

## Evaluation analytique de la qualité microbiologique des eaux de lixiviats de la décharge publique de Kénitra

### [ Analytical Evaluation of the microbiological water quality of landfill leachate Kenitra ]

H. ABED<sup>1</sup>, A. ESAMIL<sup>2</sup>, M. BARRAHI<sup>1</sup>, N. CHAHBOUN<sup>1</sup>, A. KHADMAOUI<sup>3</sup>, and M. OUHSSINE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de biotechnologie, Environnement et Qualité, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, Kenitra, Morocco

<sup>2</sup>Department of medical microbiology, Faculty of Science, Ibb University, Ibb, Yemen

<sup>3</sup>Laboratory of Genetics and Biometrics, Faculty of Sciences, University Ibn Tofail, Kenitra, Morocco

---

Copyright © 2014 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The percolation of the leachate from the waste from landfills is a source of pollution of the groundwater resources by infiltration, thus constituting a threat as important as the one linked to the enhancement of the water deficit. The measures carried out on the leachate from the landfill of Ouled Berjel (Kenitra) and having door on bacteriological analyzes, allow you to qualify the leachate as a source of contamination to potential anoxic and reducer. The results of the bacteriological characterization indicated a very poor microbiological quality of leachate. Indeed, higher  $2,43.10^7$  ufc / ml rate, leachate were recorded for total coliforms and faecal coliforms, considered tracers forefront of microbial pollution in landfills juice. What makes these highly toxic effluents and thus have a permanent danger to the health of the local population and the surrounding environment, and therefore require a specific treatment before being discharged into the receiving environment.

**KEYWORDS:** landfill, leachate characterization, contamination, Ouled Berjel, Kenitra.

**RESUME:** La percolation du lixiviat en provenance des déchets des décharges constitue une source de pollution des ressources en eau souterraine par infiltration, constituant ainsi une menace aussi importante que celle liée à l'accentuation du déficit hydrique. Les mesures réalisées sur le lixiviat de la décharge d'Ouled Berjel (Kenitra) et ayant porté sur des analyses bactériologiques, permettent de qualifier le lixiviat comme une source de contamination à potentiel anoxique et réducteur. Les résultats de la caractérisation bactériologique ont indiqué une très mauvaise qualité microbiologique de ces lixiviats. En effet, des taux supérieurs à  $2,43.10^7$  ufc/ml, de lixiviat ont été enregistrés pour les coliformes totaux et les coliformes fécaux, considérés comme traceurs de premier rang de la pollution microbienne dans les jus de décharges. Ce qui rend ces effluents extrêmement toxiques et présentent ainsi un danger permanent pour la santé de la population riveraine et l'environnement avoisinant, et nécessitent, par conséquent, un traitement spécifique avant leur rejet dans le milieu récepteur.

**MOTS-CLEFS:** Décharge, lixiviats, caractérisation, contamination, Ouled Berjel, Kenitra.

#### INTRODUCTION

Au Maroc, la production croissante des ordures ménagères (OM) et des déchets industriels entraîne des problèmes de pollution critiques. La nature de plus en plus complexe et hétérogène de ces déchets implique des difficultés pour leur

traitement et leur gestion. Une grande partie est mise en décharge, sans précautions, ce qui constitue une réelle et permanente menace pour l'environnement.

Le traitement d'ordures ménagères, notamment, reste très peu développé en dehors de la mise en décharge sauvage, quasi-généralisée par les communes marocaines comme le cas de la décharge d'Ouled Barjel. Cette méthode ne peut plus perdurer au regard des importants dommages qu'elle engendre sur l'environnement (pollution des eaux souterraines et superficielles, pollution des sols, impact sur la santé humaine, émission des Gaz à effet de serre) (EL fadhel et al., 1997).

Ce travail a pour objectif de caractériser la pollution microbiologique de l'environnement de la décharge de Kenitra. Il s'agit en particulier, de connaître la charge microbienne

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **- la flore mésophile aérobie totale (FMAT) :**

Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) est effectué sur gélose PCA (*Plat Count Agar*) ou TSA (Tripacase Soyage Agar) par ensemencement en profondeur de 1ml des dilutions. La lecture est réalisée après 48 heures d'incubation à 30°C. Ce groupe renseigne sur la charge bactérienne globale du produit à analyser.

### **- Les coliformes totaux et fécaux :**

Sont des germes habitués au tube digestif de l'homme ou des animaux. Sont considérés également comme étant des indicateurs de la qualité hygiénique du produit à analyser. Les coliformes sont recherchés sur gélose désoxycolate citrate (DCL) incubée pendant 48heures, à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

### **- Les bactéries lactiques :**

Responsables de la fermentation et l'acidification du lait, elles représentent un intérêt biotechnologique considérable, elles sont dénombrées sur la gélose de milieu MRS (Man Rogosa Sharpe). Les colonies sont correspondant à ce groupe peuvent être dénombrées après 24heures d'incubation à une température de 37°C.

### **- Les streptocoques :**

Sont dénombrés sur le milieu Chapman (ou milieu Mannitol Salt Agar) contenant une forte concentration en NaCl (75%) tolérable seulement par les staphylocoques. L'incubation est faite à température de 37°C, pendant 24 à 48 heures.

### **- les salmonelles :**

Ce sont des agents responsables d'accident alimentaires liés à la consommation de laits et de produits laitier. La recherche des salmonelles est effectuée en trois étapes :

#### **• Pré-enrichissement :**

Une quantité de 5ml de l'échantillon est ajouté aseptiquement à 45ml d'eau peptone (EPT). Et ce pour éviter la diminution du pH et défavoriser en conséquence la croissance des salmonelles. L'incubation est faite à température de 37°C pendant 24 heures.

#### **• Enrichissement :**

Il se fait par inoculation de 1ml du milieu dans 10ml d'un milieu sélectif de bouillon au tetrathionate ou de bouillon de sélénite-cystéine (BSC). L'incubation se fait à une température de 37°C pendant 24 heures.

#### **• Isolement :**

Il est effectué par stries parallèles sur un milieu solide SS (Salmonella-Shigella).l'incubation se fait à la température de 37°C pendant 48heures. L'identification de la colonie de salmonella, sur milieu SS, se traduit par la présence d'un contour fin transfusent.

### **- Les clostridiiums sulfatoréducteurs :**

Sont dénombrés sur le milieu de culture : Reiforced Clostridium Agar en tubes. La culture s'effectue dans les conditions d'anaérobiose. Elle est précédée d'un traitement thermique 10min à 80°C afin d'éliminer toutes les formes végétatives et ne laisser que les spors des clostridiiums et probablement d'autres germes thermotolérants. Les tubes sont incubés pendant 48heures à 37°C

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

## I/ Analyses microbiologiques du lixiviat :

Tableau (1) : analyse statistique descriptive de l'ensemble des germes

Descriptive Statistics (Spreadsheet1)							
	Valid N	Mean	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard - Error	Skewness	Kurtosis
FMAT (ufc/ml)	6	13,485	13,387	99,274	5,465	0,269	-2,420
coli tot (ufc/ml)	6	1,565	0,859	54,907	0,351	-0,414	-1,655
coli fecaux(ufc/ml)	6	0,050	0,093	185,418	0,038	2,429	5,921
staph(ufc/ml)	6	0,016	0,012	77,233	0,005	-0,137	-2,278
clostridim(germe/ml)	6	47,833	4,021	8,406	1,641	0,099	-2,206

Les quantités sont exprimées en  $10^7$  ufc/ml

Le tableau (1) représente l'évolution des concentrations établies sur chaque germe en fonction des mois de prélèvements. L'analyse du tableau montre que le rapport entre la dispersion et la moyenne (coefficient de variation) est très important chez presque tous les germes. Ceci explique la grande variation dans la quantité du germe par ml en fonction des mois de prélèvements. Cette variation peut atteindre 185,4% pour le cas du coli fécal. Seule la distribution des clostridium ne montre pas une grande dispersion (cv= 8,4%), il est réparti, donc, d'une manière presque constante durant toutes les périodes de l'étude. Le coefficient de skewness s'est montré trop proche de zéro, à l'exception de coli fécaux, ceci permet d'en tirer que ces distributions sont symétrique par rapport à leur moyenne. En effet, nos échantillons sont considérés comme simple aléatoire et les tailles des groupes choisies sont corrects.

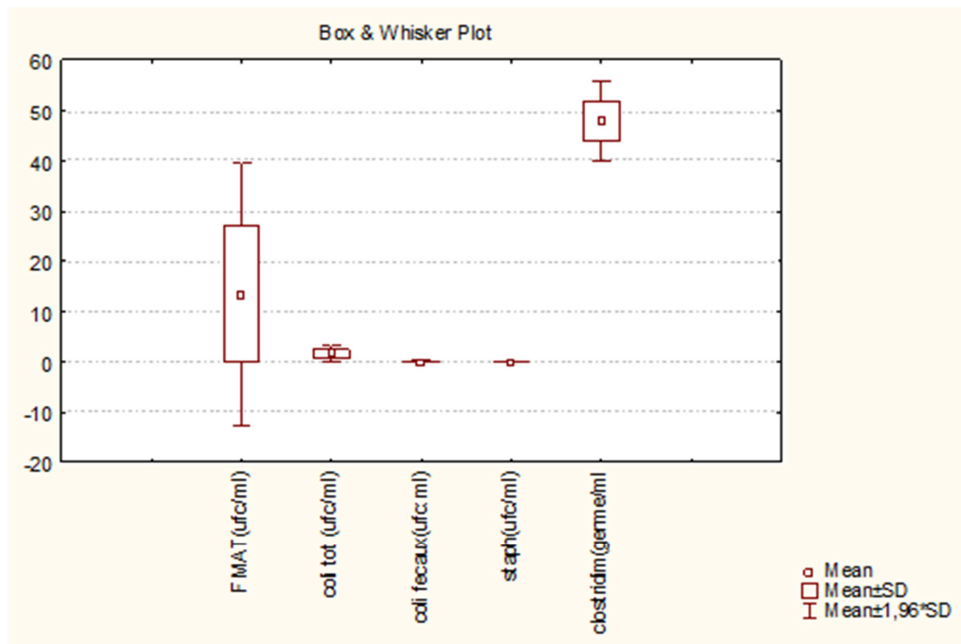


Fig. 1. représentation en boxplot de la distribution de chaque germe

La représentation en box plots des différents groupes de germes montre que les FMAT sont moyennement les plus fréquents ( $13,485 \cdot 10^7 \pm 5,465 \cdot 10^7$ ) que les autres germes.

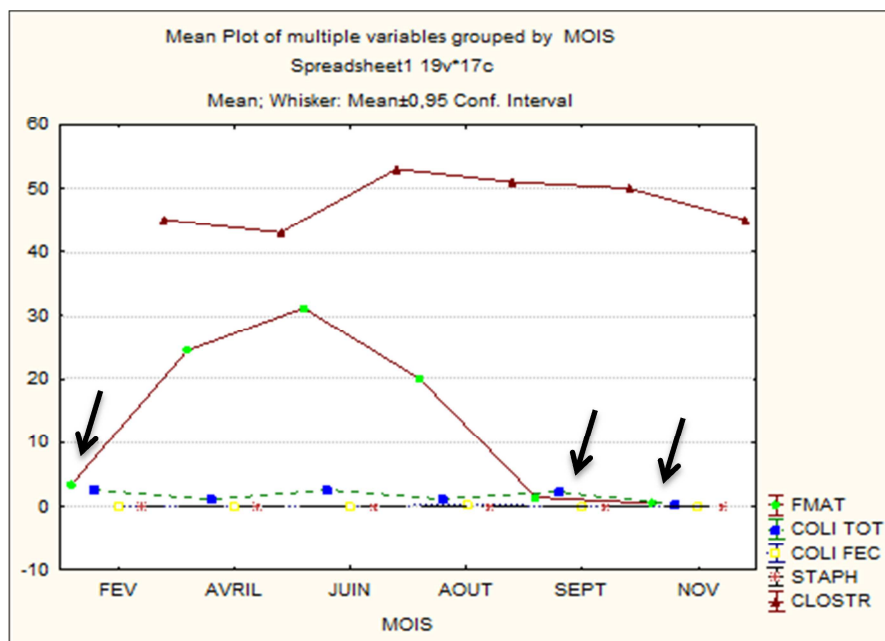


Fig. 2. évolution de différents germes en fonction des mois

L'évolution des concentrations des différents germes en fonction des mois de prélèvements montre que la quantité des germes établie pendant les mois de septembre, novembre, et février est extrêmement faible. Et inversement, cette quantité exprimée en ufc/ml est beaucoup plus importante pendant les mois avril, juin et aout. Ceci pourrait être dû essentiellement à l'influence directe ou indirecte de la fluctuation de certains facteurs physico chimiques caractérisant les saisons de l'année tels que la température, l'humidité, la DCO, le ph, .....).

\*\* La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est utilisée comme indicateur de pollution global. Elles sont capables de se multiplier à des températures optimales de croissance située entre 25 et 40°C. La FMAT renseigne aussi bien sur la microflore autochtone apportée par la pollution. Les résultats des analyses microbiologiques montrent que la teneur moyenne de la flore mésophile aérobie totale fluctue énormément en fonction des mois.

\*\* Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram (-) non sporulant (PNUE/OMS). Ils sont capables de croître en présence de sel biliaries et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48h à des températures de 35 à 37°C 5. Ils regroupent les Echerichia, citrobacter, entérobacter, klébsiella, yersinia, serratia, rahnella et buttiiauxella (rodier et al 1996 ; joly et reynaud, 2003). Au cours de la saison chaude, nous avons constaté une augmentation progressive de la flore totale pour atteindre une valeur de l'ordre de  $2,43.10^7$  ufc/ml en Juin. Cette concentration reste moyennement faible en comparaison avec les valeurs signalées à la décharge de larache et la décharge d'elkarma pendant les périodes sèches et qui sont respectivement de l'ordre de  $316000$  ufc/100ml et  $18000$  germes/100ml.

\*\* Ce sont des bâtonnets gram (-), aérobies et facultativement anaérobies; non sporulant capables de fermenter le lactose. Les résultats relatifs à la variation de la teneur moyenne en coliformes fécaux, montre que ses organismes dépendent des saisons de l'année. Les valeurs moyennes maximales enregistrées au niveau du lixiviat sont  $1,31.10^5$ . Au cours de la saison froide, on enregistre une diminution de la charge bactérienne en coliformes fécaux atteints  $3.10^4$  ucf/ml en Avril. Ceci reste en grande partie proche des valeurs mentionnées à la décharge de larache ( $152000$  ufc/100ml) (H. ER-RAIOUI, 2011) et à la décharge d'El kerma ( $18000$  germes/100ml) (BENNAMA T, 2011).

\*\* Pour le dénombrement de staphylocoque nous remarquons que les faibles valeurs sont observées dans les mois Avril et Février, et les fortes valeurs sont trouvés dans le mois Juin, Aout, Septembre et Novembre.

\*\* Ils peuvent être considérés comme des germes fécaux, ce sont aussi des germes telluriques et de ce fait aucune spécificité d'origine fécale ne peut être attribuée à leur mise en évidence. Dans une telle optique d'interprétation il y a intérêt à ne chercher que les espèces les plus susceptibles d'être d'origine fécale, c'est le cas en particulier de clostridium perfringens (rodier et al, 1996). Le nombre de clostridium est inférieur aux autres bactéries mais il dépasse la norme, avec un maximum de  $53$  germes/ml affiché en mois Juin et un maximum de  $45$  germes/ml enregistrés en mois de Février et de novembre.

\*\* Elles appartiennent à la famille des bactériacées, ce sont des bâtonnets mobiles, gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, mais elles ne fermentent pas le saccharose. Elles réduisent le sulfite en sulfure et décarboxylent la lysine.

**II/ Analyse conjointe (ACP, Clusters,...)**

L'analyse en composantes principales des 5 groupes de germes permet d'en tirer que les deux premiers axes absorbent 76,03% de la variation totale. L'axe1 permet à lui seul d'expliquer 51,73% de la variation totale (tableau).

**Tableau (2) : les valeurs propres de la matrice de corrélation**

Eigenv alues of correlation matrix, and related statistics (Spreadsheet1) Active variables only				
	Eigenvalue	% Total - variance	Cumulative - Eigenvalue	Cumulative - %
1	2,586666	51,73332	2,586666	51,7333
2	1,21502	24,30041	3,801686	76,0337
3	0,817838	16,35677	4,619525	92,3905
4	0,379178	7,58356	4,998703	99,9741
5	0,001297	0,02595	5	100

Ces nouvelles variables traduites en composantes principales sont fortement corrélées avec les staphylocoques (-0,933) et les clostridium (-0,952) pour l'axe1 ; les coliforme totaux (0,859) et coliformes fécaux (-0,648) pour l'axe2 et les FMAT (-0,853) pour l'axe3 (tableau 2). Cette répartition a été confirmée par la représentation en dendrogramme basée sur le calcul de la distance euclidienne entre les 5 germes (figure 3). En effet, on a pu reformuler trois groupes distincts, le premier constitué uniquement de la FMAT, le second des coliformes totaux, coliformes fécaux et staphylocoques, le dernier groupe est constitué des clostridium.

**Tableau (3) : contribution des variables basée sur les corrélations**

Variable contributions, based on correlations (Spreadsheet1)					
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
FMAT	0,105063	0,000029	0,889053	0,002892	0,002963
COLI TOT	0,058083	0,60774	0,004812	0,283105	0,04626
COLI FEC	0,149764	0,345434	0,00735	0,492864	0,004588
STAPH	0,33651	0,014188	0,066975	0,150293	0,432035
CLOSTR	0,35058	0,032609	0,031811	0,070847	0,514153

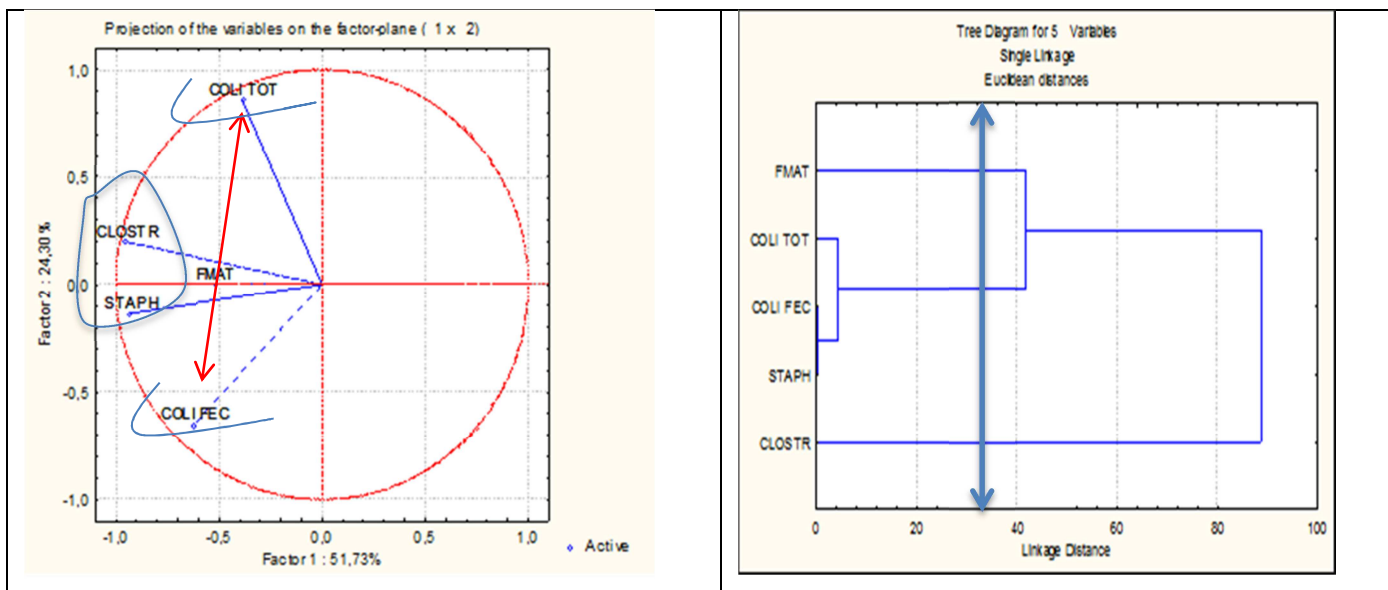


Fig. 3. projection des germes selon les deux axes 1 et 2 et leur regroupement en cluster

La projection linéaire des mois de prélèvements en fonction de la présence et/ou l'absence des germes montre une nette concordance entre ces deux facteurs. En effet, et à une distance de liaison de 12, on a pu regrouper les mois d'échantillonnage, en tenant compte des 5 germes, en deux classes différentes. La première classe regroupe les mois de septembre (C5), de novembre (C6) et de Février (C1), la deuxième classe comprend les mois d'avril (C2), de juin (C3) et d'aout (C4). La projection conjointe ressort une forte liaison entre les mois les plus chaud (juin et aout) et l'abondance des germes selon l'axe 1 et la faible croissance de ces germes pendant les mois les plus froids. En outre, la présence du coliforme total est forte pendant le mois de juin, ainsi que le coliforme fécal pendant le mois aout. L'évolution des Staphylocoque et des clostridium est très faible pendant le mois de novembre et le mois d'avril (figure 4).

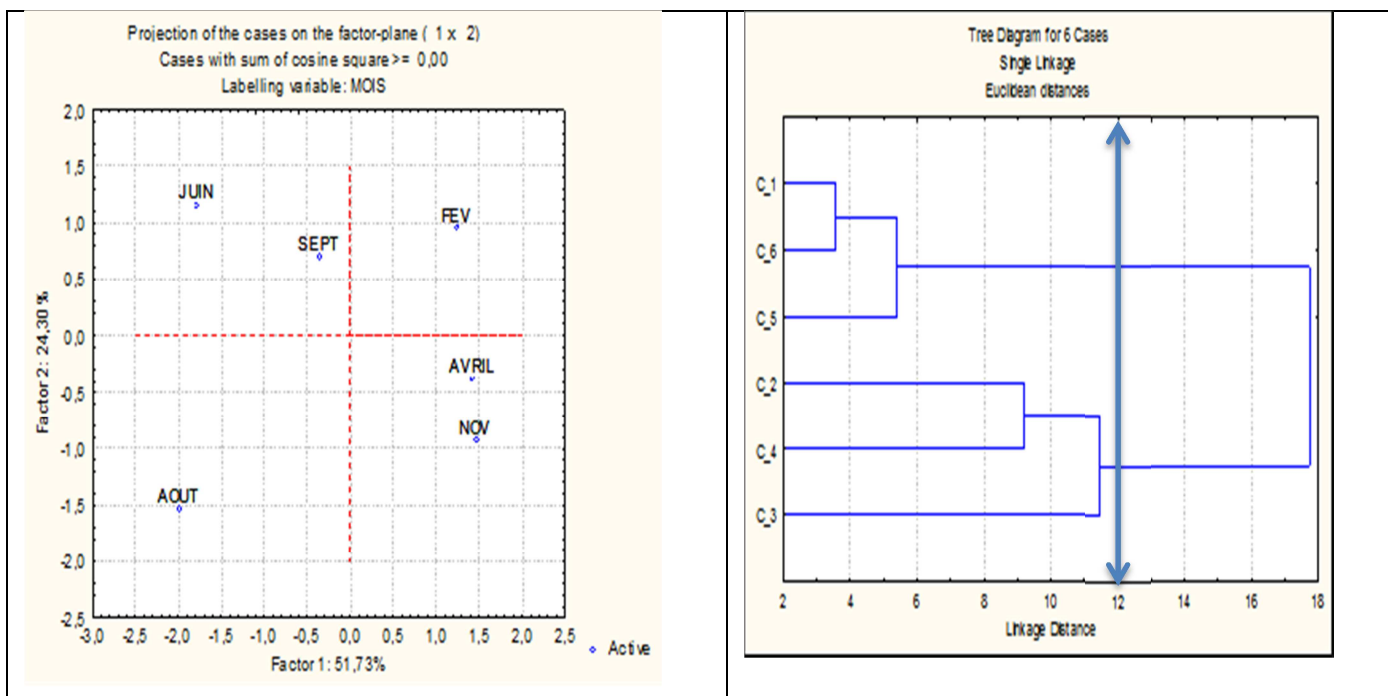


Fig. 4. projection des germes selon les deux axes 1 et 2 en fonction des mois de prélèvements et leur regroupement en clusters

## CONCLUSION

La décharge qui existe depuis 1973, couvre une superficie de 20 ha et reçoit, en moyenne 329 tonnes par jour et 120.000 tonnes par an de déchets de toutes sortes : ménagers, industriels, hospitaliers, abattoirs, commerce et voiries. Cette quantité pourrait atteindre, au terme du contrat de cession, en 2015, 510 tonnes par jour soit quelques 186.000 tonnes par an.

La caractérisation des lixiviats générés par la décharge incontrôlée et à ciel ouvert d'Ouled Berjal à Kenitra a montré que l'environnement de la décharge présente un niveau de pollution élevé. La composante microbiologique se caractérise par de fortes charges en coliformes fécaux, en staphylocoque, l'AFMAT, et Salmonelle.....

Ces lixiviats à forte charge polluante risquent de contaminer la nappe phréatique qui circule à des faibles profondeurs (de 4 à 15m), sous un substratum perméable.

## REFERENCES

- [1] BENNAMA T., YOUNSI A., DERRICHE Z., DEBAB A. : Evolution spatio-temporelle de la physico-chimie, microbiologie et écotoxicologie des lixiviats de la décharge publique d'El-Kerma (Oran, Algérie), vol. 1, n° 2, Décembre 2011: 22-31.
- [2] EL-FADEL M., FINDIKAKIS A.N., KEKEI J.O. (1997). Modeling leachate generation and transport in solid waste landfills. Environmental technology, 18, 669-686.
- [3] H. ER-RAIOUI, S. BOUZID, S. KHANNOUS et M. A. ZOUAG 2011 : Contamination des eaux souterraines par le lixiviat des décharges publiques : Cas de la nappe phréatique R'Mel (Province de Larache - Maroc Nord-Occidental).
- [4] Rodier et al 1996 : L'Analyse de l'Eau: Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau de Mer : Physico-chimie, Bactériologie et Biologie (edn). The Dunod : Paris.