

A. SKALLI

**Participation des laboratoires français à la
recherche en écologie, autour de la Méditerranée
et au Sahel : méthodes et tendances**

Les cahiers de l'analyse des données, tome 10, n° 4 (1985),
p. 412-424

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1985__10_4_412_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1985, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

PARTICIPATION DES LABORATOIRES FRANÇAIS A LA RECHERCHE EN ÉCOLOGIE, AUTOUR DE LA MÉDITERRANÉE ET AU SAHEL : MÉTHODES ET TENDANCES

[ECO. MED.]

par A. Skalli *

Nous tenterons de rassembler dans la présente note une vue d'ensemble des enseignements que nous a apportés l'analyse du contenu de 47 publications recueillies auprès des laboratoires que nous avons visités. Sans prétendre à l'exhaustivité, nous espérons qu'aucun des principaux courants de l'écologie terrestre ne sera absent de notre revue.

1 La méthode d'analyse du contenu

Toute analyse de contenu se fonde présentement sur la lecture et l'intelligence des textes : il revient ensuite au traitement statistique multidimensionnel, de substituer aux vues partielles et aux hypothèses mal fondées, une construction harmonieuse et impartiale. Disposant désormais avec l'ordinateur d'un outil de synthèse qui rend assimilables les plus amples compilations, l'analyste doit s'efforcer de faire celles-ci aussi peu contestables que possible ; multipliant surtout les grilles de relevés ; acceptant les surprises qu'offre le traitement mécanique d'un tableau ; afin d'échapper autant qu'il est possible à la subjectivité des jugements (cf. la recherche du sens" ; in Pr de l'A. des Données : 3 Linguistique ; LC2 n° 1'). Ce que nous avons fait en travaillant seul sur un corpus de taille modeste, ne peut être qu'une ébauche des vastes synthèses dynamiques qu'un observatoire de la recherche devra produire demain pour servir à l'évaluation, à la prospective : mais nous nous sommes appliqués à expérimenter et perfectionner les méthodes qui sont celles d'un tel observatoire.

L'analyse du présent corpus est fondée sur trois lectures successives dont chacune a produit suivant sa voie propre un tableau de données traité par la statistique multidimensionnelle.

Lors de la première lecture systématique des articles, nous avons pour chacun de ceux-ci, rempli une fiche-questionnaire dont la structure avait été fixée d'après les connaissances acquises en interrogeant les auteurs et feuilletant leurs travaux. A l'ensemble des fiches on a appliqué les méthodes aujourd'hui classiques de traitement d'un tableau sous forme disjonctive complète et d'un tableau de Burt qui lui est associé (tableau en 0,1 , décrivant, telles quelles, les réponses ; et tableau de cooccurrence des modalités de réponse).

La deuxième lecture a été en grande partie automatique ; mais dans les limites des moyens dont nous disposons, il a fallu se borner à saisir les résumés des articles, et non les textes complets, comme il eût été souhaitable. On a fait un indice du vocabulaire de ces résumés ; les mots pertinents étant triés d'après un critère de fréquence, qui a été appliqué avec souplesse en tenant compte de notre connaissance des textes. Un tel choix de noms pertinents (par élimination des mots très fréquents : articles, prépositions et autres formes sémantiquement vides ; et des mots trop rares pour se prêter à un traitement statistique) est classique : on fera mieux ultérieurement en appliquant les critères

(*) *Laboratoire de statistique de l'université Pierre et Marie Curie.*

Maître assistant E.M.I. - Rabat.

mis au point par A. Aït Hamlat dans sa thèse. Tel quel ce choix a permis de construire un tableau de contingence croisant documents et mots; tableau qui par la classification automatique a fourni des classes de mots et des classes de documents dont les associations donnent sous forme condensée la structure de l'emploi des mots pertinents dans les résumés.

Nous avons alors repris les articles pour une troisième lecture, au cours de laquelle a été relevée la présence ou l'absence d'une trentaine d'indicateurs élémentaires du thème, des techniques et des méthodes de la recherche en écologie; indicateurs dont l'importance nous était apparue lors des étapes précédentes, mais dont la liste n'a été arrêtée qu'après plusieurs balayages du corpus tout entier; sans nous borner aux titres et aux résumés qui laissent souvent échapper les aspects essentiels d'une recherche.

Les informations recueillies au cours de cette troisième lecture constituent un tableau rectangulaire croisant l'ensemble I des 33 indicateurs retenus et l'ensemble J des 47 documents (articles): avec à l'intersection de la ligne *ind* et de la colonne *doc*: 1 si l'indicateur *ind* a été relevé dans le document *doc*, et zéro sinon. Il va sans dire que ce tableau admet des variantes; quant à la définition plus ou moins fine des indicateurs; et aux exigences plus ou moins strictes du critère de présence dans un document. Nous y reviendrons dans la suite.

A la lecture et à l'analyse de ce tableau * issu de la troisième lecture, est consacré l'essentiel du présent rapport.

2 L'ensemble des indicateurs du corpus

Nous distinguerons 5 sous-ensembles: matériel étudié; thème et problème; conception scientifique; déduction et formulation des résultats; aire géographique.

2.1 Le matériel étudié: Il fait l'objet de 4 indicateurs principaux et de 3 indicateurs complémentaires. Les noms des indicateurs sont donnés en distinguant les sigles à 4 lettres écrits en capitales et présentant entre parenthèses le nombre d'occurrences dans le corpus.

VEGETal (42): cet indicateur, absent seulement dans 5 cas, est attribué aux documents qui traitent en totalité ou en partie du règne végétal.

ANIMAL (13): même définition, relativement au règne animal.

TOUT (8): seuls 8 documents concernent à la fois les deux règnes ou plus précisément leurs rapports: e.g. lesdoc [6] et [20] sur la consommation de la biomasse végétale par les invertébrés dans les biotopes salins de la Camargue; le doc [34] sur la fécondation des thyms par les abeilles; le doc [32] sur l'alimentation des fauvettes (contenu gastrique etc)...

ARBRE (4): les arbres ne sont étudiés que dans 4 documents: doc [21] et [22] (mesure de la transpiration utilisant l'eau tritiée comme traceur radioactif); [25] (résistance des agrumes à la chlorose calcaire) et [28] (génétique des figuiers); on n'a pas recensé comme "études d'arbres" les doc [8] et [9] qui signalent l'affinité des iules (myriapodes) pour les arbres.

VERTÉBRÉ (3): doc [7] (équilibre hydrique du lézard saharien); [32] (déjà cité: repas des fauvettes); [40] (faune aviaire de la Corse).

(*) Le tableau figuré en tête de l'article en page 412.

TERRain (31) : 31 documents se fondent en tout ou en partie sur des études de terrain.

ELEVage (23) : cet indicateur signale soit un élevage d'animaux (e.g. d'acridiens : doc [2], [3], [4]) soit une culture expérimentale de végétaux. On notera que dans 7 cas le document associe étude de TERRain et ELEVage : e.g. dans [7] le lézard est observé dans son biotope naturel et en élevage.

2.2 Thème et problème : On a relevé 7 indicateurs.

AGRONomie (10) : 10 documents soulignent l'intérêt agronomique du thème : intérêt direct et manifesté comme dans [25], déjà cité, qui traite de la résistance des agrumes à la chlorose calcaire ; ou intérêt indirect, quand on estime la biomasse de zones plus ou moins arides pâturées par des troupeaux ([30], [25]).

BIOMasse (9) : il peut s'agir d'un modèle estimant l'évolution de la biomasse épigée d'une formation végétale [1] ; de la consommation de la biomasse par les invertébrés en Camargue ([6] déjà cité) ; ou seulement de l'estimation de la biomasse de quelques espèces de myriapodes (les iules ; cf. [8] déjà cité).

LIMITant (13) le facteur limitant le plus souvent pris en compte par les études sahéliennes est assurément l'eau ; mais il peut s'agir de la nourriture dont disposent les espèces animales ; un cas particulier étant celui de l'usure des mandibules des acridiens par des aliments abrasifs ([3]).

LUTTE (6) : un facteur limitant particulier est la compétition entre espèces souvent considérée dans des études génétiques : dans les analyses factorielles on pourra tenter de cumuler LIMi et LUTT, bien que ces deux indicateurs apparaissent dans des contextes très différents.

EAU-Sel (12) : parfois l'eau n'est pas explicitement considérée comme un facteur limitant : ainsi dans [22] (déjà cité) il s'agit uniquement de préciser la méthode de mesure de la transpiration végétale utilisant l'eau tritiée.

EDAPhique (11) : 11 études prennent en compte tout ou partie des ressources du sol ou de ses propriétés (composition chimique ; Ph;...).

PHOTO (4) : une étude [10], étudie le rendement de la photosynthèse pour un couvert végétal ; trois autres manifestement stimulées par le développement de la télédétection, mettent en rapport biomasse et réflectance du couvert végétal.

2.3 Conception scientifique : Nous rangeons sous ce titre 8 indicateurs.

TAXInomie (17) : définie en bref comme l'étude de l'équilibre des espèces végétales et animales entre elles et avec leur milieu, l'écologie requiert des déterminations précises. On ne s'étonnera donc pas que 17 documents comportent des références explicites à la taxinomie (les 30 autres étudiant le milieu dans son ensemble ; ou une seule espèce en rapport avec celui-ci). Parfois la finalité elle-même est taxinomique ; comme dans [5], [11] et [15] consacrés à la systématique des associations végétales.

RELeVé (9) : un relevé énumère la totalité des espèces végétales présentes dans une aire homogène (cf. [5], [11], [15] déjà cités ; ou seulement les espèces animales d'une famille ;... ; en précisant

éventuellement l'abondance des espèces présentes ; voire la biomasse (pour les iules [9] déjà cité).

SIGMa (6) : outre celles du fondateur (J. Braun-Blanquet, auteur de [5]) et des spécialistes de l'école (M. Guinochet et ses élèves cf. [11], [15]), trois publications utilisent explicitement la classification des associations végétales élaborée par l'école zuricho-montpel-liéraine que désigne le sigle de SIGMA.

GENEtique (17) : 17 documents considèrent la variabilité génétique au sein d'une espèce ; il s'agit généralement de plantes mises en rapport avec leur milieu ; la détermination précise des marqueurs génétiques requiert presque toujours des techniques de laboratoire hautement spécialisées.

TECHnique (23) : nous rangeons sous ce terme tout ce qui n'est pas détermination des espèces végétales recueillies, ou comptage, mesuré au double décimètre et pesé ! Outre les techniques photométriques déjà expliquées ci-dessus et un cas particulier (l'utilisation de la poussière fluorescente comme traceur du pollen dans [43]) ces techniques se ramènent à 3, comme on le précise ici.

CHIMie (6) : par quoi nous entendons analyse des sols, des cendres, des végétaux... avec éventuellement mesure du PH du sol, ou de la capacité d'échange cationique des radicules ([44]).

TRITium (4) : usage de l'eau tritiée comme traceur radioactif pour mesurer la transpiration végétale [21], [22] ; ou la détermination de l'eau corporelle du lézard [7] ; à quoi on a joint l'humidimétrie à neutrons avec source radioactive ([18]) : évapotranspiration et production de la luzerne).

MARQueurs (10) : il s'agit par exemple, [16] de marqueurs allozymatiques révélés par électrophorèse.

2.4 Déduction et formulation des résultats : 7 indicateurs.

Non TABLEau (7) : La quasi totalité des documents comporte des tableaux de nombres ! C'est pourquoi on a créé un indicateur NTAB pour ceux qui n'en ont pas (mais où figurent éventuellement des tableaux de relevés écologiques : cf. *supra*).

COURbe (27) : La présence des courbes dans 27 documents atteste également la prévalence du langage des mathématiques.

DESSin (12) : Le dessin mode d'expression traditionnel du naturaliste ne figure que dans 12 documents ; dans 4 cas il s'agit de cartes géographiques ; ailleurs de photographies de résultats de chromatographie ; fait exceptionnel l'étude [46] déjà citée, relative à la faune aviaire de la Corse est ornée de nombreuses photographies. Seule l'étude [3] sur l'usure des mandibules des acridiens comporte un dessin de type anatomique.

ORGaNigramme (4) : On a le cas de ce type d'illustration, familier aux techniciens.

CALCul (25) : Plus de la moitié des études comportent des calculs complexes, ou au moins leurs résultats chiffrés : il s'agit le plus souvent de statistique élémentaire ; mais parfois de MODèLes...

MODèLes (5) : Modèle d'utilisation de l'eau et de la production végétale [1] ; modèle du rendement de la photosynthèse [10] ; calcul de la réflectance par un modèle [31] ; fécondation des plantes de thym [34] ; dispersion des espèces végétales [45].

MULTidimensionnelle (4) : les résultats de l'a. des données (arbres de classification ou diagrammes plans de l'a. factorielle) sont cités ou présentés dans 4 cas, généralement avec des travaux d'inspiration sigmatiste (cf. *supra*).

2.5 Aire géographique : Quelques documents utilisent des travaux de terrain faits en dehors de France ; ce qu'on précise par 4 indicateurs.

GEOgraphie (16) : mention explicite de travaux à l'étranger ayant contribué à la recherche objet du document, sans distinction de pays.

SAHeL (7) : Sénégal, Haute-Volta et Mali : ce dernier pays n'est compté que comme le lieu d'origine d'une souche d'acridiens élevés en France (cf. [2], [3], [4])

MAGHreb (6) : Tunisie, Algérie, Maroc.

MEDiterrannée (4) : Italie, Albanie, Crète, Liban.

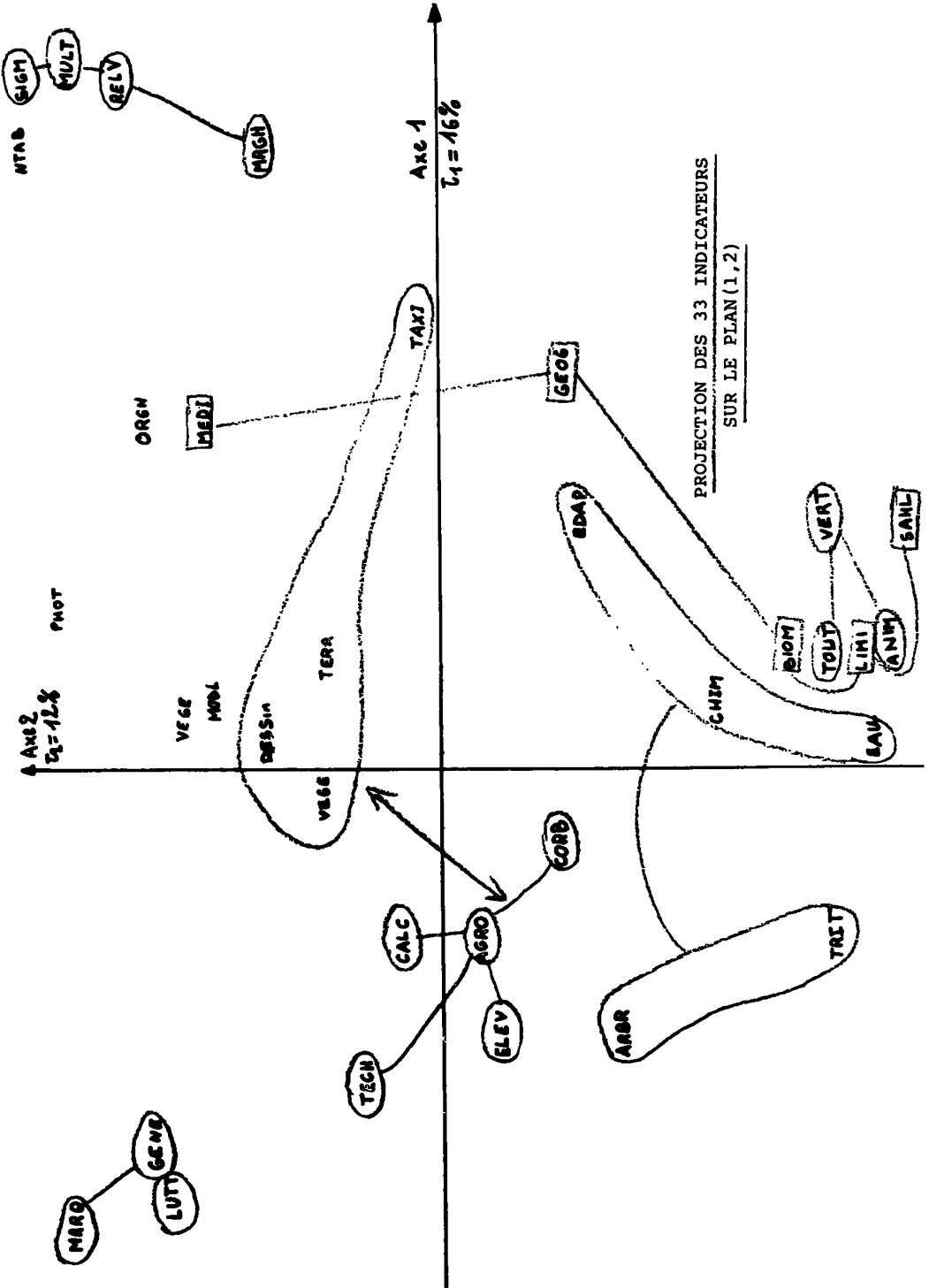
3 Analyse de la correspondance entre indicateurs et documents

3.0 Enchaînement des analyses : On part du tableau IND \times DOC : 33 indicateurs \times 47 documents ; avec $k(\text{ind}, \text{doc}) = 1$ si l'indicateur ind est propre au document doc ; et 0 sinon. Ce tableau est soumis à l'analyse des correspondances. Nous nous bornerons à rendre compte brièvement de cette analyse qui n'a été qu'une étape préparatoire des classifications hiérarchiques dont nous exposerons en détail les résultats. Ces classifications ont été effectuées sur deux ensembles dans l'espace engendré par les 7 premiers axes factoriels. On a alors récrit le tableau IND \times DOC, en rangeant les indicateurs et les documents dans un ordre tel que les classes des deux hiérarchies constituent des intervalles continus ; en s'intéressant principalement à une partition de IND en 8 classes et une partition de DOC en 10 classes (non sans considérer quelques subdivisions). Cette disposition permet d'expliquer l'une par l'autre les deux partitions sur IND et DOC. D'une part en observant sans faire de calcul, des blocs de 1 (ou de zéros) à peu près purs qui ont respectivement pour ensemble de lignes et ensembles de colonnes une classe de IND et une classe de DOC. D'autre part en analysant les tableaux déduits du tableau 33 \times 47 par cumul de lignes suivant des classes de la partition de IND, et/ou cumul de colonnes suivant des classes de la partition de DOC.

N.B. : Dans la suite une classe d'indicateurs (resp. de documents) sera désignée par la lettre I (resp. D) suivie d'un numéro à deux chiffres.

3.1 Classification sur l'ensemble des indicateurs : Cette classification est construite à partir de la correspondance entre indicateurs et documents, et ainsi qu'on l'a annoncé son interprétation ne sera parfaite que par croisement avec la partition construite sur les documents. Toutefois comme les indicateurs ont été présentés au § 2, alors que les documents ne sont connus du lecteur que par quelques références renvoyant à des numéros, il est préférable de considérer d'abord la classification sur des indicateurs, (en anticipant quand il est nécessaire sur la classification des documents pour interpréter certaines classes d'indicateurs). L'arbre de la CAH figure en p. 412 en marge du tableau analysé, et en p. 418 sur le plan (1,2).

Comme il est usuel en CAH l'ensemble IND tout entier, considéré comme une classe au sommet de la hiérarchie, reçoit le numéro 2n-1 ; ici 65 = (2 \times 33)-1. Cette classe I65 se subdivise en deux classes I63 et I64, que nous considérerons successivement.



La classe I63 comprend deux classes I53 et I45.

I53 = {Non TABLEau ; PHOTom. : ORGaNigramme ; MODèLe} ; comme on le verra d'après son association avec la classe D78, la classe I53 est associée à l'étude globale du couvert végétal.

I45 = {RELeVé, MAGHreb, SIGMa, MULTimensionnel}. Cette classe caractérise les études de phytosociologie d'orientation sigmatiste. Ces études sont fondées sur des relevés, souvent soumis à l'analyse statistique multidimensionnelle ; la référence au Maghreb s'explique parce que J. Braun-Blanquet ainsi que M. Guinochet et ses élèves y ont travaillé.

L'agrégation I53 et I45 (d'ailleurs à un niveau élevé : i.e. à grande distance...) s'explique par l'absence fréquente de tableaux numériques (autres que les t. de relevés) aussi bien en phytosociologie qu'en étude du couvert végétal.

La classe I64 se scinde en I61 et I62 ; et I61 = I54 u I57.

I54 : {ANIMAl, TOUT, VeRTéBré} : cet agrégat s'explique parce que, alors que la majorité des documents traite quasi exclusivement de végétaux, plus de la moitié des documents traitant des ANIMaux traite de TOUT (i.e. animal et végétal) particulièrement les 3 documents traitant des vertébrés (lézard ou oiseau).

I57 = {BIOMasse, LIMItant, SAHeL, MEDIterranée, GEOGraphie} : dans cette classe, BIOM, LIMi et SAHL sont proches entre eux et leur cohésion s'explique bien par l'association avec des études de phytomasse au Sahel (classe D77) et l'observation ou l'expérimentation sur des invertébrés au Sahel (cl. D81) ; GEOG (qui signifie, cf § 2.5) référence à un pays autre que la France) va avec SAHeL, et GEOG entraîne MEDI (mais de loin).

L'association de I54 et I57 au sein de I61 s'explique par la rencontre dans ces deux documents d'entomologie sahélienne.

La classe I62 se scinde en I56 et I60.

I56 {GENETique, MARQueur, LUTTe} : Ces indicateurs concernent quasi exclusivement les documents des classes D79 et D80 ; la génétique qui utilise le plus souvent des marqueurs (déterminés par des techniques fines cf. § 2) est conçue comme une étude de la lutte entre formes vivantes.

La classe I60 se scinde en I59 et I58 ; et I59 = I52 u I55.

I52 = {TAXInomie, VEGETal, TERRain, DESSin} : La taxinomie animale est très peu étudiée dans notre corpus (fait exception le doc [9] qui contient des relevés de plusieurs espèces d'iles par biotypes). Donc TAXI va avec VEGE. D'autre part, toutes les études de terrain se trouvent prendre en compte au moins secondairement, la végétation. Les dessins (rares, on l'a dit) se placent plutôt dans un tel contexte.

I55 = {COURbe, CALCul, ELEVage, AGRon., TECHnique} : on peut étiqueter cette classe "expérimentation" ; mais en fait du point de vue des documents sa spécificité la plus notable est qu'elle est presque totalement étrangère à la classe D85 des études phytosociologiques. A cela près I55 est une classe centrale comme I52 à laquelle elle s'agrège au sein de I59. Reste donc I58.

I58 = {ARBRe, TRITium, EAU et sel ; EDAPHique, CHIMie} : Cette classe est dominée par l'étude du milieu inerte (règne minéral =EAU,

SEL et TERRE...) s'agrège ARBRE, du fait de l'étude de la transpiration des arbres ; et de l'adaptation des orangers à un milieu hypercalciq (cf. *infra* : classes D75, D71, D73).

Pour conclure cet exposé de la CAH sur l'ensemble des indicateurs, nous dirons ce qui en apparaît à l'examen des diagrammes plans issus de l'analyse factorielle.

Sur l'axe 1 : génétique (I56), s'oppose à phytosociologie (I45). Sur l'axe 2, I56 et I45 (déjà cités) et I53 (cf. couvert végétal) situés du côté $F2 > 0$, s'opposent à I54 ("Tout") et à Sahel, biomasse limitant (cf. I57). Sur l'axe 3 positif, I53 très écarté s'oppose au reste des indicateurs. La représentation simultanée des documents et des indicateurs éclaire l'interprétation. Mais la complexité multidimensionnelle du corpus ne se laisse pas saisir sur des cartes planes, où se trouvent quasi confondus, bien des éléments (ind ou doc) qui s'écartent sur des axes perpendiculaires au plan de projection. C'est pourquoi, l'exposé a recours principalement à la classification.

3.2 Classification des documents : Pour interpréter cette classification le lecteur consultera le tableau IND x DOC, rangé comme on l'a expliqué au § 3.0, pour que les classes de IND et DOC soient en blocs consécutifs. Mais nous avons quant à nous fait un nouveau balayage du corpus des documents, groupés par classes, afin de vérifier ce que notre indexation suggérait. (L'arbre de la CAH figure en p. 424 ainsi qu'en p. 412 en marge du tableau analysé).

L'ensemble DOC (DOC = D93), se scinde en deux classes D92 et D87

La quasi totalité des documents de D87 fait référence à la génétique. Il s'agit de (*Thymus vulgaris*) de graminées (*Dactylis glomerata*, *Bromus erectus* et, une seule fois, *Brachypodium pheonicotdes*) de chardons (*Carduus*, une seule étude avec deux espèces) d'une labiée (*Origanum vulgare* = marjolaine) et enfin d'une unique espèce d'arbre (*Ficus caria* : le figuier).

Relativement nombreuse (elle compte 16 doc.) la classe D87 peut être utilement subdivisée en D79 (5 doc) et D80 (11 doc). La différence principale est que tandis que presque tous les doc. de D80 utilisent la technique fine des marqueurs génétiques, cette technique est moins utilisée dans D79, classe où l'accent est plutôt mis sur la compétition (LUTTE) entre population relevant d'une même espèce (le thym dans 4 cas) ; *Bromus erectus* une fois).

La classe D92 se subdivise en D90 et D91. Et D91 = D85 u D78.

La classe D78 comprend 4 doc. tous consacrés à l'étude du couvert végétal : le doc[45] considère la destruction superficielle aléatoire des végétaux ; les autres doc. considèrent le couvert du point de vue de la photosynthèse ou de la réflectance ; et ceci en vue de l'étude des ressources terrestres par télédétection.

La classe D85 (qui s'agrège à D78 au sein de D91 ; mais à un niveau élevé) est d'une interprétation très claire. C'est la classe de la phytosociologie, avec dans le tableau IND x DOC un bloc I45 x D78 presque entièrement rempli de "1". Il vaut la peine de considérer également une subdivision D78 en deux classes : la première de celle-ci {[5], [11], [15]} est dans la pure doctrine sigmatiste de la phytosociologie ; la deuxième {[19], [13], [14]} comporte également une étude de variables édaphiques.

La classe D90 (restante) se scinde en D88 et D89. De D89 comme de D88 nous considérerons la partition en 3 classes. La classe D89 se scinde d'abord en D86 et D83.

La classe D83 comprend 4 documents qui ont en commun de considérer ces animaux (dans 3 cas des vertébrés ; dans un cas une espèce de fourmi) dans leurs rapports avec les végétaux ; et plus précisément dans leur activité naturelle : d'où une certaine parenté (même si elle est lointaine) avec l'éthologie. Nous citerons : consommation des fruits par les fauvettes, moisson de panicules de graminées par les fourmis, vie d'un lézard saharien ; oiseaux des forêts et buissons en Corse.

La classe D86 se scinde en D81 et D77.

La classe D81 comprend 5 doc. : 3 relatifs à une sauterelle (*Locusta migratose*) de souche maliennne, étudiée en élevage mais du point de vue des facteurs naturels limitant son développement. Et deux relatifs aux iules (myriapodes) dans leur milieu (une zone cultivée du Sénégal).

La classe D77 comprend trois études de phytomasse en milieu sahélien du présaharien.

Reste la classe D88 ; celle-ci se scinde en D65 et D82 ; elle-même subdivisée en D71 et D73.

La classe D71 comprend trois études : deux sur les relations trophiques entre invertébrés et végétaux dans les zones halophiles de Camargue ; une sur l'alimentation de la sauterelle par des feuilles de blé. Le thème commun est : alimentation des invertébrés.

La classe D73 comprend 3 doc. tous consacrés au problème de l'halophilie ou plus exactement à l'adaptation des plantes aux cations Na^+ , K^+ , Ca^{++} .

Enfin la classe D65 (3 doc.) étudie la transpiration et le régime hydrique pour le pin ou la luzerne : la radioactivité étant utilisée pour des mesures précises.

On notera que l'étude de l'eau et du sol fait l'unité de la classe D88.

4 Conflits de tendances

4.1 Pour comprendre l'écologie : Nous commencerons par une anecdote véridique. Au début des années 70, alors que la France était en proie à une crise de civilisation, mais non encore à la crise économique que le monde subit depuis lors, un éditeur parisien formait le projet d'une collection encyclopédique dont chaque volume aurait eu pour titre "Pour comprendre...." avec ensuite le nom d'une science. L'un des titres précis était "Pour comprendre.... l'Ecologie" ; on cherchait un auteur. Le directeur de la collection à qui l'on proposait de rencontrer un jeune et brillant docteur de l'école sigmatiste, avait préféré à celui-ci un docteur non moins jeune et brillant, mais formé sur le terrain outre-mer. Car on n'espérait pas charmer un grand public par la rigueur épistémologique qui régit la définition abstraite des associations végétales ; mais on voyait déjà que sur le nom d'écologie se formait le nom d'un mouvement politique...

Un tel malentendu entre les savants et le public ne surprend pas : n'a-t-on pas longtemps appelé "atomique" l'énergie nucléaire ? ; le cholestérol n'est-il pas communément malmené comme un coupable, alors qu'il est un des constituants indispensables de la matière vivante ? Il est plus grave qu'en écologie le malentendu soit au sein des savants.

4.2 Science naturelle ou biologie : Naguère le premier cycle des études médicales s'appelaient P.C.B. "Physique, Chimie, Biologie". Au début du siècle on disait P.C.N. ; B ayant succédé à N, comme la vitamine C au jus de citron Naturel. La puissance et la finesse des méthodes de laboratoire est certes indispensable à l'étude de la vie ; mais l'on dit encore, comme jadis "que c'est un piètre naturaliste de cabinet". En écologie cette opposition de tendances est à la fois plus forte et plus complexe qu'ailleurs.

Bornons-nous à l'écologie végétale. Etant admis que l'objet en est l'étude des espèces végétales du point de vue des relations qu'elles ont entre elles et avec leur milieu, il semble nécessaire de caractériser celui-ci par une description physicochimique aussi fine que possible (cf. cl. D73). Sans contester l'intérêt d'une telle description, les naturalistes et plus particulièrement les sigmatistes (cf. cl. D85) rétorquent que tandis que nous ne savons pas quels sont les propriétés pertinentes du sol, ou que nous ne les mesurons qu'à grand peine, une association végétale caractérise biunivoquement par sa seule présence, le milieu édaphique qui la porte ; la pédologie elle-même relevant de l'écologie des hôtes vivants des horizons supérieurs du sol, autant et plus que de l'étude de la matière inerte.

Mais le sigmatiste (cf. [11]) n'épargne pas les sarcasmes à l'homme du terrain naïf qui dans un relevé est obnubilé par les espèces dominantes lesquelles créent seulement le faciès de la formation végétale ; alors que l'association est définie par la seule présence de certaines espèces caractéristiques qui ainsi qu'on l'a dit expriment fidèlement les conditions du milieu.

4.3 Taxinomie et génétique des populations : L'espèce biologique est une entité abstraite, définie par la capacité, la potentialité, qu'ont les individus à se reproduire entre eux. En acte, concrètement seules existent les populations, ou ensembles d'individus qui se reproduisent effectivement en combinant leurs caractères propres. L'adaptation au milieu n'est pas propre à l'espèce : elle appartient plus étroitement à une population où chacun des caractères possibles dans l'espèce (caractères que la génétique associe aux allèles de divers loci) est présent avec une fréquence déterminée (ou éventuellement absent...). De ce point de vue les concepts de la taxinomie linnéenne sont trop laches pour l'écologie ; qui doit considérer les populations...

Pour le botaniste averti, tout à la fois attentif aux détails, et capable de n'en retenir que ce qui est pertinent, une certaine systématique des populations existe ; mais on ne la connaît que par le flair. En toute rigueur il n'y a pas présentement d'autre description objective des populations, d'autre systématique de celles-ci par conséquent, que celle fondée sur les marqueurs génétiques. Or il est de règle que ceux-ci ne soient reconnus que par des techniques de laboratoire très fines : chromatographie, immunioélectrophorèse... (cf. cl. D87).

Dès lors le relevé des espèces, poussé jusqu'au détail génétique, devient encore plus difficile que l'analyse physico-chimique des sols la plus complète. Contre son gré, le naturaliste est renvoyé au laboratoire. Et au lieu d'étudier la flore d'un domaine naturel, il se spécialise dans la collecte et l'élevage des individus d'une espèce dont il explore le patrimoine génétique (cf. classe D79).

4.4 *De l'agronomie à l'éthologie* : Il est banal d'affirmer que toute recherche fondamentale aura quelque jour une application : ce serait la justification de la science si la vocation à connaître n'était pas plus forte chez l'homme que l'instinct de la conservation lui-même ! De ce point de vue, un élevage parisien d'une souche de *Locusta migratoria* issue du Mali, apparaît comme un épisode de la lutte contre les pullulations d'acridiens au Sahel. Mais comme la médecine, l'agronomie est un art qui souvent doit opérer sans attendre la science. La gestion des zones surpâturées en savane aride, la défense des palmiers à huile contre les micromammifères... requièrent des inventaires écologiques qui faute de temps s'arrêtent d'ordinaire aux études de faciès sans aller jusqu'à satisfaire la rigueur sigmatiste.

Au pragmatisme des agronomes, plus encore que le puriste de la science, s'oppose le défenseur nostalgique de la nature. Pour lui l'équilibre des trois règnes : minéral, végétal et animal est par excellence l'objet de l'écologie. Il oublie volontiers qu'à ce qu'on appelle "la nature", contribue grandement le quatrième règne : celui de l'homme ; les paysages les plus chers sont des paysages anthropisés.

Mais de l'amour contemplatif des trois règnes, est issue l'éthologie, discipline scientifique inséparable de l'écologie. Il n'y est fait dans le corpus que des incursions : à propos de la fécondation des thymes par les abeilles ; ou de la lutte entre fourmi et dactyle ; de la répartition des iules dans un champ ; et de la faune aviaire de la Corse (cf. cl. D83).

4.5 *Les ressources terrestres* : C'est sous ce titre qu'on désigne l'objet des observations spectrométriques continues que poursuivent les puissants de ce monde par l'oeil des satellites. On rapporte que les cours du blé se ressentent aussi très tôt de la nuance du vert des toundras sibériennes... Quand l'analyse des données sera appliquée non seulement aux spectres instantanés, mais aux séquences de 52 spectres décrivant semaine après semaine les vicissitudes annuelles d'un même carré on aura une typologie intégrée du climat et de l'utilisation des sols ; et, par là, des écosystèmes. La difficulté étant toutefois de mettre en rapport ces types spectraux avec la réalité du terrain (cf. cl. D78).

Mais que sera demain le système producteur de la biomasse (cf. cl. D77) consommée par l'homme ? Un document du corpus (cf. [10] nous avertit que le rendement usuel de la photosynthèse d'un système terrestre ne dépasse pas 2% ; et 5% (i.e. 1 photon sur 20) est donné, en un sens, comme l'optimum ! Même si les écosystèmes marins ont un rendement plus élevé, on souhaite inventer des systèmes artificiels qui ne perdent pas un photon ! Certes l'utilisation physique directe de l'énergie solaire est aléatoire en zone tempérée ; mais on rêve de capteurs biologiques, c'est-à-dire de cultures de microorganismes, qui fassent des photons ce que l'on désire : les déserts deviendraient des serres aux rendements maximaux. La biotechnologie instaurerait une monoculture absolue, aux antipodes de l'écologie...

4.6 *En guise de conclusion* : Nous rappellerons deux détails qui concernent respectivement le laboratoire d'origine du présent rapport et son destinataire.

D'une part, de grands efforts sont prodigués pour donner à l'écologie forme mathématique ; selon nous la modélisation est souvent excessive ; tandis que l'analyse descriptive multidimensionnelle, déjà présente (cf. cl. D85) pourrait étendre son domaine ; ainsi que nous l'avons vérifié sur des tableaux publiés dans le corpus et désirerions le faire sur certaines données relevées mais non publiées.

D'autre part, la répartition géographique des études qui nous sont parvenues inquiète par son étroitesse : rien ne vient de la péninsule ibérique ; la représentation du bassin oriental de la Méditerranée est lacunaire ; les pays sahéliens où le français n'est pas langue véhiculaire ne sont pas touchés.

Et voici notre dernier mot.

Travaillant en rapport avec de nombreuses disciplines, les écologistes bien qu'enthousiastes de leur science et servis généralement par une vaste culture, doivent lutter sans cesse pour ne pas être emprisonnés dans une spécialité. Il convient de les y aider, tout en respectant les options d'écoles, que de fortes personnalités aiguillonnent dans des voies divergentes.

REPRESENTATION DE LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE
DES 47 DOCUMENTS

