérique d'une sorte de chapeau est constitué par une série d'alignements WSW-ENE. Leur organisation générale se distingue bien sur l'image Météosat de 12.30 TU (pl. II) dont la résolution beaucoup plus faible fait mieux ressortir les ensembles. Les stratus, nés sur l'océan, s'épaississent en bourrelets quand ils abordent le continent, puis, les premiers reliefs passés, se désagrègent en rues de nuages orientées dans le sens du vent et larges de quelques kilomètres, et en séries de vagues perpendiculaires, espacées d'une dizaine de kilomètres. La couverture nuageuse en voie de dissipation présente donc un agencement quadrillé, avec une nette divergence en éventail à partir de la région du Cap Ortegal (fig. 11).

On constate que l'instabilité de l'air doit être faible dans le Nord de la Péninsule, comme le suggère d'ailleurs le sondage schématique de La Coruña (fig. 7), puisque les alternances de masses montagneuses et de vallées ne provoquent que de faibles

modifications dans la densité (pl. III) et l'altitude (pl. IV) de la couverture nuageuse. Un étroit couloir dégagé accompagne l'alignement des vallées des Rios Ulla, Minho supérieur et Eo (fig. 11), tandis que les bassins du Haut Sil connaissent un ciel parfaitement clair, mais sans que les puissants massifs montagneux qui les ferment au Sud provoquent plus qu'une très faible recrudescence de la couverture nuageuse. Les nuages semblent courir pratiquement au ras des montagnes, car aucune ombre ne les frange sur les parties hautes du relief (pl. III), ce qui indique que la largeur de l'ombre est très sensiblement inférieure à celle d'un pixel (500 m en VIS). Étant donné l'élévation du soleil (67°), une ombre de 500 m de large correspond à une altitude relative d'environ 1150 m, une ombre de moins de 250 m à une altitude relative inférieure à 600 m (fig. 12).

Toutefois, cette déduction, basée sur l'observation de l'image VIS (pl. III), semble en contradiction avec l'altitude élevée suggérée par la teinte assez sombre des nuages sur l'image thermique (pl. IV). Les nuages continentaux sont d'un gris nettement plus foncé que les stratus maritimes. Au moins 4 intervalles de gris (quelque 20° C) séparent la température de la mer de celle des nuages à l'extrémité nord-ouest de la Péninsule Ibérique. Celle de la mer étant de 16° C selon *Metmar* (fig. 8), la température des nuages doit être de l'ordre de -5° C, soit, selon le sondage schématique de La Coruña (fig. 7), une altitude proche du niveau de 600 mb, soit quelque 4000 m.

L'apparente contradiction doit résulter de la forme des nuages, épais, mais de pente latérale inférieure à l'angle des rayons solaires (cas C et D de la figure 12). Dans ces conditions, l'ombre du nuage est étroite et traduit l'altitude relative de sa partie la plus large, c'est à dire de sa base, tandis que la teinte de la thermographie indique la température du sommet de la masse nuageuse, permettant ainsi d'apprécier son altitude absolue et de déduire l'épaisseur approximative de l'ensemble.

Lorsque la pente latérale du nuage est supérieure à l'angle d'incidence des rayons solaires (cas B de la figure 12), l'altitude suggérée par l'ombre, alors plus large, cesse d'être significative; il faudrait que le bord du nuage soit sensiblement vertical pour que la largeur de son ombre corresponde à l'altitude du sommet du nuage.

En dépit de ces incertitudes, il semble qu'on puisse conclure que le bourrelet de nuages qui coiffe au Nord-Ouest la Péninsule est à la fois épais (base proche du sol, d'où les ombres très minces, et sommets de plus en plus élevés vers l'Est) et assez peu sensible aux accidents locaux du relief sous-jacent. Liée à un front stagnant, accrochée au versant nord d'un rebord continental montagneux, la masse nuageuse se désagrège au Sud, à mesure qu'elle s'étale sur l'air continental modérément échauffé et relativement sec (voir la situation à Bragança, fig. 5 et 6).

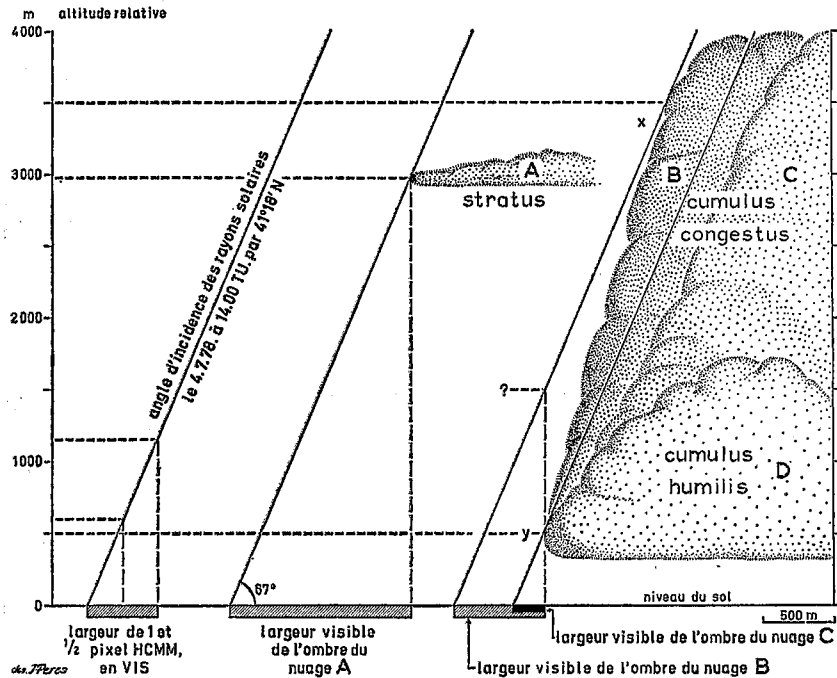


Fig. 12 — Rapport entre la largeur de l'ombre visible des nuages et leur altitude par rapport au sol, en fonction de leur forme. Exemples tirés de l'image VIS du satellite HCMM, le 4 juillet 1978 à 14.00 TU. La largeur de l'ombre visible maximale (celle qui est mesurée dans l'axe de l'azimut solaire) permet de calculer approximativement l'altitude d'un nuage peu épais (un stratus, cas A); elle permet aussi d'apprécier l'altitude de la partie inférieure (point y) d'un nuage de développement vertical fort ou modéré, à condition que sa pente latérale soit inférieure à l'angle d'incidence des rayons solaires (cas C et D). Dans le cas contraire (B), la largeur de l'ombre visible suggère une altitude non significative (?) puisque c'est l'interférence des caractéristiques de la partie supérieure (point x) et de la partie inférieure du nuage (point y) qui la déterminent.

À l'aval de l'aire nuageuse continue et de ses franges les plus proches, trois espaces seulement voient réapparaître des nuages. Un champ de cumulus naît au Sud de la longue crête NW-SE de la Culebra, probablement par convergence entre l'air qui l'a franchie verticalement et celui qui l'a contournée par l'Ouest; un alignement de petits cumulus couvre le versant nord de la Cordilheira Central portugaise, longue barrière perpendiculaire à la direction générale d'écoulement du vent; enfin, un sillage de gros cumulus naît obliquement au Sud-Est du puissant massif de la Sierra de Gredos, très probablement aussi par suite de la convergence des masses d'air qui l'ont contourné. Les nuages reformés à l'aval des obstacles montagneux présentent, à l'inverse de ceux des régions septentrionales, une ombre parfaitement lisible dans le canal VIS; un fort développement vertical est aussi suggéré par la teinte sombre de l'image thermique, ce qui confirme qu'ils résultent bien d'un actif mouvement de convection d'origine dynamique.

La journée du 4 juillet a été beaucoup plus fraîche que la veille dans l'ensemble du Nord-Ouest péninsulaire (fig. 4), la différence entre les températures maximales successives ayant atteint 5° à 7° sur la Meseta Nord et dans le Portugal Central. Les aires très chaudes se sont comme contractées et déplacées vers le Sud et la plupart échappent donc à l'image HCMM qui ne couvre que les régions situées au Nord de 38° 20' à l'Ouest, 38° 30' à l'Est. Un sensible contraste se maintient cependant entre certaines dépressions intérieures et le reste du territoire. À en juger par la température minimale élevée enregistrée à Toledo (20° contre 15° à Madrid, 14° à Badajoz et 12° à Portalegre), on peut penser que les hautes températures du 4 juillet dans la moyenne vallée du Tage sont, en partie, un héritage de celles de la veille.

C'est cette dépression chaude intérieure qui est le trait le plus marquant de l'image de 14.00 TU dont les planches VI et VII présentent des agrandissements partiels au 1:2 000 000. La bonne résolution du satellite y fait apparaître une foule de détails qui nuancent les impressions d'ensemble. Non seulement les larges plans d'eau des barrages, mais même les fils ténus des rivières dont ils soutiennent l'étiage, se distinguent nettement sur les tirages contrastés. La grande crête de quartzite que le Tage traverse obliquement par une complexe gorge

épigénique apparaît comme un étroit alignement beaucoup plus frais que les plaines environnantes. Son altitude relative, irrégulière et souvent inférieure à la centaine de mètres, ne peut, par elle-même, expliquer un tel contraste. Outre ses aspects locaux complémentaires d'inclinaison des versants et de couverture végétale, c'est surtout la continuité et l'orientation de l'accident, obligeant les masses d'air à le franchir verticalement, qui doit en rafraîchir le sol par un brassage constant des couches inférieures de l'atmosphère.

On retrouve très nettement l'«ombre» de la Serra de São Mamede, décelée la veille sur l'image Météosat; elle est plus vaste, puisqu'elle s'étend jusqu'à la Serra de Ossa, soit sur une soixantaine de kilomètres, et son orientation est légèrement différente, NNE-SSW au lieu de NE-SW, aspects qui sont en bon accord avec un type de circulation de l'air très analogue à celui de la veille (fig. 5), mais sensiblement plus rapide. En ce qui concerne la Serra de Monfurado (fig. 10), la bonne résolution spatiale de l'image HCMM (pl. VI) permet d'analyser clairement les rapports du relief et d'une répartition des températures tout à fait semblable à celle de la veille (pl. I).

D'autres alignements frais sont d'origine différente. On retrouve, comme sur l'image du 22 septembre 1978 (DAVEAU, 1980), l'individualisation des espaces irrigués, en particulier de ceux du moyen Guadiana, quoique de façon moins nette qu'à la fin d'un été très sec où s'accroissait l'opposition entre «sequeiro» et «regadio».

Deux grands alignements frais sont particulièrement lisibles et curieux. Le plus occidental (pl. VI), de forme régulièrement incurvée, large d'une dizaine de kilomètres et long de quelque deux cents, accompagne d'abord au Nord le rebord soulevé du massif ancien, depuis la région d'Anadia jusque vers le Tage qu'il traverse à l'Ouest immédiat d'Abrantes; il se continue alors en prolongeant la même courbe harmonieuse, mais sans plus s'appuyer sur aucun relief ou accident géologique connu, jusqu'à se fondre dans l'«ombre» fraîche de la Serra de São Mamede, par l'intermédiaire d'une tache spécialement sombre qui correspond à l'aire très plate où affleurent les calcaires du Quaternaire ancien de Cano, à l'avant de l'extrémité nord-ouest du plateau d'Estremoz.

L'autre alignement (pl. VII), lui aussi large d'une dizaine de kilomètres, naît à l'extrémité orientale de l'îlot très frais correspondant au petit alignement quartzitique Ouest-Est de la Marofa et s'avance au long de l'interfluve aplani Coa-Rio Seco jusqu'à se perdre, à une soixantaine de kilomètres de son origine, dans les terres fraîches du bourrelet montagneux de la Serra da Malcata. Il semble bien qu'on puisse, dans ce cas, songer à un effet de sillage, à une ligne de convergence et donc d'ascendance à l'aval de l'obstacle, engendrée par deux cellules rotatives de Bénard, analogues à celles qu'on observe souvent à l'aval des îles océaniques (SCHERESCHIEWSKY, 1974; FUJITA, TECSON, 1977). La sécheresse de l'air et la petite taille de l'obstacle empêcheraient la formation de nuages mais provoqueraient un brassage de l'air suffisant pour rafraîchir considérablement le sol. La position décentrée du sillage par rapport à la Serra da Marofa n'est d'ailleurs pas sans rappeler celles du champ de nuages éparpillés au Sud de la Culebra et de l'alignement de gros cumulus au Sud-Est de la Sierra de Gredos.

Est-il possible d'admettre le même type d'explication pour la partie méridionale de l'autre alignement, qui naît à l'extrémité occidentale de la barrière constituée par la Cordilheira Central portugaise? On notera seulement sa très grande longueur, au moins une centaine de kilomètres à l'aval de l'obstacle montagneux, ainsi que le fait qu'un alignement parfaitement superposable, mais beaucoup plus court, est aussi décelable sur l'image du 22 septembre 1978 (DAVEAU, 1980). Seule une étude approfondie et comparative permettra d'établir son degré de permanence et d'en inférer la cause probable.

La bonne résolution de l'image du satellite HCMM permet d'étudier, beaucoup mieux que sur celle de Météosat, la variété des régions littorales dont la mosaïque thermique est ce jour-là assez diversifiée. Des îlots de fraîcheur très accentuée s'individualisent. Sintra, Montejunto, le plateau de Fátima et la Serra de Aire ont même une température inférieure à celle de la mer (16° à 17° selon *Metmar*, fig. 8) bien que ces hauteurs ne soient couronnées d'aucun nuage. Leur teinte fait penser que leur température ne doit guère dépasser les 11° que le sondage de Lisbonne (fig. 7) a enregistré vers 700 m d'altitude (928 mb), au sommet d'une masse d'air humidifiée d'origine septentrionale.

La direction et force du vent au long du littoral a fait naître un panache d'eau fraîche dans le prolongement méridional du Cabo da Roca. La différence de température avec les eaux environnantes ne dépassant pas quelques degrés (moins d'une valeur de gris), le panache n'apparaît pas sur les tirages ici reproduits (pl. IV et V) qui privilégient les températures extrêmes, mais il est parfaitement discernable sur les tirages d'intensité intermédiaire. La veille (fig. 8), un tel panache existait à l'extrémité du Cabo São Vicente, ce qui est en excellente conformité avec les observations de FRÚZA (1980) qui a établi que les upwellings apparaissent très rapidement au long de la côte occidentale du Portugal quand le vent commence à y souffler du Nord (tableau II). En moins d'une journée, des panaches d'eau froide naissent au Sud des caps, avant de se généraliser au long du littoral.

TABLEAU II

Direction et vitesse (en nœuds) du vent

	2		3		4		juillet (heure)
	6.00	18.00	6.00	18.00	6.00	18.00	
Cabo Carvoeiro	N 3	N 7	N 9	N 14	?	N 12	
Sagres	NE 8	NNW 12	NE 6	N 12	N 4	N 23	
	Passage du satellite		↑ Météosat		↑ HCMM		

D'autres lieux des régions littorales s'individualisent au contraire par une température de radiance très supérieure à celle des espaces environnants. Leurs types sont très variés. On énoncera seulement quelques exemples, relatifs à la région qui va du Cap Carvoeiro jusqu'aux collines situées au Nord de Porto. Une nette corrélation s'observe entre certaines de ces aires chaudes et des unités distinguées par la carte géologique du Portugal au 1:500 000. Au long du littoral, ce sont les dunes qui ressortent par leur température de radiance élevée, comparable, par exemple, à celle de la partie amont du Ribatjo, tandis que, plus à l'intérieur, des taches chaudes correspondent aux calcaires marneux du Lias dont l'affleurement se trouve

presque exactement reproduit, si l'on excepte une pénétration des hautes températures au long de la vallée du Mondego, à l'aval immédiat de Coimbra. Dans la région du bas Douro, c'est l'aire urbanisée de Porto qui s'individualise nettement par une température de radiance élevée, ainsi que, plus à l'Est, les dépressions allongées de Valongo et de Santo Tirso. Un dessin particulièrement curieux se manifeste à l'Est de Nazaré (pl. VI) où un point très chaud est comme entouré par des auréoles alternativement fraîches et chaudes. Certaines de celles-ci correspondent exactement aux grands rebords topographiques virés vers le Nord, d'autres demeurent plus énigmatiques et l'on songe à de possibles effets de résonance pour expliquer leur parallélisme.

Il semble inutile de citer davantage d'exemples. La richesse de l'image en détails contrastés apparaît presque infinie et chacun d'eux exigerait une étude attentive qui ne prendra toute sa valeur que par la comparaison des aspects thermiques d'un même lieu en fonction de conditions météorologiques successives et, nouveauté de tout premier plan, de l'alternance entre le jour et la nuit, puisque le satellite HCMM a justement été conçu pour fournir des thermographies séparées par un intervalle de 12 heures et correspondant approximativement aux moments où sont réalisées les températures maximales et minimales (CASSANET, 1980).

V — BILAN PROVISOIRE

Les quelques observations et suggestions ci-dessus énoncées peuvent sembler fort simples. La vérité est qu'elles ont exigé beaucoup d'efforts, beaucoup de temps, et qu'il a fallu pour les rendre possibles que soient surmontés de nombreux obstacles, d'apparence parfois dérisoire et subalterne, mais néanmoins susceptibles d'entraver gravement le cours de la recherche.

L'étude de ces documents oblige d'autre part à une réflexion générale et ouvre des perspectives qui paraissent annoncer une époque où les études géographiques deviendront à la fois beaucoup plus précises et mieux intégrées.

1. *Accès à l'information.* L'acquisition des enregistrements de satellites n'est pas facile. Même dans le cas des données Landsat dont la diffusion n'était soumise à aucune restriction

et dont le prix de vente était fixé très bas, ce sont des efforts persistants qui devaient être déployés par un particulier ou par un petit centre de recherche isolé pour parvenir à les acheter. Quant aux produits des autres satellites, ils ne sont le plus souvent diffusés que sur convention. Les images ici analysées ont été obtenues, on l'a dit dans l'introduction, d'une façon indirecte et grâce à la générosité individuelle des responsables des organismes qui les détenaient.

Il s'agit là d'un problème grave, qui peut freiner considérablement la recherche dans un domaine encore en phase exploratoire où, seule, la convergence de nombreuses bonnes volontés et de beaucoup de réflexions et de savoirs variés fera réellement progresser la capacité d'utilisation d'un instrument prometteur mais encore déroutant pour l'esprit, car celui-ci doit vaincre la pesanteur de ses habitudes pour découvrir entre les faits des relations parfois encore jamais imaginées.

Il ne s'agit d'ailleurs pas seulement d'une difficulté d'accès aux documents à traiter, mais aussi aux techniques et instruments permettant le traitement et, même, aux indispensables «données de référence» (REGRAIN, 1981) qui ne sont actuellement fournies par certains organismes (je pense en particulier aux services météorologiques et aux instituts de statistiques) qu'avec une rigidité qui limite parfois fortement leur efficacité d'emploi. Dans un monde en crise, on assiste à une espèce de repliement «féodal» sur eux-mêmes des organismes administratifs et scientifiques les plus puissants, qui pensent davantage à défendre leurs privilèges qu'à collaborer librement et à inciter généreusement autour d'eux la recherche, en paraissant craindre on ne sait trop quelle concurrence. Comme cette tendance s'ajoute à l'inévitable concentration due au coût élevé des appareils et traitements numériques actuels (VERGER, 1982), le chercheur relativement isolé et démuné qui s'acharne au travail en arrive à avoir l'impression de pratiquer clandestinement la Science.

2. *Les données de référence.* Les potentialités des documents nouveaux que sont les enregistrements de satellite ne se révéleront et ne seront efficacement intégrés dans la connaissance et culture collectives qu'après une minutieuse confrontation avec les meilleures sources d'information traditionnelles. Au moins dans un premier temps, on a vu qu'il est absolument indispensable

de comparer l'image thermique d'un territoire avec une excellente carte hypsométrique (qui n'existe pas, le plus souvent, sous la forme la plus efficace) et avec une information instantanée sur le temps en surface et en altitude, aussi exacte et détaillée que possible.

On peut penser que, dans l'avenir, quand l'apprentissage aura progressé, la lecture de documents qui échappent encore aux réflexes de notre expérience se fera de façon beaucoup plus directe et aisée. Les rapports, jusqu'ici soupçonnés ou seulement entrevus, qu'ils suggèrent dès maintenant, aideront à leur tour à lire et à comprendre la documentation classique, à laquelle l'accoutumance nous a réduits à ne guère poser que les questions auxquelles nous savons déjà plus ou moins répondre.

3. *Résolution énergétique, résolution spatiale et échelle.* Les conditions de leur collecte et de leur transmission font que les enregistrements de satellite sont caractérisés par une rigoureuse résolution tant spatiale qu'énergétique. C'est une caractéristique que présente rarement la documentation traditionnellement maniée par les géographes; les statistiques ont jusqu'ici été presque toujours fournies, soit de façon ponctuelle, soit dans le cadre de divisions administratives d'étendue et de forme variables et les cartes elles-mêmes, quoique plus homogènes, se différencient selon une échelle dont la signification demeure assez vague (deux cartes à la même échelle peuvent présenter une «résolution» bien différente selon la finesse du dessin) et selon un degré d'homogénéité lui aussi bien variable, en fonction de la part d'interpolation qu'incorpore la représentation des phénomènes et leur mode de découpage en classes quantitatives.

Il y a déjà longtemps que les géographes ont pris conscience de la signification profonde que la notion d'échelle présente pour leurs travaux (les phénomènes significatifs et leurs relations changeant souvent de nature quand change la taille des espaces concernés), ainsi que de l'importance et des difficultés des notions de seuil et de généralisation, au sens cartographique de ce terme. L'enregistrement par satellite résout ces problèmes, en présentant une information presque parfaitement homogène, non pas réellement ponctuelle mais déjà «généralisée» à la taille de la tache élémentaire ou pixel. Les déviations par rapport

à cette règle (variation de la taille des pixels vers les bords de l'image, variation de la résolution énergétique au long de l'échelle thermique ou lumineuse) ne sont qu'une très légère atténuation à une caractéristique qui oblige et aide le géographe à repenser un des problèmes fondamentaux de sa science.

C'est en essayant de confronter l'enregistrement étudié aux cartes de référence que l'on prend vraiment conscience de ces problèmes et de la profonde différence de nature entre ces deux types de documents, d'apparence souvent assez semblable. La carte est l'expression plus ou moins parfaite d'un savoir, l'enregistrement est un document brut (ou presque, quelques manipulations précédant presque toujours la sortie du produit accessible au public), l'une est très fortement subjective, l'autre parfaitement objective; leur place dans le déroulement de la recherche est pour cela fort différente.

Les deux exemples de documents analysés ci-dessus montrent une certaine antinomie entre les deux types de résolution, énergétique et spatiale. Si l'on veut conserver l'optimum de résolution spatiale sur un espace assez vaste, on est contraint de sacrifier largement la résolution énergétique, en regroupant les valeurs en classes, qu'il s'agisse d'une présentation de type photographique, où l'œil ne distingue qu'un nombre réduit de nuances de gris, ou cartographique, où le nombre des symboles ne peut non plus être multiplié, pour des raisons tant de lecture que de réalisation technique. Pour conserver un détail énergétique suffisant, on est contraint à ne travailler que dans le cadre d'aires assez peu étendues et suffisamment homogènes, à revenir par conséquent à cet exercice classique du géographe, souvent méprisé parce que considéré comme trop simple, mais qui demeure fondamental, la division de l'espace en régions dites «homogènes» c'est à dire, en réalité, le plus souvent, présentant des trames de paysages analogues.

4. *Transposition et analyse spectrales et paysage intégré*

Les thermographies constituent un extraordinaire élargissement du domaine spectral accessible à l'œil humain. Les «paysages» qu'elles révèlent avec une excellente résolution spatiale et énergétique ne nous étaient que fort partiellement accessibles, soit par le toucher, un de nos sens les plus grossiers qui ne permet qu'une appréciation globale et approximative de la

température de l'environnement, soit par des enregistrements ponctuels indirects (thermomètres).

D'autres longueurs d'onde situées hors de l'atteinte de la vision humaine sont aussi en voie d'exploration plus ou moins avancée et ont déjà fourni des résultats étonnants (radars, canal Vapeur d'Eau de Météosat). Quant à l'analyse spectrale de type Landsat, qui permet de combiner les visions différentes correspondant à des canaux de diverses longueurs d'onde, elle a aussi un bel avenir et n'est en réalité qu'à peine amorcée.

Chacun de ces regards, si divers soient-ils, présente l'avantage d'appréhender le paysage comme un tout, sans le diviser thématiquement de façon artificielle, comme nous le faisons trop souvent, en fonction de catégories mentales que nous croyons rationnelles mais qui ne sont généralement que des habitudes, héritées inconsciemment de l'éducation.

Le difficile apprentissage que ces possibilités nouvelles d'observation exigeront sera, lui aussi, un facteur important de renouvellement méthodologique.

5. *Perspectives.* Les premières tentatives de lecture montrent l'extraordinaire richesse des enregistrements de télédétection et, ce qui est encore plus important, leur très grande potentialité de fonctionner comme des instruments de réflexion et de progrès de la Géographie. Non que ces techniques nouvelles puissent avoir la moindre ambition de détrôner les anciennes; on a vu que leur exploitation exige au contraire un perfectionnement et approfondissement notables des techniques d'étude antérieures. Mais elles apportent une documentation toute nouvelle par la transposition spectrale qu'elles permettent, par leur homogénéité spatiale et temporelle presque parfaites, par leur aptitude à montrer tant des situations instantanées que des changements et successions même très rapides et — peut-être encore davantage — par leur capacité à suggérer l'existence de relations spatiales (c'est à dire le plus souvent causales), non seulement au plan local mais encore s'exerçant et se transmettant à distance. Elles démontrent ainsi une interdépendance généralisée entre tous les phénomènes géographiques, dont on avait pu quelquefois douter jusqu'ici.

Cet ensemble de qualités, d'accès très inégalement facile et souvent bien dérangeantes pour les idées reçues, fait de la

télédéttection l'instrument d'une nouvelle découverte du monde (BODECHTEL, GIERLOFF-EMDEN, 1974). Ses produits sont les outils qui peuvent nous conduire «à l'étude d'un monde nouveau, les paysages terrestres» (REGRAIN, 1981), ces paysages que nous pensions connaître mais qui nous apparaissent désormais sous un aspect plus riche et renouvelé, mais encore accessible, croyons-le, à la capacité de compréhension des hommes qui les habitent.

Je remercie MARIA JOÃO ALCOFORADO et DENISE DE BRUM FERREIRA qui ont bien voulu lire et corriger ce texte.

BIBLIOGRAPHIE

I — Cartes de référence

- Atlas Nacional de España*, Instituto Geografico y Catastral, Madrid, 1965.
Carta de Portugal, 1:500 000, Instituto Geográfico e Cadastral, Lisboa, 1974.
Península Ibérica, 1:1 000 000, Instituto Geografico y Catastral, Madrid, Madrid, 2.^a ed., 1966.
Carta Geológica de Portugal (coord. C. TEIXEIRA), 1:500 000, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 4.^a ed., 1972.
Portugal, 1:250 000, Continente, Serviço Cartográfico do Exército, Lisboa, 8 folhas, 1965-1968.
«Température de la mer sur le proche océan», *Metmar*, Direction de la Météorologie, Boulogne-Billancourt, France.

II — Documentation météorologique

- Boletim Meteorológico*, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.
Boletín Diario del Centro de Analisis y Predicción; Servicio Meteorológico Nacional de España, Madrid.
Resumen Mensal, Servicio Meteorológico Nacional de España, Madrid.
Anuário Climatológico de Portugal, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.
Anuário dos Serviços Hidráulicos. Udometeorologia, Lisboa, 1977-1978.
O Clima de Portugal, 13, «Normais Climatológicas do Continente, Açores e Madeira, correspondentes a 1931-1960», Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa, 1965, 207 p.

III — Ouvrages cités

- BODECHTEL, J., GIERLOFF-EMDEN, H. G., *Weltraumbilder, die dritte Entdeckung der Erde*, List, München, 1974, 208 p.

- CASSANET, J., *La Télédéttection HCMM et son application au littoral*, Mémoires du Laboratoire de Géomorphologie de l'École Pratique des Hautes Études, 34, Dinard, 1980, 51 p. pol.
- DAVEAU, S., *Première lecture des images concernant le Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique, recueillies le 22 septembre 1978 par le satellite HCMM*, Cadernos de Teledetecção, 2, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 1980, 29 p. pol.
- «Utilização pedagógica das imagens do satélite Meteosat», *Finisterra*, 32, Lisboa, 1981, p. 381-401.
- FERREIRA, D. DE BRUM, *Contribution des images infrarouges du satellite Météosat à la connaissance des conditions thermiques du proche Atlantique au large de l'Afrique du Nord*, Cadernos de Teledetecção, 5, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 1981, 17 p. pol.
- FIÚZA, A. F. G., «The Portuguese Coastal Upwelling System», *Actual Problems of Oceanography in Portugal*, Lisboa, 1982, p. 45-71.
- FUJITA, T. T., TECSON, J. J., «Mesoscale Wake Clouds in Skylab Photographs», *Skylab explores the Earth*, NASA SP-380, 1977, p. 463-477.
- GOMBEER, R., «The Comparison of HCMM-Satellite Registered Surface Temperatures with Ground Temperature Measurements over Belgium. A Calibration Study», *Tellus Newsletter*, 18, Ispra, 1980, 17 p.
- GOSSMANN, H., «A Calibration Attempt of HCMM Scene AA-0034.0213.0.3 of May 30, 1978», *Tellus Newsletter*, 18, Ispra, 1980, 7 p.
- GOSSMANN, H., HABERÄKER, P., «Image Processing of HCMM-Satellite Thermal Images for Superposition with other Satellite Imagery and Topographic and Thematic Map», *Tellus Newsletter*, 12, Ispra, 1980.
- GOSSMANN, H., LEHNER, M., STOCK, P., «Wärmekarten des Ruhrgebietes», *Geographische Rundschau*, 33, 12, 1981, p. 556-562.
- MOUNIER, J., *Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal*, Thèse, Rennes, 1977, 1.220 p. pol. + atlas de nombreuses figures.
- «Les origines du passage du domaine océanique au domaine méditerranéen dans la Péninsule Ibérique», *Méditerranée*, 36, 1979, 3, p. 3-17.
- REGRAIN, R., «Données de télé-déttection et données de référence (Télé-déttection et 'réalité de terrain')», *Annales de Géographie*, 499, Paris, 1981, p. 260-283.
- REINIGER, P. «Calibration of HCMM Thermal Data», *Tellus Newsletter*, 18, Ispra, 1980.
- SCHERESCHEWSKY, PH., «Les sillages cumuliformes rectilignes des petites îles dans les courants alizés», *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, D, 278 (14), Paris, 1974, p. 1825-1827.
- VERGER, F., *L'observation de la Terre par les satellites*, Que sais-je?, 1989, P. U. F., Paris, 1982, 128 p.

RESUMO

As temperaturas de 3 e 4 de Julho de 1978 em Portugal e Oeste da Espanha, segundo os satélites Meteosat e HCMM. Estudo experimental da contribuição das termografias registadas por satélites para o conhecimento da diversidade e organização espacial do clima peninsular.

Escolheram-se duas imagens de diferente resolução espacial (pixel de cerca de 35 km² do Meteosat, de cerca de 0,25 km² do HCMM), referentes a dois dias seguidos do começo do verão, com forte contraste térmico Norte-Sul (fig. 2-7).

A imagem Meteosat do 3 de Julho (est. 1) exemplifica a conservação da resolução espacial original, aliada a uma certa contracção da resolução energética (classes de 3 valores radiométricos). Testam-se a dimensão mínima dos objectos geográficos susceptíveis de serem individualizados e estudados, a possibilidade de avaliação dos gradientes térmicos verticais e horizontais e mostram-se exemplos da influência a distância de diversos tipos de relevo. A localização das áreas mais quentes leva à formulação de hipóteses sobre os mecanismos da elaboração da capa de ar contionalizado.

As imagens resultantes do registo HCMM do 4 de Julho (est. III-VII) permitem uma avaliação comparativa do resultado de uma forte melhoria da resolução espacial, aliada a uma séria diminuição da resolução energética (cada classe de cinzento incorpora 16 valores radiométricos), devida à técnica fotográfica da reprodução. Apresenta-se, em especial, a análise e interpretação locativa da cobertura de nuvens, de diversos alinhamentos frescos e das regiões litorais, cuja diversidade é muito melhor retratada do que pela imagem Meteosat.

Em conclusão, tenta-se o balanço da presente experiência, mostrando tanto as dificuldades encontradas no acesso à informação, como o grande interesse metodológico do manejo de dados de rigorosa resolução espacial, energética e temporal, facto que alarga e renova a nossa visão das paisagens terrestres, possibilitando uma observação tematicamente global, ainda que espectralmente analítica, nas escalas mais diversas.

SUMMARY

Temperatures recorded in Portugal and Western Spain by the Meteosat and HCMM satellites, on 3rd and 4th July, 1978. Experimental study of satellite recorded thermographies contribution to the knowledge of spatial diversity and organization of the Iberian Peninsula climate.

The spatial resolution of the two selected pictures is quite different: the Meteosat pixel is about 35 km², the HCMM one is about 0.25 km². These pictures were registered two days running at the beginning of summer, when great North-South thermal contrast did occurred (fig. 2-7).

The Meteosat picture of 3rd July (pl. 1) preserve the spatial resolution of record, together with some diminution of the energetic resolution (steps of 3 radiometric points). The smallest size of geographic objects

capable of being isolated and studied and the possibility of assessment of horizontal and vertical thermal gradients are tested; remoteness thermal influence of landforms is exemplified. The location of warmest places led to hypothesis about the mechanism by which the continental air canopy is developing.

The pictures registered by HCMM on 4th July (pl. III-VII) enable a comparative assessment of the result of a marked improvement in spatial resolution, together with a steep drop in energetic resolution as a consequence of photographic processing (each step of grey combine 16 radiometric values). Pointing a locational analysis and interpretation of cloud cover, of a few cool lines and of the coastal areas, which variety is much clearer than on the Meteosat picture.

Summing up, a balance of the present experiment is made, showing on one side the difficulties of getting basic information and on the other side the big methodological value of data with exact spatial, energetic and temporal resolution. This shall widen and renovate our perception of Earth landscapes and make it possible to realize thematically complete surveys, while spectrally analytical, on the most varied scales.

PL. I — Extrait de l'enregistrement thermographique effectué, dans le canal de 10 à 12,5 μm , par le satellite Météosat, à 12.30 TU du 3 juillet 1978. Reproduction de l'image construite sur l'écran Péricolor du Bureau de Télédétection de l'ORTOM (France), pendant le stage d'Initiation à la Télédétection d'octobre 1979.

L'image en couleur ci-contre a été réalisée à partir des données numériques enregistrées sur bande magnétique, par synthèse colorée additive sur écran cathodique; elle a été ensuite photographiée sur film kodachrome, puis reproduite par impression off-set.

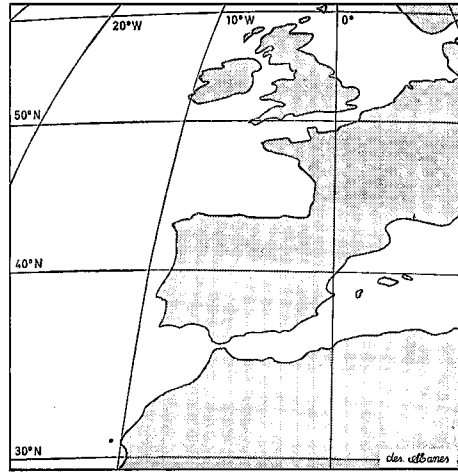
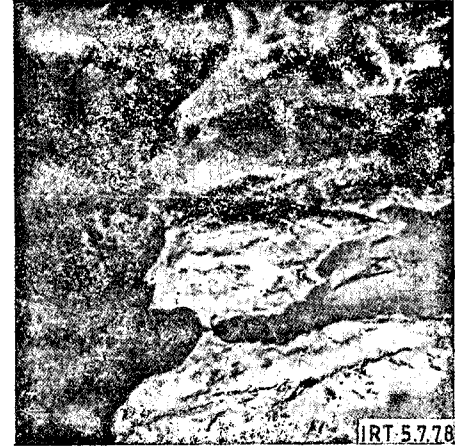
Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques techniques de l'image.

	Echelle radiométrique	Classé	Intensité				Couleur perçue
			Rouge	Vert	Bleu	Totale	
↑ froid	255-93	16	12	12	12	36	blanc verdâtre
	92-90	15	0	0	5	5	bleu-noir
	89-87	14	0	0	7	7	bleu très foncé
	86-84	13	0	0	11	11	bleu foncé
	83-81	12	0	0	15	15	bleu moyen
	80-78	11	0	3	15	18	bleu clair
	77-75	10	0	12	12	24	bleu turquoise
	74-72	9	10	10	5	25	vert-jaune
	71-69	8	15	12	0	27	jaune
	68-66	7	15	0	0	15	rouge clair
↑ chaud	65-63	6	10	0	0	10	rouge moyen
	62-60	5	8	0	0	8	rouge sombre
	59-57	4	6	0	0	6	rouge très sombre
	56-54	3	0	6	0	6	vert foncé
	53-51	2	0	10	0	10	vert clair
	50-0	1	6	3	1	10	marron foncé

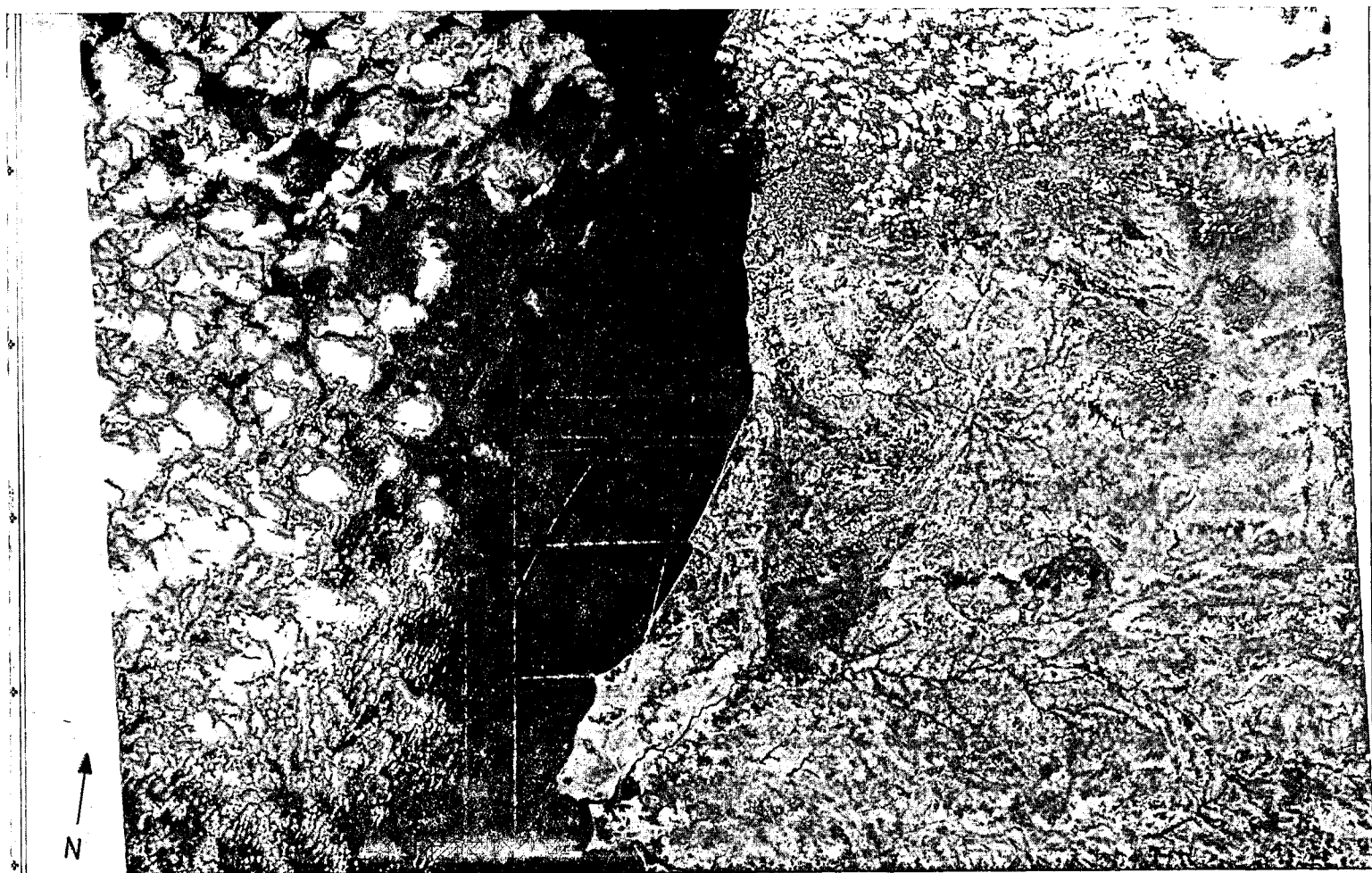
Les manipulations successives font que certaines couleurs se distinguent mal les unes des autres. C'est le cas, d'une part, des classes 13, 14 et 15, d'autre part, des classes 1, 3 et 4.



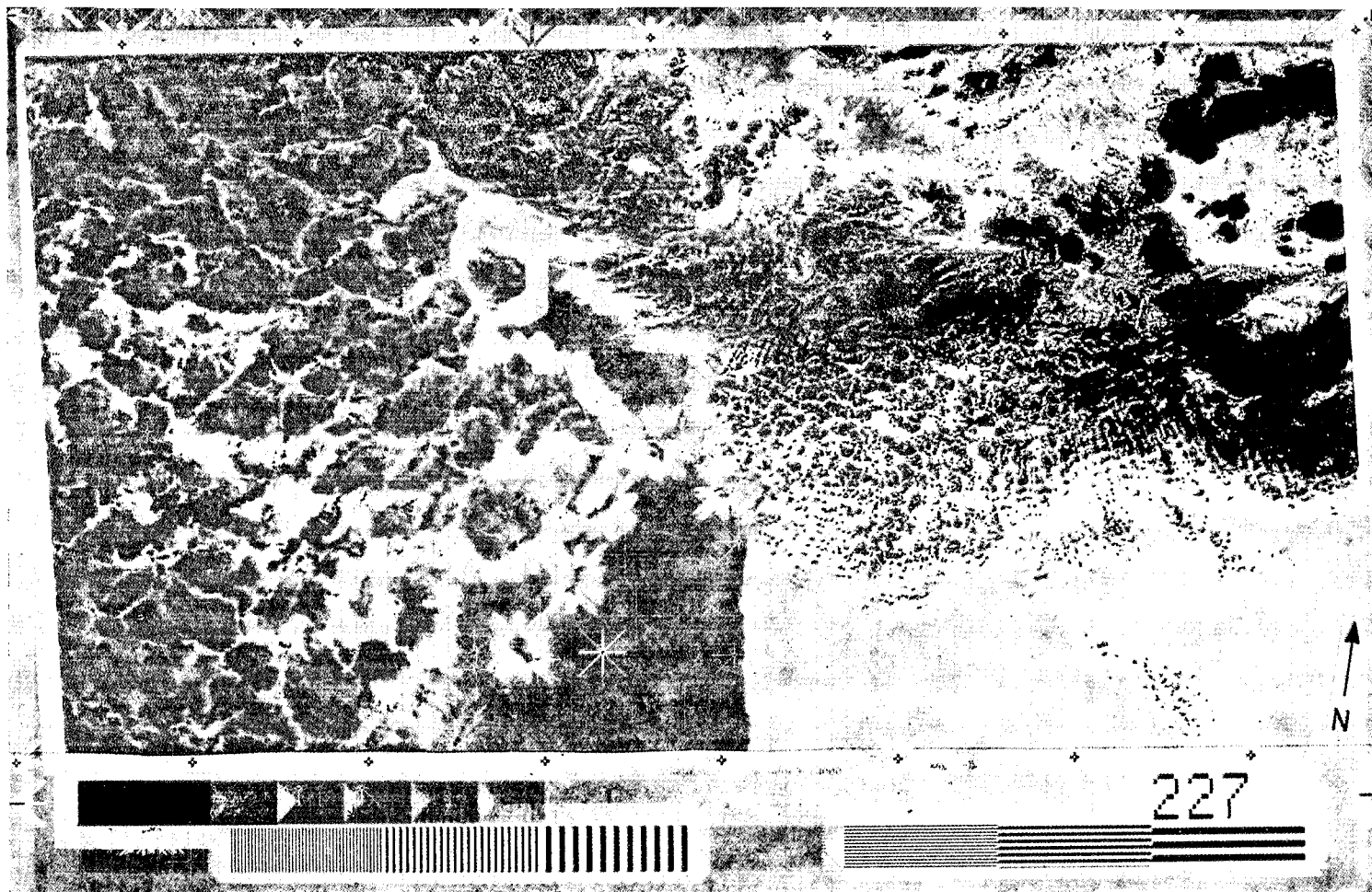
Extractos do registo termográfico efectuado, na banda de 10 a 12,5 μm , pelo satélite Meteosat, às 12.30 TMG, em 3 de Julho de 1978. Reprodução da imagem construída no ecran Pericolor do Bureau de Télédétection de l'ORSTOM (França) quando do estágio de Iniciação à Teledeteccção de Outubro de 1979.



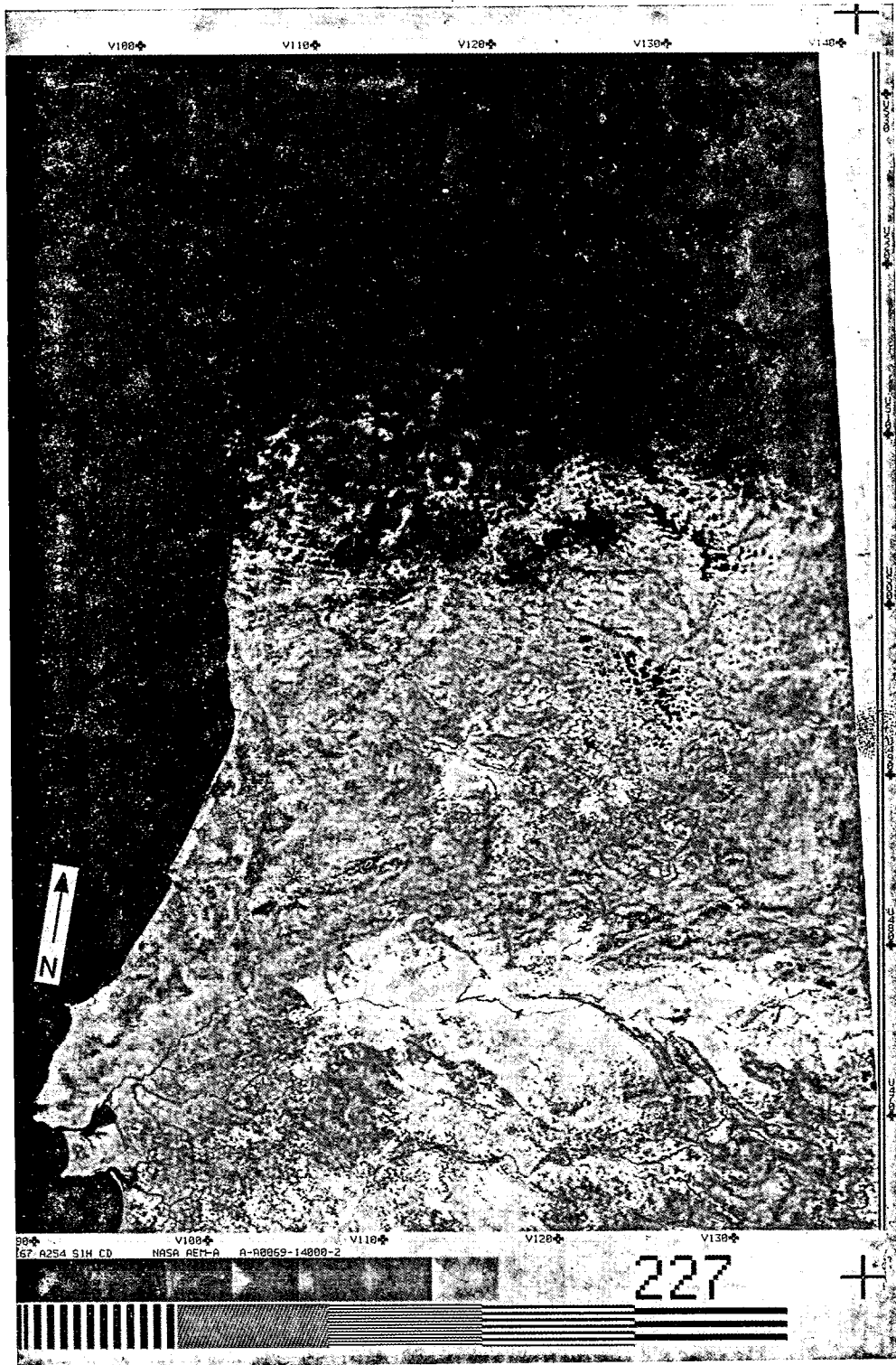
PL. II — Extraits des images Météosat des 3, 4 et 5 juillet 1978, à 12.30 TU. En haut, images du canal Infrarouge Thermique; la température est d'autant plus élevée que la tonalité est plus claire. En bas, images du canal Visible des 3 et 5 juillet et, au milieu, schéma de l'espace représenté, avec indication de la projection de l'image.



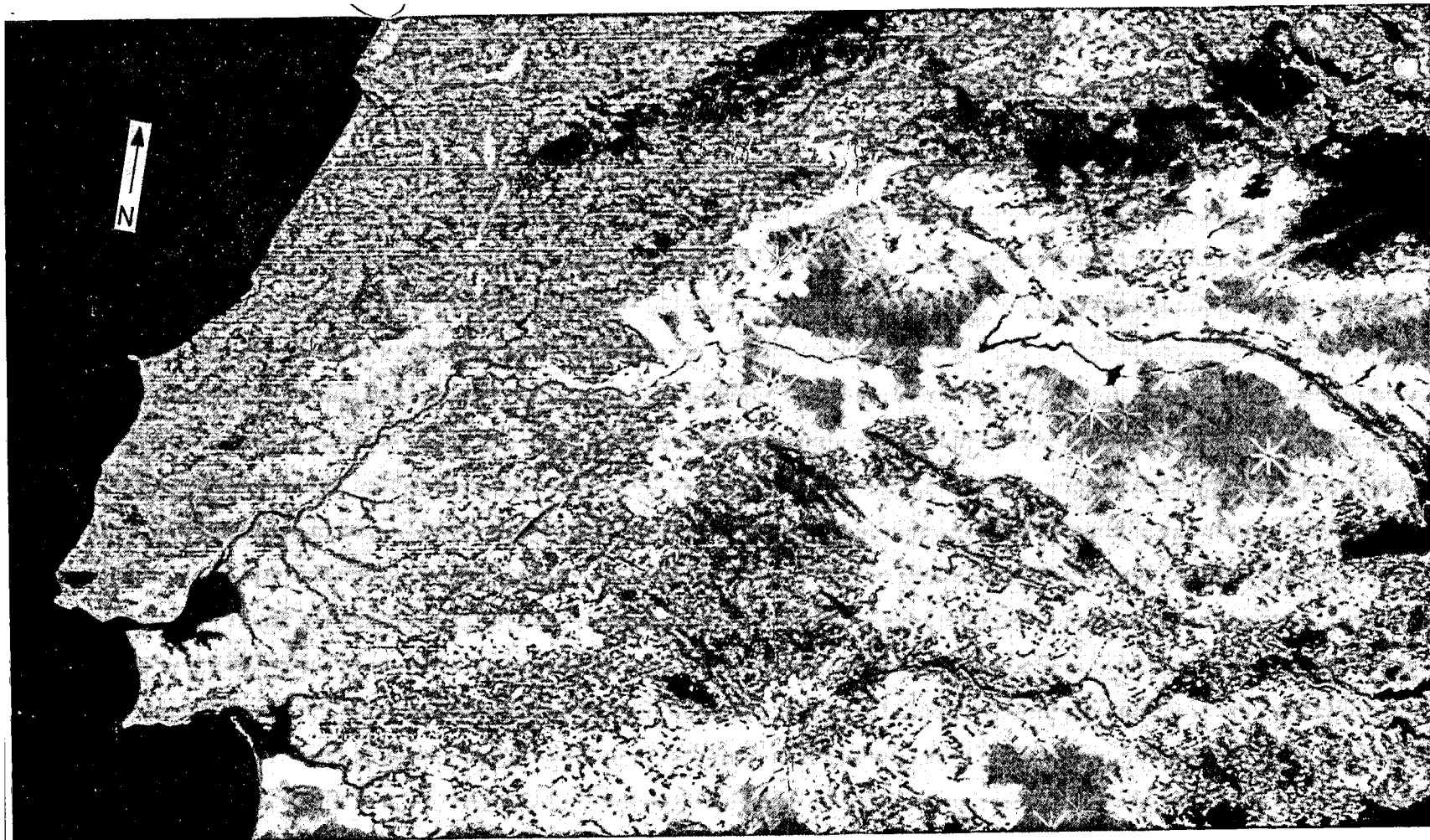
Pl. III — Partie centrale de l'image captée par le canal Visible du satellite HCMM, le 4 juillet 1978, 14.00 TU (échelle approximative 1:4 000 000). Sur le continent, on distingue surtout les grands contrastes dus à la couverture végétale; quant aux masses nuageuses, elles apparaissent d'autant plus blanches qu'elles sont plus denses ou plus épaisses.



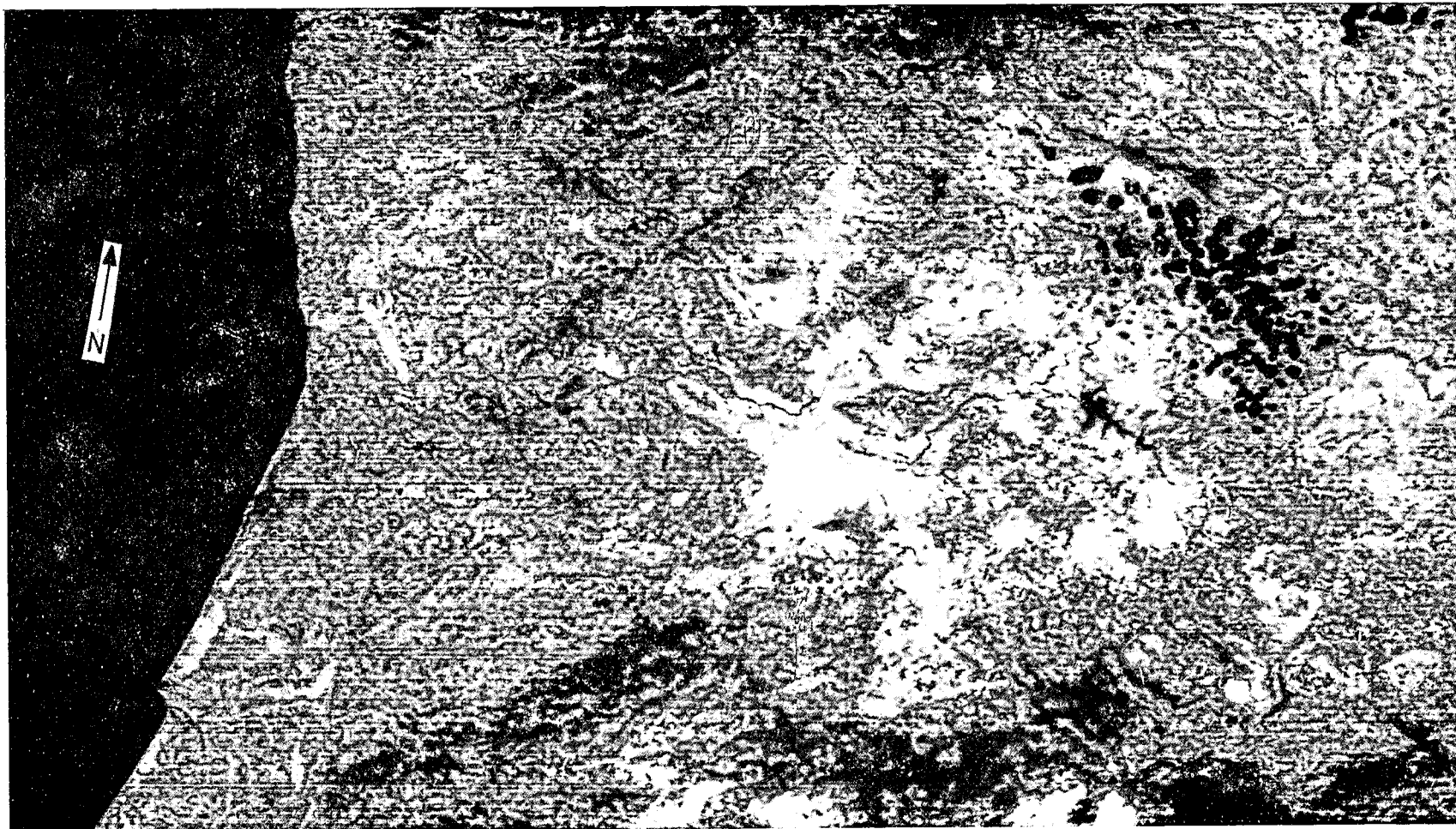
PL. IV — Tirage très pâle de la partie septentrionale de l'image captée par le canal Infrarouge Thermique du satellite HCMM, le 4 juillet 1978, à 14.00 TU (échelle approximative 1:4 000 000). En sacrifiant le détail de toutes les températures élevées (le continent apparaît en blanc et l'océan en gris très clair), on a fait apparaître les différences thermiques — et donc, indirectement, l'altitude — du sommet des masses nuageuses. La mire de 16 valeurs de gris permet de comparer ce tirage à celui de la planche V, réalisée à partir du même négatif.



PL. V — Tirage foncé de la partie orientale de l'image HCMM du 4 juillet 1978, à 14.00 TU, canal IRT, échelle approximative 1:4 000 000. L'extrémité droite de la mire, à la base de l'image, permet de comparer ce tirage à celui de la planche IV. Ici, nuages et océan se confondent complètement mais les espaces continentaux les plus chauds sont par contre bien mis en valeur par leur couleur claire.



PL. VI — Cette planche et la suivante sont la reproduction partielle d'un agrandissement à l'échelle de 1:2 000 000 de l'image du canal IRT du satellite HCMM, le 4 juillet 1978, à 14.00 TU. L'intensité du tirage est la même que celle de la planche V et on remarque que l'agrandissement commence à faire apparaître les lignes horizontales de captage. Du Nord au Sud, on reconnaît la Cordilheira Central, la vallée du Tage et celle du moyen Guadiana.



PL. VII — Voir la légende de la planche VI. Sur cette image, centrée sur le cours inférieur du Douro, on remarque les taches sombres correspondant à l'océan, aux nuages éparpillés au Sud de la Sierra da Culebra, aux barrages (dont le plus vaste est celui d'Almendra sur le Rio Tormes) et à certains massifs montagneux. Voir le texte pour un commentaire plus approfondi.