

Analyse et protection de l'environnement

TD 01 : Concepts environnementaux

1-Niveaux d'organisation du monde vivant :

L'une des caractéristiques du monde vivant est sa structure complexe qui augmente d'un niveau à un autre selon l'ordre croissant suivant :

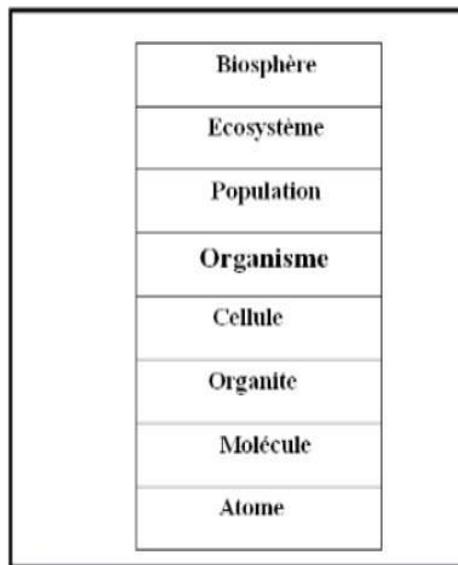


Figure 01. Les niveaux du monde vivant

2-Définitions :

2-1-Environnement :

C'est l'ensemble des éléments au voisinage d'un être vivant, et qui interagissent avec lui directement ou indirectement. Il recouvre les éléments biotiques (êtres vivants) et abiotiques (espace physique et conditions climatiques).

2-2-Ecosystème :

C'est l'ensemble des êtres vivants (Biocénose), animaux (Zoocénose), et végétaux (Phylocénose), occupants un environnement physique, biologique, géologique, édaphique et climatique (Biotope) dans un réseau d'échange d'énergie et de matière, permettant le maintien de la vie.

2-3-L'écologie

C'est la science de l'habitat, étudiant les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toute nature qui existent entre eux et leurs milieux.

3-Indices de la dégradation de l'environnement :

3-1- La pollution :

C'est la présence des substances ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes, ce qui entraîne la destruction ou la dégradation graduelle de l'environnement. Elle peut être de trois types différents :

- **Pour les sols**

Il peut alors s'agir de salinisation, souvent due aux techniques agricoles, ou de pollution directe du sol, d'origine industrielle ou individuelle. Le sol concerné peut alors devenir infertile, et hostile à certaines espèces végétales ou animales qui peuplent le sol.

- **Pour l'eau**

Elle peut être d'origine :

Physique :

Thermique ou radioactive. La pollution thermique est due principalement aux industries qui utilisent l'eau comme liquide de refroidissement. Provoquant un réchauffement significatif des cours d'eau concernés.

Chimique :

Rejet de différentes substances chimiques issues de l'industrie, l'agriculture ou des effluents domestiques.

Organique :

Rejets de matière organique en excès. Phénomène de l'Eutrophisation (Abondance des algues au dépend des autres espèces dans les milieux aquatiques).

- **Pour l'air**

Les gaz chimiques toxiques, issus principalement de la combustion comme le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), l'hydrogène sulfuré (H₂S), et certains autres gaz à effet de serre (provenant de l'industrie ou des moteurs).

3-2-Effet de la pollution sur l'environnement :

3-2-1-Effet de serre :

Effet de serre naturel

Notre planète est entourée d'une enveloppe gazeuse (atmosphère), composée naturellement d'environ 77% d'azote, 20% d'oxygène, et de quelques traces de gaz de vapeur d'eau (H₂O), de méthane (CH₄), de protoxyde d'azote (N₂O), d'ozone (O₃) et du dioxyde de carbone (CO₂). Environ 50% de l'énergie émise par le soleil est reflétée par le sol vers l'atmosphère. Ces gaz bloquent le passage des rayons solaires, ce qui

garde une température moyenne de + 15 °C au lieu de -18 °C sans effet de serre (**Fig 02**). Ce qui contribue au réchauffement global de la planète, et fait de l'effet de serre naturel dans ce cas, un phénomène bénéfique responsable de la douceur de notre climat.

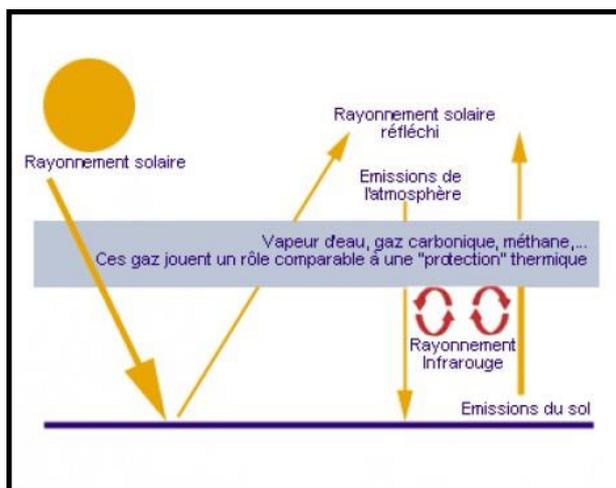


Figure 02. Effet de serre additionnel

Effet de serre additionnel

Depuis la révolution industrielle (19^{ème} siècle), les croissances économiques et démographiques ont augmenté de manière exponentielle, ce qui a contribué à l'augmentation de la combustion d'énergie fossiles (charbon, pétrole, gaz....etc). L'accumulation de ces gaz à effet de serre (+85%), a provoqué « L'effet de serre additionnel », un phénomène qui ne cesse de menacer l'équilibre de la planète et met en danger toute vie existante. Depuis 1980 jusqu'à 2010, la température de la terre a augmenté d'environ 0,85 C° et si le réchauffement climatique continuera dans ce rythme, elle atteindra de 1,8 à 4 °C en 2100. L'augmentation de la température de la surface des mers est également d'environ 0,40 °C. Des prévisions indiquent que le niveau moyen des mers augmenterait entre 20 et 60 cm dans les années prochaines. Sous l'effet du réchauffement climatique, les rayons infrarouges seront difficilement renvoyés dans l'espace. On estime qu'une personne sur dix, habite dans une zone menacée par la hausse des températures et du niveau des mers sur la planète.

Sous ce rythme accéléré du réchauffement de l'atmosphère, la planète connaîtra une carence des ressources naturelles (Eau, biodiversitéetc), une dégradation du rendement des terrains agricoles et une augmentation des événements extrêmes (canicules, cyclones, tremblements de terre, orages et inondationsetc).

3-2-2-Destruction de la couche d'ozone :

La couche d'ozone est une partie de l'atmosphère située à environ 500 km d'altitude de la terre (une partie de la stratosphère). Son rôle est d'absorber les rayons solaires biologiquement dangereux (ultraviolets) pour la vie des êtres vivants. Ces rayons solaires sont responsables de l'activation des molécules d'oxygène (O₂)

au niveau de la stratosphère, pour se combiner avec les atomes libres (O), afin de former l'ozone (O₃), qui joue le rôle de filtre naturel pour la terre.

L'augmentation de la population mondiale et de l'activité industrielle ont augmenté le taux des polluants à effet de serre dans l'atmosphère. Une fois atteinte la couche d'ozone, ces gaz provoquent une dissociation de la molécule d'ozone en deux molécules d'(O₂) et O libre.

La destruction de la couche d'ozone, permet aux rayons ultraviolets dangereux d'atteindre la terre, ce qui peut présenter une menace réelle pour toute vie existante (maladies et dégâts naturels). La quantité d'oxygène cernée par l'enveloppe d'ozone va également diminuer par sa destruction.

TD 2 : Analyse et protection de l'environnement

Paramètres physicochimiques

1-Exercice 01 :

Le tableau suivant présente les résultats des analyses physico-chimiques des eaux issues de trois stations de la région de Mila. Commentez le tableau.

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres physicochimiques des Trois stations

Sites	Site1	Site2	Site3
Paramètres			
T (°C)	28.3	20.5	21.5
pH	7.2	7.8	7.5
CE (µS/cm)	1292	1310	1232

Solution Exercice 01 :

- **La température**

Elle joue un rôle important dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH. Dans la zone d'étude, les valeurs de la température de l'eau mesurée au niveau de trois stations varient entre 20.5 (la plus basse mesurée au niveau de la station S3) et 28.3 (la plus élevée mesurée au niveau de la station S1). Selon les tableaux des normes, les deux stations (S2 et S3) sont de bonne qualité pour la survie des espèces, par contre l'eau de la station S1 est de qualité médiocre. La hausse de la température au niveau de cette station (S1) est due peut être à la présence d'une source thermique au environ de ce site.

- **Le PH**

C'est une mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité des écosystèmes aquatiques. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau, il représente une indication importante en ce qui concerne l'agressivité de l'eau (aptitude à dissoudre le calcaire).

Un pH compris entre 6 et 8.5 permet un développement à peu près correct de la faune et de la flore aquatique (Tableau 1. Ci-dessous). La législation internationale limite la norme de pH entre 6,5 et 8,5

Les valeurs du pH varient entre 7,2 et 7,8, donc tous les échantillons étudiés ont des pH faiblement légèrement alcalins (basiques).

- **Electrique La conductivité**

Elle est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. Les valeurs de ce paramètre varient entre 1310 et 1232 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Donc ces valeurs dépassent les normes autorisées, ce qui reflète que les eaux de ces 3 stations présentent une qualité médiocre. Cette augmentation serait liée, soit aux rejets domestiques, soit à la présence des champs agricoles (utilisation de fertilisants).

2-Exercice 02:

Le tableau (02), représente les résultats des analyses physico-chimiques des eaux issues de cinq stations des eaux usées. Interprétez les valeurs du tableau et classer les stations depuis la plus polluée jusqu'à la moins polluée.

Tableau 2. Paramètres physicochimiques des eaux usées brutes de quelques stations en Algérie :

Stations	S01	S02	S03	S04	S05
PH	7.1	7.9	8.2	7.5	7.8
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	529	2140	3103	2435	2066
Demande biochimique (DBO5) (mg/l)	1.2	3	5	7.2	8

Solution Exercice 02:

- **Le pH**

Les valeurs du PH des eaux usées évacuées par ces rejets varient de 7.1 à 8.2, elles sont donc relativement neutres. Les valeurs du pH mesurées sont acceptables selon les normes de qualité des eaux usées destinées à l'irrigation. Comme ces valeurs sont comprises entre 6,5 et 8,5, elles sont considérées comme répondant aux valeurs limites de rejets directs dans le milieu récepteur. La qualité d'eau est optimale pour les espèces dans les stations S01 et S04, et optimale pour le plancton pour le reste des stations (S02, S03 et S05).

- **La CE**

La conductivité électrique représente la capacité de l'eau à faire passer un courant électrique. La valeur de la conductivité est affectée par la présence des matières solides dissoutes (sodium, chlorure, sulfates, calcium, bicarbonate, nitrates, phosphates, fer, magnésium). La conductivité traduit donc la charge minérale de l'eau. Les valeurs de la conductivité électrique (CE) obtenues pour Les stations : S02, S03, S04 et S05 mettent en évidence la minéralisation très importante des eaux usées, avec la valeur la plus élevée de 3103 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la S03.

La seule station caractérisée par une eau de bonne qualité (eau relativement pure) est celle de la station S0. Le reste des stations (S02, S03, S04 .et S05) sont caractérisées par une mauvaise qualité d'eau (Médiocre à polluée).

- **La DBO 5**

Concernant les valeurs de la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours, on remarque que l'eau usée de toutes les stations est de mauvaise qualité. D'autre part, l'eau de station S01 une bonne activité par litre, ce qui nous indique 2mg d'O₂, 21 une valeur de présence microbienne et une absence des polluants organiques. Le reste des stations (S02, S03, S04 et S 05) sont caractérisées par une qualité d'eau moyenne à moyennement polluée.

Conclusion

Les analyses des paramètres physico-chimiques des eaux des différentes stations étudiées indiquent que la station 01 est la station la moins polluée et que les stations 03 et 05 sont les plus polluées.

3-Exercice 03 :

Les figures 01, 02, et 03 présentent les résultats des analyses physico-chimiques des eaux superficielles de 13 stations de la région de Mila. Commentez-les.

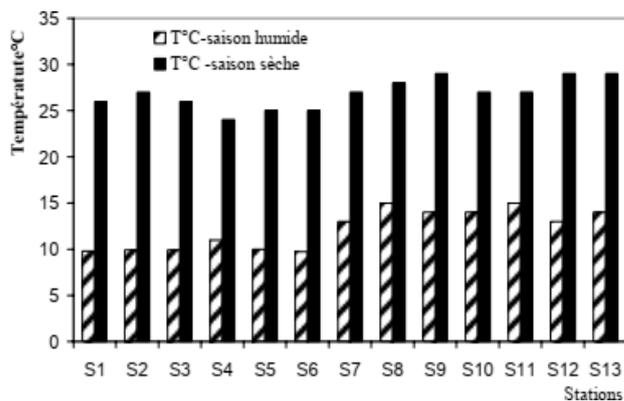


Figure 01 : Variation de la température

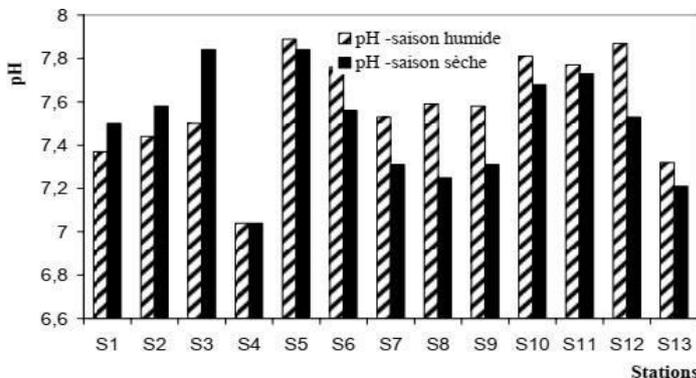


Figure 02 : Variation des valeurs du PH

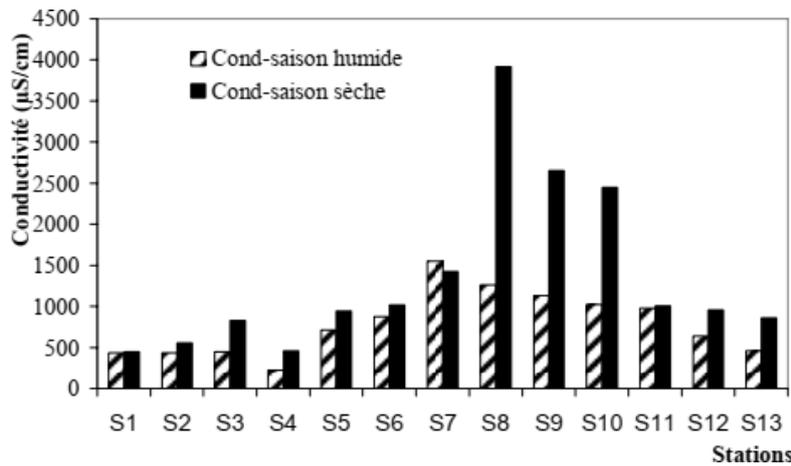


Figure 03 : Variation des valeurs de la conductivité électrique

Solution exercice 03

- **La température**

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques. Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes. Dans la zone d'étude, les températures enregistrées (figure 2) oscillent entre 10°C (station S06) et 15 °C (stations S08 et S11) en période humide, et entre 24°C (station S04) et 29°C (stations S09, S12 et S13) en période sèche. Ces variations de température suivent celles du climat de la région. Les températures mesurées dans les eaux appartiennent donc à la classe normale et médiocre.

- ❖ Durant la saison sèche

Toutes les stations présentent une qualité médiocre sauf les stations suivantes : S04, S05, S06.

- ❖ Durant la saison humide

Toutes les stations présentent une qualité normale d'eau.

- **Le PH**

Le PH de l'eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique.

Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les stations étudiées, aussi bien en période de pluie qu'en période sèche. En effet, le pH varie entre 7,1 dans la station S4 et 7,9 dans la station S05. Ceci est peut être dû à la présence de carbonates.

La qualité d'eau est optimale pour toutes les espèces dans les stations S01, S04 et S03, et elle est optimale seulement pour le plancton pour le reste des stations (S02, S03, S05, S06, S07, S08, S09, S10, S11, S12), et ce pour les deux saisons (Sèche et humide).

- **La CE**

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique. Les valeurs moyennes enregistrées, montrent des variations importantes.

- ❖ Durant la saison humide :

Les valeurs de CE varient entre 250 $\mu\text{s/cm}$ et 1600 $\mu\text{s/cm}$. Durant la saison humide le graphe montre l'existence de 4 classes de qualité d'eau :

La classe 1 regroupe une seule station avec une excellente qualité d'eau (S04).

La classe 2 regroupe 4 stations (S01, S02, S03, S13) de bonne qualité.

La troisième classe regroupe la moitié des stations avec une qualité médiocre (S05, S06, S08, S9, S10, S11, S12). La dernière classe présente une seule station (S07) qui souffre d'une minéralisation excessive (Pollution).

- ❖ Durant la saison sèche.

Les valeurs de CE varient entre 500 $\mu\text{s/cm}$ et 4000 $\mu\text{s/cm}$. La typologie des stations montre l'existence de 3 classes durant la saison sèche : La première classe est de bonne qualité qui regroupe les stations homogènes (S01 S02 et S04). La deuxième classe est de qualité médiocre qui englobe la moitié des stations (S03 S05 S06 S07 S11 S12 S13). La troisième classe souffre d'une minéralisation excessive (S08 S09 S10) (Pollution). La répartition temporelle de la conductivité électrique des eaux étudiées montre une diminution pendant la période pluvieuse (figure5). L'explication de cette diminution réside dans la dilution des eaux par l'apport des eaux pluviales.

TD 3 : Analyse et protection de l'environnement

Indices écologiques pour la mesure de la biodiversité

La biodiversité naturelle signifie la variété totale des formes de vie sur terre, depuis la diversité des gènes jusqu'à celle des écosystèmes. Pour l'estimer, on doit faire appel à plusieurs paramètres de mesure. La mesure de la biodiversité est basée sur des aspects phylogénétiques ou fonctionnels, qui se révèlent pertinents en biologie de la conservation. Parmi ces indices, les plus importants et les plus utilisés en écologie sont :

1- La richesse des espèces (S) :

L'indice le plus courant en étude de la biodiversité est la richesse des espèces (S), c'est-à-dire le nombre d'espèces représentées en un lieu donné. Un inventaire simple peut donner une idée sur toutes les catégories des espèces présentes dans un milieu.

2-L'abondance spécifique (A):

C'est le nombre des individus pour chaque espèce identifiée dans un milieu donné. L'abondance relative (A_r) est plutôt le pourcentage de la présence d'une espèce par rapport à la présence du peuplement :

$$A_r = A(i) \times 100 / A \text{ (total)}$$

3- L'équitabilité des espèces (J):

L'équitabilité (J) désigne la distribution égale ou différente des individus au sein des espèces. En d'autres mots, elle renseigne sur l'abondance relative des différentes espèces et de leur régularité dans la population. Sa valeur se rapproche de **1**, lorsque le nombre d'individus par espèce dans un peuplement est presque le même.

$$J = H' / H_{\max}$$

$$H_{\max} = \text{Log}_2 (S)$$

H' : Diversité spécifique.

S: Nombre d'espèces formant un peuplement.

Log 2 : Log base 2 ou logarithme binaire

4- L'indice de Simpson (D):

Appelé aussi indice de dominance, il combine la richesse et l'équitabilité des espèces. C'est la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce dans un peuplement.

$$D = \sum n_i (n_i - 1) / N(N-1)$$

n_i : Nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : Nombre total d'individus

5- L'indice de Shannon Weaver (H'):

Il permet d'exprimer la diversité spécifique d'un peuplement, de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu, et d'observer par conséquent l'évolution d'une population au cours du temps. Plus la valeur de l'indice de Shannon Weaver (H') est élevée, plus la diversité est importante:

$$H' = -\sum (ni/N) \times \ln (ni/N)$$

Où :

S : Nombre total d'espèces ;

ni/N: Abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce

ni : Nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

N : Nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Ln : Logarithme népérien.

Tableau 01. Indice de Shannon (H') et diversité écologique d'un milieu naturel

Indice de Shannon (H')	Qualité du milieu
0-2,5	Milieu peu diversifié (Espèces dominantes)
2,6-3,9	Diversité moyenne (milieu riche en espèces)
4-5	Diversité élevée (milieu isotrope)

Exercice 01 :

Le tableau suivant indique les valeurs d'abondance de cinq espèces différentes pendant les 4 saisons de l'année.

- 1- Calculer l'indice de Shannon-Weaver (H') pour chaque saison.
- 2- Calculer l'indice de Shannon-Weaver (H') annuel.
- 3- Indiquer la qualité écologique du milieu.

Tableau 02. Abondance de cinq espèces différentes pendant quatre saisons différentes

Espèces	Automne	Hiver	Printemps	Eté
E1	3	13	6	2
E2	3	20	20	5
E3	2	3	3	4
E4	0	4	1	2
E5	1	2	0	1

Solution :

Tableau 03. Valeurs de l'indice de diversité de Shannon –Weaver pour chaque saison

Espèces	Automne	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	3	0,33	-1,10	-0,36
E2	3	0,33	-1,10	-0,36
E3	2	0,22	-1,50	-0,33
E4	0			
E5	1	0,11	-2,20	-0,24
Totaux	9			H'=1,29

Espèces	Hiver	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	13	0,31	-1,17	-0,35
E2	20	0,48	-0,73	-0,35
E3	3	0,07	-2,65	-0,18
E4	4	0,09	-2,40	-0,22
E5	2	0,05	-2,99	-0,14
Totaux	42			H'=1,24

Espèces	Printemps	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	6	0,20	-1,61	-0,32
E2	20	0,67	-0,41	-0,27
E3	3	0,10	-2,30	-0,23
E4	1	0,03	-3,40	-0,11
E5				
Totaux	30			H'=0,93

Espèces	Été	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	2	0,14	-1,97	-0,27
E2	5	0,36	-1,02	-0,37
E3	4	0,28	-1,27	-0,35
E4	2	0,14	-1,97	-0,27
E5	1	0,07	-2,66	-0,19
Totaux	14			H'=1,45

Tableau 04. Valeur de l'indice de diversité de Shannon –Weaver annuel

Espèces	Annuel	Pi	ln pi	pi * ln pi
E1	24	0,25	-1,39	-0,35
E2	48	0,51	-0,67	-0,34
E3	12	0,13	-2,04	-0,26
E4	07	0,07	-2,66	-0,19
E5	04	0,04	-3,22	-0,13
Totaux	95			H'=1,27

Qualité du milieu

Le milieu est peu diversifié (Existence d'une espèce dominante : E2).

TD 04 : Analyse et protection de l'environnement
Analyses biologiques de l'environnement

Exercice 01:

Le tableau suivant indique les valeurs d'abondance, les valeurs de sensibilité à la pollution et les valeurs indicatrices de quelques espèces des diatomées. Calculer l'indice de polluo-sensibilité spécifique (IPS), et indiquer la qualité du milieu.

Tableau 01. Abondance (ni), sensibilité à la pollution (s) et valeurs indicatrices (v) de quelques espèces diatomiques recensées dans une rivière

Genre	Espèce	ni	si	vi
Achnanthes	A.hungaricaGrünow	13	2	3
Amphora	A. pediculusKützing	6	4	2
Craticula	C.accomoda(Hustedt)D.G. Mann	8	1	3
Cyclotella	C.atomusHustedt	23	2	1
Navícula	N.lanceolataAgardh(Ehr.)	43	3	1
Neidium	N.Iridis(her.) cleve	21	5	2
Melosira	M.nummuloides(Dillwyn) Agardh	17	2	3
Sellaphora	S. pupula(Kützing) MereschkowskiD.G. Mann	11	2	2

Solution Exercice 01 :

$$IPS1 = \frac{\sum(Ai \times Si \times Vi)}{\sum(Ai \times Vi)}$$

Genre	Espèce	Ni	A	si	vi	Axsi	Avi
Achnanthes	A. hungaricaGrünow	13	9,15	2	3	54,93	27,46
Amphora	A. pediculusKützing	6	4,23	4	2	33,80	8,45
Craticula	C. accomoda (Hustedt) D.G. Mann	8	5,63	1	3	16,90	16,90
Cyclotella	C. atomusHustedt	23	16,20	2	1	32,39	16,20
Navícula	N. lanceolataAgardh (Ehr.)	43	30,28	3	1	90,85	30,28
Neidium	N. Iridis (her.) cleve	21	14,79	5	2	147,89	29,58
Melosira	M. nummuloides (Dillwyn) Agardh	17	11,97	2	3	71,83	35,92
Sellaphora	S. pupula (Kützing) Mereschkowski D. G. Mann	11	7,75	2	2	30,99	15,49
N		142				479,58	180,28

IPS = 4.75 x IPS1 - 3.75

IPS1	2,66
IPS	8.89

L'indice IPS est égale à 8.89 donc la rivière présente une mauvaise qualité d'eau avec une forte pollution.

Exercice 02 :

Les données du tableau suivant indiquent les valeurs de quelques indices biologiques des bio-indicateurs de plusieurs stations hydriques. Classer les stations en fonction des différents indices.

Tableau 02. Valeurs de quelques indices biologiques de plusieurs stations

Stations Indices	Station 01	Station 02	Station 03	Station 04	Station 05
IPS	9,02	15,03	12,09	17,20	5,50
IBD	17,9	17,8	15	19,2	14,1
IOBS	3,02	3,59	1,30	15,35	2,08
IPR	7,30	6,6	123	6,9	36,6

Solution Exercice 02 :

1-IPS : Indice de polluo-sensibilité spécifique. Les valeurs d'IPS varient de 5,50 (S05) jusqu'à 17,20 (S04). Le milieu est mauvais (S05), moyen (S01 et S03), bon (S02) et très bon (S04).

2-IBD : Indice biologique diatomique. Les valeurs d'IBD varient de 14,10 (S05) jusqu'à 19,2 (S04). Le milieu est bon (S03 et S05) et très bon (S01, S02 et S04).

3-IOBS : Indice Oligochètes de bioindication des sédiments. Les valeurs d'IOBS varient de 1,30 (S03) à 15,35 (S04). Le milieu est médiocre (S03), moyen (S05), bon (S01 et S02) et très bon (S04).

4-IPR : Indice poissons rivière. Les valeurs d'IPR varient de 6,6 (S02) à 123 (S03). Le milieu est très mauvais (S03 et S05), bon (S01) et excellent (S02 et S04).

Classement des stations :

De la station la moins polluée vers la plus polluée : S04-S02-S01-S03-S05.

Exercice 03 :

Voici les valeurs d'indices biologiques des bio-indicateurs de plusieurs terrains agricoles. Interpréter le tableau en indiquant la qualité de chaque milieu terrestre.

Tableau 03. Valeurs de quelques indices biologiques de plusieurs terrains agricoles

Stations Indices	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05
CMT-Végétaux	36	6,9	22,1	3,4	7,2
SET- Escargots	17	5,3	2,5	0,9	1,6

Solution Exercice 03 :

1-CMT-Végétaux :

Sa valeur varie de 7,2 (S05) à 36 (S01). La qualité du sol est polluée (S01 et S03), moyennement polluée (S02 et S05) et bonne (Non polluée) (S04).

2-SET- Escargots :

Sa valeur varie de 0,9 (S04) à 17 (S01). La qualité du sol est polluée (S01 et S02), moyennement polluée (S03 et S05) et bonne (Non polluée) (S04).

La station S04 est la moins polluée et la station S01 est la plus polluée.