



HAL
open science

Les outils satellitaires et les produits Agrhymet

J.L. Domergue, Andre Chanzy

► **To cite this version:**

J.L. Domergue, Andre Chanzy. Les outils satellitaires et les produits Agrhymet. Veille climatique satellitaire, 1987, 16, pp.32-45. hal-02720013

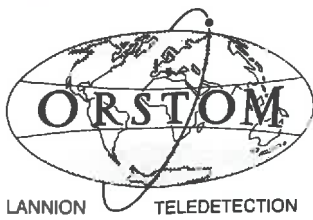
HAL Id: hal-02720013

<https://hal.inrae.fr/hal-02720013v1>

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

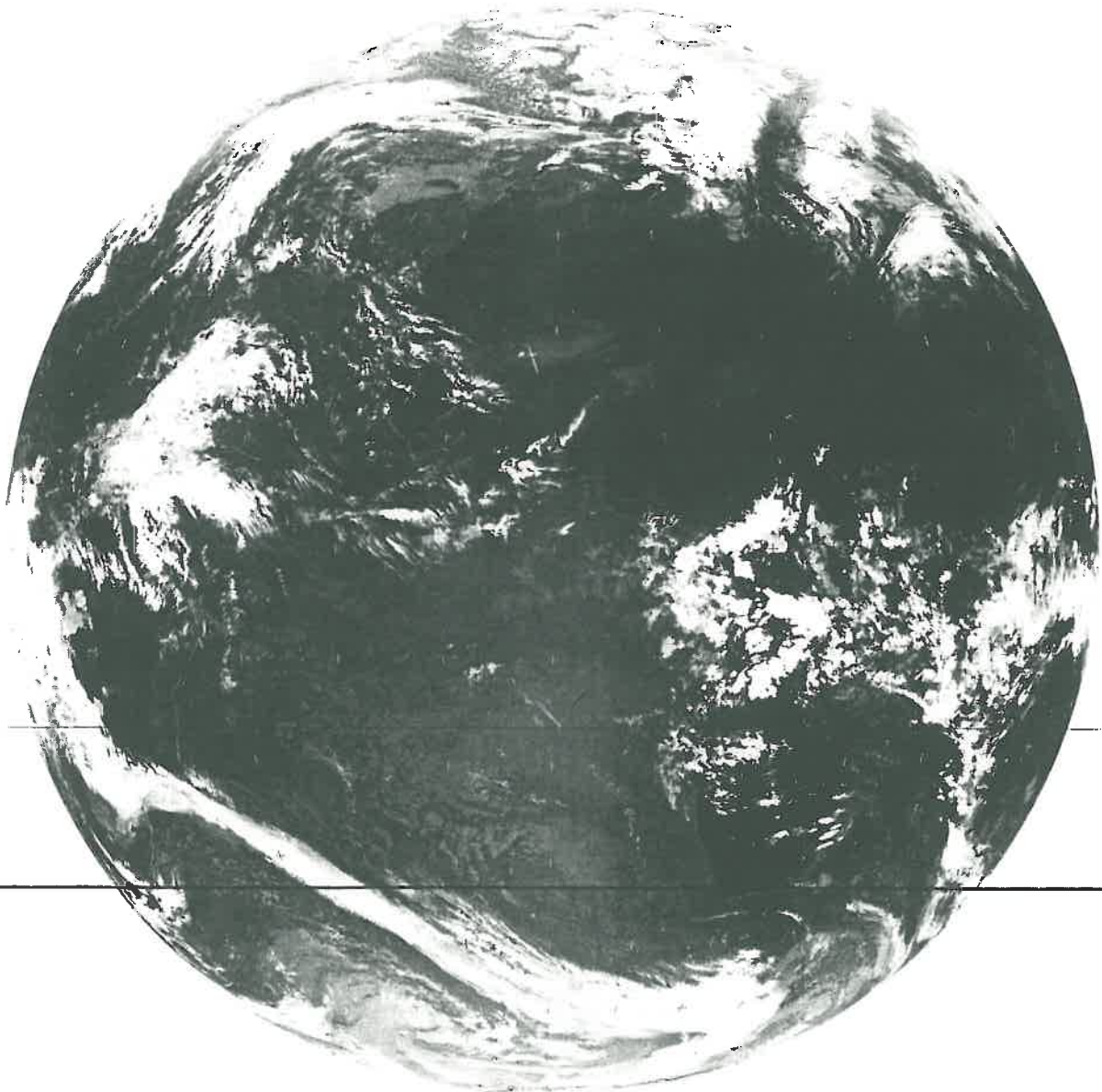
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Ministère de la Coopération

VEILLE CLIMATIQUE SATELLITAIRE

METEOROLOGIE NATIONALE CMC LANNION - METEOSAT 2 - AIVH 19/12/86 12H00TU IR



LES OUTILS SATELLITAIRES ET LES PRODUITS AGRHYMET

par J.L. DOMERGUE* et A. CHANZY**

La coopération instaurée entre le Centre Agrhymet, institution spécialisée du CILSS (Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel regroupant le Burkina-Faso, le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée-Bissau, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad) et des institutions qui élaborent des produits utilisant les données satellitaires a permis d'introduire dans le système opérationnel Agrhymet (cf. *fig. 1 et 2*) des outils nouveaux, permettant de mieux suivre l'évolution des situations de saison des pluies et l'état de la végétation, donc de mieux évaluer l'impact du temps sur les activités agricoles et pastorales dans les pays du CILSS.

L'introduction de ces technologies se traduit au niveau du BULLETIN AGROMÉTÉOROLOGIQUE DÉCA-DAIRE RÉGIONAL publié de mai à octobre par le centre régional Agrhymet, à Niamey (Niger), par l'introduction de nouveaux produits et notamment de cartes susceptibles de rendre compte des situations à l'échelle régionale et d'utiliser l'analyse écrite.

Les données satellitaires sont actuellement utilisées pour suivre les amas nuageux et notamment les lignes de grains qui traversent la région, pour étudier la couverture nuageuse en relation avec la répartition géographique de la pluviométrie, pour suivre l'évolution de l'état hydrique des sols et de la couverture végétale au fur et à mesure de l'installation de la saison des pluies au Sahel et enfin pour évaluer la biomasse et son état. Ces données sont utilisées complémentirement à celles recueillies avec les réseaux d'observations au sol tant météorologique qu'agrométéorologique et agronomique.

Actuellement la coopération dans ces domaines a lieu avec l'antenne ORSTOM au Centre de Météorologie Spatiale de Lannion, en France, pour ce qui concerne les données Météosat, d'une part, avec la NOAA/NESDIS/AISC à Columbia, Missouri et à Washington D.C. aux U.S.A. pour ce qui concerne les données NOAA, d'autre part.

1. Contributions au suivi de la pluviométrie régionale.

1.1. Méthodologies

La pluviométrie de la région ouest-africaine est essentiellement due à des amas nuageux à grand développement vertical qui s'organisent ou non en ligne de grains. Celles-ci balayent l'Afrique sahélienne d'est en ouest de mai à octobre. Des études climatologiques ont permis de montrer qu'elles sont responsables de 75 à 80 % des précipitations enregistrées dans cette zone.

Le sommet de ces nuages est très froid et c'est ce qui permet de les repérer très aisément depuis les satellites munis de radiomètres infrarouges thermiques. Au centre Agrhymet de Niamey on utilise l'imagerie Météosat 2 dans le cadre du suivi opérationnel des amas nuageux des saisons des pluies.

* Docteur ès sciences

** Ingénieur agronome

(Saison 1986)

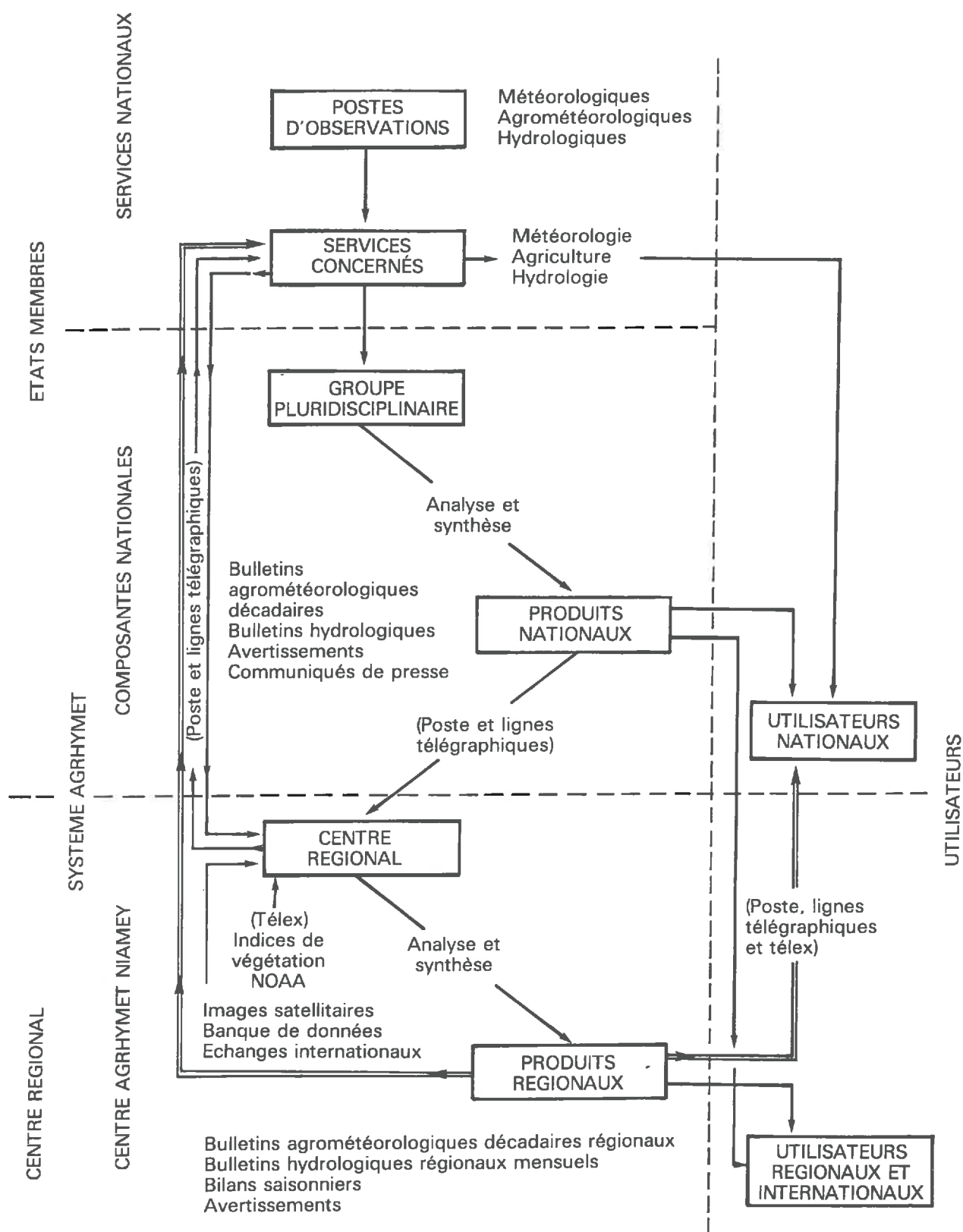


Figure 1. — ORGANIGRAMME DE LA CIRCULATION DE L'INFORMATION DANS LE SYSTEME AGRHYMET.

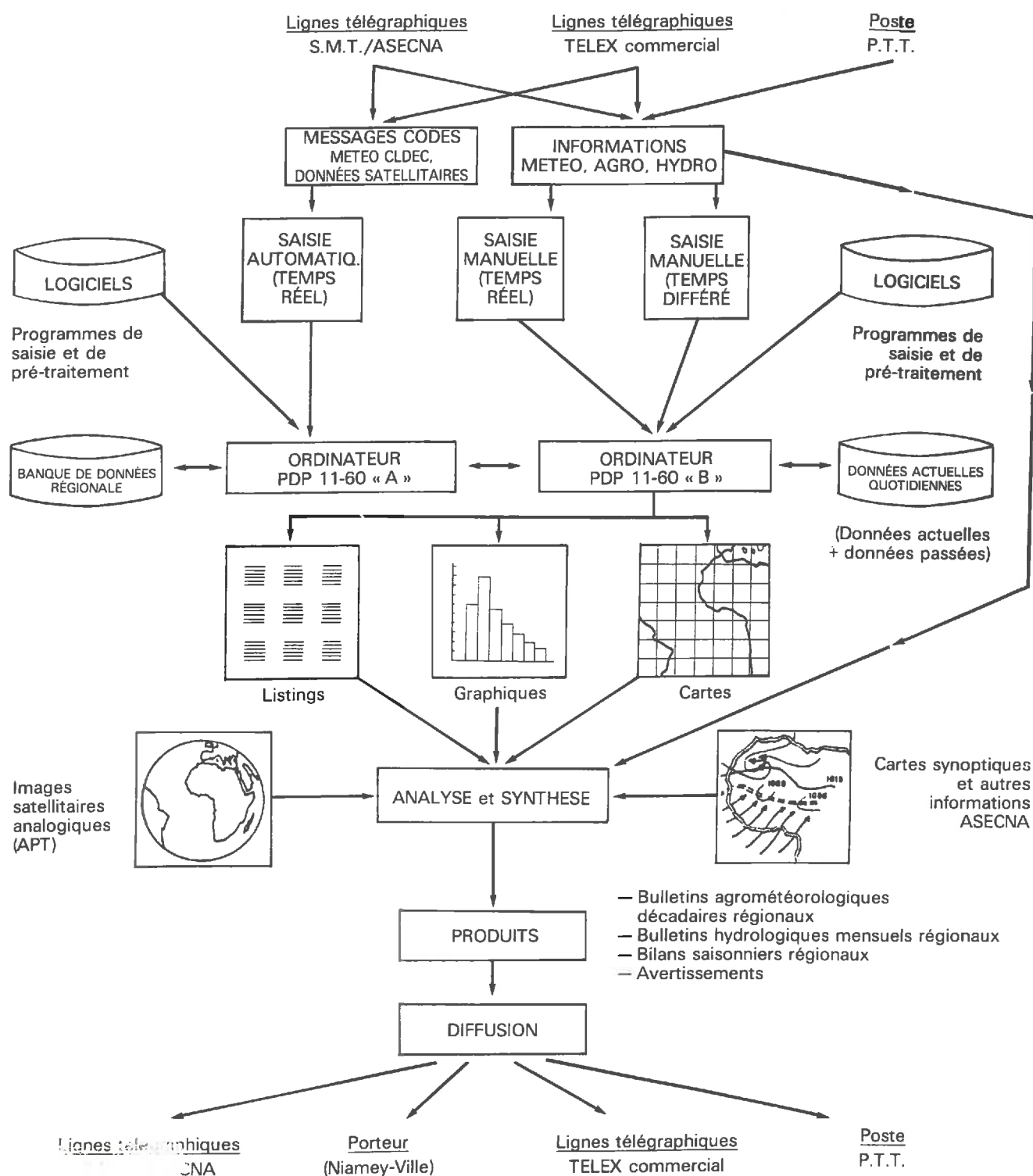


Figure 2. — ORGANIGRAMME DU TRAITEMENT DE L'INFORMATION AU CENTRE REGIONAL AGRHYMET.

1.2. Suivi des amas nuageux et des lignes de grain

Au centre même un récepteur APT permet de recevoir les images analogiques disséminées par le centre européen de Darmstadt (RFA). Les images infrarouges sont enregistrées au rythme d'une toutes les trois heures (huit images par jour) et les copies papier permettent de suivre, à ce rythme, les amas nuageux à grand développement vertical depuis leur naissance jusqu'à leur disparition (fig. 3). S'ils s'organisent en ligne de grains, leur déplacement est facile à suivre. La réception au centre Agrhymet des messages météorologiques SYNOP transmis par voie télégraphique spécialisée permet de connaître, dans des délais inférieurs à 24 heures, les

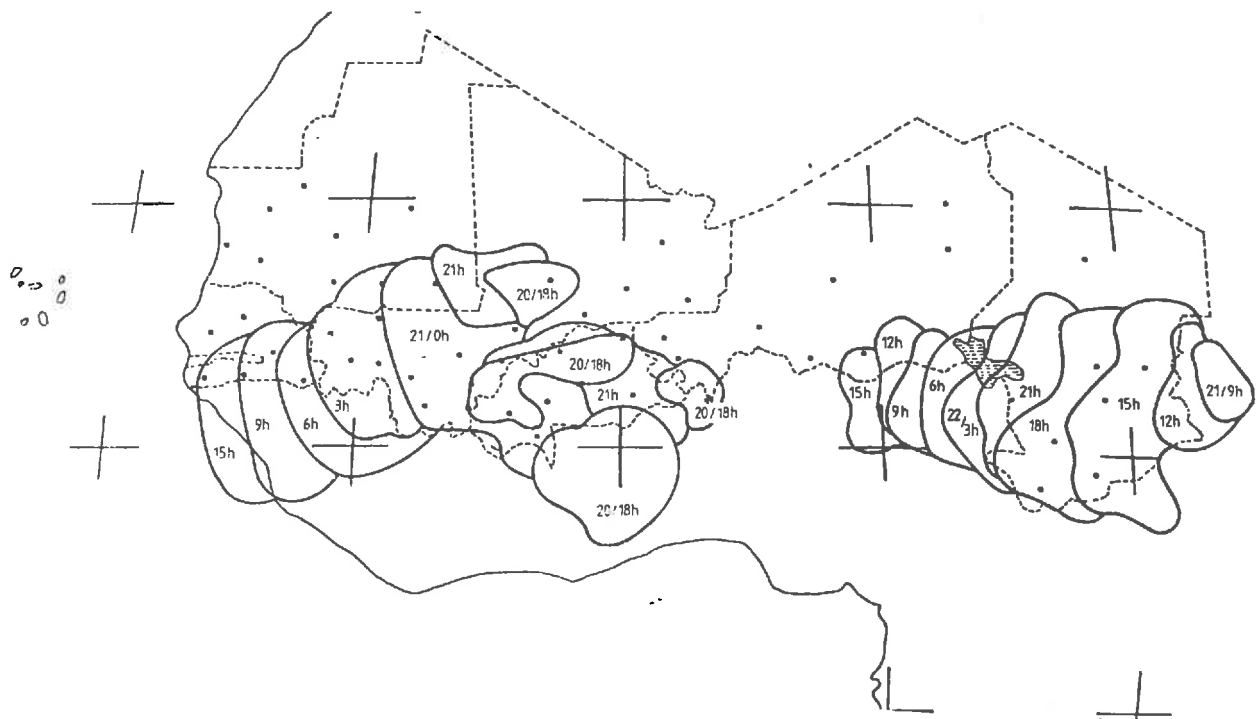


Figure 3. — SUIVI DES AMAS NUAGEUX AYANT INTÉRESSÉ LES PAYS DU CILSS LE 20 ET LE 21 JUILLET 1986.

quantités de pluie enregistrées quotidiennement dans les stations du réseau météorologique ouest-africain. Ces pluies sont pointées automatiquement par ordinateur sur un fond de carte de même projection et de même échelle que l'imagerie Météosat reçue, ce qui permet une analyse aisée et simultanée des amas nuageux et du champ de précipitation quotidien. Cette analyse est quasi instantanée, tous les documents nécessaires étant produits par le centre. Durant la saison des pluies 1986, nous avons rendu compte, dans le BULLETIN AGROMÉTÉOROLOGIQUE DÉCADAIRE RÉGIONAL, comme en 1985, des lignes de grains et des précipitations qui ont intéressé, chaque décade, les pays du CILSS.

1.3. Occurrence des nuages à sommet froid

De l'antenne ORSTOM du Centre de Météorologie Spatiale (C.M.S.) de Lannion (France) qui est équipé pour la réception des images infrarouges thermiques Météosat 2 sous forme digitale, nous recevons une analyse des nuages à sommet froid sur l'ensemble de l'Afrique de l'ouest. Cette analyse est faite sur six images par jour, soit soixante images par décade. Pour chaque point d'image on comptabilise le nombre de fois où une température radiative inférieure ou égale à -40°C est enregistrée. Le seuil de -40°C permet de discriminer les nuages à grand développement vertical qui sont responsables, comme nous l'avons vu ci-dessus, de 75 % à 80 % des précipitations. On obtient ainsi une fréquence absolue d'occurrence des nuages à sommet froid pendant la décade, fréquence que l'on cartographie aisément (fig. 4). Les différentes classes de fréquences sont symbolisées sur des cartes de l'Afrique de l'ouest par différentes intensités de grisés. Ces cartes nous parviennent par voie postale dans des délais suffisamment courts pour que l'analyse qui en est faite figure dans le BULLETIN AGROMÉTÉOROLOGIQUE DÉCADAIRE RÉGIONAL.

Les travaux menés sur ce type de document montrent qu'il existe une relation quantitative entre les fréquences d'occurrence des nuages à sommet froid et la pluviométrie. Ces relations sont d'autant meilleures que la période d'intégration est longue (plusieurs mois). Au centre Agrhymet, nous recevons pendant la saison des pluies des cartes intégrées d'une part, sur la décade et d'autre part, sur le mois. A cette échelle d'intégration temporelle, dictée par les nécessités de l'exploitation décadaire, ces cartes ne nous apportent donc qu'un aperçu qualitatif sur la structure des champs pluviométriques, ce qui nous permet cependant de préciser le tracé des isohyètes dans les zones à faible densité de pluviomètres.

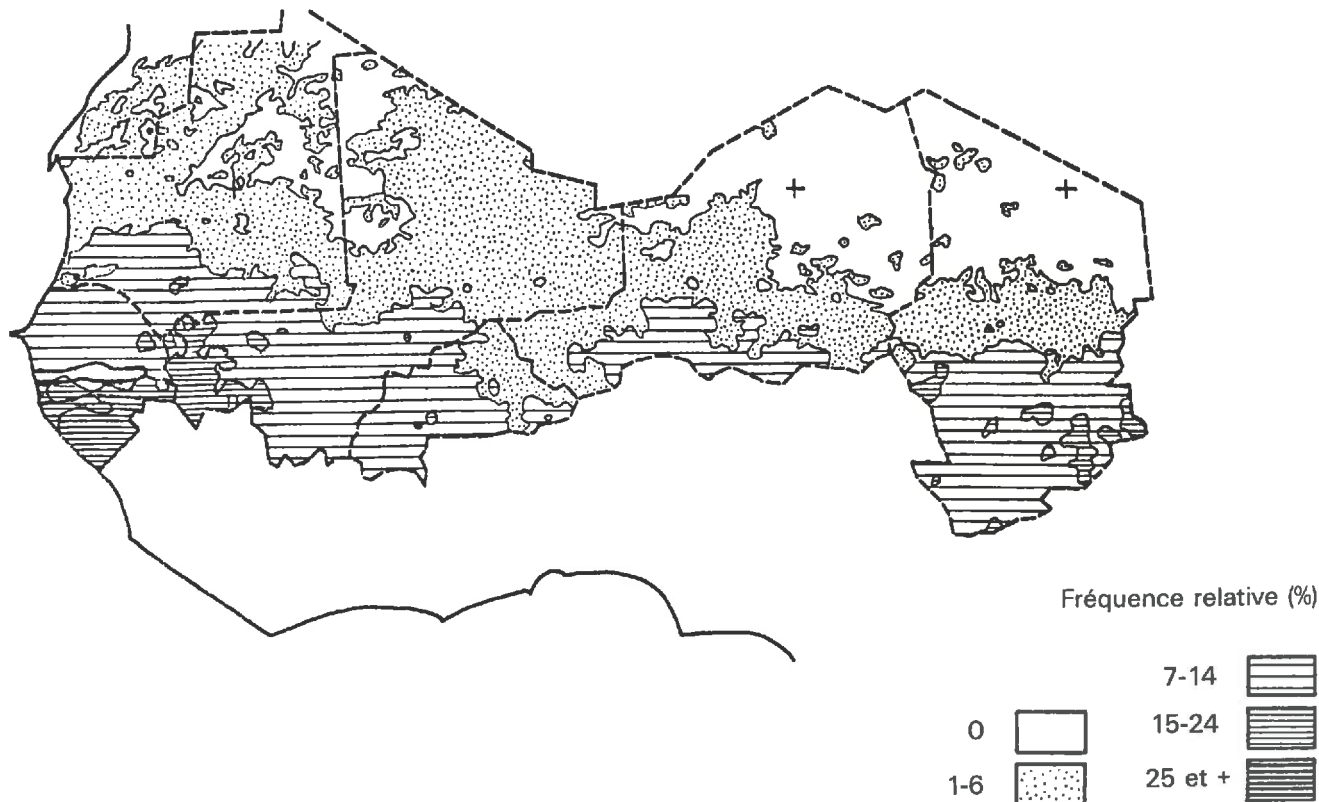


Figure 4. — FREQUENCE D'OCCURRENCE RELATIVE DES NUAGES FROIDS (TEMPERATURE DU SOMMET $\leq -40^{\circ}\text{C}$) SUR 177 IMAGES METEOSAT DE L'AFRIQUE DE L'OUEST PRISES PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1986.

2. Suivi des fronts thermiques.

2.1. Méthodologie

Les températures radiatives de la surface terrestre (sol et couverts végétaux) sont fortement influencées par l'humidité et donc par les répartitions spatiale et temporelle des précipitations. Il s'ensuit que celles-ci et l'état hydrique des végétaux (naturels comme cultivés) peuvent être suivis par l'étude des températures radiatives de la surface terrestre mesurées par satellite. La saison 1985 a été l'occasion de faire une première approche de ces questions au niveau du centre Agrhymet, grâce aux cartes de champ thermique Météosat 2 fournies au rythme hebdomadaire par l'antenne ORSTOM du CMS de Lannion. En 1986 nous avons bénéficié du même service, mais au rythme décadaire du suivi pratiqué opérationnellement dans le système Agrhymet.

2.2. Procédures

Le CMS de Lannion sélectionne pour chaque pixel, à partir de toutes les images infrarouge thermique digitales Météosat 2 disponibles sur cinq jours, la température radiative maximale. Cela permet de construire une image fausses couleurs sur laquelle il est possible de tracer des isothermes. Lorsque les lignes isothermes qui délimitent les plages de couleurs différentes sont rapprochées, elles traduisent des gradients élevés de température et on peut considérer qu'elles constituent de véritables fronts thermiques. Il est intéressant d'en observer la position géographique et l'évolution temporelle. L'expérience de 1985 menée avec le CMS de Lannion a montré que le suivi de l'isotherme $+39^{\circ}\text{C}$ permettait de bien évaluer la progression zonale de l'installation de la saison des pluies au Sahel, ses fluctuations en cours de saison et, en fin de saison, le retour vers la saison sèche. L'isotherme, qui suit grossièrement les parallèles, se déplace du sud vers le nord en début de saison, au fur et à mesure de l'installation de la pluviométrie sur la zone sahélienne, oscille entre 15° nord et 20° nord en milieu de saison, puis migre à nouveau vers le sud lorsque les pluies cessent sur la zone sahélienne. Les cartes fausses couleurs nous parviennent dans des délais suffisamment courts pour que l'analyse qui en est faite soit incluse dans le Bulletin. Plus précisément c'est l'isotherme $+39^{\circ}\text{C}$ qui a été cartographiée et présentée chaque décade de la saison 1986 (fig. 5).

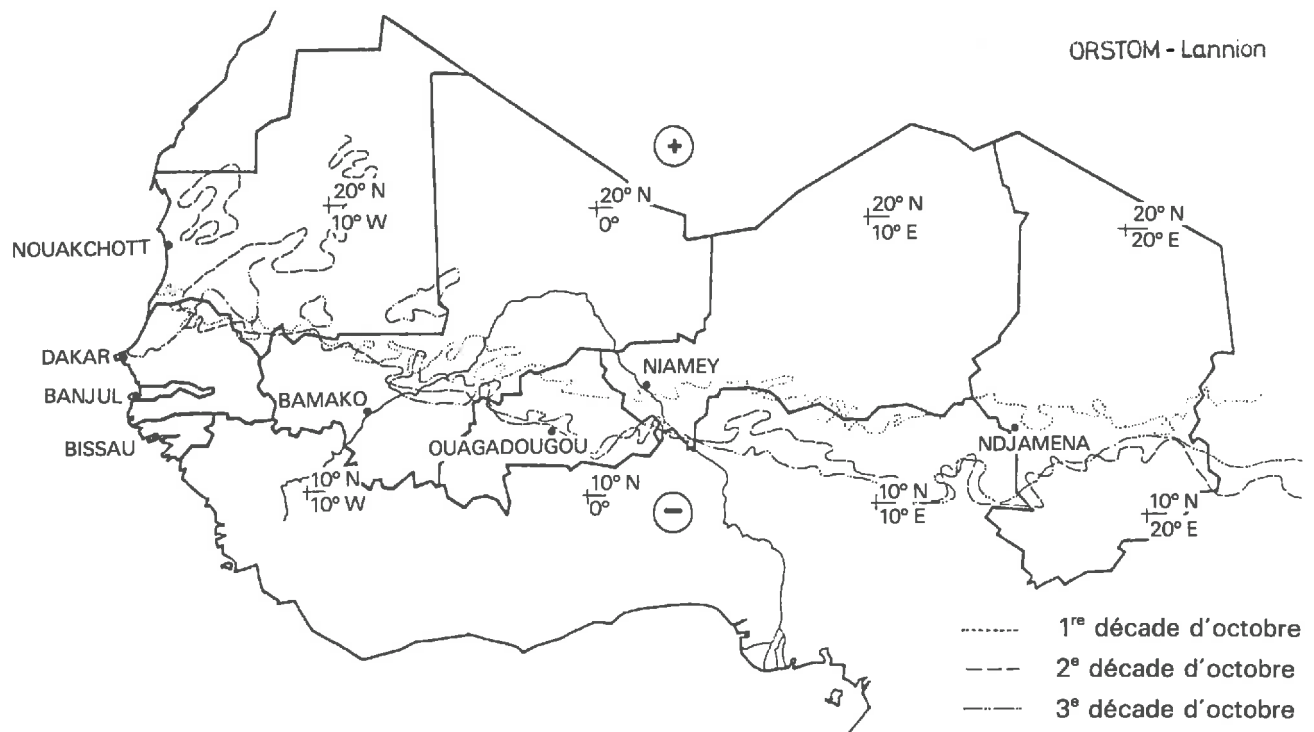


Figure 5. — POSITIONS DE L'ISOTHERME +39°C SUR L'AFRIQUE DE L'OUEST AU COURS DU MOIS D'OCTOBRE.

3. Suivi de l'état des cultures et des pâturages

3.1. Généralités

Jusqu'en 1985, le suivi de l'état de la végétation et en particulier de celui des cultures s'est fait, dans le système Agrhymet, exclusivement à l'aide d'observations au sol effectuées par différents personnels travaillant sur le terrain. Ces observations ont été faites et continueront à être faites selon une méthodologie mise au point dans le cadre du programme Agrhymet (fiche 01). Les informations transmises au niveau de chaque composante nationale Agrhymet par les voies les plus rapides possibles, lui servent à assurer le suivi de la saison des pluies et à élaborer à travers le GPT (Groupe de Travail Pluridisciplinaire) Agrhymet un BULLETIN AGROMÉTÉOROLOGIQUE DÉCADAIRE NATIONAL. Ces mêmes informations recueillies sur le terrain sont transmises, après codage, par voie télégraphique au centre Agrhymet à Niamey (fig. 2) qui a pour mission d'en tirer une synthèse à l'échelle régionale. L'expérience des années précédentes a montré l'efficacité de ces méthodologies et des procédures employées dans ce système. Un tel suivi a toutefois ses limites :

- la faiblesse des moyens ne permet pas d'avoir un réseau d'observation au sol suffisamment dense pour avoir une idée précise, notamment au niveau de la répartition spatiale, du déroulement de la campagne agricole ;

- la faiblesse des moyens de communication à l'intérieur de certains Etats constitue un handicap à la régularité et à la quantité des informations reçues au niveau des composantes nationales et donc aussi au centre régional Agrhymet à Niamey ;

- il est difficile de contrôler la qualité et la représentativité des observations.

La qualité et même la quantité d'informations pertinentes (utilisables par les décideurs) qu'il était possible de produire dans le système Agrhymet étaient donc limitées. Dans un tel contexte, l'utilisation des outils satellitaires est apparue très séduisante. Ils ont l'avantage de fournir des données spatiales complètes. En effet, au lieu d'avoir une information localisée au site d'observation, comme c'est le cas avec les méthodes traditionnelles de suivi de la végétation par des observations au sol, les satellites effectuent des mesures en prenant en compte toute la surface à étudier. La télédétection apporte donc de nouvelles possibilités, notamment pour tous les problèmes d'interpolation et de représentativité évoqués ci-dessus. D'autre part, un même appareil effectue toutes les mesures, ce qui permet d'avoir une homogénéité dans la qualité des observations.

Toutes les possibilités offertes par l'outil satellitaire ne sont pas encore explorées, mais les perspectives de son utilisation pour la surveillance des surfaces agricoles et pastorales s'annoncent prometteuses.

Nous avons donc décidé d'introduire dans le système opérationnel Agrhymet, à partir de la saison des pluies 1986, pour le suivi des cultures et des pâturages, les indices de végétation calculés avec les mesures du satellite NOAA.

3.2. Possibilités et limites de l'indice de végétation

Les satellites mesurent la réflectance de la surface terrestre, c'est-à-dire la puissance du rayonnement électromagnétique qu'elle émet ou réfléchit. Pour pouvoir suivre la végétation à partir des données satellitaires il fallait montrer que la biomasse chlorophyllienne de la couverture végétale pouvait être discernée d'autres types de surfaces terrestres telles que les surfaces d'eau libre ou de sol nu. Ce problème a été à l'origine de nombreux travaux. Nous allons en présenter les résultats effectivement utilisés opérationnellement, afin de mieux cerner les possibilités mais aussi les limites de cet outil satellitaire.

3.2.1. Définition de l'indice de végétation

La biomasse chlorophyllienne a une réponse spectrale (réflectance dans les différentes longueurs d'onde) qui se démarque très nettement de celles des autres surfaces naturelles (*fig. 6*). Pour pouvoir l'exploiter au mieux et ainsi séparer ce qui est de la végétation de ce qui ne l'est pas, il est nécessaire de combiner plusieurs canaux spectraux satellitaires. C'est ainsi qu'ont été définis les différents indices de végétation. La brillance, le greenness, le PVI (Perpendicular Vegetation Index), le DI (Difference Index), le RI (Ratio Index) et le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) sont les plus souvent cités.

Le NDVI (que l'on appellera indice de végétation dans la suite) a été retenu car il minimise les effets atmosphériques tout en gardant une bonne réponse à la quantité de biomasse chlorophyllienne et à son état hydrique (essentiellement). Les auteurs s'accordent pour dire que cet indice de végétation permet de mesurer l'activité photosynthétique d'un couvert. Toutefois, les variations de l'état du sol peuvent avoir une incidence sur la valeur de l'indice, ce qui est un handicap lorsque la végétation n'est que partiellement couvrante.

Le NDVI est défini par le rapport :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Réflectance PIR} - \text{Réflectance R}}{\text{Réflectance PIR} + \text{Réflectance R}} \times 100$$

avec PIR : Proche-infrarouge (canal 2 du satellite NOAA)

R : Rouge (canal 1 du satellite NOAA).

Si nous travaillons avec une grande surface de résolution au sol (plus petite surface pour laquelle on ait une information ; on parle aussi de point d'image ou de pixel) de l'ordre de 1 km² mais pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de km², ce qui est nécessaire pour suivre de grandes zones, l'indice de végétation rend compte d'un état global de la biomasse intégrant à la fois les surfaces de sol nu et les différentes surfaces recouvertes de végétation. Pour de telles surfaces de résolution, l'indice de végétation est donc un indicateur qui traduit à la fois la quantité et la vigueur (l'état) de la biomasse sur l'ensemble de la surface. Nous pouvons dire « l'indice de végétation traduit un contexte de biomasse ».

3.2.2. Résultats déjà acquis

a) Suivi des pâturages

C'est probablement dans ce domaine que les travaux sont les plus avancés. L'indice de végétation est particulièrement bien adapté car il constitue une mesure de la quantité de biomasse qui est directement reliée à la production des pâturages. Deux approches ont été menées :

— à partir d'une scène, dont la date est choisie de telle manière que l'activité chlorophyllienne soit à son maximum, on établit par régression une relation entre l'indice de végétation et la quantité de matière sèche mesurée au sol. Les droites obtenues sont très satisfaisantes, le coefficient de corrélation étant voisin de 0,9. Toutefois, en n'ayant qu'une scène par an, on ne peut pas tenir compte de l'atténuation atmosphérique du rayonnement électromagnétique. Par conséquent, il est nécessaire de réétalonner pour chaque campagne les modèles en effectuant des mesures au sol.

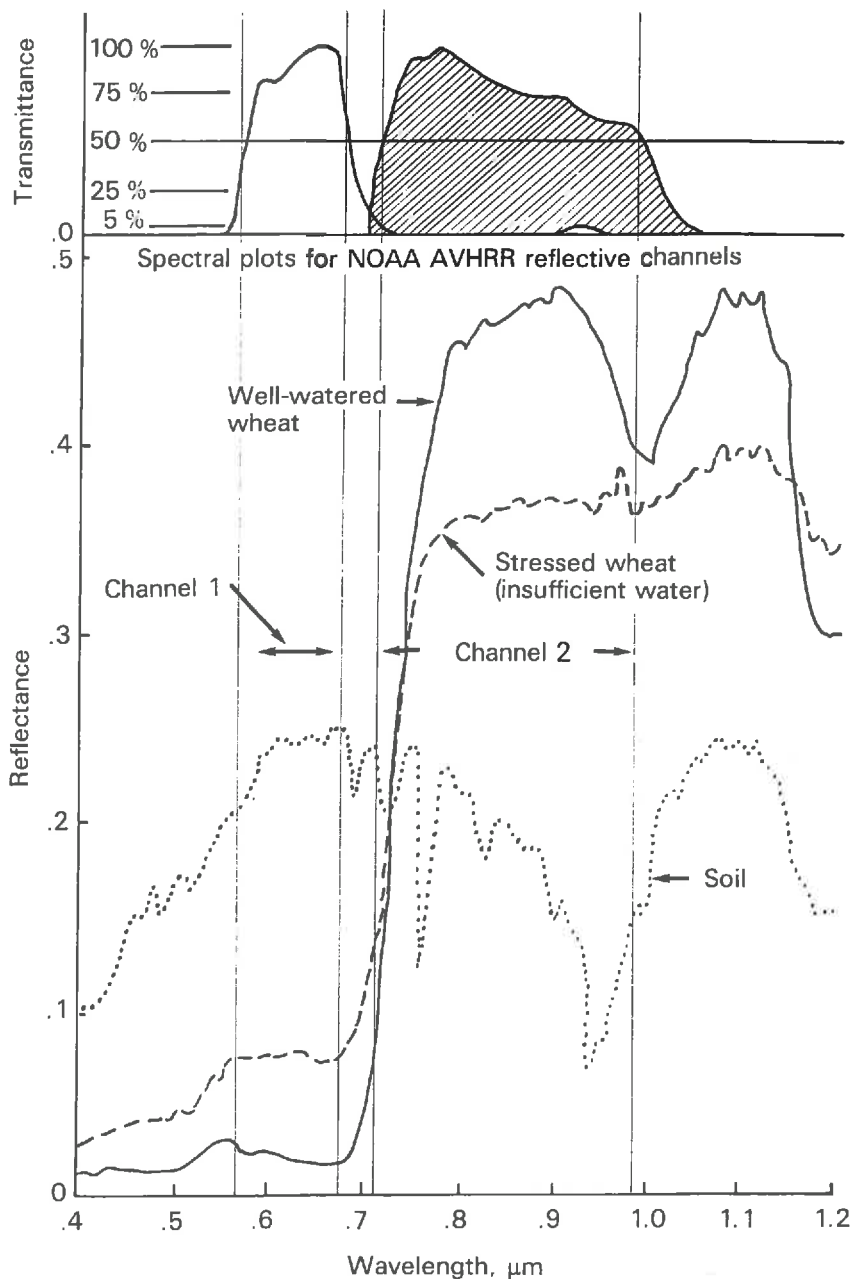


Figure 6. — **REPONSE SPECTRALE DU BLÉ DANS LES CANAUX NOAA-AVHRR.**

— à partir des séries chronologiques (évolution de l'indice de végétation pour un point d'image donné en fonction du temps) on définit des variables qui les caractérisent (intégrales sur la série chronologique, valeur maximale d'indice, etc.) que l'on met en relation par régression linéaire avec les quantités de matière sèche mesurées au sol. On travaille à partir de séries chronologiques lissées afin de minimiser les effets atmosphériques, ce qui permet aussi d'alléger les procédures d'étalonnage des modèles qui restent plus stables au cours du temps que ceux présentés précédemment. Les recherches sur l'utilisation de cette seconde approche ne sont pas encore nombreuses et des expérimentations ultérieures semblent être nécessaires pour pouvoir la valider.

b) Suivi des cultures

Les recherches effectuées pour le suivi des cultures ont été menées suivant deux directions : d'une part, l'évaluation des rendements et leur prévision et, d'autre part, l'identification des surfaces. Nous ne nous intéresserons dans la suite qu'à l'évaluation des rendements, le problème de l'identification des surfaces n'étant pas du ressort du programme Agrhymet. Les rendements ne sont pas accessibles directement, comme c'est le cas avec la production des pâturages. En effet, les indices de végétation mesurent une activité photosynthé-

tique. La liaison entre celle-ci et les rendements des cultures n'est pas immédiate, ce qui complique le développement des modèles de prévision, qui commencent tout juste à être opérationnels. Pour cela de nombreuses études ont été menées à l'échelle de la parcelle avec des radiomètres portatifs ou des satellites à haute résolution. Celles-ci montrent qu'il existe de bonnes corrélations entre les données radiométriques et les rendements. Cependant le problème se complique lorsque l'on augmente la surface de résolution, incluant plusieurs types de surfaces dans une même donnée satellitaire. Quelques essais de modélisation ont été effectués au niveau régional dans le Sahel et aux USA. Cependant, statistiquement, l'intervalle de confiance sur le rendement calculé reste très large et l'évaluation reste donc encore très imprécise.

3.2.3. Conclusions quant à l'utilisation des indices de végétation dans le système Agrhymet.

Pour pouvoir suivre de vastes surfaces telles que celles couvertes par l'ensemble des pays du CILSS il est nécessaire, pour pouvoir travailler avec un nombre de données raisonnable, de choisir une résolution au sol de plusieurs km². Avec une telle résolution, l'interprétation des indices de végétation ne peut être à l'heure actuelle que qualitative. On peut suivre l'évolution de la biomasse et la comparer à celles des années de référence. Par contre, toute tentative de quantification s'avère assez hasardeuse, comme le suggèrent les intervalles de confiance statistiques des modèles de prévision des rendements.

Nous disposons donc avec les indices de végétation satellitaires d'un outil qui nous permet d'assurer un suivi qualitatif des cultures et des pâturages sur l'ensemble de la surface couverte par les pays du CILSS. L'expérience de 1986 nous a montré tout l'intérêt d'un tel suivi, notamment dans les zones de pâturages où les observations sol sont peu nombreuses.

Les connaissances en télédétection évoluent très rapidement et nous pouvons espérer une rapide évolution des méthodes d'interprétation.

3.3. Intégration de l'outil satellitaire au centre Agrhymet de Niamey

3.3.1 Choix de l'outil satellitaire

Des satellites capables de fournir des indices de végétation (NOAA, SPOT, LANDSAT) ce sont les satellites NOAA qui répondaient le mieux aux exigences du système Agrhymet.

Les satellites NOAA couvrent chaque jour l'ensemble de la surface du globe. Cette répétitivité dans les mesures est essentielle pour pouvoir assurer un suivi dans le temps des cultures.

Les procédures de traitement sont rapides, permettant ainsi de travailler en temps réel.

La résolution des satellites NOAA est de 1,1 km par 1,1 km, soit un point d'image de 1,2 km² au sol. Il est possible de dégrader cette résolution pour limiter le nombre de données. Nous pouvons ainsi disposer des données dites GAC (16 km²) et PSG (225 km²), dont une description détaillée se trouve dans l'annexe 1. La résolution des satellites NOAA est donc compatible avec le suivi à l'échelle de l'ensemble des pays du CILSS.

3.3.2. Acquisition des données

En attendant la station de réception NOAA, dont l'installation est prévue au centre Agrhymet à Niamey, fin 1987, les indices de végétation nous ont été envoyés en 1986 des USA, grâce à une collaboration établie avec la NOAA/NESDIS/AISC de Columbia, Missouri et de Washington D.C. (USA) (fig. 7). Deux types de données nous ont été fournies :

- Les indices de végétation intégrés sur des surfaces de 1° de longitude par 1/2° de latitude, surfaces aussi appelées cellules de grille (fig. 8 et 9). Ces données arrivent au rythme hebdomadaire par voie télégraphique avec un délai de 4 à 5 jours après la fin de chaque semaine correspondant au temps des traitements effectués aux USA ;

- des disquettes permettant la visualisation des indices de végétation en résolution GAC sur micro-ordinateurs compatibles IBM-PC, ainsi que des épreuves photographiques de ces données. L'ensemble de ces documents nous sont envoyés par la valise diplomatique américaine avec un délai de 1 à 2 mois.

L'envoi sous deux formes des indices de végétation répond à un double objectif : assurer un suivi de la végétation en temps réel et développer les méthodes d'interprétation des indices de végétation.

Pour le suivi de la végétation nous devons disposer des données le plus rapidement possible et donc les acheminer par voie télégraphique. Pour des raisons économiques, nous avons volontairement choisi une résolution grossière (cellules de grille de 1° de longitude par 1/2° de latitude, soit 6.174 km² en moyenne) pour

limiter le nombre de données à transmettre. Par contre, les travaux de développement sur les méthodes d'interprétation des indices de végétation doivent être menés avec une résolution au sol plus fine telle que celle des données GAC. C'est de plus avec celles-ci que se fera le suivi de la végétation lorsque la station de réception sera installée à Niamey. Les recevoir en temps différé nous permet de nous familiariser avec ce type de produit.

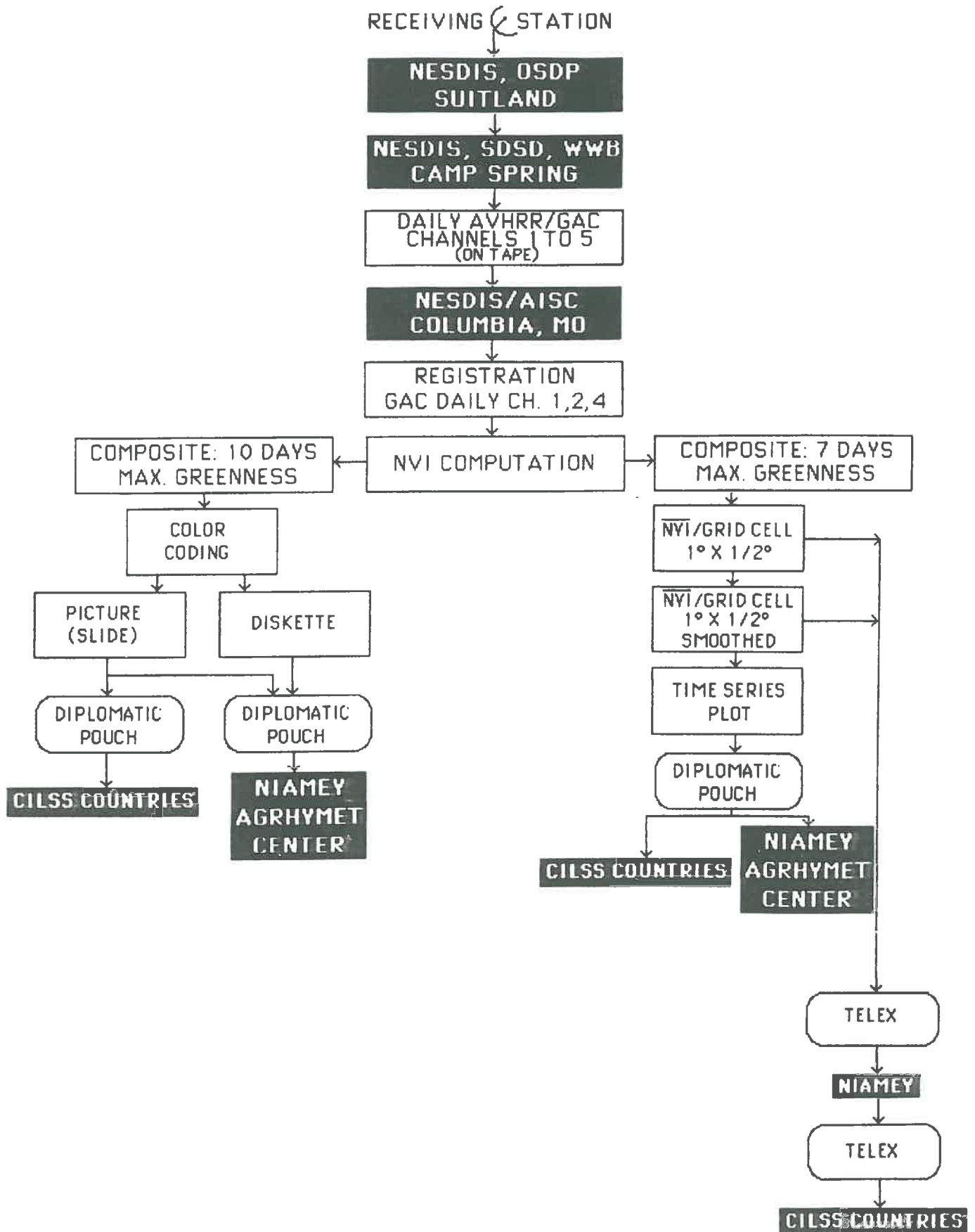


Figure 7. — CIRCULATION DES DONNÉES NOAA ENTRE LES ETATS-UNIS ET LES PAYS DU CILSS.

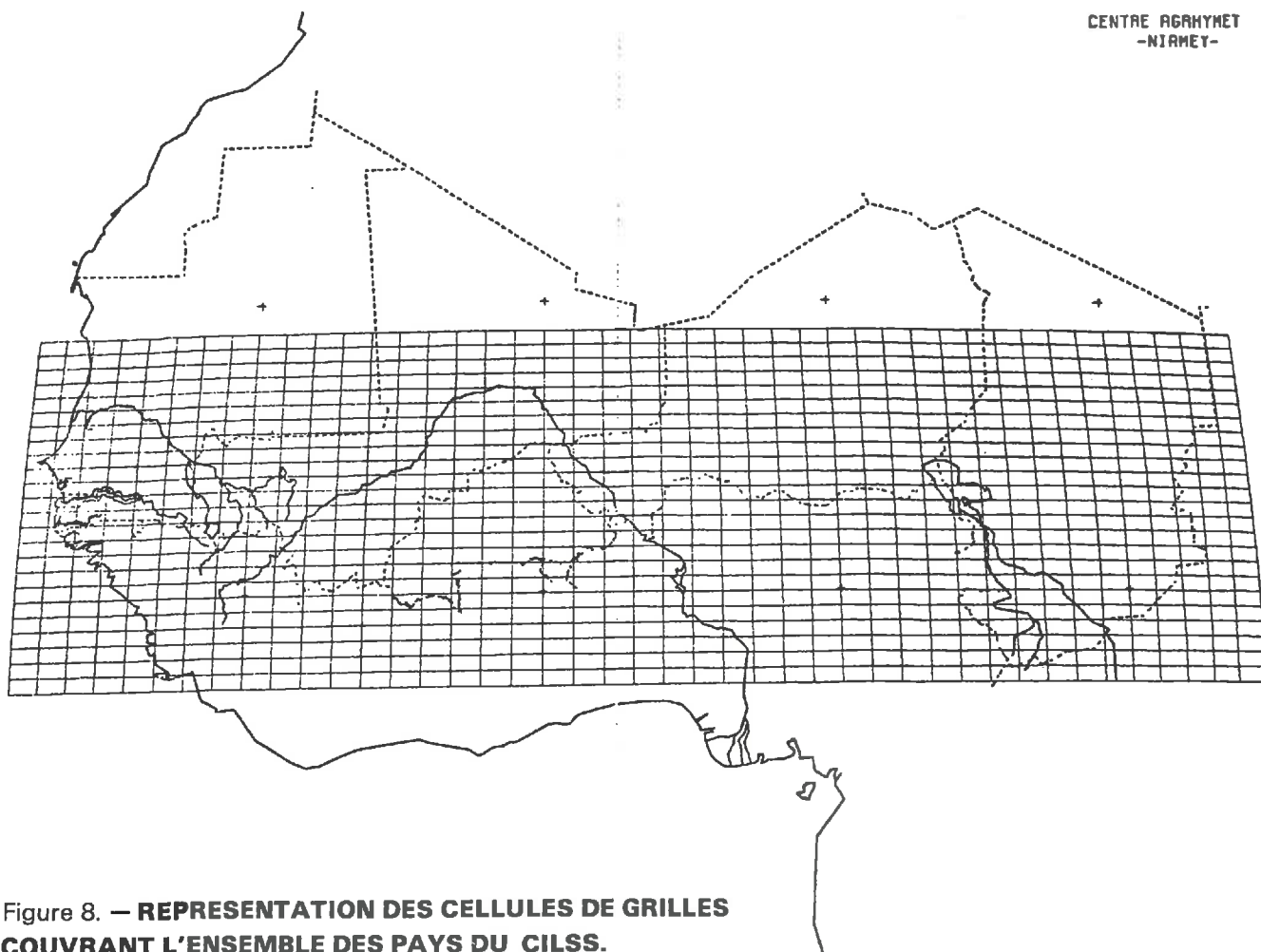


Figure 8. — REPRESENTATION DES CELLULES DE GRILLES COUVRANT L'ENSEMBLE DES PAYS DU CILSS.

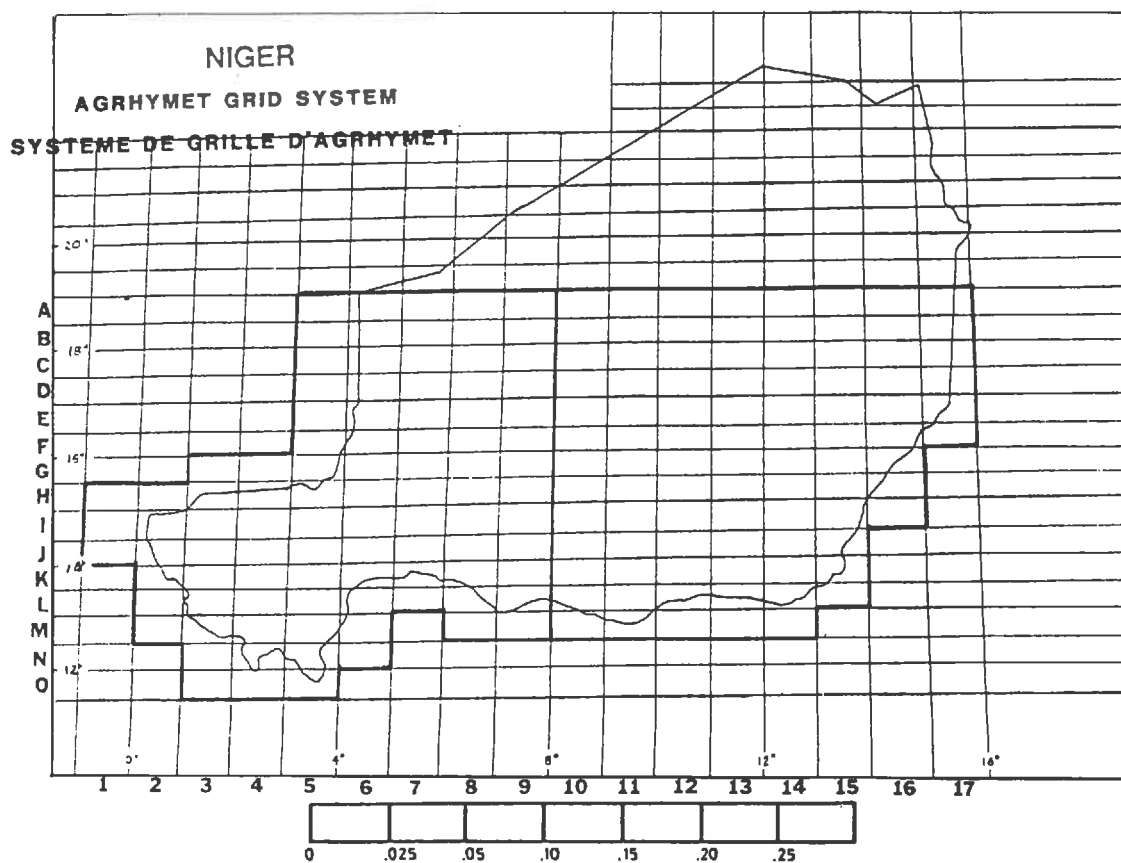


Figure 9. — SYSTEME DE GRILLE D'AGRHYMET.

3.3.3. Exploitation des données

Les données satellitaires sont exploitées, dans le cadre du suivi de la campagne, dans chaque pays, par les composantes nationales du système Agrhymet, pour lesquels des personnes ont été formées aux USA à l'interprétation des indices de végétation. Le centre régional joue le rôle de centre serveur en recevant les données satellitaires et en les redistribuant dans chaque pays par voie télégraphique. Dans le même temps, on effectue au centre Agrhymet un suivi régional de la campagne agricole à partir des indices de végétation qui est publié dans le BULLETIN AGROMETEOROLOGIQUE DECADEIRE REGIONAL. D'autre part, le centre régional est chargé de participer au développement des méthodes d'interprétation, en essayant de les adapter aux différents types de végétation sahélienne et sud-soudanienne.

Pour pouvoir mener ces activités, nous avons installé au centre Agrhymet toute une infrastructure en matériels (micro-ordinateurs notamment) et en logiciels (fig. 10).

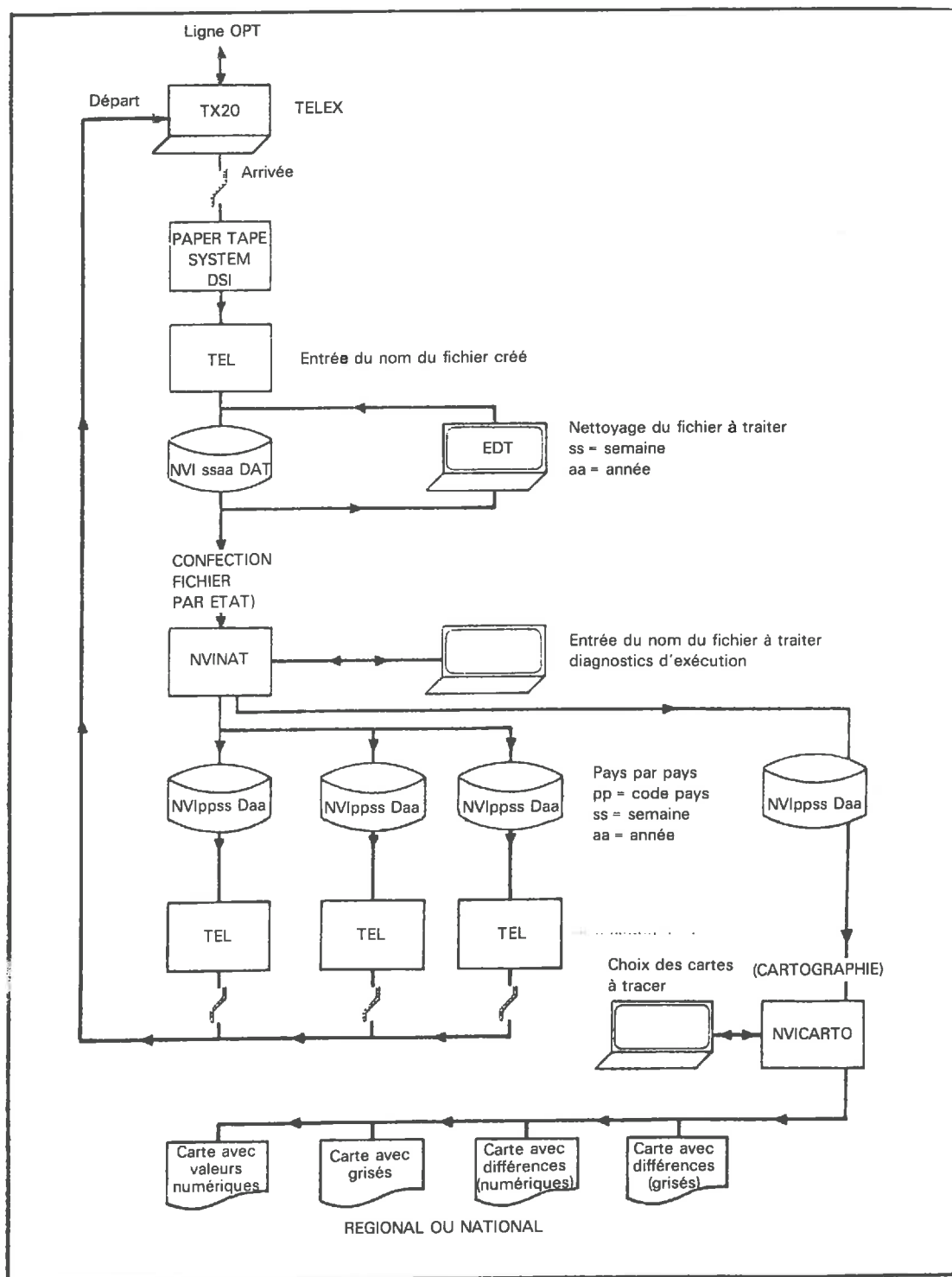


Figure 10. — CHAINE DE TRAITEMENT DES INDICES DE VEGETATION.

Lorsque les indices de végétation arrivent par voie télégraphique, un programme permet de les stocker sur support informatique. Les données sont ensuite triées par pays pour être retransmises vers chaque Etat, également par voie télégraphique, avec un délai inférieur à 24 heures. Des logiciels graphiques ont été conçus pour visualiser les indices de végétation sous forme de grisés, de valeurs et de différences par rapport à d'autres semaines (fig. 11).

Quant aux données d'indice de végétation de résolution GAC reçues sur disquette, un système de visualisation en fausses couleurs utilisant « l'Ambrosiak Color Coordinate System » est installé sur un BULL MICRAL 30 compatible IBM-PC fourni par la coopération française, auquel on a ajouté du matériel complémentaire acheté aux USA. Il est prévu d'installer de tels systèmes de visualisation dans tous les Etats au cours de la phase III du programme Agrhymet.

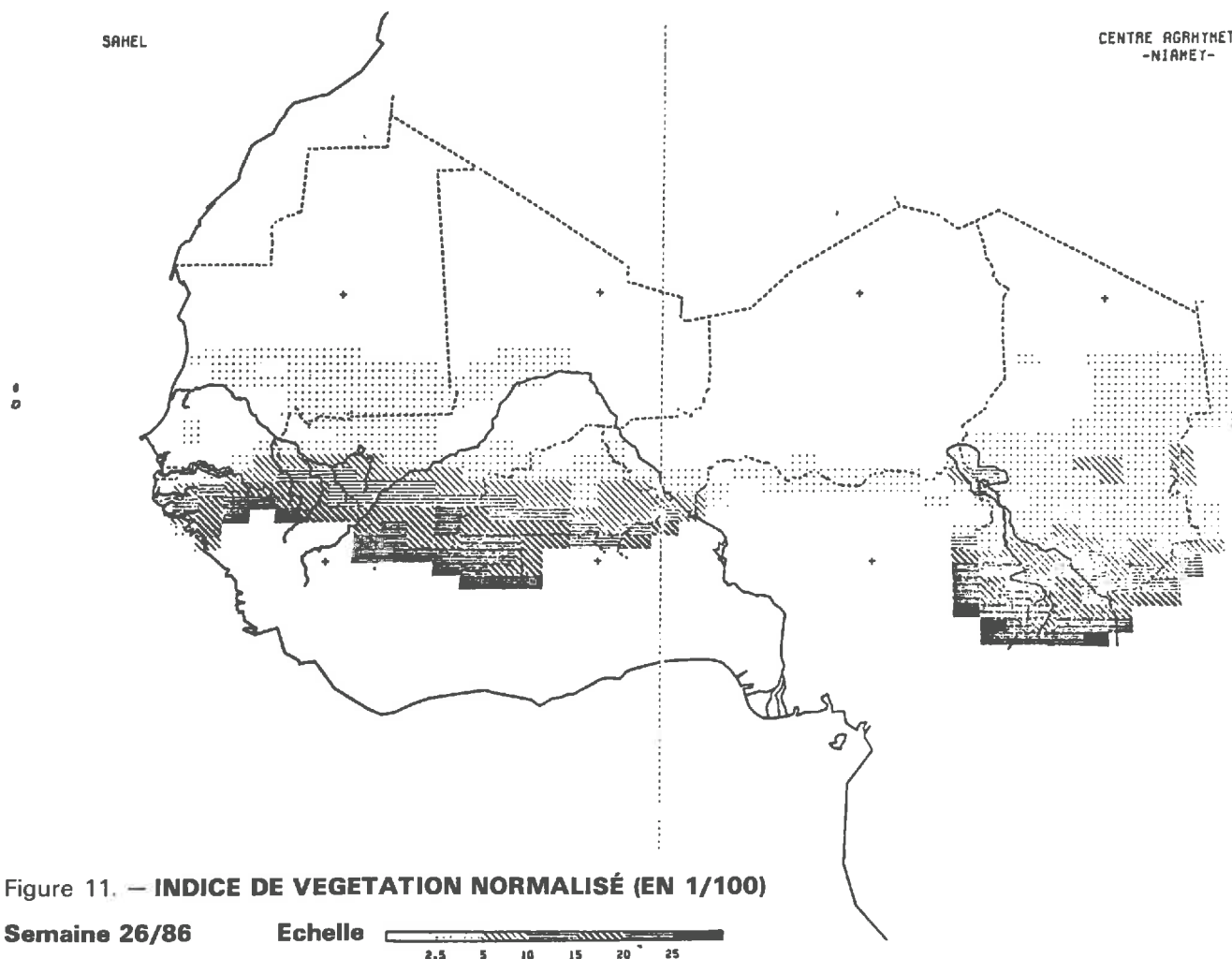


Figure 11. — INDICE DE VEGETATION NORMALISÉ (EN 1/100)

Semaine 26/86

Echelle



4. Conclusions

L'outil satellitaire paraît très bien adapté aux exigences du suivi de la campagne agricole menée dans le cadre du système Agrhymet. En apportant une vision spatiale des phénomènes climatiques et du développement de la biomasse, l'imagerie satellitaire permet de compléter un réseau d'observation au sol dont la densité au Sahel est très faible par endroits.

La télédétection est une science jeune qui évolue rapidement. Elle ne nous offre à l'heure actuelle que des méthodes d'interprétation qualitatives. Celles-ci ont cependant montré tout leur intérêt au cours des campagnes agricoles de 1985 et 1986. Nous pouvons espérer que, dans l'avenir, des modèles quantitatifs régionaux performants soient mis au point.

Nous nous trouvons actuellement dans une phase transitoire qui nous permet de nous familiariser avec l'outil satellitaire et de l'adapter aux activités opérationnelles du système Agrhymet. Avec l'installation de la station de réception NOAA au centre régional de Niamey, la télédétection devrait connaître un essor considérable.

ANNEXE 1

Définitions concernant les données AVHRR des satellites NOAA et les produits utilisés dans le système AGRHYMET

Les données satellitaires se composent, d'une part, d'images et, d'autre part, de valeurs numériques représentatives d'un champ spatial. Dans l'un et l'autre cas on travaille sur des données primaires (contenu des canaux spectraux) que l'on intègre sur un temps plus ou moins long (en général une semaine ou dix jours) et que l'on utilise ensuite dans un indice de végétation, par exemple l'indice de végétation normalisé NVI. Ces valeurs peuvent être à leur tour intégrées sur des espaces géographiques plus ou moins larges, fonction en général de l'aire à analyser et des moyens de calculs disponibles.

Les données de l'AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) des satellites NOAA sont disponibles en trois modes (LAC, GAC et PSG) présentant chacune une résolution différente :

LAC (couverture locale): enregistrement à bord du satellite des données sur des zones choisies et programmées, faible capacité de stockage et restitution du contenu des mémoires au-dessus d'une station d'écoute située dans la zone de survol. Les points LAC représentent un carré de $1,1 \text{ km} \times 1,1 \text{ km}$ au point sous-satellite, soit une superficie d'environ $1,21 \text{ km}^2$. C'est cette définition qui sera disponible à Niamey lorsque la station de réception NOAA y sera installée, par réception directe, au moment de l'enregistrement, du signal AVHRR ;

GAC (couverture globale): enregistrement à bord du satellite des données à résolution relativement basse, capacité de stockage permettant de couvrir tout le globe avant d'être interrogé par une station de réception. Les données GAC sont constituées à partir des données AVHRR ; un point d'image GAC est constitué par échantillonnage/moyenne de 15 points d'image AVHRR. Il représente donc sur la terre un rectangle de 18 km^2 environ. C'est cette définition qui est disponible aux Etats-Unis, qui est utilisée par la NOAA/NESDIS/AISC pour leur travail et qui est à la base de ce que le centre AGRHYMET reçoit.

PSG (stéréographique polaire): les données PSG sont constituées à partir des données GAC. Le point d'image PSG représente une superficie de 225 km^2 à l'équateur mais elle peut aller jusqu'à 900 km^2 aux pôles.