

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie



# **TD de Biostatistique**

## **Lois Normal, Test (t, z) et ANOVA (Un facteur, 2facteur avec et sans répétition)**

**Pour Master 2**  
Biologie et physiologie végétale

**Préparé par**  
**Dr. ALIA Zeid**

**Année universitaire 2022 - 2023**

**Série N° 01 Bio-statistique : Lois Normale****Exercice 1**

Un chercheur a étudié l'âge moyen auquel les premiers mots du vocabulaire apparaissent chez les jeunes enfants. Une étude effectuée auprès d'un millier de jeunes enfants montre que les premiers mots apparaissent, en moyenne, à 11,5 mois avec un écart-type de 3,2 mois. La distribution des âges étant normale, on souhaite

- 1) évaluer la proportion d'enfants ayant acquis leurs premiers mots avant 10 mois
- 2) évaluer la proportion d'enfants ayant acquis leurs premiers mots après 18 mois
- 3) évaluer la proportion d'enfants ayant acquis leurs premiers mots entre 8 mois et 12 mois.

**Exercice 2**

Une usine fabrique des billes de diamètre 8mm. Les erreurs d'usinage provoquent des variations de diamètre. On estime, sur les données antérieures, que l'erreur est une variable aléatoire qui obéit à une loi normale les paramètres étant : moyenne : 0mm, écart-type : 0,02mm. On rejette les pièces dont le diamètre n'est pas compris entre 7,97mm et 8,03mm. Quelle est la proportion de billes rejetées ?

**Exercice 3**

La durée de vie d'un certain type d'appareil est modélisée par une variable aléatoire suivant une loi normale de moyenne et d'écart-type inconnus. Les spécifications impliquent que 80 % de la production des appareils ait une durée de vie entre

120 et 200 jours et que 5% de la production ait une durée de vie inférieure à 120 jours.

1. Quelles sont les valeurs de  $\mu$  et  $\sigma^2$  ?
2. Quelle est la probabilité d'avoir un appareil dont la durée de vie soit comprise entre 200 jours et 230 jours ?

**Exercice 4**

Sur un grand nombre de personnes on a constaté que la répartition du taux de cholestérol suit une loi normale avec les résultats suivants :

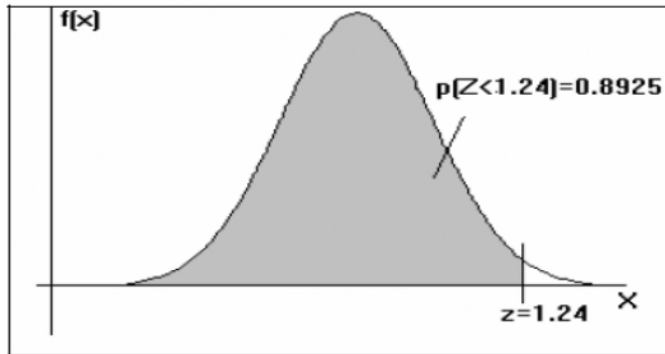
56% ont un taux inférieur à 165 cg ;

34% ont un taux compris entre 165 cg et 180 cg ;

-10% ont un taux supérieur à 180 cg.

Quelle est le nombre de personnes qu'il faut prévoir de soigner dans une population de 10 000 personnes, si le taux maximum toléré sans traitement est de 182 cg ?

Lecture de la table: Pour  $z=1.24$  (intersection de la ligne 1.2 et de la colonne 0.04), on a la proportion  $P(Z < 1,24) = 0.8925$



$P(Z > 1,96) = 0,025$   
 $P(Z > 2,58) = 0,005$   
 $P(Z > 3,29) = 0,0005$

Rappels:

1/  $P(Z > z) = 1 - P(Z < z)$  et 2/  $P(Z < -z) = P(Z > z)$   
 Exemple: Sachant  $P(Z < 1,24) = 0,8925$ , on en déduit:  
 1/  $P(Z > 1,24) = 1 - P(Z < 1,24) = 1 - 0,8925 = 0,1075$   
 2/  $P(Z < -1,24) = P(Z > 1,24) = 0,1075$

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,99865	0,99869	0,99874	0,99878	0,99882	0,99886	0,99889	0,99893	0,99896	0,99900
3,1	0,99903	0,99906	0,99910	0,99913	0,99916	0,99918	0,99921	0,99924	0,99926	0,99929
3,2	0,99931	0,99934	0,99936	0,99938	0,99940	0,99942	0,99944	0,99946	0,99948	0,99950
3,3	0,99952	0,99953	0,99955	0,99957	0,99958	0,99960	0,99961	0,99962	0,99964	0,99965
3,4	0,99966	0,99968	0,99969	0,99970	0,99971	0,99972	0,99973	0,99974	0,99975	0,99976
3,5	0,99977	0,99978	0,99978	0,99979	0,99980	0,99981	0,99981	0,99982	0,99983	0,99983
3,6	0,99984	0,99985	0,99985	0,99986	0,99986	0,99987	0,99987	0,99988	0,99988	0,99989
3,7	0,99989	0,99990	0,99990	0,99990	0,99991	0,99991	0,99992	0,99992	0,99992	0,99992
3,8	0,99993	0,99993	0,99993	0,99994	0,99994	0,99994	0,99994	0,99995	0,99995	0,99995
3,9	0,99995	0,99995	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99996	0,99997	0,99997
4,0	0,99997	0,99997	0,99997	0,99997	0,99997	0,99997	0,99998	0,99998	0,99998	0,99998

## Correction Série 01

## Exercice 01 :

1) Soit  $X$  l'âge d'apparition des premiers mots.  $X \in N(11,5 ; 3,2)$

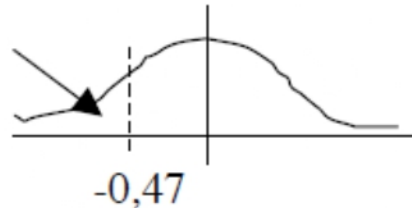
On cherche  $P(X < 10)$

On opère le changement de variable de  $X$  en  $Z$  :  $z = (10 - \mu)/\sigma = (10 - 11,5)/3,2 = -0,47$

On cherche donc  $P(Z < -0,47) = 1 - P(Z < 0,47)$

$= 1 - F(0,47)$

$= 1 - 0,6808 = 0,3192$



On conclut : 31,92% des enfants acquièrent leur premier mot avant 10 mois

2) On cherche  $P(X > 18)$

On opère le changement de variable de  $X$  en  $Z$  :  $z = (18 - \mu)/\sigma = (18 - 11,5)/3,2 = 2,03$

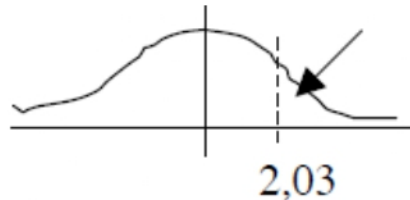
On cherche donc  $P(Z > 2,03)$

$P(Z > 2,03) = 1 - P(Z < 2,03)$

$= 1 - F(2,03)$

$= 1 - 0,9788$

$= 0,0212$



On conclut : 2,12% des enfants acquièrent leur premier mot après 18 mois

3) On cherche  $P(8 < X < 12)$

On opère le changement de variable de  $X$  en  $Z$  :

$z_1 = (8 - \mu)/\sigma = (8 - 11,5)/3,2 = -1,09$  et  $z_2 = (12 - \mu)/\sigma = (12 - 11,5)/3,2 = 0,16$

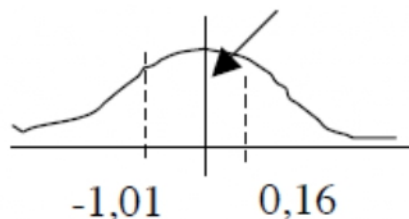
On cherche donc  $P(-1,09 < Z < 0,16)$

$P(-1,09 < Z < 0,16) = F(0,16) - F(-1,09)$

$= F(0,16) - [1 - F(1,09)]$

$= 0,5636 - 1 + 0,8621$

$= 0,4257$



On conclut : 42,57% des enfants acquièrent leur premier mot entre 8 et 12 mois

## Exercice 02 :

La probabilité qu'une bille soit rejetée est, en notant  $D$  la variable aléatoire «diamètre»,  $p = 1 - P[7,97 \leq D \leq 8,03]$ . Or  $P[7,97 \leq D \leq 8,03] = P[-\frac{0,03}{0,02} \leq \frac{D-8}{0,02} \leq \frac{0,03}{0,02}] = F(1,5) - F(-1,5) = 0,8664$ . La proportion de billes rejetées est donc  $p = 13,4\%$ .

**Exercice 03 :**

1. On note  $X$  la variable « durée de vie ». Les spécifications se traduisent par :

$$P(120 \leq X \leq 200) = 0,8 \text{ et } P(X \leq 120) = 0,05 \text{ d'où } P(X \leq 200) = 0,85$$

En posant  $Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$   $Z$  suit  $\mathcal{N}(0, 1)$ , on obtient donc:

$$P\left(\frac{120 - \mu}{\sigma} \leq Z \leq \frac{200 - \mu}{\sigma}\right) = 0,8 \text{ et } P\left(Z \leq \frac{120 - \mu}{\sigma}\right) = 0,05$$

Avec la calculatrice,  $P\left(Z \leq \frac{120 - \mu}{\sigma}\right) = 0,05$  donne  $\frac{120 - \mu}{\sigma} = -1,65$

et  $P\left(Z \leq \frac{200 - \mu}{\sigma}\right) = 0,85$  donne  $\frac{200 - \mu}{\sigma} = 1,04$

Ce qui donne le système suivant : 
$$\begin{cases} \mu = 120 + 1,65 \sigma \\ \mu = 200 - 1,04 \sigma \end{cases}$$

La résolution du système donne :  $\mu \approx 169$  et  $\sigma^2 \approx 884$ .

2.  $P(200 \leq X \leq 230) = P(X \leq 230) - P(X \leq 200) \approx 0,13$

**Exercice 05 :**

Si  $X$  est de moyenne  $m$  et d'écart-type  $\sigma$  alors  $Y = \frac{X - m}{\sigma}$  suit une loi centrée réduite. Donc si  $P[X \leq 165]$  alors  $P\left[\frac{X - m}{\sigma} \leq \frac{165 - m}{\sigma}\right] = 0,56$ . Or on peut lire dans la table de Gauss  $F(0.15) = 0.5596$ .

De même, si  $P[X \geq 180]$  alors  $P\left[\frac{X - m}{\sigma} \geq \frac{180 - m}{\sigma}\right] = 0.1$ . Donc  $P\left[\frac{X - m}{\sigma} \leq \frac{180 - m}{\sigma}\right] = 0.9$  et l'on peut lire de même  $F(1.28) = 0.8997$ .

Pour trouver  $m$  et  $\sigma$  il suffit de résoudre le système d'équations :  $\frac{165 - m}{\sigma} = 0.15$  et  $\frac{180 - m}{\sigma} = 1.28$  d'où  $\sigma \simeq 13.27$ ,  $m \simeq 163$  cg. Alors,  $P[X \geq 182] = P\left[\frac{X - m}{\sigma} \geq \frac{182 - m}{\sigma}\right] = 1 - F(1.43) = 0.0764$ .

Sur 10000 personnes on estime le nombre de personnes à soigner de l'ordre de 764 personnes ; en fait la théorie de l'estimation donnera une fourchette.

## Série N° 02 Bio-statistique : Test t et z

### Exercice 01 :

Une compagnie pharmaceutique veut savoir si le procédé de fabrication qu'elle utilise fournit effectivement des comprimés dosés à 5mg de principe actif d'un médicament. La quantité de principe actif est mesurée pour 100 comprimés issus d'un lot de fabrication. Le dosage moyen de principe actif est de 4,85 mg (variance estimée, 0,50).

La quantité moyenne de principe actif mesurée dans les comprimés de ce lot s'écarte-t-elle significativement du dosage prévu par le processus de fabrication ?

1. De quel type de problème s'agit-il ?
2. Formulez explicitement les hypothèses du test statistique
3. Quel test statistique utilisez-vous ?
4. Quelles sont les conditions de validité de ce test ?
5. Appliquez le test statistique.
6. Que concluez-vous ?

### Exercice 02 :

On désire comparer les glycémies de deux groupes de diabétiques, les uns insulino dépendants (DID) les autres non insulino dépendants (DNID)

DID		DNID	
Sujet	Glycémie (g/l)	Sujet	Glycémie (g/l)
1	2.52	1	1.98
2	2.63	2	1.65
3	2.45	3	1.45
4	3.01	4	1.23
5	2.89	5	1.85
6	2.01	6	1.22
7	2.36	7	1.48
8	2.48		
9	2.55		
10	2.78		

### Exercice 03 :

Les fumeurs ont un risque accru d'événements thrombotiques artériels (formation anormale de caillots), à l'origine notamment l'infarctus du myocarde. Les plaquettes sont des cellules sanguines périphériques qui sont impliquées dans la formation de ces caillots en s'agréant.

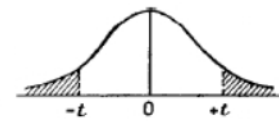
Une étude a été conduite chez 11 sujets volontaires sains pour comparer l'agrégation des plaquettes avant et après qu'ils aient fumé une cigarette.

A partir des données fournies dans le tableau suivant, déterminez si l'agrégation plaquettaire est modifiée après avoir fumé une cigarette ? On suppose les conditions de validité du test vérifiées.

avant	25	25	27	29	30	45	51	51	57	61	68
après	27	29	37	45	42	60	55	78	66	60	83

DISTRIBUTION t

La table donne la probabilité  $\alpha$  pour que  $t$  égale ou dépasse, en valeur absolue, une valeur donnée, en fonction du nombre de degrés de liberté (d.d.l.).



$\alpha$	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
d.d.l.									
1	0,158	1,000	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,142	0,816	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,765	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,134	0,741	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,727	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,131	0,718	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,711	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,706	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,703	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,700	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,697	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,695	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,694	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,692	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,691	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,690	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,689	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,688	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,688	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,687	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,686	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,686	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,685	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,685	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,684	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,684	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,684	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,683	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,683	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,127	0,683	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
$\infty$	0,126	0,674	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Exemple: avec d.d.l. = 10, pour  $t = 2,228$  la probabilité est  $\alpha = 0,05$ .

Correction Série 02

Biostatistique Correction Série TD N° 02 ALIA Zeid

Exercice 01

1) Comparaison entre deux Moyennes l'une théorique et l'autre d'échantillon

2) -  $\begin{cases} H_0: \mu_0 = \mu_1 \Rightarrow \text{le dosage moyen de principe actif théorique} \\ \text{est égal au dosage moyen de } n \text{ de l'échantillon} \\ H_1: \mu_0 \neq \mu_1 \Rightarrow \text{le dosage moyen de principe actif théorique et} \\ \text{de l'échantillon sont } \neq \mu_1. \end{cases}$

3) lorsque  $n = 100 > 30$  donc test utilisé est Test Z  
 et les conditions  $\Rightarrow n = 100 > 30, \mu_0 = 5 \text{ mg}, \mu_1 = 4,85 \text{ mg}$   
 $\alpha = 0,05$

4) Application numérique  $\Rightarrow Z = \frac{\mu_0 - \mu_1}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}} \Rightarrow \frac{4,85 - 5}{\sqrt{\frac{0,1}{100}}}$

$Z = \frac{10,701}{0,0707} = 151,14$

$Z = 2,14$

$Z_0 = 1,96$



5) conclusion

$Z = 2,14 > Z_0 = 1,96 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  on accepte  $H_1$  et rejette  $H_0 \Rightarrow$  il y a une  $\neq$

significatif  $\Rightarrow$  donc le dosage moyen de principe actif théorique et de l'échantillon sont  $\neq$



Ex 02

→ En fait la même étape comme Ex 01

- 1) → Comparaison entre les moyennes de deux échantillons
- 2) →  $H_0: \mu_1 = \mu_2 \Rightarrow$  La moyenne de la glycémie chez le groupe diabétique DWID et le groupe DWID sont égales  
 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \Rightarrow$  La moyenne de la glycémie chez le groupe diabétique DWID et le groupe DWID sont différentes
- 3) Ici on a  $n_1 = 10$   
 $n_2 = 7 \Rightarrow$  test t

4) Condition

$n_1 = 10$	$m_1 = 2,568$	$s_1^2 = 0,072$	$G = 1,269$
$n_2 = 7$	$m_2 = 1,551$	$s_2^2 = 0,073$	$G = 0,270$

$$S^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{(10 - 1)(0,072) + (7 - 1)(0,073)}{10 + 7 - 2}$$

$$= \frac{6,48 + 4,38}{15} = 0,724$$

$S^2 = 0,724$

$$t = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{S^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} = \frac{2,568 - 1,551}{\sqrt{0,724 \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{7} \right)}} = \frac{1,017}{0,419}$$

$t = 2,427$   
 $t_0 = 2,131$

$df = n_1 + n_2 - 2 = 10 + 7 - 2 = 15$

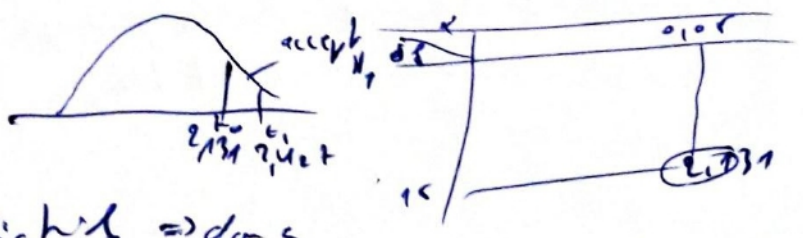
Conclusion

$t = 2,427 > t_0 = 2,131 \Rightarrow$

1) Accept  $H_1$  et rejette  $H_0$

2) Glycémie est en signification  $\Rightarrow$  donc

la moyenne de glycémie chez les deux groupes sont différentes



Ex 03

1) composés = ont 2 mg appar's  
 H<sub>0</sub>: m<sub>1</sub> = m<sub>2</sub> la moy de l'agregat Sangre après et avant fume cigarette  
 rest egale  
 H<sub>1</sub>: m<sub>1</sub> ≠ m<sub>2</sub> la moy de l'agregat plaquettes est modifie après fume cigarette

2) n = 11 < 30 test t  
 n = 11

3) conditions

df	2	4	10	16	12	15	4	27	9	-1	15	
mdf =	10,272						7,604					
vif(z =	57,834											

Application 
$$t = \frac{10,272 - md}{\sqrt{\frac{Sd^2}{n}}} = \frac{10,272}{\sqrt{\frac{57,834}{11}}} = \frac{10,272}{2,252} = 4,481$$

t = 4,481  
 t<sub>0</sub> = 2,228

df = n - 1 = 10  
 α = 0,05

conclusion

t = 4,481 > t<sub>0</sub> = 2,228 ⇒ Accept H<sub>1</sub> et reject H<sub>0</sub> ⇒ il y a une différence significative ⇒ la moy de l'agregat plaquettes modifie après avoir fume cigarette

## Série N° 03 Bio-statistique : ANOVA

### Exercice 01

Le tableau suivant présente des mesures de la hauteur (en mm) de la plante *Saede brassica*, réalisées dans plusieurs milieux différents, sur des prélèvements échantillonnés aléatoirement. Un chercheur désire comparer ces données afin de connaître l'effet du milieu sur la taille de *S. brassica* (on admet que les données suivent une distribution Normale).

Milieu 01	Milieu 02	Milieu 03	Milieu 04	Milieu 05
12	141	56	87	241
15	146	67	105	164
18	135	43	79	225
24	147	78	123	257
32	154	45	114	248
31		69		158
15				236

1. Quelle analyse permet d'estimer l'effet du milieu sur la hauteur des plantes ?
2. Vérifiez ces conditions et réalisez l'analyse statistique appropriée.

### Exercice 02 –

L'efficacité est évaluée à l'aide du score de MARDER qui est mesuré à J0 (avant le début du traitement) et à J10 (à la fin du traitement). On calcule la variation relative du score entre J0 et J10 exprimé en pourcentage (ayant une distribution normale dans les 3 groupes) :  $X = 100 [(J0 - J10)/J0]$ . L'efficacité est d'autant plus importante que X est élevée. L'administration des héparines (A, B ou C) a été faite par tirage au sort. Les résultats obtenus sont les suivants :

Héparine A	Héparine B	Héparine C
56	50	0
24	27	31
64	0	52
68	35	-8
4	0	75
79	90	5
38	31	59

### **Exercice 03 :**

Nous irradiions des espèces vivantes avec des doses croissantes de rayons X, exprimées en roentgens, et nous calculons le pourcentage de décès. Les résultats expérimentaux ont été reportés dans le tableau suivant :

Dose 0	Dose 500	Dose 1000	Dose 2000	Dose 3000
2,5	5,0	10,0	30,0	46,5
2,7	4,5	6,5	27,0	41,0
2,5	3,5	8,0	26,0	43,0

**Exercice 04 :**

Robert s'intéresse à l'effet des strates d'un lac et du type de nutriments présents dans 4 différentes zones du lac sur la quantité de bactéries présentes dans l'eau. Robert veut être certain d'avoir de la bonne eau à son chalet.

	Contrôle	C	N	P	NP
épilimnion	1227	1328	1643	1408	1380
métalimnion	1461	1481	1832	1438	1610
hypolimnion	1252	1137	1155	1286	1313

Est-ce que le nombre de bactéries par mL d'eau varie selon la strate à laquelle l'échantillon a été pris ?

•Est-ce que le nombre de bactéries par mL d'eau varie selon le traitement ?

**Exercice 05**

L'influence d'un traitement grossissant, à base de vitamines, est étudiée sur des animaux de races différentes. Pour cela nous disposons d'animaux de trois races, notées  $R_i$ , pour  $i = 1; 2; 3$ , et nous avons effectué trois traitements, notés  $D_j$ , pour  $j = 1; 2; 3$ , utilisant respectivement 5; 10 et 15\_g de vitamines B12 par cm<sup>3</sup>. Le gain moyen de poids par jour est mesuré, à l'issue d'un traitement de 50 jours dans chaque cas. Un seul animal est utilisé pour chaque couple « race-traitement ». Voici les résultats des mesures :

	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$D_1$	1,26	1,21	1,19
$D_2$	1,29	1,23	1,23
$D_3$	1,38	1,27	1,22

**Exercice 06**

On a cherché à connaître l'effet de différents types d'alcool (bière ou vin) et de tabac (cigarette ou cigare) sur le sens du goût chez l'homme. Une technique biochimique permet de quantifier la variable "goût" (variable quantitative discrète) sur une échelle de 0 (aucune sensation) à 6 (goût extrêmement développé). Quarante-cinq hommes non-fumeurs et non buveurs d'âges variables ont été séparés en 9 groupes égaux. Dans chaque groupe, pendant une journée, chaque personne a consommé une dose égale d'alcool (250 ml répartis dans la journée) et fumé une quantité égale de tabac sous différentes formes. Un groupe a servi de contrôle: les individus n'ont pas fumé et/ou n'ont bu que de l'eau. À la fin de la journée, le goût a été mesuré chez chaque individu. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant:

	Contrôle	Cigarette	Cigare
Contrôle	4, 5, 3, 6, 3	3, 2, 3, 1, 2	1, 2, 2, 0, 1
Bière	3, 3, 4, 4, 5	2, 2, 1, 3, 1	2, 1, 0, 0, 2
Vin	2, 3, 4, 3, 2	2, 2, 0, 2, 1	0, 0, 1, 1, 2

- 1- Quelle analyse permet d'estimer l'effet du tabac et alcool sur le sens de goût ?
- 2- Vérifiez ces conditions et réalisez l'analyse statistique appropriée.

**Exercice 07 :**

On désire quantifier l'efficacité de trois types de régimes, de quatre intensités d'activité physique ainsi que l'interaction de ces deux critères sur la perte de poids.

	Exercice 1	Exercice 2	Exercice 3	Exercice 4
<b>Régime 1</b>	7	15	12	1
	12	21	14	4
	5	13	8	3
	8	12	11	7
	12	9	10	8
	6	12	12	5
<b>Régime 2</b>	5	13	14	4
	21	15	12	12
	12	12	13	8
	8	16	15	9
	10	17	9	11
	9	14	10	9
<b>Régime 3</b>	4	14	15	12
	6	17	16	10
	3	17	12	8
	4	18	9	11
	6	20	8	9
	4	21	17	8

## Correction Série 03

## Exercice 01

<i>Groups</i>	<i>Average</i>					
Milieu 01	21					
Milieu 02	144,6					
Milieu 03	59,66667					
Milieu 04	101,6					
Milieu 05	218,4286					
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	159242,7	4	39810,68	77,99013	9,53E-14	2,75871
Within Groups	12761,45	25	510,4579			
Total	172004,2	29				

## Exercice 02

<i>Groups</i>	<i>Average</i>					
Héparine A	47,57143					
Héparine B	33,28571					
Héparine C	30,57143					
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1167,714	2	583,8571	0,642038	0,537852	3,554557
Within Groups	16368,86	18	909,381			
Total	17536,57	20				

## Exercice 03

<i>Groups</i>	<i>Average</i>					
Dose 0	2,566667					
Dose 500	4,333333					
Dose 1000	8,166667					
Dose 2000	27,66667					
Dose 3000	43,5					
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	3787,551	4	946,8877	300,345	2,28E-10	3,47805
Within Groups	31,52667	10	3,152667			
Total	3819,077	14				

**Exercice 04 :**

Anova: Two-Factor Without Replication

<i>SUMMARY</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
E	5	6986	1397,2	23646,7
M	5	7822	1564,4	26828,3
H	5	6143	1228,6	6193,3
Con	3	3940	1313,333	16510,33
C	3	3946	1315,333	29704,33
N	3	4630	1543,333	122032,3
P	3	4132	1377,333	6481,333
NP	3	4303	1434,333	24266,33

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Rows	281905,7	2	140952,9	9,713887	0,007238	4,45897
Columns	110589,6	4	27647,4	1,905344	0,203016	3,837853
Error	116083,6	8	14510,45			
Total	508578,9	14				

**Exercice 05**

Anova: Two-Factor Without Replication

<i>SUMMARY</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
D1	3	3,66	1,22	0,0013
D2	3	3,75	1,25	0,0012
D3	3	3,87	1,29	0,0067
R1	3	3,93	1,31	0,0039
R2	3	3,71	1,236667	0,000933
R3	3	3,64	1,213333	0,000433

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Rows	0,0074	2	0,0037	4,723404	0,088487	6,944272
Columns	0,015267	2	0,007633	9,744681	0,028999	6,944272
Error	0,003133	4	0,000783			
Total	0,0258	8				

**Exercice 06**

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Sample	5,733333	2	2,866667	3,350649	0,046292	3,259446
Columns	53,2	2	26,6	31,09091	1,44E-08	3,259446
Interaction	1,466667	4	0,366667	0,428571	0,787003	2,633532
Within	30,8	36	0,855556			
Total	91,2	44				

### Loi de Fisher au 0,05

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	35
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	242.98	243.90	244.69	245.36	245.95	246.47	246.92	247.32	247.69	248.02	248.58	249.05	249.45	249.80	250.10	250.69
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43	19.43	19.44	19.44	19.44	19.45	19.45	19.45	19.46	19.46	19.46	19.47
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70	8.69	8.68	8.67	8.67	8.66	8.65	8.64	8.63	8.62	8.62	8.60
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86	5.84	5.83	5.82	5.81	5.80	5.79	5.77	5.76	5.75	5.75	5.73
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62	4.60	4.59	4.58	4.57	4.56	4.54	4.53	4.52	4.50	4.50	4.48
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94	3.92	3.91	3.90	3.88	3.87	3.86	3.84	3.83	3.82	3.81	3.79
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51	3.49	3.48	3.47	3.46	3.44	3.43	3.41	3.40	3.39	3.38	3.36
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22	3.20	3.19	3.17	3.16	3.15	3.13	3.12	3.10	3.09	3.08	3.06
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01	2.99	2.97	2.96	2.95	2.94	2.92	2.90	2.89	2.87	2.86	2.84
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85	2.83	2.81	2.80	2.79	2.77	2.75	2.74	2.72	2.71	2.70	2.68
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72	2.70	2.69	2.67	2.66	2.65	2.63	2.61	2.59	2.58	2.57	2.55
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62	2.60	2.58	2.57	2.56	2.54	2.52	2.51	2.49	2.48	2.47	2.44
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53	2.51	2.50	2.48	2.47	2.46	2.44	2.42	2.41	2.39	2.38	2.36
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46	2.44	2.43	2.41	2.40	2.39	2.37	2.35	2.33	2.32	2.31	2.28
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40	2.38	2.37	2.35	2.34	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.25	2.22
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35	2.33	2.32	2.30	2.29	2.28	2.25	2.24	2.22	2.21	2.19	2.17
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.24	2.23	2.21	2.19	2.17	2.16	2.15	2.12
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.22	2.20	2.19	2.17	2.15	2.13	2.12	2.11	2.08
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.21	2.20	2.18	2.17	2.16	2.13	2.11	2.10	2.08	2.07	2.05
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18	2.17	2.15	2.14	2.12	2.10	2.08	2.07	2.05	2.04	2.01
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18	2.16	2.14	2.12	2.11	2.10	2.07	2.05	2.04	2.02	2.01	1.98
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15	2.13	2.11	2.10	2.08	2.07	2.05	2.03	2.01	2.00	1.98	1.96
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13	2.11	2.09	2.08	2.06	2.05	2.02	2.01	1.99	1.97	1.96	1.93
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.05	2.04	2.03	2.00	1.98	1.97	1.95	1.94	1.91
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09	2.07	2.05	2.04	2.02	2.01	1.98	1.96	1.95	1.93	1.92	1.89
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07	2.05	2.03	2.02	2.00	1.99	1.97	1.95	1.93	1.91	1.90	1.87
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06	2.04	2.02	2.00	1.99	1.97	1.95	1.93	1.91	1.90	1.88	1.86