

L'ANALYSE CANONIQUE DES CORRESPONDANCES APPLIQUEE A L'HYDROBIOLOGIE

TANDJIR L. ⁽¹⁾ et DJEBAR A. B. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Université de Skikda, Dépt des Sciences Agronomiques
Laboratoire de la biologie animale, BP 26 Route
El-Hadaeik 21000 Skikda - Algérie.
Email : tandjir@yahoo.fr

⁽²⁾ Université de Annaba Institut des sciences de la Mer
Laboratoire d'Ecologie marine, BP. 13 Sidi Ammar
23000 Annaba - Algérie.

RESUME

Parmi les méthodes d'analyses statistiques adaptées à l'hydrobiologie, citons : l'Analyse des Correspondances (AC), l'Analyse des Composantes Principales :

(ACP), l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) et l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC).

Notre choix s'est focalisé sur l'ACC conduisant à des représentations graphiques pour étudier la faisabilité d'une éclosion pilote en eaux douces. Cette ACC est primordiale car elle traite les caractères qui sont répartis en groupes bien distincts. Ces caractères validant nos données sont les paramètres physico-chimiques (21 valeurs) et ichtyologiques (06 valeurs) du plan d'eau de Guenitra constituant le site de référence pour une exploitation durable des carpes chinoises stériles (*Cyprinus carpio* L) et des espèces autochtones.

A l'issu de ce procédé mathématique, les résultats laissent conclure que ce plan d'eau peut abriter cette éclosion pilote de laquelle tout l'hydro écosystème de la région sera peuplé en poissons contribuant à promouvoir la pisciculture à Skikda.

Mots clés : analyse canonique des correspondances, éclosion pilote, ichtyofaune, paramètres physico-chimiques.

THE CANONICAL ANALYSIS OF CORRESPONDENCE ADAPTED TO HYDROBIOLOGY

SUMMARY

Among the methods of statistical analysis adapted to the hydrobiology let us quote the analysis of the correspondence (AC), the principle component analysis (ACP), the discriminating factor analysis (AFD) and the canonical analysis of correspondence (ACC).

Our choice was focused on the ACC leading to charts to study the feasibility of pilot fresh water hatch. This ACC is of primary importance for it treats the characters which are divided into quite distinct groups. These characters validating our data are the physico-chemical parameters (21 values) and ichthyological (06 values) of the water level of Guenitra constituting the site of reference for a durable exploitation of no fecundity Chinese carps (*Cyprinus arpio* L.) and of the species indigenous.

Final results concludes that this plan can shelter this pilot hatch from which the hydro ecosystem of the area will be populated contributing to promote fish farm to Skikda.

Key words : analysis canonic correspondence, pilot, hatchery, ichthyofaun, factors physico-chemical.

التحليل القانوني للموافقة تطبيقي للهيديبولوجيا

الملخص

من بين الطرق التحليلية الإحصائية المكيفة للهيديبولوجيا نحدد تحليل الموافقات التحليل إلى عناصر الأساسية / التحليل المميز و التحليل القانوني للموافقة.

اختيارنا يرتكز على التحليل القانوني للموافقة المرودي إلى المتمثلات البيانية.

من أجل دراسة إصلاحية تفقيص نموذجي في المياه العذبة هذا التحليل القانوني للموافقة أولي لأنه يعالج الخصائص الموزعة على مجموعات متميزة / خصائص ناجمة على معطياتنا / عوامل الفيزيوكيميائية 21 عنصر / و سمية 06 عنصر لمستويات الماء لسد قنيطرة / سكيكة. الجزائر / مكونة الموقع المرجعي لاستغلال دائم لاشبوط الصيني و أصناف محلية.

من خلال هذه الطريقة الرياضية نسمح باستنتاج بان هذا المستوى يحتوي على تفقيص نمذجي الذي منه يتم زراعة كل الأنظمة المائية المساهمة في تحسين الزراعة المائية المنظمة.

الكلمات المفتوحة : التحليل القانوني للموافقة، الهيديبولوجيا،

تفقيص نمذجي، عوامل الفيزيوكيميائية، سمك.

Introduction

L'élevage apprécié ou demandé des poissons d'eau douce ou de mer est une activité commerciale spéculative procurant une protéine sur le marché. Comme la région de Skikda renferme un potentiel riche de plans d'eau (barrage, oueds et étangs), il est judicieux de les mettre en valeur par l'installation d'une écloserie pilote qui a nécessité une simulation adéquate des données physico-chimiques (21) voire ichtyologiques composées de six (06) espèces et concrétisant la mise en valeur aquacole dans cette région.

Ce travail s'inspire du fond documentaire suggéré par les références académiques, particulièrement celles touchant le poisson [1, 4, 6, 9, 12 et 22] et contribuant à sa meilleure gestion environnementale [3, 5, 11, 18, 23 et 24].

Ainsi, la carpe chinoise infertile, importée de la Hongrie en 1985 et 1989, peut être reproduite dans l'écloserie projetée avec la technique du génie génétique. Pour ce faire, nous nous sommes intéressés aux éléments ci-après :

Choix des sites d'étude

Le choix de la retenue d'eau "Guenitra" (carte) est lié à l'exploitation durable des carpes chinoises stériles (*Cyprinus carpio* L.), exploitation renforcée en projetant les autres eaux de la région.

La réserve hydrique de Guenitra est caractérisée par une capacité de 125 millions de m³ (capacité utile de 115.5 M m³) et un volume annuel régularisé de 48 M m³ (côtes de la retenue normale 164 m, minimale 133 m et maximale 167.7 m) [16]. Nous y projetons une écloserie pilote pour mettre à la disposition des pisciculteurs des espèces de poissons reproductibles (semences).

Pour asseoir ce projet, nous avons relevé mensuellement les paramètres physico-chimiques et ichtyologiques (27 variables) sur 10 stations d'échantillonnage (huit affluents de la retenue, tour de contrôle et déversoir).

L'activité piscicole implantée à l'aval de l'agglomération d'Oum Toub intéressera tous les plans d'eau de la Wilaya, entre autres les étangs de Ben Azzouz et les trois autres barrages : Zerdazes (El Harrouch), Beni Zid (Collo) et Zit El Amba (Bekkouch Lakhdar) et les principaux oueds : Guebli, Kebir est et ouest, Saf Saf, etc.

Etude ichtyologique

L'ichtyofaune regroupe six espèces de poissons dont trois cyprinidés importés de Hongrie : il s'agit des carpes noires, argentées et miroir. L'anguille, le bardeau et l'ablette en constituent les animaux aquacoles autochtones à exploiter potentiellement.

En plus des plans diversifiés d'eau douce, trois ports de pêche, sur un littoral de 150 km (El Marsa, Stora et Collo) (carte), nous offrent des géniteurs semi-halins (mulet, daurade et alose) variant la population de l'écloserie par l'obtention des œufs et des juvéniles et l'élevage des géniteurs..

Etude physico-chimique

Les paramètres physico-chimiques regroupent 21 éléments (voir ci-contre) et ont une influence directe sur le biotope aquacole (nourriture, abri, zone de reproduction, de repos, ..) notamment par la diversité des éléments minéraux (calcium, magnésium, chlorures, sulfates, etc.).

Etude statistique

Le but est d'examiner la possibilité d'existence des poissons dans un site hydrobiologique et d'étudier les de la mine de fer de Sidi Kamar sur la consommation de ces poissons par la population (étude entamée sur les contenus stomacaux voire la chair).

Pour ce modèle de traitement de données statistiques, nous avons opté pour l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) faisant appel au logiciel "SIMCA" (Signification Information Multiple Canonique Analyse) car elle permet de comprendre les combinaisons linéaires qui existent entre un groupe de variables à expliquer et un autre groupe de variables explicatives.

L'ACC exprime d'une certaine manière le pouvoir explicatif de chacune des variables explicatives (poissons) et le degré d'explication des variables à expliquer (paramètres physico-chimiques) [7], [15], [20]. Ces variables sont au nombre de 21 analysées, testées et mesurées *in situ* et en laboratoire.

Il s'agit de la température (temp.), la conductivité (cond.), le pH, la turbidité (turb.), la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), les phosphates (PO_4^-), la silice (SiO_2^-), les matières en suspension (MES), la salinité (sal.), les solides dissous (SD), les solides en suspension (SES), le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le potassium (K^+), le cuivre (Cu^{2+}), le zinc (Zn^{2+}), le plomb (Pb^{2+}) et les chlorures (Cl^-).

Plusieurs auteurs admettent que ces paramètres ont une influence sur le métabolisme de l'animal aquatique [3], [4], [5], [11], [16], [19], [21], [23], [24].

Quant aux six (06) poissons, ils regroupent la carpe noire (carp N) ou Carpe herbivore *Ctenopharyndodon idella* Val, la carpe argentée (carp A) *Hypophthalmichthys molitrix* Val., la carpe marbrée (carp M) *Aristichthys nobilis* R., les barbeaux (barb) (*Barbus callensis* L.), les anguilles (ang) (*Anguilla anguilla* L.) et les ablettes (abl) (*Alburnus alburnus* L.). [1], [2], [4], [6], [8], [9], [10], [17], [18], [22].

L'interprétation des résultats biométriques montre que l'écosystème "retenue d'eau Geunitra" abrite ces espèces qui, en les multipliant, favorisent une activité piscicole par la mise en valeur des plans d'eau ayant de semblables compositions physico-chimiques [13], [14].

Ainsi, nous rappelons que la température, les matières en suspension, les solides dissous et les solides en suspension sont des paramètres physiques.

Matériel et méthodes

Les paramètres physico-chimiques et ichthyologiques sont traités statistiquement pour visualiser la présence effectivement significative sur la zone prospectée.

Nous avons pris mensuellement des échantillons d'eau sur 10 stations : aux embouchures des huit affluents (Cherfa, Fessa, Kebir, Kerache, Magramène, Bou, Sedjane et Boulekrachef), au déversoir de la retenue et à sa tour de contrôle (fig. 1). De même, on a relevé le nombre moyen des poissons capturés par des pêcheurs à l'aide de la canne à pêche.

Ces paramètres physico-chimiques sont évalués, entre autres, par des techniques de la spectrophotométrie à absorption atomique qui restait le principal outil d'intervention.

Nous avons aussi procédé au relevé des caractéristiques du sol regroupant les textures (sable, limon, argile, argile - sable, argile - limon, sable - limon, sable - argile, limon - sable et limon - argile). Ce relevé est complété par des données météorologiques qui décrivent les températures, les précipitations, les évaporations, les insulations et les vents [9, 16, 20, 22, 23].

Enfin les caractères hydrogéomorphologiques ont été mesurés *in situ*. Ce sont concernés le débit (débitmètre), la vitesse (saumon et moulinet), la profondeur d'eau (disque de Secchi), la largeur et la profondeur du cours d'eau (ruban gradué). Les bassins versants et les gradients hydrauliques, spécifiques à chaque station, ont été estimés au moyen de la carte topographique de l'Institut National de Cartographie d'Algérie -éch. 1/25000 [16].

Seuls les paramètres physico-chimiques et les poissons ont fait l'objet d'un traitement statistique réalisé au moyen du logiciel "SIMCA" [7, 15, 20].

La "SIMCA" nous a facilité l'obtention de variables dispersées dans des plans de graphes expliquant les valeurs d'un paramètre donné en corrélation avec un autre. Ainsi, les données physico-chimiques et ichtyologiques sont en PLS (Partial Least Square) c'est-à-dire Liste carrée partielle.

Résultats et discussion

L'étude des 27 variables en lignes sur les 10 zones en colonne (08 affluents et 02 sites du barrage Guenitra) de janvier à décembre 2001, l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) a permis de dresser les figures suivantes (plans et axes) mettant en évidence les facteurs physico-chimiques de l'eau et les poissons y nichant :

Figure 1 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]

Echelle temps (mois) graphe 1 :

Selon les plans de projection nous avons :

Plan 1-2 : les valeurs de janvier et février sont, en partie, extrêmes (s'éloignant du barycentre),

Plan 2-3 : les valeurs des mois d'avril se rapprochent du barycentre de tout l'échantillonnage (forte explication des variables). Seule les valeurs du mois d'octobre sont extrêmes,

Plan 3-4 : il y a une représentativité sur l'axe des abscisses et les valeurs de septembre et d'octobre se positionnent sous l'axe des abscisses contribuant à l'explication de ces valeurs,

Plan 4-1 : toujours les deux mois janvier et avril s'éloignent du centre du graphe (explication peu significative),

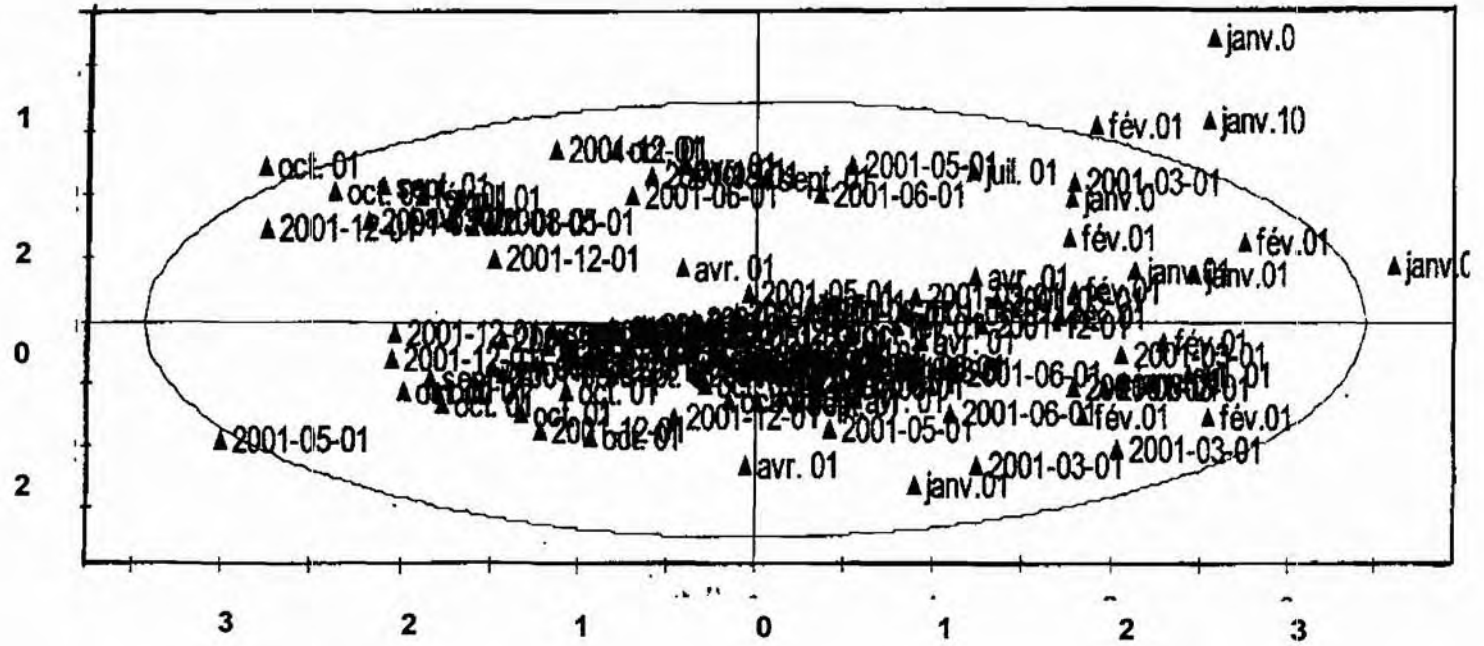


Figure 1 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]

Figure 2 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]**Echelle milieu (stations) graphe 2 :**

Plan 1-2 : les valeurs extrêmes s'affectent aux stations (st.) : 2, 6, 8 et 16 (4^e st.), puis 10, 26 (2^e st.), 46 (2^e st.), 66 (6^e st.) et 86 (2^e st.),

Plan 2-3 : seule la deuxième station (2^e st.) est extrême. Ainsi des valeurs s'éloignent du barycentre et se résument en stations : (1^e st), (8^e st), (9^e st) et (4^e st),

Plan 3-4 : seule la station (2^e st) est en position de corrélation négative extrême. Les valeurs se regroupent et se tendent pour les stations : (7^e st), (9^e st), (8^e st), (2^e st) et 46 (6^e st),

Plan 4-1: les stations 4, 1, 2 et 3 sont à la périphérie du cercle de répartition des corrélations et les stations 7, 8 et 1 sont bien alignées sur l'abscisse,

L'on peut dire que les nuages de points (facteurs physico-chimiques) expliquent 95 % de la totalité de l'échantillonnage et les 5 % restant se partagent entre les six stations 2, 8, 6, 4, et 3.

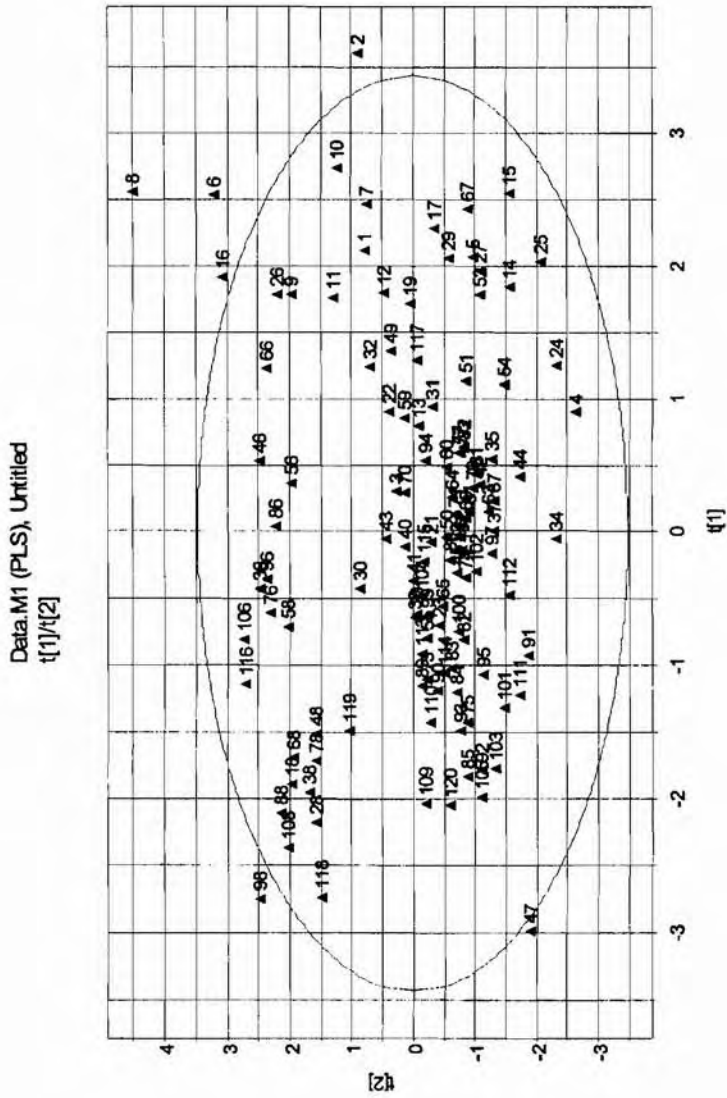


Figure 2 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]

Figure 3 : Data, M1 (PLS), Untitled w*c[1]/ w*c[2]

Echelle espèces ichthyologiques : graphe 3

Plan 1-2 : Ablette (Alb) et Barbeau (Bar) seuls se trouvent sur ce plan tolérant Cl confondus avec turbidité, SiO₂, O₂ et modérément Zn,

Plan 2-3 : la carpe miroir (carpM) est corrélée aux éléments solides en suspension et dissous, K, Fe et Mg,

Plan 3-4 : l'anguille (Ang) et la carpe argentée (carpA) se familiarisent avec le DCO, le Pb, la conductivité, le cuivre, le pH et le Cu,

Plan 4-1: la carpe noire (carpN) est corrélée avec les Ca et DCO, puis avec les NO₃ et température et enfin les NO₂ et PO₄

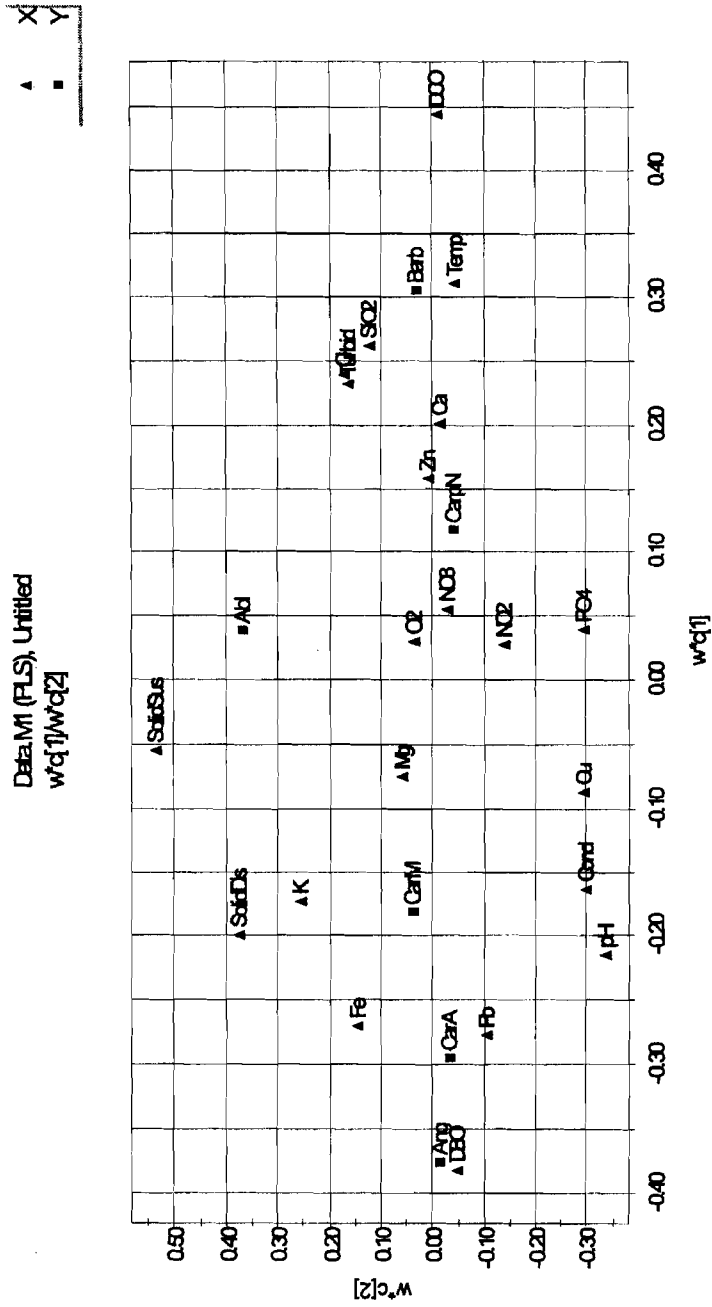


Figure 3 : Data, M1 (PLS), Untitled $w^*c[1]/w^*c[2]$

Figure 4 : Data, M1 (PLS), Untitled VIP[3]/var ID [primary]**Echelle des contributions des valeurs : graphe 4**

En consultant cet histogramme, on remarque que les contributions sont décroissantes et s'affectent aux : demandes biologiques et chimiques en oxygène, solides en suspension, températures, plomb, pH, solides dissous, fer, turbidité, oxygène dissous, silice, phosphates, nitrates, calcium, chlorures, conductivité électrique, potassium, cuivre; nitrites, zinc et magnésium.

Ainsi, les paramètres physico-chimiques et les espèces des poissons sont repérés sur les graphes expliquant que les valeurs s'éloignent peu des normes piscicoles telles que : l'oxygène dissous, les matières en suspension, la turbidité, la conductivité électrique, les solides dissous et en suspension,...

Une étude ayant trait à la parasitologie, bactériologie et planctons est en cours (phytoplancton et zooplancton). Ceci illustre l'hydroécosystème de Skikda et permet de valoriser au même titre que les parcelles agricoles.

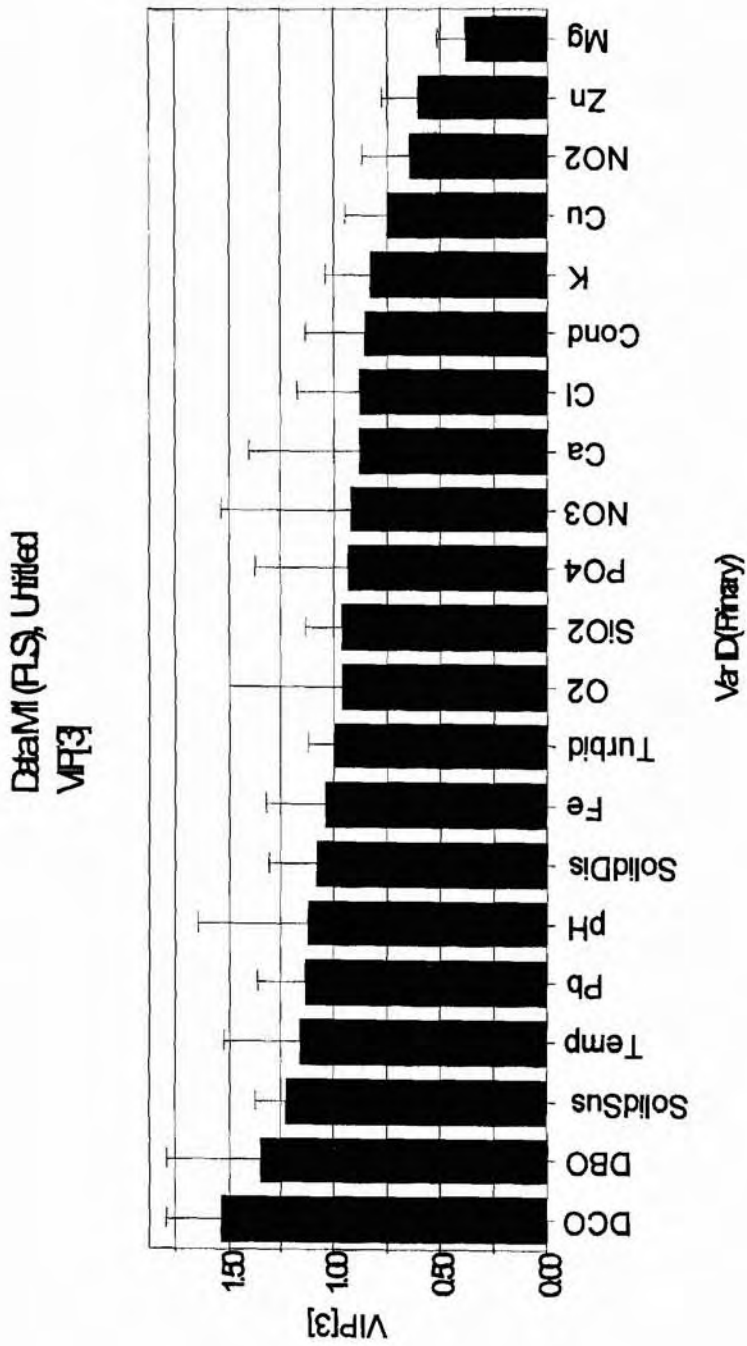


Figure 4 : Data, M1 (PLS), Untitled VIP[3]/var ID [primary]

CONCLUSION ET PERSPECTIVE

L'analyse des correspondances, l'analyse factorielle discriminante et l'analyse canonique ont été testées, en premier abord, le choix qui s'est fixé sur l'ACC. L'ACC a conduit à des représentations graphiques significatives des paramètres hydrobiologiques et ichtyologiques, signification relatant l'existence des poissons dans une niche biotique et abiotique adoptant ces animaux à respiration branchiale (chimie des eaux entrant dans les normes pour une pisciculture intensive).

Ainsi, la méthode d'ACC a éclairé l'acceptabilité de la retenue d'eau "Guenitra" pour un projet d'écloserie pilote dans le souci de mise en valeur aquacole et de promotion de l'aquaculture dans la région par un approvisionnement durable et continu en matériel biologique (œufs, juvéniles et géniteurs) des eaux douces voire saumâtres (mulet, daurade, alose) des embouchures des oueds Kebir est, Guebli, Bibi, etc.

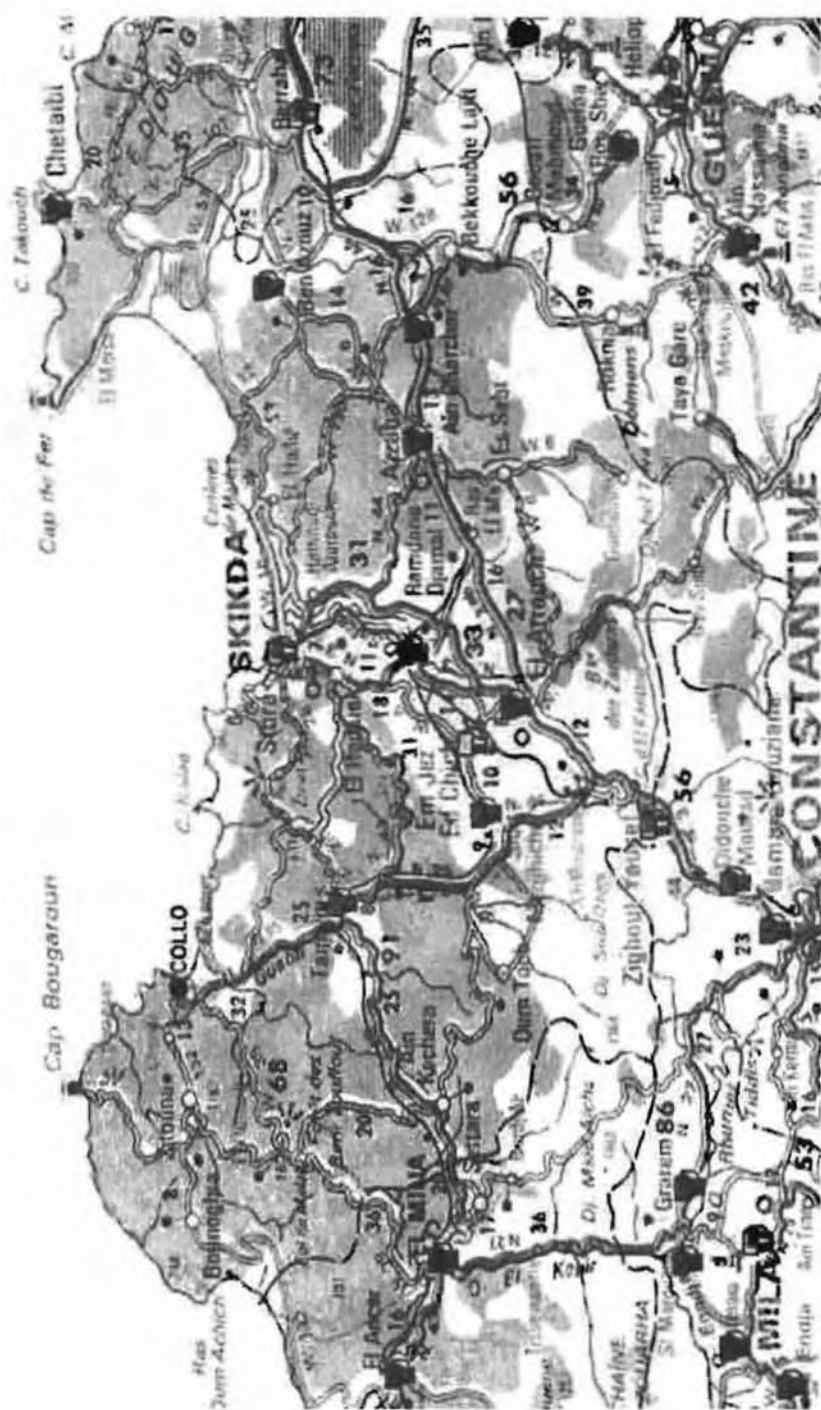
Les valeurs obtenues par cette approche typologique révèlent que l'eau a des caractéristiques compatibles avec la biologie de nos espèces : la température varie d'une amplitude de 5 °C toute l'année, les précipitations avoisinent les 800 mm annuels en moyenne, la retenue est alimentée par huit (08) affluents, la minéralisation des eaux assure une chaîne trophique aux poissons.

Les données moyennes mensuelles hydrogéomorphologiques (débit, vitesse du courant d'eau, largeur et profondeur de l'eau, longueur, gradient hydraulique des affluents, tour de contrôle et déversoir du barrage) et météorologiques (température, précipitation, évaporation, insolation et vent) n'ont pas été traitées statiquement mais relevés pour comprendre leurs liens avec la chimie de l'eau et les poissons y habitant.

Ces résultats, comparés à la bibliographie, entre autres, [1,6, 9, 22] s'avèrent tolérer une présence de familles des cyprinidés, cichlidés, anguillidés voire salmonidés nichant à l'amont des affluents (eaux froides et substrats graveleux), en référence à la truite de l'oued Zhor (Collo).

Cette approche de traitement des données de poissons et de leur écologie s'élargira à d'autres sites aquacoles. Ces sites s'inventorieront actuellement pour trouver de semblables hydroécosystèmes abritant une activité piscicole, activité permettant de gérer le patrimoine hydrique pouvant être empoissonné par des espèces aquacoles issues d'écloseries projetées.

La gestion pérenne piscicole est assurée par la recherche appliquée des étudiants de l'université de Skikda (génie génétique, technique de conduite, nutrition, lutte contre les bio agresseurs et marketing) contribuant au développement de la pisciculture par des associations ou coopératives à but socio-économique.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBIGES G. PIERRE D., 1989.-** Pisciculture d'étang. Ed. Cemagref, 52 p.
- BAROW C.J., 1999.-** Environmental management : principles and practice. Routledge, London and New York. 185 p.
- CARTER R.W.C., 1989.-** Coastal environments and introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Academic Press, London. 155p.
- CHAMPIAT D. ET LARRENT J.P., 1994.-** Biologie des eaux. Méthodes et techniques. Edit. Eyrolles, Paris. 172 p.
- DEGREMONT TRAITEMENT DES EAUX DE CONSOMMATION, 1978.-** Paris. 8^e édit., 584 p
- DE KINKELIN., 1985.-** Précis de pathologie des poissons. Office International des Epizooties. INRA. 142 p.
- DE RUYCK A.M.C., 1995.-** Soares A.G. and Mclachlah A.. Factors influencing human beach choice on Three South African beaches : a multivariate analysis, GeoJournal, (36) 4 : 345 – 352
- European Commission, 1999.-** Pour un tourisme côtier de qualité. La gestion intégrée de la qualité (GIQ) des destinations touristiques côtières. European Community. Luxembourg. 257 p.
- F.A.O., 1998.-** Pisciculture d'étang. 242 p. (catalogue).
- GRENON M. and BARISSE M. 1989.-** Futures for the Mediterranean Basin. Le Blue Plan. Oxford University, U.K. 202 p.
- GUELIN A., LEPINE P. et LAMBLIN J.P., 1999.-** Pouvoir bactéricide des eaux polluées et rôle du *Bdellovibrio bacteriovorus*, Ann, Institut Pasteur. 113, 660 –665, 1967.
- HENRI R., 1979.-** Fondements théoriques du traitement biologique des eaux. Edit. Technique et Documentation. 175 p.
- Houille Blanche-Revue Internationale de l'eau, 1996.-** Instrumentation pour l'hydrométrie, l'hydrogéologie, la météorologie et le contrôle de l'environnement O.T.T. 288 p.
- Institut National de Cartographie, 1962.-** Cartes géologiques de l'Est Algérien. E=1/25000.

- JOEGENSEN S.E., 1994.-** Fundamental of ecological modelling, Amsterdam, Elsevier, 628 p.
- Ministère de l'Hydraulique. 1963.-** Etude pour l'évaluation de la qualité de l'eau au barrage Guénitra –El-baraka- Intecsa Espagne. 196 p.
- MARQUES J.C. 2001.-** Diversity, biodiversity, conservation and sustainability. The scientific World, 1, 534 - 543.
- MCLACHLAH A., 2001.-** Coastal beach. Ecosystems. Encyclopedia of biodiversity. Volume1. Academic Press. London. 741 – 751.
- RAMADE F., 1979.,** Ecotoxicologie. Edit Masson. Pp . 154 -157
- RENSHAW E., 1991.-** Modelling biological population in space and time, Cambridge University Press. 403 p.
- RODIER J., 1978.-** Analyse chimique et physico-chimique de l'eau. Ed. DUNOD. 435 p.
- SCHLUMBERGER D., 1997.-** Mémento de pisciculture d'étang. Ed. Cemagref, 150 p.
- TANDJI L., 1998.-** Etude de la chimie de l'eau du barrage Guenitra (W.Skikda). (1998). 15 p.
- WASSON S. J., 1993.-** Une approche systémique de la gestion de l'eau : Utopie ou avenir ? L'eau en Loire Bretagne 52, 25 – 28.