

SECTION: Psychologie - Master Psychologie Sociale des Représentations - 2ème année

DATE : 7 février 2014
MATIERE: PSR92C
Nature de l'épreuve: Ecrit
Durée: 1 h 30

N.B. Calculatrice et documents autorisés

**ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE DES DONNEES
PREMIERE SESSION**

Ref. Cottet M., Piégay H., Honegger A., Modélisation des préférences esthétiques : vers la prise en compte des perceptions dans les projets de restauration écologique de bras morts, Neuvièmes rencontres de Théo Quant., Besançon, 4-6 mars 2009, <http://thema.univ-fcomte.fr>

Afin de pallier la dégradation des écosystèmes, les projets de restauration écologique se multiplient depuis les années 1990. Caractériser et anticiper la perception du public sont deux enjeux majeurs afin de parvenir à une gestion durable des écosystèmes qui soit partagée par les acteurs. Tel est le but de cette recherche, appliquée à un écosystème particulier, celui des bras morts bordant le Rhône et l'un de ses affluents, l'Ain dans sa basse vallée.

L'objectif de cette étude est d'expliquer la perception esthétique d'un plan d'eau donné (variable dépendante correspondant à une note d'esthétique attribuée par des individus) par une série de variables explicatives se rapportant à certains attributs physiques de plans d'eau (variables indépendantes).

La variable dépendante : une évaluation esthétique des plans d'eau de bras morts

Une enquête de perception esthétique de plans d'eau d'anciens bras a été réalisée. Elle repose sur l'utilisation d'un photo-questionnaire. Selon cette technique d'enquête, il est demandé à des répondants de réagir à une série de photographies qui leur est présentée. Les réponses ont été recueillies auprès d'une population expérimentale de 100 étudiants en licence de géographie. Trente-quatre plans d'eau (désignés par des codes à une ou deux lettres (A, AA, ..., O) ont ainsi été évalués. La note d'esthétique (sur 10) attribuée à chaque plan d'eau est la moyenne des évaluations faites par les sujets.

Les variables explicatives : un jeu d'attributs visuels caractérisant les plans d'eau de bras morts

Une sélection des variables les plus pertinentes pour expliquer les préférences esthétiques en matière de plans d'eau de bras morts a été réalisée. Six variables semblent avoir une influence tranchée sur les jugements esthétiques. La dominance de vert ainsi que la présence de couleurs chaudes et vives semblent avoir une influence positive sur les perceptions, tandis que la dominance de gris/marron, une eau trouble, la présence d'algues aux formes mal structurées ainsi que la présence de sédiments paraissent avoir un impact négatif. Ces six variables dichotomiques ont alors été sélectionnées pour construire le modèle des préférences esthétiques de plans d'eau de bras morts.

Le tableau 1 donne les valeurs de ces 6 variables sur les 34 photographies.

Ces données ont été traitées par une méthode d'analyse multidimensionnelle, qui a permis d'attribuer à chaque photographie des coordonnées selon 2 ou 3 axes factoriels (tableaux 4 et 5).

On a construit ensuite un modèle de régression linéaire (régression factorielle) en utilisant la note d'esthétique comme variable dépendante et les coordonnées sur 2 ou 3 axes factoriels comme prédicteurs (tableaux 6 à 10).

Tableau 1

| | Sédi- ments (avec) | Sédi- ments (sans) | Vert (non dom.) | Vert (dom.) | Eau trouble | Eau non trouble | Gris/ Marron (non dom.) | Gris/ Marron (dom.) | Coul. vives (avec) | Coul. vives (sans) | Vég. mal struc. (avec) | Vég. mal struc. (sans) |
|----|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| A | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| AA | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| BB | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| C | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| CC | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| D | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| DD | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| E | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| EE | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| F | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| FF | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| G | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| GG | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| H | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| HH | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| I | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| II | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| J | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| JJ | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| K | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| KK | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| L | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| LL | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| M | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| MM | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| N | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| NN | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| O | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| OO | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| P | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| PP | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| QQ | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| RR | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Tableau 2

Valeurs propres et stat. associées :

| Nombre de Dims. | Valeurs Propres et Inertie de toutes les Dimensions Table d'Entrée (Lignes x Colonnes) : 34 x 12 Inertie Totale = 1,0000 Chi ² = 204,00 dl = 363 p = 1,0000 | | | | |
|--------------------|--|--------------------|--------------|-------------|--------------------------|
| | ValSing. Values | ValProp. Values | %age Inertie | %age Cumulé | Chi ² Squares |
| 1 | 0,6153 | 0,3786 | 37,8648 | 37,8648 | 77,2442 |
| 2 | 0,4474 | 0,2002 | 20,0208 | 57,8856 | 40,8424 |
| 3 | 0,3910 | 0,1529 | 15,2857 | 73,1712 | 31,1828 |
| 4 | 0,3514 | 0,1235 | 12,3502 | 85,5215 | 25,1944 |
| 5 | 0,3361 | 0,1130 | 11,2991 | 96,8205 | 23,0501 |
| 6 | 0,1783 | 0,0318 | 3,1795 | 100,0000 | 6,4862 |
| 7 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 100,0000 | 0,0000 |
| 8 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 100,0000 | 0,0000 |
| 9 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 100,0000 | 0,0000 |
| 10 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 100,0000 | 0,0000 |
| 11 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 100,0000 | 0,0000 |

Tableau 3

Scores, contributions et qualités de représentation des individus colonnes

| Nom Col. | Coordonnées Colonne et Contributions à l'Inertie | | | | | | | | | |
|------------------------|--|---------------|--------------|--------|---------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| | Table d'Entrée (Lignes x Colonnes) : 34 x 12 Standardisation : Profils ligne et colonne | | | | | | | | | |
| | Col. Num. | Coord. Dim. 1 | Coord. Dim.2 | Masse | Qualité | Inertie Relative | Inertie Dim. 1 | Cos ² | Inertie Dim. 2 | Cos ² |
| Sédiments (avec) | 1 | -1,01 | 0,61 | 0,0539 | 0,67 | 0,1127 | 0,1467 | 0,49 | 0,0989 | 0,18 |
| Sédiments (sans) | 2 | 0,49 | -0,29 | 0,1127 | 0,67 | 0,0539 | 0,0702 | 0,49 | 0,0473 | 0,18 |
| Vert (non dom.) | 3 | -0,51 | 0,04 | 0,1029 | 0,42 | 0,0637 | 0,0700 | 0,42 | 0,0008 | 0,00 |
| Vert (dom.) | 4 | 0,82 | -0,06 | 0,0637 | 0,42 | 0,1029 | 0,1131 | 0,42 | 0,0013 | 0,00 |
| Eau trouble | 5 | -1,06 | -0,50 | 0,0343 | 0,36 | 0,1324 | 0,1021 | 0,29 | 0,0434 | 0,07 |
| Eau non trouble | 6 | 0,28 | 0,13 | 0,1324 | 0,36 | 0,0343 | 0,0265 | 0,29 | 0,0113 | 0,07 |
| Gris/Marron (non dom.) | 7 | 0,59 | -0,13 | 0,1176 | 0,88 | 0,0490 | 0,1086 | 0,84 | 0,0093 | 0,04 |
| Gris/Marron (dom.) | 8 | -1,42 | 0,30 | 0,0490 | 0,88 | 0,1176 | 0,2606 | 0,84 | 0,0223 | 0,04 |
| Coul. vives (avec) | 9 | 1,11 | 1,34 | 0,0245 | 0,52 | 0,1422 | 0,0798 | 0,21 | 0,2193 | 0,31 |
| Coul. vives (sans) | 10 | -0,19 | -0,23 | 0,1422 | 0,52 | 0,0245 | 0,0138 | 0,21 | 0,0378 | 0,31 |
| Vég. mal struc. (avec) | 11 | -0,28 | -1,53 | 0,0343 | 0,63 | 0,1324 | 0,0070 | 0,02 | 0,4036 | 0,61 |
| Vég. mal struc. (sans) | 12 | 0,07 | 0,40 | 0,1324 | 0,63 | 0,0343 | 0,0018 | 0,02 | 0,1046 | 0,61 |

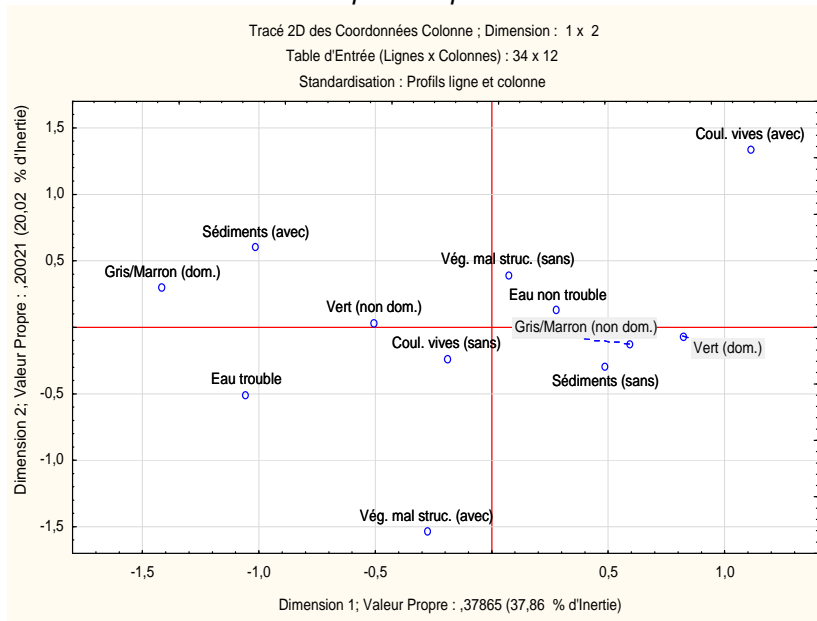
Tableau 4

Scores, contributions et qualités de représentation des individus lignes

| Nom Ligne | Coordonnées Ligne et Contributions à l'Inertie | | | | | | | | |
|-----------|--|--------------|--------|---------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| | Table d'Entrée (Lignes x Colonnes) : 34 x 12 Standardisation : Profils ligne et colonne | | | | | | | | |
| | Coord. Dim. 1 | Coord. Dim.2 | Masse | Qualité | Inertie Relative | Inertie Dim. 1 | Cos ² | Inertie Dim. 2 | Cos ² |
| A | 0,19 | -0,30 | 0,0294 | 0,11 | 0,033329 | 0,002917 | 0,03 | 0,0136 | 0,08 |
| AA | 0,56 | -0,07 | 0,0294 | 0,59 | 0,0157 | 0,0240 | 0,58 | 0,0007 | 0,01 |
| B | 0,10 | -0,75 | 0,0294 | 0,59 | 0,0284 | 0,0008 | 0,01 | 0,0824 | 0,58 |
| BB | 0,20 | -0,03 | 0,0294 | 0,11 | 0,0108 | 0,0030 | 0,10 | 0,0001 | 0,00 |
| C | 0,15 | 0,27 | 0,0294 | 0,12 | 0,0236 | 0,0017 | 0,03 | 0,0104 | 0,09 |
| CC | 0,10 | -1,02 | 0,0294 | 0,61 | 0,0510 | 0,0008 | 0,01 | 0,1539 | 0,60 |
| D | 0,56 | -0,07 | 0,0294 | 0,59 | 0,0157 | 0,0240 | 0,58 | 0,0007 | 0,01 |
| DD | 0,14 | 0,89 | 0,0294 | 0,52 | 0,0463 | 0,0016 | 0,01 | 0,1161 | 0,50 |
| E | 0,20 | -0,03 | 0,0294 | 0,11 | 0,0108 | 0,0030 | 0,10 | 0,0001 | 0,00 |
| EE | 0,15 | 0,27 | 0,0294 | 0,12 | 0,0236 | 0,0017 | 0,03 | 0,0104 | 0,09 |
| F | 0,91 | 0,52 | 0,0294 | 0,74 | 0,0433 | 0,0641 | 0,56 | 0,0392 | 0,18 |
| FF | 0,20 | -0,03 | 0,0294 | 0,11 | 0,0108 | 0,0030 | 0,10 | 0,0001 | 0,00 |
| G | -1,12 | 0,23 | 0,0294 | 0,83 | 0,0461 | 0,0968 | 0,80 | 0,0076 | 0,03 |
| GG | -0,71 | -0,11 | 0,0294 | 0,40 | 0,0382 | 0,0392 | 0,39 | 0,0017 | 0,01 |
| H | -0,75 | 0,46 | 0,0294 | 0,81 | 0,0284 | 0,0442 | 0,59 | 0,0316 | 0,22 |
| HH | -1,21 | -0,49 | 0,0294 | 0,79 | 0,0637 | 0,1139 | 0,68 | 0,0356 | 0,11 |
| I | 0,10 | -0,75 | 0,0294 | 0,59 | 0,0284 | 0,0008 | 0,01 | 0,0824 | 0,58 |
| II | 0,56 | -0,07 | 0,0294 | 0,59 | 0,0157 | 0,0240 | 0,58 | 0,0007 | 0,01 |
| J | -0,75 | 0,46 | 0,0294 | 0,81 | 0,0284 | 0,0442 | 0,59 | 0,0316 | 0,22 |
| JJ | -0,75 | 0,46 | 0,0294 | 0,81 | 0,0284 | 0,0442 | 0,59 | 0,0316 | 0,22 |
| K | 0,91 | 0,52 | 0,0294 | 0,74 | 0,0433 | 0,0641 | 0,56 | 0,0392 | 0,18 |
| KK | 0,20 | -0,03 | 0,0294 | 0,11 | 0,0108 | 0,0030 | 0,10 | 0,0001 | 0,00 |

| | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|--------|------|--------|--------|------|--------|------|
| L | 0,46 | -0,79 | 0,0294 | 0,74 | 0,0333 | 0,0165 | 0,19 | 0,0911 | 0,55 |
| LL | 0,10 | -0,75 | 0,0294 | 0,59 | 0,0284 | 0,0008 | 0,01 | 0,0824 | 0,58 |
| M | 0,20 | -0,03 | 0,0294 | 0,11 | 0,0108 | 0,0030 | 0,10 | 0,0001 | 0,00 |
| MM | 0,91 | 0,52 | 0,0294 | 0,74 | 0,0433 | 0,0641 | 0,56 | 0,0392 | 0,18 |
| N | 0,56 | -0,07 | 0,0294 | 0,59 | 0,0157 | 0,0240 | 0,58 | 0,0007 | 0,01 |
| NN | -0,85 | -0,26 | 0,0294 | 0,50 | 0,0461 | 0,0560 | 0,46 | 0,0096 | 0,04 |
| O | 0,20 | -0,03 | 0,0294 | 0,11 | 0,0108 | 0,0030 | 0,10 | 0,0001 | 0,00 |
| OO | -1,12 | 0,23 | 0,0294 | 0,83 | 0,0461 | 0,0968 | 0,80 | 0,0076 | 0,03 |
| P | 0,55 | 0,56 | 0,0294 | 0,47 | 0,0384 | 0,0234 | 0,23 | 0,0453 | 0,24 |
| PP | 0,56 | -0,07 | 0,0294 | 0,59 | 0,0157 | 0,0240 | 0,58 | 0,0007 | 0,01 |
| QQ | -0,75 | 0,46 | 0,0294 | 0,81 | 0,0284 | 0,0442 | 0,59 | 0,0316 | 0,22 |
| RR | -0,71 | -0,11 | 0,0294 | 0,40 | 0,0382 | 0,0392 | 0,39 | 0,0017 | 0,01 |

Graphique 1
Représentation des individus colonnes dans le premier plan factoriel



Graphique 2
Représentation des individus lignes dans le premier plan factoriel

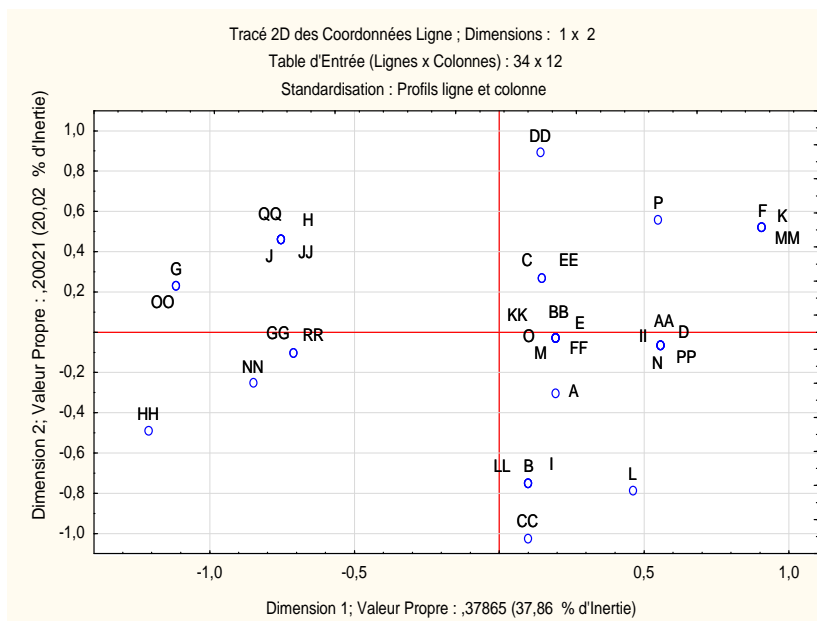


Tableau 5
Coordonnées factorielles et note d'esthétique des individus lignes

| | F1 Dim.1 | F2 Dim.2 | F3 Dim.3 | Note Esthétique |
|----|-------------|-------------|-------------|--------------------|
| A | 0,1938 | -0,3039 | 0,9704 | 3,10 |
| AA | 0,5557 | -0,0678 | 0,1994 | 5,72 |
| B | 0,1017 | -0,7490 | -0,5783 | 3,38 |
| BB | 0,1963 | -0,0292 | -0,2355 | 5,85 |
| C | 0,1494 | 0,2659 | 0,0612 | 5,29 |
| CC | 0,0992 | -1,0237 | 0,6276 | 1,82 |
| D | 0,5557 | -0,0678 | 0,1994 | 6,18 |
| DD | 0,1426 | 0,8890 | -0,3635 | 3,85 |
| E | 0,1963 | -0,0292 | -0,2355 | 5,09 |
| EE | 0,1494 | 0,2659 | 0,0612 | 5,46 |
| F | 0,9084 | 0,5167 | 0,2096 | 5,66 |
| FF | 0,1963 | -0,0292 | -0,2355 | 6,70 |
| G | -1,1164 | 0,2277 | 0,4798 | 3,34 |
| GG | -0,7101 | -0,1060 | 0,6180 | 4,66 |
| H | -0,7545 | 0,4638 | -0,2912 | 3,29 |
| HH | -1,2110 | -0,4921 | 0,1371 | 2,15 |
| I | 0,1017 | -0,7490 | -0,5783 | 4,32 |
| II | 0,5557 | -0,0678 | 0,1994 | 6,78 |
| J | -0,7545 | 0,4638 | -0,2912 | 2,95 |
| JJ | -0,7545 | 0,4638 | -0,2912 | 2,61 |
| K | 0,9084 | 0,5167 | 0,2096 | 8,04 |
| KK | 0,1963 | -0,0292 | -0,2355 | 4,92 |
| L | 0,4611 | -0,7876 | -0,1434 | 4,90 |
| LL | 0,1017 | -0,7490 | -0,5783 | 3,72 |
| M | 0,1963 | -0,0292 | -0,2355 | 4,66 |
| MM | 0,9084 | 0,5167 | 0,2096 | 7,44 |
| N | 0,5557 | -0,0678 | 0,1994 | 7,37 |
| NN | -0,8491 | -0,2560 | -0,6339 | 3,36 |
| O | 0,1963 | -0,0292 | -0,2355 | 4,75 |
| OO | -1,1164 | 0,2277 | 0,4798 | 2,92 |
| P | 0,5489 | 0,5553 | -0,2253 | 5,58 |
| PP | 0,5557 | -0,0678 | 0,1994 | 7,28 |
| QQ | -0,7545 | 0,4638 | -0,2912 | 3,54 |
| RR | -0,7101 | -0,1060 | 0,6180 | 3,04 |

Tableau 6
Corrélations entre toutes les variables

| Variable | Corrélations Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$ N=34 (Observations à VM ignorées) | | | | | |
|--------------------|--|---------|--------|--------|--------|--------------------|
| | Moyennes | Ec-Type | F1 | F2 | F3 | Note Esthétique |
| F1 | 0,0000 | 0,6246 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,7709 |
| F2 | 0,0000 | 0,4542 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,2564 |
| F3 | 0,0000 | 0,3968 | 0,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0329 |
| Note Esthétique | 4,6976 | 1,6464 | 0,7709 | 0,2564 | 0,0329 | 1,0000 |

Tableau 7
Statistiques de synthèse de la régression sur trois facteurs

| Statistique | Stats de Synthèse; VD: Note Esthétique |
|-------------------------|---|
| | Valeur |
| R Multiple | 0,8131 |
| R ² Multiple | 0,6611 |
| R ² Ajusté | 0,6272 |
| F(3,30) | 19,5049 |
| p | 3,31E-07 |
| Err-Type de l'Estim. | 1,0053 |

Tableau 8
Statistiques de synthèse de la régression sur deux facteurs

| Statistique | Stats de Synthèse; VD: Note Esthétique |
|-------------------------|---|
| | Valeur |
| R Multiple | 0,8124 |
| R ² Multiple | 0,6600 |
| R ² Ajusté | 0,6381 |
| F(2,31) | 30,0865 |
| p | 5,47E-08 |
| Err-Type de l'Estim. | 0,9905 |

Tableau 9
Synthèse de la régression sur trois facteurs

| N=34 Synthèse de la Régression; Variable Dép. : Note Esthétique R= ,81306378 R ² = ,66107271 R ² Ajusté = ,62717998 F(3,30)=19,505 p<,00000 Err-Type de l'Estim.: 1,0053 | | | | | | |
|--|--------|-------------------|--------|------------------|-------|----------|
| | b* | Err-Type de b* | b | Err-Type de b | t(30) | valeur p |
| OrdOrig. | | | 4,6976 | 0,1724 | 27,25 | 0,000000 |
| F1 | 0,7709 | 0,1063 | 2,0320 | 0,2802 | 7,25 | 0,000000 |
| F2 | 0,2564 | 0,1063 | 0,9296 | 0,3853 | 2,41 | 0,022168 |
| F3 | 0,0329 | 0,1063 | 0,1367 | 0,4410 | 0,31 | 0,758726 |

Tableau 10
Synthèse de la régression sur deux facteurs

| N=34 Synthèse de la Régression; Variable Dép. : Note Esthétique R= ,81239597 R ² = ,65998722 R ² Ajusté = ,63805091 F(2,31)=30,087 p<,00000 Err-Type de l'Estim.: ,99054 | | | | | | |
|--|--------|-------------------|--------|------------------|-------|----------|
| | b* | Err-Type de b* | b | Err-Type de b | t(31) | valeur p |
| OrdOrig. | | | 4,6976 | 0,1699 | 27,65 | 0,000000 |
| F1 | 0,7709 | 0,1047 | 2,0320 | 0,2761 | 7,36 | 0,000000 |
| F2 | 0,2564 | 0,1047 | 0,9296 | 0,3797 | 2,45 | 0,020206 |

Questions

- 1)** a) Observer le tableau 1. Quel nom donne-t-on à un tel tableau ?
- b) On applique une analyse factorielle des correspondances (AFC) à ce tableau, considéré comme un tableau de contingence. Quel autre nom donne-t-on encore à cette méthode ?
- 2)** a) Le tableau 2 donne les valeurs propres produites par l'AFC. On observe que seules les 6 premières sont non nulles. Ce résultat est-il étonnant ? Pourquoi ?
- b) En raisonnant sur les seules valeurs propres non nulles, déterminer le nombre d'axes factoriels qu'il semble pertinent d'étudier.
- 3)** Etude des individus colonnes (modalités des variables)
- a) Pour le premier axe factoriel, quels sont les individus colonnes dont la contribution est supérieure à la moyenne ? Pour chacun d'eux, préciser le signe de la coordonnée correspondante.
- b) Même question pour le deuxième axe.
- c) Les auteurs caractérisent les deux axes en termes de couleur dominante et de présence éventuelle d'objets environnementaux (végétation, sédiments). Caractériser les deux axes selon ces critères.
- 4)** Examiner le graphique des individus-lignes. Expliquer pourquoi les 34 individus y sont représentés par seulement 15 points distincts.
- 5)** Commenter le tableau des corrélations existant entre les 3 premiers facteurs et la variable dépendante (note d'esthétique) (tableau 6). Pourquoi effectuer la régression en utilisant les facteurs issus de l'analyse précédente et non les variables elles-mêmes ?
- 6)** Les tableaux 7 à 10 donnent les principaux résultats des régressions linéaires multiples de la variable dépendante sur les deux premiers facteurs (tableaux 8 et 10) et sur les trois premiers facteurs (tableaux 7 et 9).
Lequel de ces deux modèles de régression semble le plus pertinent ? Pourquoi ?
- 7)** Les auteurs indiquent : "le modèle des préférences esthétiques des écosystèmes aquatiques de bras morts permet, en l'état, d'expliquer 2/3 des préférences du groupe expérimental".
Justifier cette affirmation à l'aide des résultats de la régression.
- 8)** Donner l'équation de régression multiple et interpréter les signes des coefficients de l'équation.

Eléments de correction

1) a) Les lignes du tableau 1 représentent les 34 individus statistiques étudiés (34 photographies) et les 12 colonnes représentent les différentes modalités des 6 variables dichotomiques étudiées, chaque variable étant représentée par deux colonnes, correspondant aux deux modalités de la variable. Les valeurs du tableau sont soit 1 (la modalité est présente chez l'individu concerné) soit 0 (la modalité est absente chez l'individu concerné). Un tel tableau est appelé *tableau disjonctif complet*.

1) b) L'AFC appliquée à un tableau disjonctif complet considéré comme tableau de contingence est, par définition, appelée *analyse des correspondances multiples*. Elle permet l'étude conjointe des 6 variables prises en compte.

2) a) Comme on a utilisé ici l'outil "AFC" d'un logiciel de traitement statistique, le nombre de valeurs propres fournies en résultat est égal au minimum des deux dimensions du tableau moins un. Mais, on sait que, dans une ACM, le nombre de valeurs propres (c'est-à-dire, le nombre de dimensions de l'espace multidimensionnel) est égal à $K - Q$ où K est le nombre de modalités et Q le nombre de questions (nombre de variables). Or, ici, $K - Q = 6$. Le résultat n'est donc pas étonnant. On pourrait également le retrouver en remarquant que les 12 colonnes du tableau ne sont pas indépendantes : la connaissance de 6 d'entre elles (les colonnes de numéro impair par exemple) permet de recomposer l'ensemble du tableau.

2) b) L'ensemble de l'inertie (100%) réparti sur 6 axes conduit à une inertie moyenne de 16,7% par axe. Or seuls les deux premiers axes dépassent cette valeur. Il semble donc légitime de n'étudier que ces deux premiers axes. Un autre argument parfois utilisé consiste à se limiter aux axes dont l'inertie cumulée atteint 50%, ce qui conduit encore à l'étude de deux axes. La prise en compte des taux d'inertie modifiés de Benzécri conduirait même ici à privilégier largement le 1er axe (97% d'inertie modifiée) sur le 2^{ème}.

3) S'agissant des individus colonnes, nous retiendrons ceux dont l'inertie relative sur l'axe considéré est supérieure ou égale à $100\%/12=8,33\%$.

3) a) Pour le premier axe, on obtient :

| - | + |
|---|---------------------------------------|
| Gris/Marron (dom.) Sédiments (avec) Eau trouble | Vert (dom.) Gris/Marron (non dom.) |

3) b) Pour le second axe, on obtient :

| - | + |
|------------------------|--|
| Vég. mal struc. (avec) | Coul. vives (avec) Vég. mal struc. (sans) Sédiments (avec) |

3) c) Le premier axe oppose les couleurs gris et marron (partie négative) à la couleur vert (partie positive). Les couleurs gris/marron sont également associées à une eau trouble et à la présence de sédiments. Pour le second axe, c'est essentiellement la structuration de la végétation qui est prise en compte (végétation mal structurée sur la partie négative de l'axe, absence de végétation mal structurée sur la partie positive). A noter également le rôle des couleurs vives, modalité qui a une inertie non négligeable sur le premier axe et qui apparaît dans le résumé du second axe (parties positives pour chacun des deux axes).

4) L'étude porte sur 34 individus statistiques, mais certains individus correspondent au même patron de réponses. C'est le cas, par exemple, des individus OO et G, tous les deux avec sédiments, vert non dominant, présence d'eau trouble, gris/marron dominants, sans couleurs vives, et avec présence de végétation mal structurée. Au total, seuls 15 patrons de réponses sont présents, d'où le nombre de points distincts du nuage des individus.

5) On constate que les 3 facteurs sont indépendants entre eux (corrélation nulle). Il s'agit là d'une propriété de l'analyse des correspondances : les facteurs extraits sont indépendants entre eux. Les coefficients de corrélation entre la note d'esthétique et chacun des facteurs sont positifs. La corrélation

avec le premier facteur semble élevée (0,77) alors que celles obtenues avec les deux autres facteurs sont faibles (0,26) voire très faibles (0,03).

On choisit ici de réaliser une régression linéaire factorielle en prenant en compte les facteurs et non les variables dichotomiques observées. Cela permet de considérer un nombre plus réduit de variables indépendantes, les facteurs constituant un résumé des variables initiales. D'autre part, cela permet de travailler avec des prédicteurs indépendants entre eux alors que les variables observées sont assez fortement corrélées. Or, l'existence de fortes corrélations entre les prédicteurs peut conduire à des interprétations délicates des résultats d'une régression linéaire multiple.

6) La régression multiple sur 3 facteurs produit un coefficient de corrélation multiple et un coefficient de détermination légèrement supérieurs à ceux correspondant à la régression sur 2 facteurs (respectivement 0,8131 et 0,6611 à comparer à 0,8124 et 0,6600). Cependant, la p-value du modèle à 3 facteurs est moins bonne ($3,31 \cdot 10^{-7}$) que celle du modèle à 2 facteurs ($5,47 \cdot 10^{-8}$) et surtout, le tableau 9 montre que le coefficient de F3 dans l'équation de régression multiple n'est pas significativement différent de 0 ($p=0,75$, non significatif). Au final, le modèle de régression sur 2 facteurs apparaît donc plus pertinent que celui sur 3 facteurs.

7) Les auteurs se réfèrent au coefficient de détermination R^2 qui vaut ici $R^2=0,66$, c'est-à-dire $2/3$. On sait en effet que ce coefficient représente la part de la variation de la VD qui est "expliquée", prise en compte par le modèle.

8) Au final, l'équation de régression est donnée par (cf. tableau 10):

$$\text{Note d'esthétique} = 4,6976 + 2,0320 \times F1 + 0,9296 \times F2$$

Les coefficients des deux facteurs sont positifs. Autrement, sur chacun des deux axes, une augmentation du score factoriel se traduit par un score d'esthétique plus élevé.