

**REGIONALISATION AGRICOLE ET ANALYSE DES DONNEES
UN EXEMPLE D'APPLICATION :
CONDITIONS PHYSIQUES ET POTENTIALITES DE LA SIERRA EQUATORIENNE**

Marie-Madeleine THOMASSIN, géographe
Département H, U.R. 801

Après avoir défini et situé l'objet de l'étude (1) et présenté brièvement les sources, nous décrivons succinctement au paragraphe 1 les données : brève énumération illustrée par la légende graphique incluse avec indication du codage adopté en vue de constituer le tableau destiné à l'analyse. Au paragraphe 2, l'exploitation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) donne lieu à la définition des variables synthétiques, d'après lesquelles on a procédé à la classification des paroisses (classification ascendante hiérarchique : C.A.H.). L'interprétation conjointe A.F.C.-C.A.H. grâce au programme auxiliaire FACOR rend possible une typologie de paroisses déterminant des zones homogènes, présentant des traits caractéristiques prédominants. La transcription graphique de ces résultats fait l'objet du paragraphe 3 : le déploiement du squelette taxinomique sur l'espace des couleurs disponible a permis d'arrêter la légende de la carte - ceci par l'utilisation de l'arbre de longueur minima (A.L.M.). Jointe en hors-texte, cette carte illustre l'application de l'infographie aux résultats obtenus par l'analyse des données.

OBJET ET CADRE DE L'ETUDE

L'étude des conditions physiques et des potentialités de la Sierra équatorienne constitue une partie de l'étude, plus générale, de la régionalisation agricole de cette contrée. Travail qui fut entrepris dans le but de comparer les résultats que nous obtiendrions à partir d'analyses factorielles et de classifications automatiques à ceux issus des traitements graphiques par matrices ordonnables de J. BERTIN, méthode qui fut employée sur le terrain en vue de procéder à la délimitation de zones homogènes, appelées ZAPI (Zones Agricoles pour la Programmation Intégrée), à la fois dans la Costa et dans la Sierra. C'est après aménagement des résultats théoriques, issus de l'exploitation directe des matrices ordonnables, auquel aboutirent les discussions entre responsables et techniciens sur le terrain qu'intervint le découpage en zones homogènes, chaque zone étant individualisée par un (ou des) trait(s) caractéristique(s) ou un (ou des) problème(s) prédominant(s).

Cette organisation de l'espace s'est appuyée sur les inventaires et études menés depuis 1975 par l'équipe ORSTOM au sein du Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (M.A.G.). Les résultats de cette délimitation ont fait l'objet d'un ouvrage (2) où les données afférentes à chaque ZAPI sont consignées dans un tableau croisant la totalité des paroisses qui la constituent avec les descripteurs retenus, au nombre de 48. Cartographiquement, les résultats se traduisent par deux séries de cartes à 1/750 000 pour la Costa et la Sierra. Carte 1 : résultats théoriques, issus directement des traitements graphiques - Carte 2 : division en ZAPI, implantée sur le terrain. Outre les limites administratives usuelles, l'infrastructure du M.A.G. et l'indication des aires dépeuplées (moins de 2 habitants/km²) y figurent. Bien que la zonation fût plus homogène dans la Costa que dans la Sierra, nous avons retenu cette dernière comme champ d'étude, par goût, mais aussi parce que les données y étaient plus complètes.

L'Équateur, en effet, présente trois milieux géographiques distincts : d'ouest en est, la Costa qui s'étend entre le Pacifique et les Andes, la Sierra et l'Orient ou Amazonie.

La Sierra, équivalent de montagne au sens large, comporte les deux cordillères andines, occidentale et orientale, orientées nord-sud. Entre ces cordillères, le couloir interandin, que compartimentent en bassins, des horsts transversaux ou "nudos".

1 - DES DONNEES AU TABLEAU DE CORRESPONDANCE

1.1. LES DONNEES

1.1.1. Présentation des données initiales

1.1.1.1. Le tableau initial des données

Les ZAPI de la Sierra regroupent 348 paroisses. A chaque paroisse pour chacun des 48 descripteurs est attribuée en principe une note variant de 0 à 10. Les données sont déjà codées. Nous n'avons pas disposé de données brutes.

A propos du tableau initial des données que constitue l'ensemble de ces paroisses croisées avec la totalité des variables, plusieurs remarques sont à formuler au sujet de :

- la liste des paroisses: quinze d'entre elles, scindées en deux, ont été réunies, la moyenne de leur notes effectuée en vue d'une double pondération.

- la liste des variables: elle regroupe 26 critères intéressant le milieu physique et ses potentialités; 9, l'utilisation actuelle du sol; les 13 derniers, le niveau socio-économique.

- l'importance des lacunes que représente la notation.

En ce qui concerne le milieu physique, 51 paroisses ont des données incomplètes (absence des études de sol); la densité de population de ces circonscriptions est inférieure à 40 habitants/Km². A propos de

l'utilisation du sol, 55 paroisses présentent une notation comportant des lacunes (non achèvement des études d'utilisation du sol, absence de photos aériennes), pour les nouvelles paroisses affectées par le manque de données, la densité de la population est inférieure au même seuil. Ce n'est que pour les critères socio-économique que les lacunes revêtent une forme ponctuelle (une ou tout au plus deux variables manquent (5 paroisses seulement dans ce cas). Au total, 42 paroisses sont affectées par le manque de données. De sorte que seules 238 paroisses présentent des données complètes sur les 348 inventoriées.

1.1.1.2 Les données cartographiques

Les cartes mentionnées ci-dessus, relatives à la Sierra ont servi de fond de carte. Les contours des paroisses y ont été relevés puisque c'est au niveau de cette circonscription administrative -la plus petite- que la collecte des données a été effectuée. Précisions que les données cartographiques ont parfois posé problème. Le fait de délimiter les paroisses et/ou d'en positionner le chef-lieu -c'est-à-dire de les identifier - a soulevé des difficultés notamment dans la zone des bassins, vu l'exigüité de leur territoire. Après avoir fait la synthèse des données cartographiques, ajusté les tracés, nous avons fait procéder au CEDIG (3) à leur vérification.

1.1.2. Codage des paroisses et numérisation des contours

Les paroisses non concernées par l'étude ont reçu un identificateur à 4 chiffres. De même, les communes urbaines de Quito et d'Ambato, ainsi que les paroisses rurales pour lesquelles nous ne disposons pas d'information.

Quant aux 348 autres paroisses rurales dont l'information est complète ou partielle, leur identificateur comprend toujours 3 chiffres -de 001 à 363 - car le fichier comporte des imperfections qui eussent dû être corrigées lors de la saisie des données. Elles se trouvent retranscrites sur le fond de carte, mais ceci ne constitue pas une gêne considérable. La numérotation croît du nord au sud, puis remonte à l'ouest et ensuite à l'est, reproduisant l'ordonnement des ZAPI.

Afin de pouvoir réaliser les sorties graphiques, il fut procédé à la numérisation des contours par le Service des Applications Nouvelles (S.A.N.) de l'Institut Géographique National (I.G.N.). La méthode employée, mise au point au Département de Cartographie Thématique et définie par M. GRELOT, Ingénieur Géographe, consiste à parcourir le document à numériser au moyen d'un scanner à balayage. L'image est décrite selon une grille régulière caractérisée par les dimensions et sa résolution (nombre de points par millimètre). Dans le cas de la Sierra, les dimensions sont les suivantes : échelle 1/750 000, résolution 8 points par millimètre, hauteur 900 mm, largeur 480 mm.

La hauteur 7 200 lignes est comptée du nord au sud, la largeur 3.840 colonnes est comptée d'ouest en est. Les paroisses sont ensuite numérotées informatiquement tandis que l'on calcule un centroïde pour chacune d'elles. Une codification interactive (2) est opérée pour mettre en relation le numéro affecté automatiquement et le code adopté comme descripteur ou identifiant pour chaque paroisse. On peut alors mettre en oeuvre une représentation cartographique d'un phénomène sta-

tistique quelconque, soit en utilisant le fichier issu de la numérisation (représentation zonale), soit en utilisant les coordonnées des centroïdes calculés (représentation ponctuelle)".

1.1.3 Adjonction de nouvelles variables

Le S.A.N. procéda au calcul de la latitude, de la longitude des paroisses ainsi que de leur superficie. Nous pensions que ces éléments d'information nous seraient utiles dans l'interprétation de nos résultats.

Le point d'origine du balayage se situe au nord-ouest de la Sierra. Pour coder ces variables conformément au codage existant, compte-tenu du champ de notre étude, nous primes pour pas, pour la latitude 840 lignes, soit $0^{\circ} 42' 34''$ et pour longitude 345 colonnes, soit $0^{\circ} 17' 29''$. Les notes attribuées s'échelonnent de 2 en 2, de 0 à 10.

L'attribution de la note en fonction des paliers fut faite automatiquement. Outre les amorces du carroyage de la projection transverse de Mercator, c'est à partir de ces données qu'a été réalisé l'habillage de nos cartes.

Quant à la superficie des paroisses, le point unité représente 8.789 m². De là, les paliers codés - toujours selon le découpage systématique usité, avec leur équivalence en km². Certains paliers ont été regroupés par la suite.

Ainsi, l'information thématique a été répartie en 3 blocs comprenant :

- 1) les vingt six variables décrivant le milieu physique et ses potentialités ;
- 2) les neuf relatives aux dominantes culturelles et à l'élevage ;
- 3) les treize dernières ayant trait aux critères socio-économiques (structure agraire, caractéristiques démographiques, équipements et communications). Elle a été ensuite traitée dans son ensemble, formant le bloc d'ensemble, après que les résultats de chacun des blocs précédents aient été validés. A chaque bloc correspond une carte.

Le présent article ne retient que le premier thème. Dans les pages qui suivent, nous avons dû nous limiter à l'essentiel (5) tant du point de vue de l'exposé des méthodes, de leur application, que de leur interprétation, de façon à assurer l'intelligibilité des résultats et la lisibilité de la carte qui les visualise.

1.1.4. Description de l'ensemble des variables

Elles ont été numérotées de 1 à 26 (cf. légende graphique).

1.1.4.1. Les données climatiques et hydrologiques

Elles correspondent aux neuf premières variables, valeurs réelles ou indices (6).

1) Pluviométrie : valeur moyenne annuelle sur 10 ans (1964-1973).

2) Nombre de mois écologiquement secs : dans la Sierra, les valeurs du déficit hydrique climatique (7) sont relativement faibles, vu les basses températures enregistrées, comparées à celles de la Costa. Toutefois, dans certaines zones du couloir interandin, le nombre de mois écologiquement secs peut être supérieur à 9 et le déficit, plus élevé, est maximal entre les mois de Juin et Septembre (vallée du Chota, zones des bassins).

3) Nécessité d'irriguer : dans la Sierra, lorsque le déficit hydrique climatique annuel cumulé (D égal somme des déficits hydriques mensuels résultant de l'application de la formule de Thornthwaite) - est inférieur à 50 mm, l'irrigation n'est pas nécessaire. Entre 50 et 100 mm, elle s'avère facultative, utile et complémentaire entre 100 et 150 mm. Si D dépasse 150 mm, elle devient alors nécessaire et est indispensable, si D se situe au-dessus de 500 mm.

4) Modules spécifiques : C'est le débit moyen annuel d'écoulement par unité de superficie par chaque bassin versant unitaire considéré. La période de référence est la même que pour la pluviométrie.

Dans la Sierra, la distribution spatiale des modules annuels est très contrastée : modules très faibles (moins de 10 l/s/km²) à très importants (plus de 50 l/s/km²) dans des bassins limitrophes. D'une façon générale, elle rend compte des grandes variations pluviométriques observées.

5,6) Valeurs des débits spécifiques d'étiage absolu : DCC30 et DCC1

5 DCC30 : débit minimum constaté durant 30 jours consécutifs de l'année moyenne. Dans la Sierra, il peut varier de 2 à plus de 25 l/s/km² à moins de 30 km de distance.

6) DCC1 : minimum d'écoulement durant 1 jour au cours d'une année. La répartition saisonnière des minima est complexe dans la Sierra. Les débits les plus faibles se situent en Juillet, Août et Septembre, selon que les régimes pluviométriques sont soumis aux masses d'air en provenance du Pacifique et en Décembre, lorsqu'ils dépendent de celles en provenance de l'Orient ; ces deux zones d'influence se joignent.

7) Irrégularité interannuelle : ce coefficient d'irrégularité des modules est égal au rapport

$$K = \frac{\text{module spécifique de fréquence décennale en année humide}}{\text{module spécifique de fréquence décennale en année sèche}}$$

Il fait apparaître les risques de sécheresse et permet de rendre compte de la variabilité des modules - le coefficient croît lorsque le module spécifique décroît -.

La répartition saisonnière des minima est complexe dans la Sierra : dans les zones centrales du couloir interandin, les débits les plus faibles se situent en Juillet, Août et Septembre. Dans d'autres secteurs, peu éloignés des précédents, les minima surviennent en Décembre.

Bien qu'imparfaitement, il fait apparaître les risques de sécheresse. Il permet de rendre compte de la variabilité des modules.

8) Irrégularité saisonnière : le régime est régulier lorsque Ke, égal à DCC30/module, est élevé. Dans le couloir interandin, Ke n'apparaît pas très significatif (régimes de transition).

9) Eaux souterraines : les disponibilités en eaux souterraines permettraient d'approvisionner les populations et de satisfaire aux besoins agro-pastoraux. Mais elles sont peu utilisées en fait, en partie pour des raisons économiques.

1.1.4.2. Le "climat du sol"

Il intéresse les variables suivantes numérotées de 10 à 16, exprimant en pourcent, par rapport à la superficie totale utilisable de la paroisse, la proportion des superficies en sol classées d'après la prépondérance de leur régime hydrique ou thermique.

Les variables 10, 11, 12 indiquent la proportion des superficies en "sols arides" (%SZA), en "sols secs" (%SZS) ou en "sols humides" (%SZH), où le degré de sécheresse écologique qui se traduit par le flétrissement des végétaux, est atteint respectivement plus de 9 mois, entre 3 et 9 mois ou moins de 3 mois par an.

Les variables répertoriées de 13 à 16 sont classées en fonction du régime thermique du sol : proportion des zones où la température du sol est inférieure à 10° : "sols isofrigides" (13), comprise entre 10 et 13° : "sols isomésiques" (14), se situant entre 13 et 22° : "sols isothermiques" (15), supérieure à 22° : "sols isohyperthermiques" (16).

1.1.4.3. L'utilisation du sol, compte-tenu de la pente

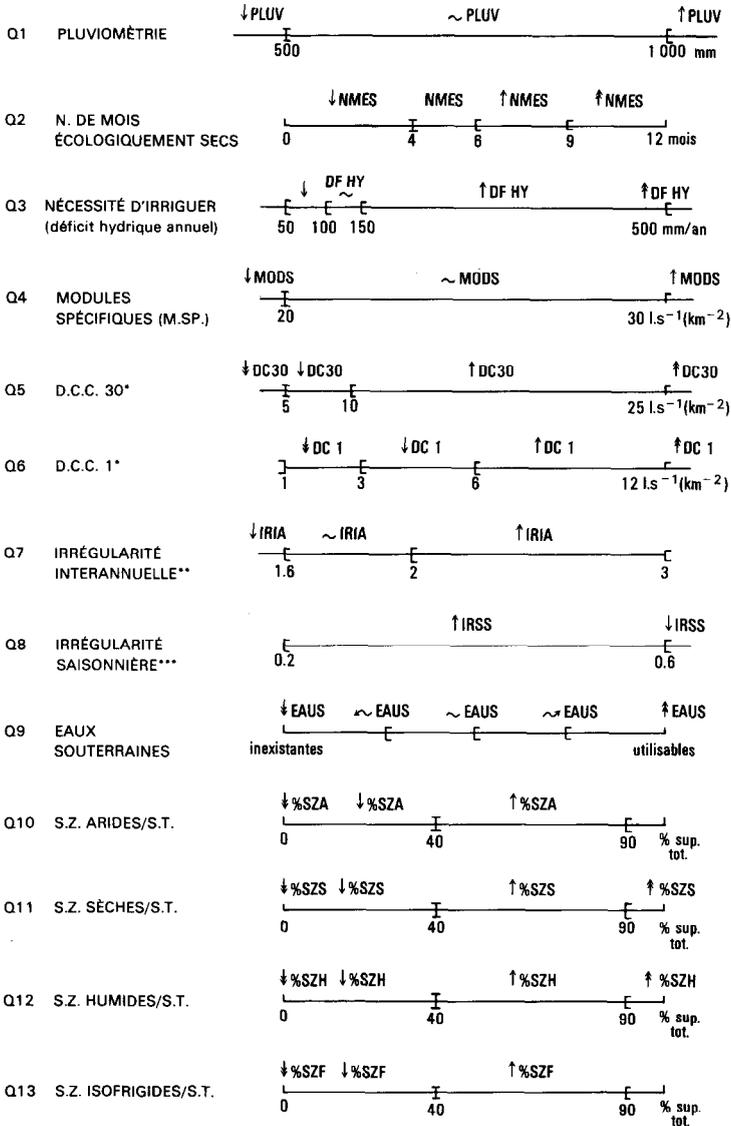
Elle est évaluée par rapport à la superficie totale de la paroisse, et décrite par les variables 17, 18 et 19. La première indique la proportion de superficie utilisable : pente inférieure à 70 %. La seconde désigne les possibilités de mécanisation (pentes inférieures à 25 %), les zones irrigables et mécanisables (19) se définissant par rapport à la qualité des sols, la faiblesse des pentes (0 à 12 %) et les ressources en eau potentielles.

1.1.4.4. Les contraintes des facteurs morpho-pédologiques sur le développement agricole.

Les huit dernières variables ont trait aux facteurs limitants dans la Sierra. L'importance de leur extension est évaluée par rapport à la superficie totale utilisable. 20 et 21 ont trait à l'érosion : parts des zones menacées d'érosion - sols fragiles (20) et des zones déjà érodées ou en cours d'érosion - sols dont l'horizon utilisable et de bonne structure est en train de partir (21). Les déficiences chimiques du sol sont un obstacle à sa fertilité (22). Le mauvais drainage des superficies utilisables est un facteur peu limitant dans la Sierra (23).

LÉGENDE DES PLANS GRAPHIQUES

Variables principales du Bloc 1 Conditions physiques – Potentialités



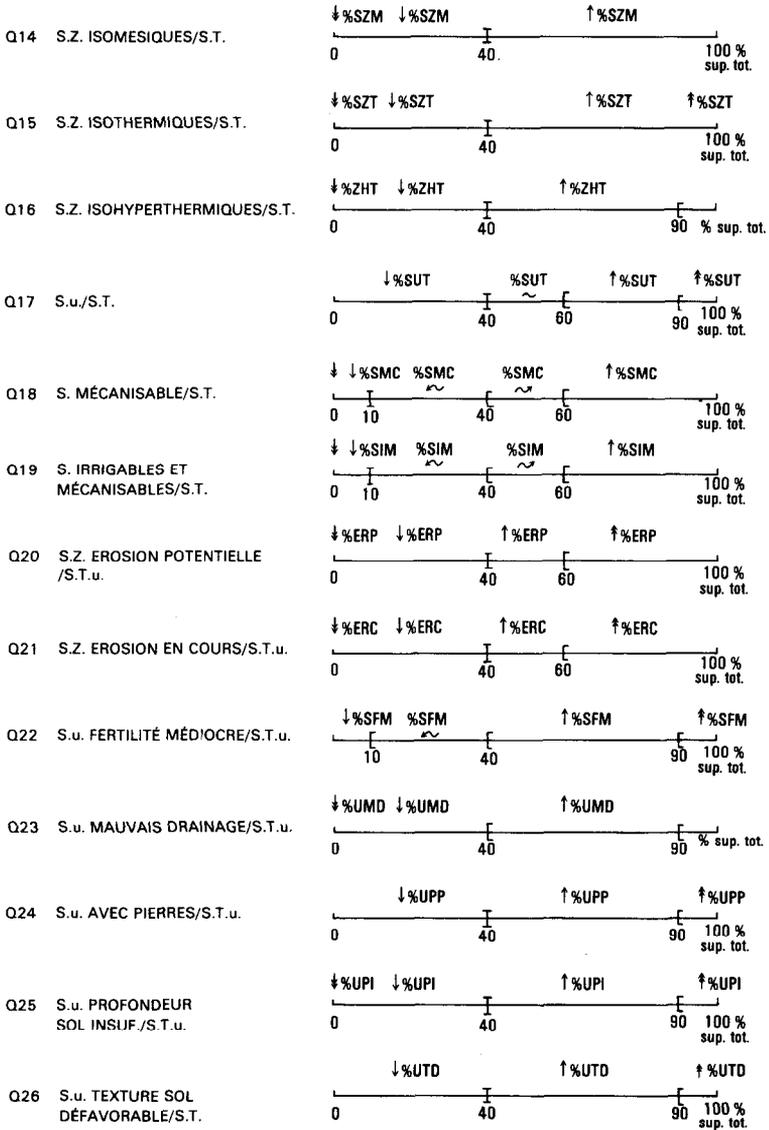
* - Valeurs des débits spécifiques d'étéage absolus :
sur 30 jours consécutifs de l'année moyenne (Q5), sur une journée (Q6)

** - (K) = (M.S.P. de fréquence décennale en année humide/M.S.P. de fréquence décennale en année sèche)

*** - (Ke) = (DCC 30/M.S.P.)

LÉGENDE DES PLANS GRAPHIQUES

(suite)



ABRÉVIATIONS

N. = nombre
S. = superficie
Z. = zones

S.T. = superficie totale
S.u. = superficie utilisable
S.T.u. = superficie totale utilisable

La présence de pierres ou de rochers (coulées de "lahar") ajoute aux difficultés de la mise en valeur agricole (24). Autre obstacle : l'insuffisance de profondeur du sol (présence de croûte : cangahua) : 10 à 40 centimètres selon la nature de la roche mère (25). Enfin la texture du sol intervient : sableuse et surtout argileuse très répandue (26).

1.2. CONSTRUCTION DU TABLEAU DE CORRESPONDANCE

1.2.1. Codage des variables initiales.

Pour le géographe qui veut faire une typologie des paroisses - ce qui va se traduire par des zonages - ces variables bien que résultant pour la plupart de mesures, ont valeur qualitative. Ce qui importe étant donné une paroisse i et une variable j , c'est de savoir à quel degré la paroisse i possède la qualité $k(i, j)$ afférente à la variable j . La note attribuée, de 0 à 10, traduit l'intensité du phénomène considéré. Pour certaines d'entre elles caractérisant les facteurs morfo-pédologiques - érosion exceptée - (22 à 26) la notation varie à l'inverse de la variable (ex. : 24, moins le sol a de pierres, plus la note s'approche de 10).

Finalement, nous ne retiendrons pour constituer notre tableau de données initiales que les 238 paroisses présentant des données complètes. Ce tableau comporte 238 individus principaux (une paroisse par ligne) croisée avec 26 variables principales (une par colonne), c'est le tableau principal. On lui adjoindra d'autres éléments en supplémentaires : en colonnes, modalités issues des trois nouvelles variables (latitude, longitude et superficie des paroisses) ; en lignes, 42 paroisses comportant des données incomplètes.

1.2.2. Critique des données

Le tableau présente-t-il les qualités de pertinence, d'homogénéité et d'exhaustivité, que requiert un tableau de données pour être soumis à l'analyse ? Le problème a un sens : déterminer des zones homogènes en vue d'une régionalisation agricole pour promouvoir le développement. L'homogénéité de nature : les variables ont trait au milieu physique, l'homogénéité de format est assurée par la notation. Quant à l'exhaustivité, c'est une exigence que l'on ne peut avoir dans un tel sujet.

1.2.3. Codage du tableau des données

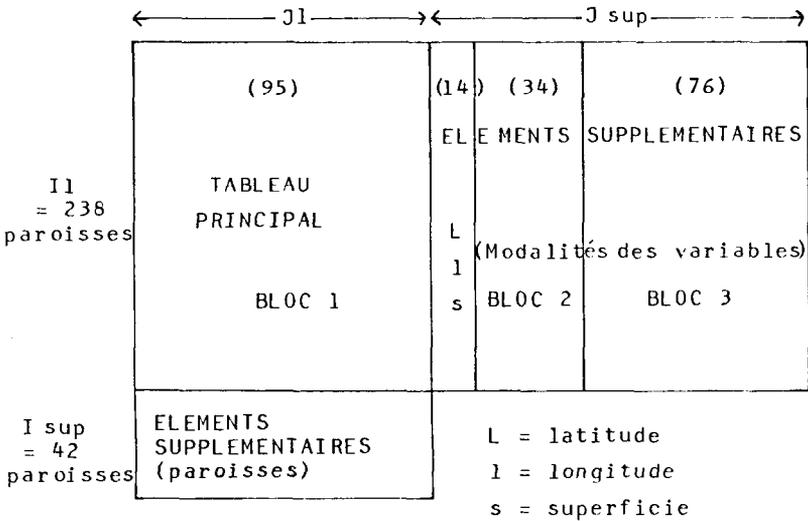
Il a été réalisé en disjonctif complet (8) assimilable à un tableau de réponses à un questionnaire, chaque variable représentant une question et chaque paroisse, le sujet qui y répond. Sur ce tableau, à une question correspond un identificateur alphanumérique à 4 caractères. Q rappelle qu'il s'agit d'une question, les deux premiers chiffres qui suivent indiquent de quelle variable il s'agit (9), le dernier en précise la modalité. Au niveau du codage des modalités, le 1 représente la note 10 : exemple Q111, la variable 11 a reçu la valeur de 10.

Précisons toutefois que nous avons dû procéder au regroupement de certaines modalités et à leur recodage, la finesse de notation résultant de 11 paliers retenus ne correspondant pas toujours à des différences pertinentes.

Si dans le plan 1,2, le tracé des variables rejoignant successivement chaque modalité revêt une forme parabolique, c'est parce que nous avons fondu certaines des modalités initiales en se référant à la réalité géographique, éliminant ainsi des subdivisions contingentes, se manifestant sur les plans de la première analyse par une distribution irrégulière de points. Il concrétise le nouvel ensemble J de notre analyse. On en retrouve le contenu sur la légende graphique.

1.2.4. Le tableau analysé

Le tableau principal du bloc 1 croise 238 paroisses avec 95 modalités issues des 26 variables.



A ce tableau ont été rajoutées en colonnes supplémentaires (Jsup), les 14 modalités (coordonnées géographiques, surface) ainsi que les modalités des blocs 2 et 3 ; en lignes supplémentaires on a adjoint (Isup) les 42 paroisses, dont 7 d'entre elles comportent des lacunes dans le bloc 1.

Lorsqu'à une paroisse, des données manquent, l'ordinateur comble les trous par des zéros. De là, l'importance au niveau des représentations cartographiques d'établir la distinction entre paroisses ayant dans le bloc étudié toutes ses données complètes ou non.

Afin de situer chacune de ces 42 paroisses par rapport à Jsup et à J1 on a procédé aux sorties graphiques de ces éléments où, sur les axes factoriels (issus du tableau principal I1 x J1) ces 42 points ainsi que l'ensemble des J variables principales et l'ensemble des Jsup ont été projetées. Représentation simultanée figurant l'environnement des paroisses supplémentaires qui permet de vérifier les résultats de leur classification.

2 - EXPLOITATION DES LISTAGES ET INTERPRETATION DES RESULTATS

2.1. L'A.F.C.

2.1.1. Exploitation des listages

Les axes factoriels à interpréter d'après l'examen de l'histogramme des valeurs propres, sont de toute évidence les axes 1, 2 puis 3, 4. Les axes 5 et 6 interviennent pour renforcer certaines nuances constatées chez les premières dans la caractérisation des classes.

Paroisses et variables font l'objet de plans graphiques séparés vu le nombre important de points représentés.

. La présentation des plans de paroisses et leur habillage sont commentés dans le cadre des résultats de la C.A.H. puisque notre objectif est de regrouper ces paroisses en zones, dans l'optique du développement agricole. Quant à celle des plans de variables, les modalités sont étiquetées sous une forme abrégée de leur nom, ou sous un ensemble d'initiales des termes qui le composent. Chaque sigle est précédé d'un signe traduisant quantitativement l'importance de la modalité. La légende graphique permet au lecteur d'identifier et de quantifier toute modalité. En outre, dans l'ordre croissant (ou décroissant), il peut suivre le tracé d'une variable en forme de croissant parabolique sur le plan 1, 2, ce qui indique que le facteur 2 est lié au facteur 1 par l'effet Guttman, - le facteur 2 est une fonction du second degré du facteur 1.

. Des tableaux d'analyse pour chaque facteur significatif ont été élaborés à partir de la recherche des plus fortes contributions COR_{α} et CTR_{α} des modalités. Ils figurent in extenso dans la thèse.

TABLEAU DES DEFINITIONS DES FACTEURS DU BLOC 1

$F1 < 0$: Disponibilités en eau abondantes et régulières.

$F1 > 0$: Disponibilités en eau réduites et irrégulières, déficience à laquelle l'apport des eaux souterraines pourrait constituer un apport.

2.1.2. Définition des axes factoriels

Le tableau de définitions des axes factoriels (cf. ci-avant) et de chacune de leurs parties, positive et négative, consigne les résultats de cette exploitation. Rappelons que les axes sur lesquels se projettent le nuage des paroisses et celui des variables se correspondent. La représentation, en effet, aurait pu être simultanée, si le nombre de points n'avait été si important.

2.2. C.A.H., A.F.C. et FACOR

2.2.1. Classes de la C.A.H. et espace des 7 facteurs

L'histogramme des indices de niveau de la hiérarchie parcouru de bas en haut fait apparaître une cassure dans le mode de croissance entre les noeuds 467 et 468. La coupure horizontale tracée sur l'arbre même entre ces deux noeuds définit par les branches verticales qu'elle coupe la partition retenue, à savoir les classes 457, 440, 463, 466, 452, 467, 448, 461 et 465. Plus les classes se trouvent bas dans la hiérarchie, plus elles sont homogènes. Par exemple : 440 et 452 se traduisent sur la carte par des zonages compacts caractérisant des entités géographiques : bassin d'Ibarra et vallées des Rios Chota, Ambi et Mira, et bassin de Cuenca.

L'ensemble des éléments que rassemble chaque classe regroupe naturellement au total 238 paroisses.

. Classification des éléments supplémentaires.

Nous en avons proposé une. Parmi les distances euclidiennes qui relient un élément supplémentaire à chacune des 9 centres, nous avons retenu la plus petite qui détermine par sa proximité l'appartenance de l'élément à la classe.

Méthode fiable quant aux résultats lorsque les données décrivant cet élément sont complètes. Ils se trouvent vérifiés sur les plans relatifs aux éléments supplémentaires. De là, l'expression graphique différenciée sur nos cartes : aplat pour représenter les éléments principaux, lignes pour désigner les éléments supplémentaires aux données complètes, tiretés pour figurer ces éléments lorsque leur données sont incomplètes.

. La liste des données initiales regroupées par classe et rangées dans l'ordre d'agrégation figure in extenso dans la thèse ainsi que la liste relative aux paroisses mises en éléments supplémentaires.

a) Exploitation du premier tableau du listage du FACOR :

La lecture des COR_{α} du centre de la classe (n), relatifs aux 7 axes factoriels indique suivant quel axe ce centre s'écarte de l'origine et le signe de F_{α} (n), - sa coordonnée sur l'axe - précise sur quelle partie, négative ou positive de cet axe, il se projette.

$\lambda_2 = 0,17$

$\tau_2 = 6,5 \%$

ÉQUATEUR - SIERRA BLOC 1

CONDITIONS PHYSIQUES - POTENTIALITÉS

Plan des paroisses (1, 2)

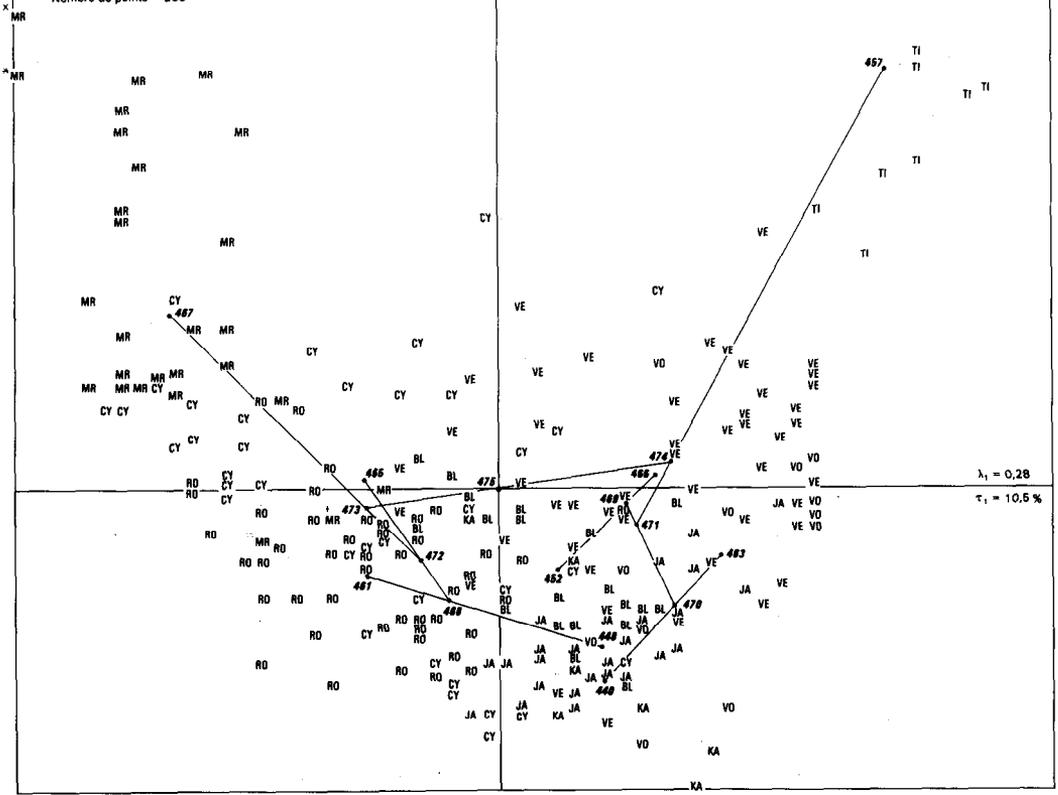
Axe horizontal (1)
 Axe vertical (2)
 Largeur = 2,48706
 Hauteur = 2,33432
 Nombre de points = 238

REPRÉSENTATION DES PAROISSES ET DES CENTRES DES CLASSES RETENUES:

chaque paroisse est désignée par un sigle de deux lettres initiales de la couleur attribuée à sa classe :

- MR Marron Roux (467)
- CY Cydamen vi (465)
- RD Rouge (461)
- JA Jaune (448)
- BL Bleu violet (452)
- TI Iilleul (457)
- KA Kaki (440)
- VO Vert Océan (463)
- VS Vert Saule (466)

La choix des couleurs est expliqué au paragraphe 3.



L'exploitation de ce premier tableau permet la caractérisation des classes.

467 : 1⁻, 646 ; 2⁺, 223 (QLT = .869)
(1,2)

466 : 1⁺, 732 (QLT = .732)
(1)

(10) 465 : 5⁺, 438 ; 1⁻, 338

463 : 1⁺, 245 ; 4⁻, 274 ; 6⁻, 304

461 : 3⁺, 267 ; 1⁻, 374 ; 4⁺, 187

457 : 1⁺, 426 ; 2⁺, 460 (QLT = .886)
(1,2)

452 : 3⁻, 752 ; 4⁺, 149 (QLT = .901)
(3,4)

448 : 3⁺, 460 ; 2⁻, 316

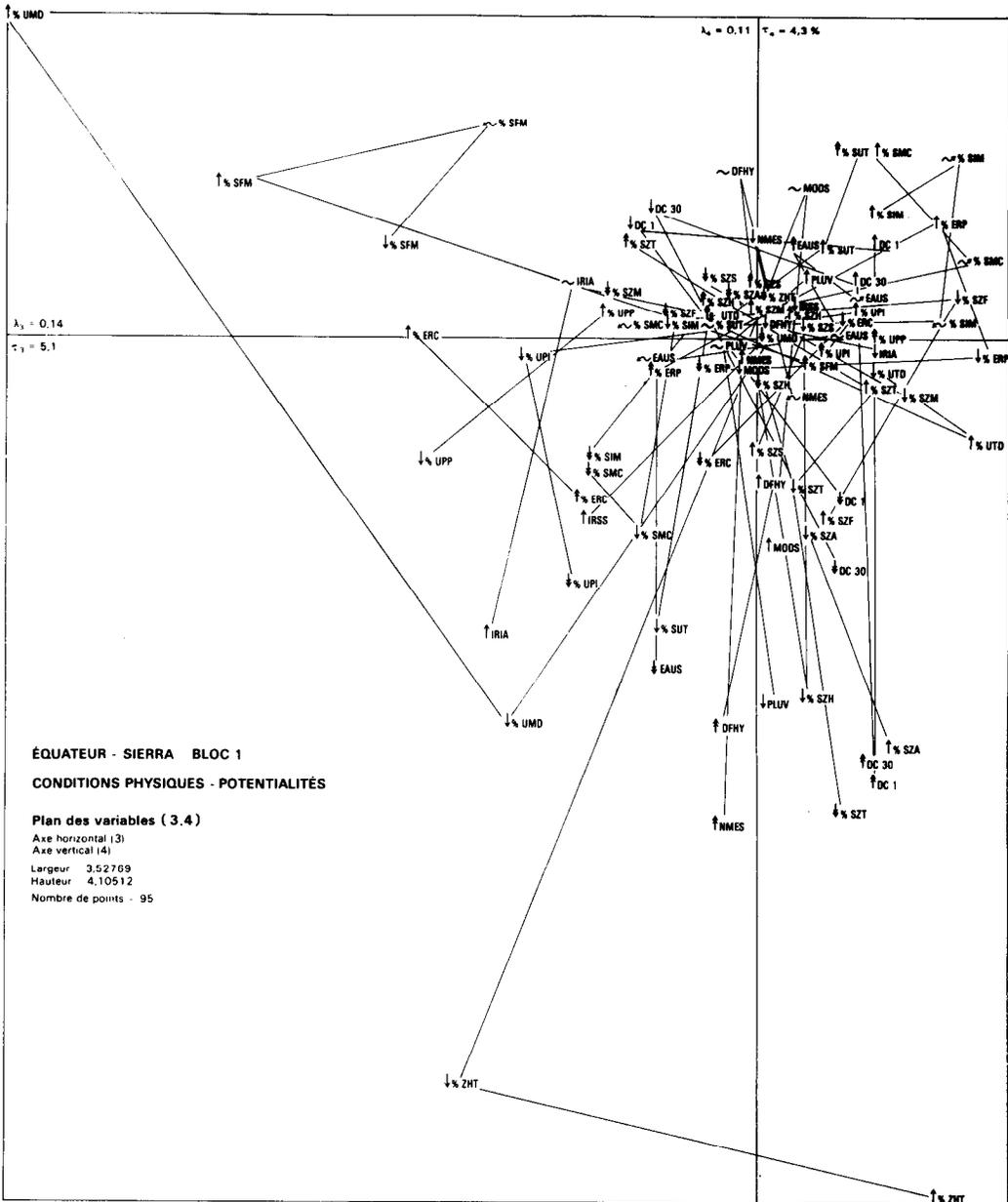
440 : 4⁻, 452 ; 2⁻, 119

L'ensemble de ces indications, pour une classe, précède le commentaire de ses caractéristiques, en légende. Ci-dessus figure entre parenthèses l'indication de leur qualité de représentation sur les plans désignés.

b) Explication des classes par les facteurs

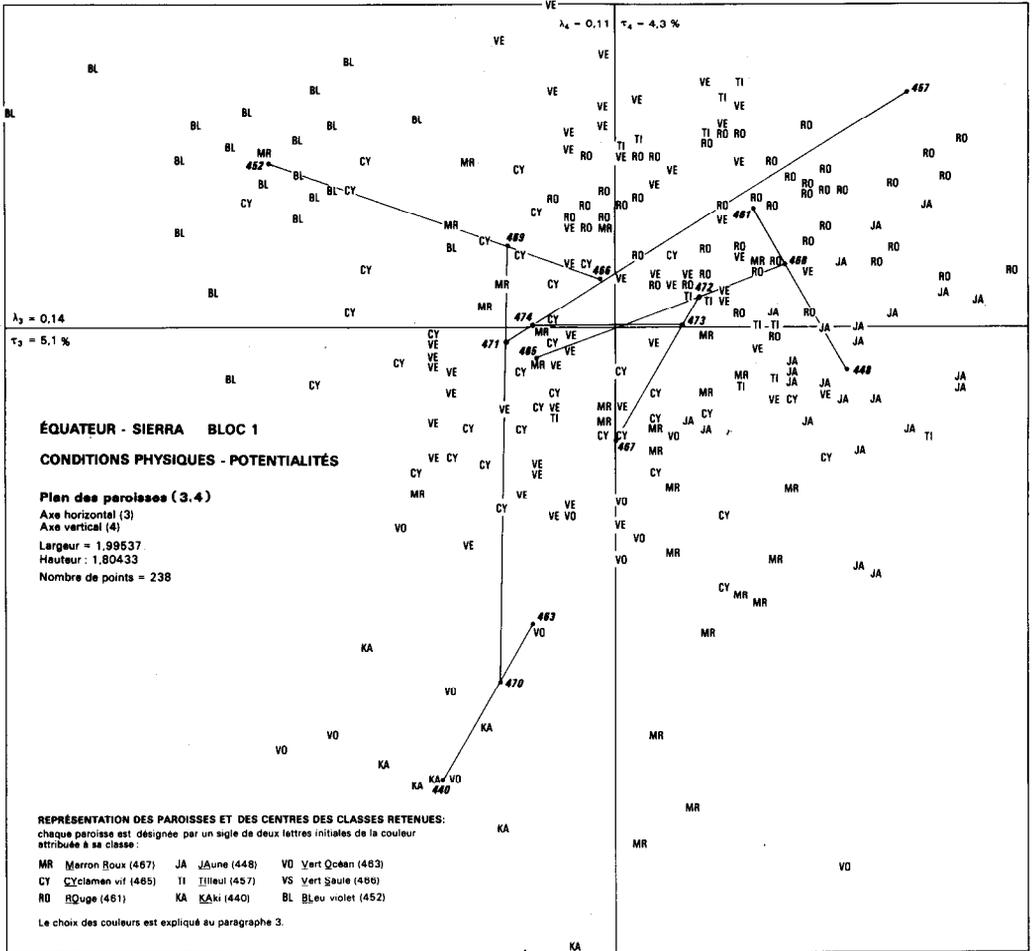
Le cadre statistique de notre étude est la paroisse, unité administrative avec tout ce que cela comporte de généralisation. Une paroisse, peut en effet, - et ce phénomène est fréquent dans la Sierra - appartenir à plusieurs milieux géographiques (11). Un seul a prévalu puisqu'une seule teinte recouvre la paroisse. Le commentaire tente de réintroduire la diversité géographique. Le retour aux données permet au lecteur de saisir d'un seul coup d'oeil, constantes et variations à l'intérieur de chaque classe, de confirmer l'interprétation de leurs caractéristiques à partir de leurs traits communs, mais aussi d'établir des nuances entre paroisses d'une même classe.

Comment expliquer la caractérisation des classes par rapport aux facteurs ? (cf. plans 1,2 des paroisses et des variables).



ÉQUATEUR - SIERRA BLOC 1
 CONDITIONS PHYSIQUES - POTENTIALITÉS

Plan des variables (3.4)
 Axe horizontal (3)
 Axe vertical (4)
 Largeur 3.52709
 Hauteur 4.10512
 Nombre de points - 95



Prenons l'exemple de la classe 467.

classe n° 467 : 1⁻, 646 ; 2⁺, 233

Les caractéristiques dues aux variables les plus constitutives de $F1 < 0$ sont prononcées, celles de $F2 > 0$ sont atténuées relativement.

Pour $F1 < 0$: disponibilités en eau abondantes et régulières (précipitations et rios). L'écart entre le profil de la classe 467 et le profil moyen se fait en effet dans la direction de $F1 < 0$, qui explique bien cette classe.

Pour $F2 > 0$: pente diminuant progressivement au fur et à mesure qu'on s'éloigne du centre de gravité du nuage, origine des axes. La classe 467 se disperse le long de cet axe. La qualité de représentation de la classe 467 se disperse le long de cet axe. La qualité de représentation de la classe 467 est excellente sur le plan 1,2 : $COR_1 + COR_2 = 869$ millièmes.

Après avoir localisé sur le plan 1,2 les variables les plus contributives des axes caractérisant la classe 467, procédons à la confrontation de ce plan et de celui des paroisses.

Le retour aux données permet de vérifier le bien-fondé des caractéristiques attribuées.

Les paroisses les plus excentriques sur $F1 < 0$ et $F2 > 0$ sont celles dont le COR_1 et le COR_2 est élevé et pour lesquelles $F1 < 0$ et $F2 > 0$ sont relativement importants. Ce sont les paroisses 345 et 183 : Ulba et El Triunfo. El Triunfo : $F1 < 0 = - 1172$, $COR_1 = 154$; $F2 > 0 = + 973$, $COR_2 = 106$

Ulba : $F1 < 0 = - 1146$, $COR_1 = 230$; $F2 > 0 = + 1108$, $COR_2 = 216$.

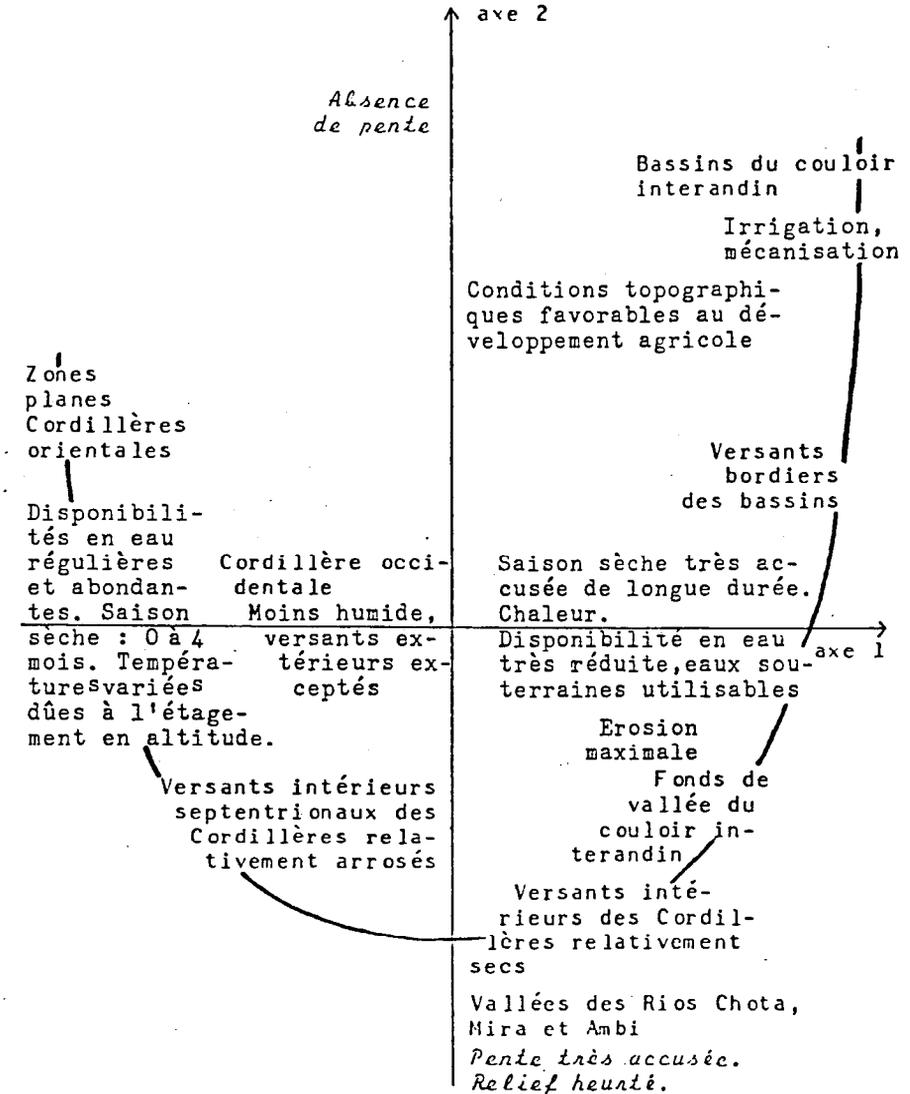
Elles appartiennent à la vallée de communication relativement humide du Rio Pastaza, par laquelle les vents chargés d'humidité en provenance d'Amazonie pénètrent dans la Sierra. El Triunfo se situe légèrement en retrait dans la vallée affluente du Rio Muyu. Paroisses arrosées, de fonds de vallées, d'où leur position marginale sur les deux axes précités. Considérons la paroisse la plus haute sur $F2 > 0$: Ulba (345) et les plus basses sur $F2 < 0$: Turupamba (276) et Chordeleg (293) qui ont pour coordonnées et COR_1 : -Turupamba : $F1 < 0 = - 408$, $COR_1 = 41$;

$F2 < 0 = - 82$, $COR_2 = 2$;

Chordeleg : $F1 < 0 = - 560$, $COR_1 = 119$; $F2 < 0 = - 132$, $COR_2 = 7$.

La première offre des formes de relief assez peu accidentées, la seconde des formes plus contrastées. Entre les deux, de nombreuses transitions possibles.

Entre les paroisses d'El Triunfo ((183) de coordonnée sur $F1 < 0 = - 1172$) et d'Ulba ((345), $F1 < 0 = - 1146$), où les disponibilités en eau



PLAN 1, 2

CROQUIS DES ZONES CARACTERISEES PAR LES AXES 1 ET 2

sont abondantes et régulières, et la paroisse de Guachapala ((249), F1 < 0 = - 288) existent aussi des différences de disponibilités en eau et d'humidité du sol, car ces dernières diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre de gravité du nuage.

Pour apprécier les formes du relief, il eût été souhaitable de disposer des limites administratives à 1/500 000, ce qui n'est malheureusement pas le cas. Reporter les limites dont on disposait sur un ozalid, sur un plastique transparent n'a pas été concluant, vu l'instabilité dimensionnelle de l'ozalid, les chef-lieux ne coïncident plus. L'estimation n'a pu être qu'approchée.

- Que montre le retour aux données ?

. Le contraste entre les ressources en eau des paroisses 183 et 345, El Triunfo et Ulba : DFHY minimal, extension des zones à "sols humides" maximale, pas de zone à sols secs, précipitations élevées, durée de la saison sèche inférieure à 4 mois, modules spécifiques maxima, pas ou peu de sols isothermiques, débits d'étiage relativement élevés, très faible proportion des zones isofrigides (température < 10°) modérée : 0 à 40 % et celle de la paroisse 249 Guachapala où DFHY est plus important, entre 150 et 500 mm - donc irrigation nécessaire, l'extension des zones à "sols secs" plus élevée < 40 %, très faibles précipitations, module spécifique et débits d'étiage absolu élevés, extension maximale des "sols isothermiques" (température entre 13 et 22°), par contre, pas de "sols isomésiques" ni "isofrigides". Toutefois, la durée de la saison sèche est la même que pour les paroisses précitées, mais la chaleur plus forte et la sécheresse plus accentuée. Cette paroisse se situe en effet dans la vallée du Rio Paute, vallée de pénétration des influences climatiques en provenance d'Amazonie, presque dans l'intérieur du couloir interandin, comme celle du Rio Pastaza, et offrant une transition climatique entre ces zones. Plus humide que celles du Nord-Ouest (vallées des Rios Chota, Ambi et Mira, cf. classe 440), beaucoup plus chaudes et sèches.

. A quelques exceptions près, l'ensemble des paroisses présente de graves menaces d'érosion, sur la partie utilisable de leur terroir. Toutefois, les paroisses situées dans la partie haute par rapport à F2 > 0 n'ont pas encore été le siège d'une action intense de l'érosion à la différence des paroisses qui se projettent sur F2 < 0, telles Turupamba ou Chordeleg où l'érosion est liée à la pente.

En résumé, plus les paroisses occupent une position excentrique sur l'axe et plus leur COR relatif à l'axe est élevé, mieux elles sont expliquées par cet axe (cf. croquis du plan 1,2, ci-avant).

2.2.2. Dichotomies de la classification et facteurs

Nous avons, sur les sorties graphiques relatives aux paroisses, positionné les centres des noeuds supérieurs et ceux des classes de la partition en tenant compte des coordonnées des centres dont la liste figure sur le FACOR et de l'échelle des axes mentionnée sur les plans. Nous avons ensuite tracé les dipôles.

L'exploitation du dernier tableau du FACOR et l'interprétation des résultats se trouvent transcrits sur l'arbre de la C.A.H. ci-après.

La lecture des COD_n(12) rend compte de l'éclatement du noeud n en ses deux successeurs A(n) et B(n), aîné et benjamin, en mettant en lumière l'intervention du ou des demi-axe(s) concerné(s) et partant l'influence des variables qui en sont le plus contributives.

L'étude des dipôles apporte des informations relatives aux noeuds de la hiérarchie d'après leur orientation selon les axes. L'interprétation des dichotomies, en effet, s'appuie à la fois sur les données du tableau précité et les plans graphiques lorsqu'ils sont significatifs. Sur l'arbre figurent l'indication des axes responsables de l'éclatement des noeuds ainsi que leur caractérisation et celle des classes de la partition.

La mention des axes intervient pour différencier les dipôles se trouvant dans le prolongement des segments de droite passant par les noeuds tandis que leur caractérisation se trouve mentionnée juste en-dessous de leur identification (13).

Ainsi, on voit que l'opposition entre $F1 < 0$ et $F1 > 0$ constitue la division principale de l'arbre, due à l'éclatement du noeud 475.

L'axe 3 participe aussi accessoirement à la séparation de ce noeud, de

telle sorte que l'on a : $1^+, 3^-$ opposé à $1^-, 3^+$. Interviennent ensuite dans l'éclatement des successeurs immédiats 473 et 474, les oppositions dues au deuxième facteur.

C'est à partir de l'ensemble des résultats de l'exploitation conjointe de l'A.F.C., de la C.A.H., et du FACOR et de l'interprétation à laquelle ils ont donné lieu, qu'a été réalisée la carte du bloc 1.

3 - LA CARTE DU BLOC 1 (jointe à l'article en hors-texte).

3.1. L'arbre de longueur minima (A.L.M.)

3.1.1. Représentation et symbolisation des classes d'après l'A.L.M. (choix des teintes en référence à la charte SEMIO I.G.N.).

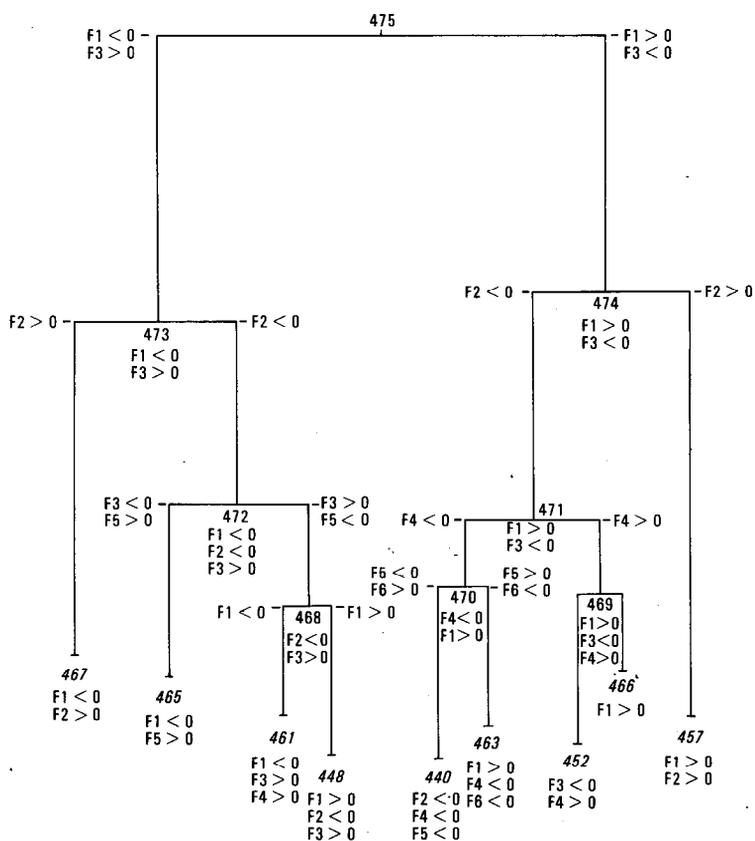
Après analyse factorielle et classification, on choisit de représenter le nuage N(I) - nuage des paroisses - dans l'espace des 7 premiers axes factoriels. Dans ce même espace à 7 dimensions se situe le nuage des centres de gravité des classes de la C.A.H.

En cartographie unidimensionnelle, on attribue à chaque classe un figuré en vue de différencier l'aire géographique qui lui correspond sur la carte en optant pour le noir et blanc ou pour la couleur.

En cartographie multidimensionnelle, l'application du même principe conduirait à jouer dans la couleur sur autant de dimensions qu'on en a utilisé pour faire par C.A.H. la typologie abstraite. Or ceci, physiologiquement, est impossible dans la mesure où l'espace de toutes les couleurs n'a que trois dimensions : le ton (14) ou la tonalité (longueur d'onde dominante d'une couleur), l'intensité lumineuse (qui dans

BLOC 1

DICHOTOMIES DE LA CLASSIFICATION ET CARACTÉRISATION DES CLASSES



le langage courant associe la pureté et la clarté d'une couleur) et la saturation* ou pureté (caractère d'une couleur proche d'une couleur spectrale ou d'un pourpre), suivant laquelle une couleur pure s'oppose aux gris. Puisqu'il est impossible de représenter adéquatement le continuum multidimensionnel où sont les centres des classes, sur une partie du corps chromatique, on se contentera de choisir une représentation des classes par des couleurs dans laquelle à des classes voisines correspondent des teintes voisines et qui impérativement ne suggère pas d'assimilation erronée en attribuant des teintes voisines à des classes très distantes.

A cette fin, nous nous sommes guidés dans le choix des couleurs sur la construction géométrique classique suivante : l'arbre de longueur minima.

3.1.2. L'arbre de longueur minima (A.L.M.)

On a muni l'ensemble des 9 classes de la partition d'un squelette : l'arbre de longueur minima. Il est formé en joignant deux à deux certains des 9 centres, de telle sorte que la somme des segments tracés soit minima tout en assurant une liaison de tout point en tout point. Le nombre des centres étant faible, ce graphe peut être considéré comme un tronc principal d'où partent un petit nombre de collatérales. Dès lors, le mode de représentation graphique est assez facile : on fait correspondre à la ligne principale la succession des couleurs dans l'ordre de l'arc-en-ciel et on attribue aux branches latérales supérieures des teintes claires et des teintes foncées à celles qui sont inférieures.

Dans le cadre de cet article, nous n'avons pu garder l'identificateur numérique représentant chaque paroisse. Par contre, toutes les paroisses appartenant à une même classe sont désignées par l'abréviation de la couleur (15) qui symbolise cette classe sur la carte. De là, la formation de plages de lettres individualisées sur les plans 1, 2 et 3, 4 des paroisses.

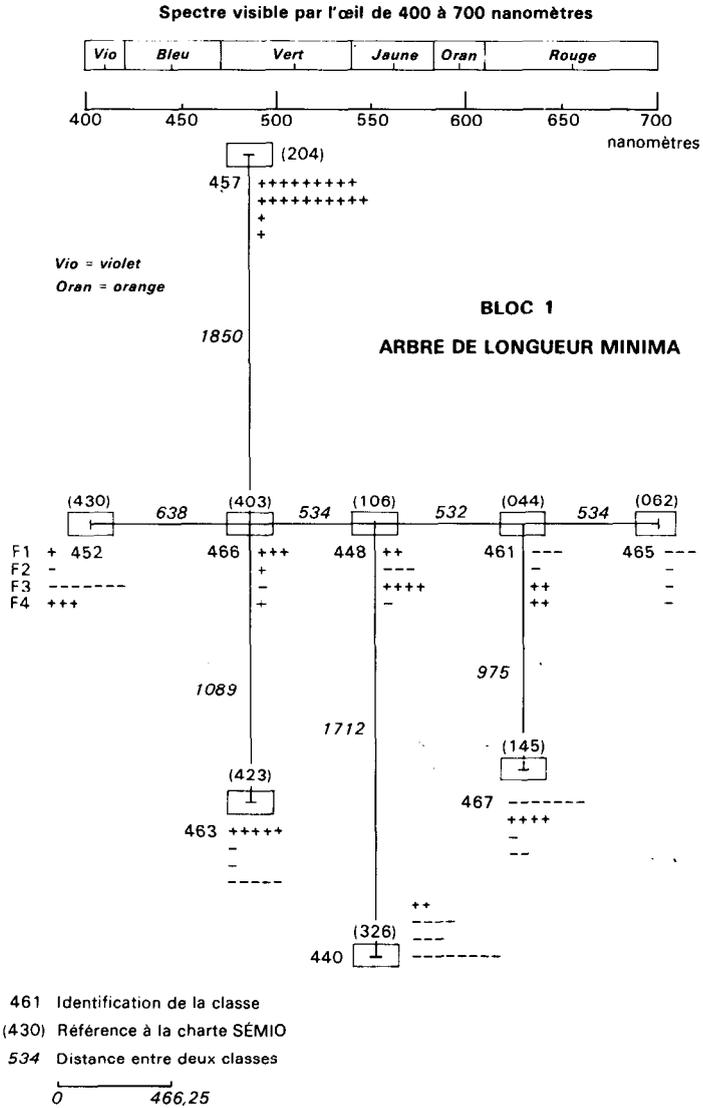
.Construction de l'A.L.M.

On a calculé les distances (euclidiennes) entre les centres des classes. De là, une matrice de distances sur laquelle on a appliqué l'algorithme déterminant les arêtes et les longueurs d'arêtes en vue de la construction de l'arbre.

a) Disposition des classes

- Tronc de l'A.L.M. : on a réuni de proche en proche selon la distance euclidienne la plus courte, les centres de classe qui se jouxtent. L'ensemble de ces classes reliées par les arêtes constitue une chaîne des plus courtes distances entre 452 et 465.

- Branches latérales : la liaison classes périphériques - classes du tronc commun s'est faite en fonction de deux critères : 1) la qualité de représentation sur les premiers plans, 2) la localisation relative des classes dans ces mêmes plans.



b) Echelle de l'arbre

Pour représenter cet A.L.M. référé au spectre solaire, nous avons tracé un segment de droite de 30 centimètres en vue d'avoir suffisamment d'espace pour confronter les classes qui y figurent aux plages du spectre. Cet arbre est réduit linéairement de moitié sur la carte. La somme des distances constituant le tronc de l'arbre est égal à 2.238 unités. Ainsi, par une simple règle de trois, on détermine la position des différents centres.

c) Mise en place du "squelette arborescent" et habillage

D'après l'échelle utilisée, la construction du tronc se fait en reportant au fur et à mesure les distances séparant les classes voisines. La mise en place des branches latérales est obtenue en traçant des perpendiculaires au tronc passant par les classes retenues précédemment (longueur des branches proportionnelle à leur distance). Aux points charnières, on a centré des rectangles (caissons) qui seront mis en couleur selon la méthode décrite au paragraphe suivant. Les valeurs des coordonnées factorielles des quatre premiers axes seulement ont été précisées, afin de ne pas surcharger l'arbre et de faciliter sa lecture.

3.1.3. Choix des couleurs en vue de la représentation cartographique des classes.

a) Orientation du choix d'après l'A.L.M.

La juxtaposition des plages visibles par l'oeil du spectre solaire, représenté par un segment, à l'A.L.M., extrémités alignées, a permis de déterminer approximativement les teintes en vue de l'impression (et antérieurement de la mise en couleur des maquettes).

- Classes constitutives du tronc de l'A.L.M. : en haut de la page, le spectre visible qui représenterait la gamme des tons purs combinant couleur et valeur, s'étendant du violet au rouge. En-dessous, l'A.L.M. est juxtaposé de telle sorte que 452 et 465 se trouvent dans le prolongement des extrémités du spectre. On projette chaque centre sur les plages de couleur du spectre et on détermine ainsi approximativement dans quelle zone de la plage il se situe.

- Classes extérieures au tronc : pour attribuer une teinte à une classe périphérique, trois critères interviennent :

. La valeur de la teinte qui est fonction de la :

- 1) situation de la classe : au-dessus du tronc = tonalités claires, en-dessous : tonalités foncées ;
- 2) situation de la classe par rapport à son environnement sur le plan ;
- 3) distance, qui renforce la valeur claire ou foncée de la teinte.

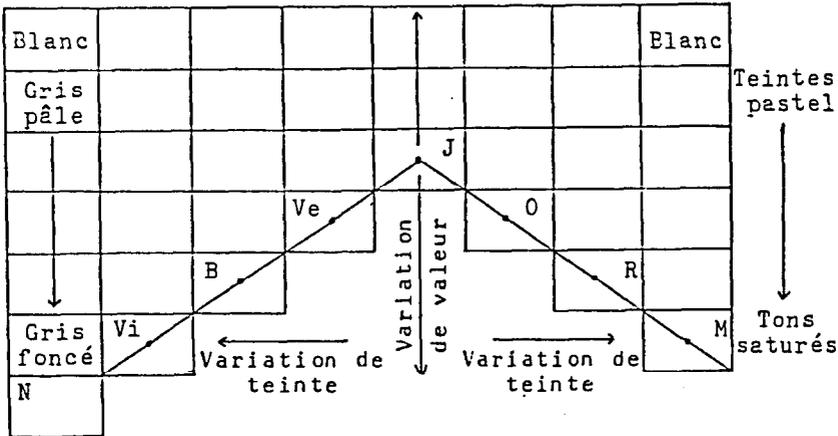
. Le sens de la variation de la teinte qui traduit la disposition relative des classes. En comparant la situation de deux classes sur les axes, on descendra vers les bleus-violetés ou vers les rouges pour les classes extrêmes 452 et 465, sinon on remontera vers le jaune.

. Le choix de la teinte combinant couleur et valeur.

Par exemple, pour 463, on choisira un bleu vert foncé, par rapport au vert de 466, pour 440 un vert jaune foncé par rapport au jaune de 448 et pour 467 un rouge brun soutenu par rapport au rouge de 461. Pour 457, un jaune vert très clair.

En fait "l'ordre défini par le classement des couleurs suivant leurs longueurs d'onde n'a pas de conséquences pratiques puisqu'il se transpose physiologiquement en un double classement par luminosités apparentes décroissantes du jaune au violet et du jaune au rouge" (16). Chacune des deux régions du spectre fournit une gamme ordonnée par rapport au jaune. "Mais à tous les autres niveaux l'œil rencontre deux couleurs différentes. L'ordre des valeurs ne suit pas la gamme spectrale" (17). Phénomène bien connu des cartographes.

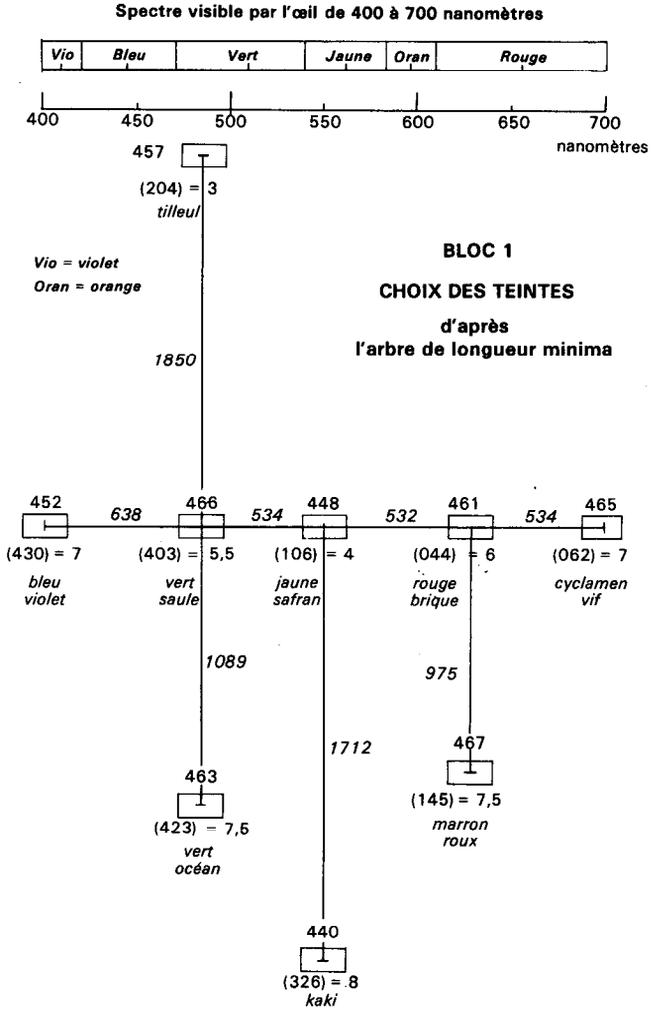
Le croquis ci-après montre les combinaisons de ces variations. En outre, nous avons tenu compte de l'effet de voisinage pour les parois- ses des bassins, très petites, car la sensation éprouvée par l'œil dans l'examen d'une plage colorée dépend en grande partie des plages voisines.



N = noir ; Vi = violet ; B = bleu ; Ve = vert ; J = jaune ; O = orange
R = rouge ; M = magenta.

Tons saturés

Croquis d'après R. CUENIN, p. 125, op. cit.



461 Identification de la classe

Référence Sémio = somme (C, M, I/2 J)
(430) = 7

534 Distance entre deux classes

b) Référence à la charte SEMIO 666 pour déterminer les teintes en vue de l'impression

Le résultat du choix par rapport à la charte est illustré par le graphique ci-avant. Pour certaines teintes, le résultat obtenu à l'impression diffère quelque peu de ce que nous en attendions en nous référant à la charte.

Précisons ce qu'on entend par charte des couleurs*. C'est "un échantillonnage ordonné de l'ensemble des teintes susceptibles d'être obtenues à l'impression par combinaison des couleurs de bases utilisées avec divers pourcentages imprimants".

Comment se présente la charte SEMIO 666 et quels en sont les principes?

J.-Ph. GRELOT, Ingénieur-géographe du SAN, répond : "Elle comporte un ensemble de 343 nuances obtenues par combinaison de trames de cyan, magenta et jaune - les trois couleurs de l'impression offset. Pour chaque primaire, sept valeurs ont été déterminées de manière que leur perception suive une progression linéaire ; elles sont numérotées de 0 à 6, 0 désignant la plus faible (absence de couleur) et 6 la plus forte (aplat). A chaque couleur de la charte est associé de façon bi-univoque un triplet (C,M,J) donnant les valeurs de cyan, magenta et jaune entrant dans la composition de cette couleur. Pour comparer les valeurs des différentes couleurs, on étudie la somme $C + M + 1/2 J$, le coefficient $1/2$ attribué au jaune palliant la saturation particulièrement sensible de cette primaire. On obtient ainsi un "équivalent - niveau de gris" extrêmement simple. Des couleurs seront équilibrées dès qu'elles auront un niveau de gris identique".

La charte comporte trois types de tableaux :

- Les combinaisons binaires de primaires deux à deux : cyan - magenta, cyan - jaune, magenta - jaune. Nous y avons fait appel pour représenter les classes de l'axe principal.

- Ces mêmes combinaisons se retrouvent associées au noir, de là trois autres tableaux, inutilisés toutefois car l'utilisation du noir pose des problèmes au niveau du repérage notamment et s'avère délicate.

- Les combinaisons ternaires, combinaisons magenta -jaune associées aux différentes valeurs de pourcentage imprimant de Cyan, répondant aux notes échelonnées de 1 à 6 et correspondant en pourcentage imprimant à 9, 22, 38, 56, 76 et 100 %. De là, six tableaux de combinaison ternaires, auxquels nous avons fait appel pour représenter les classes périphériques, en teintes foncées.

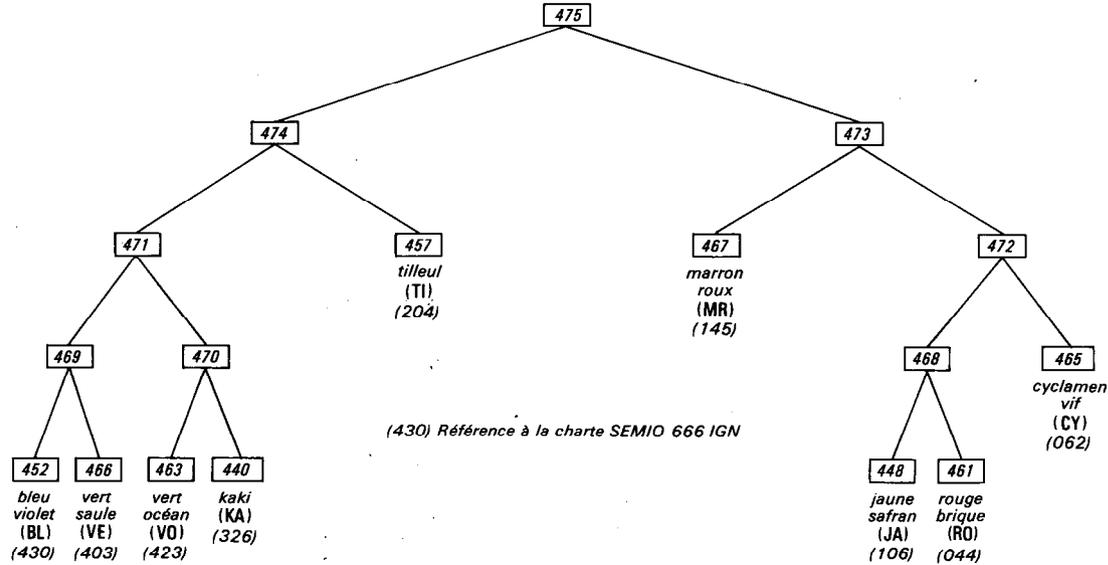
c) Choix des teintes

Examinons à la fois pour les différentes classes les teintes choisies, leur référence SEMIO et la somme des triplets (C,M,1/2J) qui leur correspond. Pour ce faire, référons-nous au graphique ci-avant.

BLOC 1

C A H

(mise en couleur d'après l'arbre de longueur minima, en faisant référence au spectre solaire)



On retrouve la gamme ordonnée que constitue chaque partie du spectre par rapport au jaune. A défaut du noir pour obscurcir une teinte, on fait appel à la troisième couleur primaire n'entrant pas dans la combinaison binaire affectée à la classe correspondante sur l'axe principal. De là, l'emploi des combinaisons ternaires pour les teintes représentant les classes des branches inférieures de l'arbre.

L'arbre de C.A.H. montre la mise en couleur des classes par rapport au spectre et selon leur proximité (cf. croquis ci-avant).

Ainsi, le choix des teintes s'est fait en respectant certaines règles, avec un souci d'harmonie, afin que la lecture des cartes permette au lecteur de situer aisément les classes les unes par rapport aux autres.

3.1.4. Interprétation de l'A.L.M.

D'après la lecture comparée des indications afférentes aux différentes classes constituant le tronc de l'arbre et relatives à la distance, on évalue la proximité des classes entre elles ou leur éloignement, c'est-à-dire leurs ressemblances ou leurs dissemblances.

L'alignement vertical des classes est aussi révélateur de leurs affinités, mais il exprime de plus la gradation d'un phénomène qui leur est commun parmi d'autres, mais se manifestant à des degrés divers.

. Alignement des classes 457, 466 et 463 :

Les paroisses de la classe 457 apparaissent plus chaudes et plus sèches que celles de la classe 466, mais les plus sèches et les plus chaudes appartiennent à la classe 463, la teinte sombre traduit la plus forte intensité du phénomène (sixième facteur renforçant le premier). Entre ces classes dont le trait commun est la sécheresse et la chaleur, il y a accentuation du phénomène par rapport à la classe du tronc commun 466. Pour 448 et 440, il y a accentuation de la pente à propos des formes de relief, plus contrastées pour 448. Pour 461 et 467, disponibilités en eau plus abondantes et régulières pour 467 que pour 461. L'échelonnement des teintes ou leur gradation est fonction de la position comparée sur les 7 premiers axes des classes les unes par rapport aux autres : ainsi à des tonalités voisines correspondent des classes présentant des caractéristiques proches.

3.2. La représentation cartographique

La carte du bloc 1, comme celle des autres blocs, a été réalisée par le S.A.N. de l'I.G.N. Ces représentations relèvent de la cartographie automatique. Chaque paroisse est identifiée par son numéro de code. Toutefois, afin d'éviter de surcharger de noir la carte, le ou les zéros précédant l'identificateur ont été enlevés. Le tracé des bassins s'appuie sur les bas de versants des Cordillères ou des pentes des "nudos", ce qui explique que les paroisses se trouvent de part et d'autre du tracé lorsqu'elles remontent jusqu'à la partie supérieure du versant. Il réintroduit donc une diversification géographique. Enfin, l'habillage de la carte comporte outre les amorces du carroyage en degrés, l'indication matérialisée des subdivisions délimitant les

paliers retenus et correspondant aux modalités de la latitude et de la longitude.

Les teintes choisies d'après l'arbre de longueur minima, en référence à la charte SEMIO 666 de l'I.G.N. traduisent non seulement les ressemblances mais aussi les dissemblances entre les classes de paroisses et leur degré de différenciation, voire d'opposition, ce qui constitue l'originalité de ce travail.

3.3. La légende

Elle constitue la synthèse des indications précédentes. Les paroisses, éléments principaux, sont figurées en aplat. Celles mises en éléments supplémentaires sont, soit représentées en lignes : données complètes en B1, soit en tiretets : données incomplètes.

Le commentaire exprime les caractéristiques générales des classes des paroisses, selon les facteurs et d'après leur importance.

CONCLUSION

L'intérêt de notre démarche en marque aussi la limite. Peu d'étude existent sur la Sierra équatorienne. A partir de données provenant des inventaires du milieu physique, écologique et humain, à l'aide des méthodes statistiques utilisées, assistées de l'ordinateur, nous avons tenté de réaliser des synthèses, en nous appliquant à ne rien laisser perdre de ce que le calcul révélait d'ordre et de rapport dans les données - synthèse nécessairement incomplètes, mais qui donnent pour chaque bloc traité et notamment pour le bloc d'ensemble une vue d'une certaine ampleur.

Si on reporte sur la carte d'ensemble (205 modalités croisées avec les 238 paroisses) les contours des ZAPI (évoquées au début de cet article) on constate que les paroisses qui les composent, révèlent des affinités de par les teintes qui les symbolisent. Ce sont les mêmes ou des teintes voisines. Ainsi, les résultats concordent.

Mais le fait d'avoir procédé par blocs séparés avant l'étude du bloc d'ensemble permet, en outre, de tester la validité des résultats, de donner de l'organisation de l'espace, une image différenciée, et ce, de plusieurs points de vue. La carte du bloc 1 en est un exemple. Les différentes cartes réalisées constituent des supports permettant aux décideurs d'opérer les choix politiques, dans les meilleures conditions possibles.

Ces représentations cartographiques, établies à partir des facteurs fondamentaux qui ordonnent et structurent la réalité géographique, proposent de la Sierra une image accessible d'une certaine originalité, et montrent que l'analyse des données est pour le géographe prudent, un outil d'une réelle efficacité sinon d'un usage facile.

NOTES

(1) Cf. Régionalisation agricole de la Sierra équatorienne par l'analyse factorielle des correspondances et la classification ascendante hiérarchique, Décembre 1984, thèse de Doctorat de 3ème cycle par M.-M. Thomassin, Université de Paris VII - 615 pages. Une pochette de documents graphiques et cartographiques accompagne cet ouvrage comportant 28 documents dont 4 cartes à 1/750 000. Cette thèse doit être prochainement publiée dans la collection Travaux et Documents de l'ORSTOM.

(2) Cf bibliographie, 2.Documentation thématique, référence (1).

(3) CEDIG : Centro ecuatoriano de investigacion geografica, Direccion : Instituto Geografico Militar, Quito.

(4) Codification interactive : allocation d'attributs par pointé sur table à numériser.

(5) En conséquence, pour disposer d'une information plus explicite, plus détaillée et plus complète, nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter à la thèse (cf. référence 1) ou à sa publication dans Travaux et Documents.

(6) Pour le commentaire des 9 premières variables, nous avons eu recours à l'ouvrage figurant en bibliographie 2, II documentation thématique, référencé en note (1).

(7) Le déficit hydrique climatique survient lorsque l'évapotranspiration potentielle (ETP) représentant une certaine demande en eau est supérieure aux disponibilités offertes par la pluviométrie. Ici l'ETP mensuelle est calculée selon la formule de Thornthwaite. La sécheresse écologique intervient lorsque l'évapotranspiration réelle (ETR) est inférieure à ETP.

(8) Disjonctif, parce que les diverses modalités d'une variable sont "disjointes", elles s'excluent mutuellement. Une paroisse *i* ne peut appartenir à la fois à deux modalités différentes mais à l'une ou à l'autre. Complet, parce qu'à chaque paroisse correspond obligatoirement une modalité de chaque variable.

(9) Les variables sont numérotées de 1 à 26. Si le numéro ne comporte qu'un chiffre, l'absence d'un caractère ici ne se traduit pas par un zéro comme pour les paroisses mais par un blanc; exemple Q 5, de là l'espacement entre le numéro de la variable 1 et sa modalité 5

(10) la classe 465 comporte une erreur de transcription des mentions relatives à l'indication des axes concernés et des COR, toutefois le commentaire est juste.

(11) Ainsi la paroisse d'Ibarra qui appartient à trois domaines géographiques différents : dans sa partie basse, elle se caractérise par un climat tropical sec, l'action de l'érosion y est intense, les sols de mauvaise qualité, les disponibilités en eau : très faibles. Puis dans le secteur qui remonte sur les versants de l'Imbaburra (4.609 m), la transition se fait au fur et à mesure qu'on s'élève vers le domaine

tempéré, et vers les zones froides près du sommet, où elle comprend dans son extension des pelouses d'altitude froides et relativement humides (paramo). (Le retour aux données confirme ces caractéristiques). Cependant, c'est la caractérisation de la partie basse qui a prévalu déterminant l'appartenance de la paroisse à la classe 440. Cet exemple montre combien il convient de nuancer tout zonage, compte tenu de l'extrême diversité climatique de la Sierra.

(12) COD : cosinus carré de l'angle que fait le segment portant le dipôle A(n)-B(n) avec l'axe.

(13) Le dipôle 469 a une direction voisine de l'axe 3 qui ne le différencie pas. Les 2 classes 452 et 466 sont du même côté de $F_3 < 0$, 452 occupe une position excentrique par rapport à 466, très proche du centre de gravité. Le retour aux données montre l'opposition sur l'axe 3 de ces deux classes, relative à l'influence des facteurs morpho-pédologiques limitant l'utilisation du sol.

(14) Pour chaque terme auquel un astérisque est accolé, la définition qui suit entre parenthèse, renvoie au Glossaire Français de Cartographie - 1970 - Bulletin du Comité Français de Cartographie, fascicule n° 46, Bulletin n° 4, pp. 126 - 260 (ou au fascicule à paraître dans la seconde édition).

(15) Lorsque les paroisses ont été prises en exemple, cette abréviation est précédée d'un symbole : Ulba (345) : † MR, El Triunfo (183) : * MR, Turupamba (276) : ‡ MR, Chordeleg (293) : = MR.

(16) CUENIN (R.) - 1972 - Cartographie Générale. Tome 1. Notions générales et principes d'élaboration. Institut Géographique National. Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Paris, p. 134.

(17) Ibidem, p. 133.

BIBLIOGRAPHIE

1 - Ouvrages relatifs aux méthodes.

- (1) BENZECRI (J.-P. et F.) - 1980 - Pratique de l'Analyse des Données. Analyse des correspondances. Exposé élémentaire. Dunod, Paris, 424 p.
- (2) BENZECRI (J.-P.) et coll. - 1980 - L'Analyse des Données. vol. 1. La Taxinomie - 3ème ed. Dunod. Paris, 625 p.
- (3) BENZECRI (F.) - 1980 - Introduction à l'analyse des correspondances d'après un exemple de données médicales. C.A.D., vol. V, n°3, pp. 283-310.
- (4) BENZECRI (F.) - 1980 - Introduction à la classification automatique d'après un exemple de données médicales. C.A.D. vol. v, n°3, pp. 311-340.
- (5) BENZECRI (J.-P.) et coll. - 1982 - L'Analyse des Données. vol. 2. L'Analyse des Correspondances. 2nd. ed. Dunod, Paris, 632 p.
- (6) BENZECRI (J.-P.) et JAMBU (M.) - 1976 - Agrégation suivant le saut minimum et arbre de longueur minima (squelette arborescent). C.A.D., vol. 1, n°4, pp. 441-452.
- (7) FENELON (J.-P.) - 1981 - Qu'est-ce que l'Analyse des Données ? Lefonen, Paris, 311 p.
- (8) JAMBU (M.) - 1978 - Classification automatique pour l'analyse des données, vol. 1. Méthodes et algorithmes. Dunod, Paris, 312 p.
- (9) JAMBU (M.) et LEBEAUX (M.-O.) - 1978 - Classification automatique pour l'analyse des données, vol. 2. Logiciels.

2 - Documentation thématique

- (1) Delimitacion de la zonas agricolas para la programacion integrada - 1979 - Ministerio de Agricultura y Ganaderia (M.A.G.) Programa Nacional de Regionalizacion Agraria (PRONAREG). Oficeria para la Investigacion Cientifica y Tecnica de Ultramar de Francia (ORSTOM). Quito, 391 p., 4 cartes en annexes (couleur).
- (2) Elementos basicos para la planificacion de los recursos hidricos en el ECUADOR - 1978 - Ministerio de Agricultura y Ganaderia - Programa Nacional de Regionalizacion Agraria (PRONAREG). Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM). Quito. 21 p., croquis 9 p. 11 cartes couleurs (1/1 000 000).
- (3) GONDARD (P.) 1976 - Zonas agricolas de la Sierra, Boletin de la Seccion Nacional de l'Ecuador, Instituto Panamericano de Geografia, Quito, n°9-10.
- (4) PORTAIS (M.) - Mapa de la distribucion de la poblacion. Sierra, Costa y parte del Oriente ecuatoriano, 1/500 000, 1975, M.A.G., ORSTOM, Quito (noir).

(5) PORTAIS (M.) & ESTUARDO CEVALLOS (P.) - Mapa de la distribución de la población pecuaria en el Ecuador, 1/1 000 000, 1977, M.A.G., ORSTOM, Quito (noir).