

CONCOURS BLANC PHBMR**17 Octobre 2023****UE 93-EXERCICES****5 EXERCICES - Cotation 40 points chacun - Durée 2 heures****EXERCICE N°1 (COPIE BLEUE)**

Vous purifiez une enzyme E à partir de pancréas humain, après broyage des pancréas vous obtenez 300 mL d'une solution contenant 150 g de protéines totales et une quantité catalytique de 50 000 U. Après plusieurs étapes de purification vous vous retrouvez avec 600 mL d'une solution contenant 5 g de protéines totales et une quantité catalytique de 9 000 U.

QUESTION 1 :

Calculer le rendement et le degré de purification

Vous étudiez ensuite, sur votre produit de purification, l'effet d'un inhibiteur I. Pour cela vous effectuez des mesures d'activité enzymatique en conditions de vitesse initiale pour différentes concentrations en substrat en l'absence ou en présence de l'inhibiteur à la concentration de 2 mM. Les résultats obtenus figurent dans le tableau ci-dessous :

Substrat (mM)	Vo sans inhibiteur ($\mu\text{mol/L/min}$)	Voi avec inhibiteur ($\mu\text{mol/L/min}$)
0.5	25	20
1	41.67	33.33
5	89.286	71.429
20	113.636	90.91

QUESTION 2 :

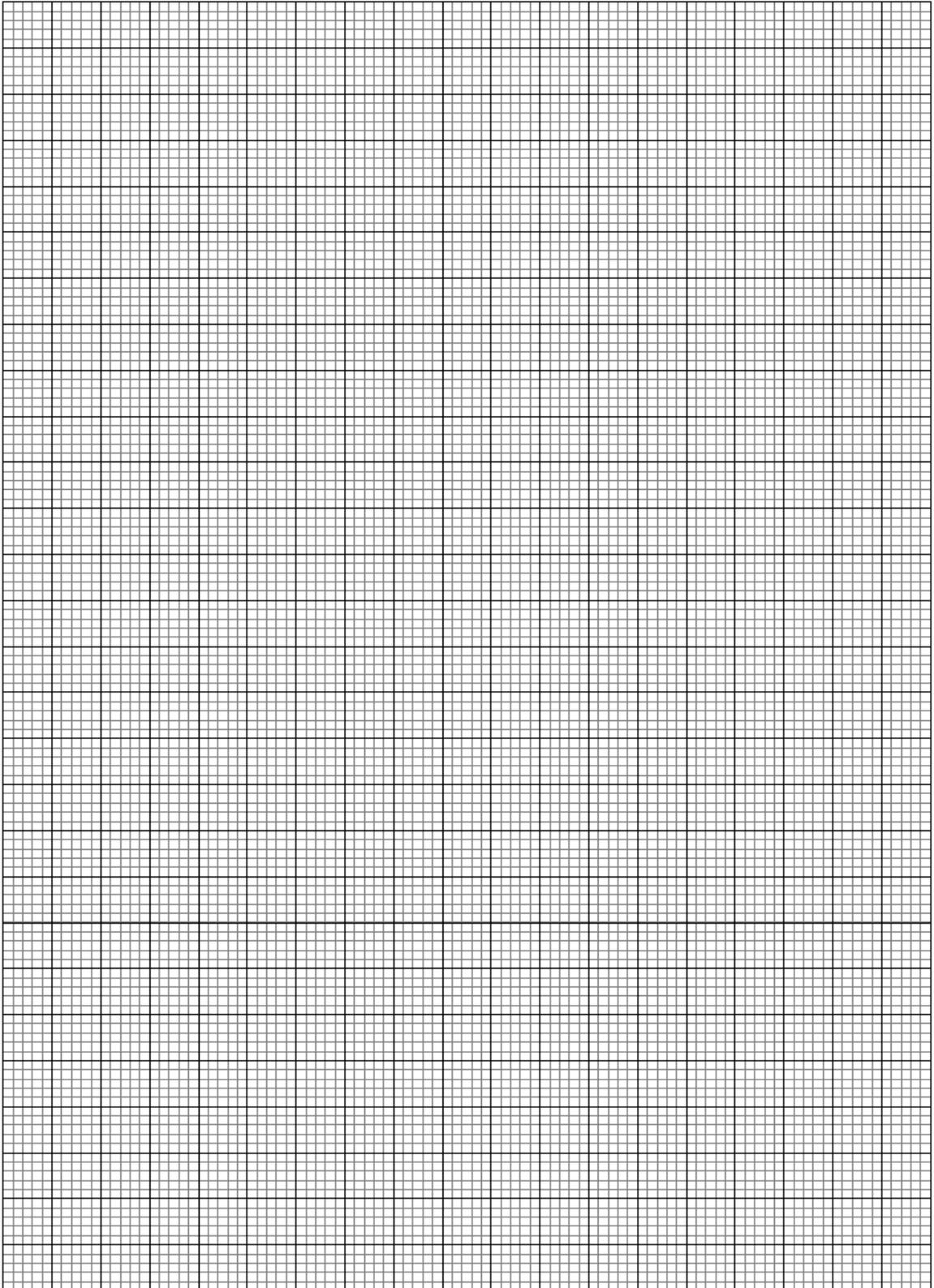
Tracer les courbes selon la représentation de Lineweaver-Burk et déduisez en le K_m et la V_{max} de l'enzyme en l'absence et en présence de l'inhibiteur

QUESTION 3 :

Quel est le mode d'action de l'inhibiteur I sur l'enzyme E (justifiez-vous) ?

QUESTION 4 :

Déterminer la constante de dissociation de l'inhibiteur I pour le couple (E, I)



EXERCICE N°2 (COPIE VERTE)

Soit trois solutions aqueuses notées A, B et C utilisées pour réaliser 100 mL d'une solution tampon de $\text{pH} = 5,0$

Solution A : solution aqueuse d'acide acétique 0,1 M

Solution B : solution aqueuse d'acétate de sodium 0,1 M

Solution C : solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 0,1 M

$$\text{pK}_A (\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,80$$

QUESTION 1 :

Calculer le pH des solutions A, B et C

QUESTION 2 :

Les solutions A et B sont utilisées pour préparer 100 mL de solution tampon à $\text{pH} = 5,0$ (solution tampon 1). Calculer les volumes V_A et V_B des solutions A et B pour réaliser cette solution tampon (il n'y a pas d'ajout d'eau) ?

En déduire la molarité de la solution tampon 1.

QUESTION 3 :

Les solutions A et C sont utilisées pour préparer 100 mL de solution tampon à $\text{pH} = 5,0$ (solution tampon 2). Calculer les volumes V_A et V_C pour réaliser cette solution tampon (il n'y a pas d'ajout d'eau) ? En déduire la molarité de la solution tampon 2.

QUESTION 4 :

Une réaction enzymatique se déroule dans les solutions tampon 1 et 2 (de volume 100 mL chacune) et libère 3,6 mmol d'ions H_3O^+ . Quels sont les pH des solutions tampon 1 et 2 à la fin de la réaction enzymatique ? Conclure sur la capacité tampon des solutions tampon 1 et 2

EXERCICE N°3 (COPIE JAUNE)

Les propriétés pharmacologiques de deux molécules, le PHBMR 2023 et le WAY 100635 sont évaluées. Afin de préciser la cible et le mécanisme d'action de ces ligands, une première expérience a permis de déterminer leurs K_i vis à vis de différentes cibles sérotoninergiques. Les résultats figurent dans le tableau (tableau 1) ci-dessous :

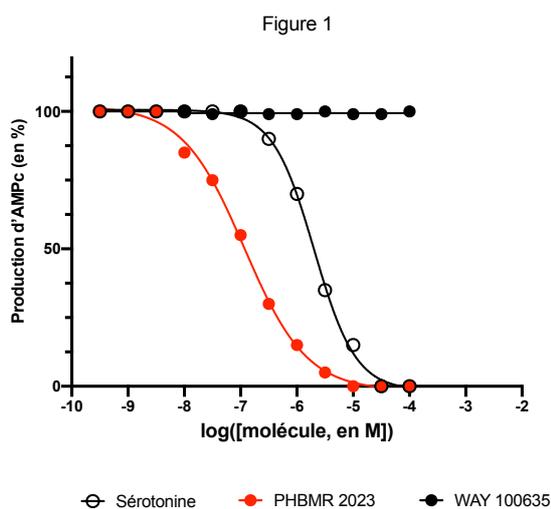
Tableau 1 : Valeurs de K_i (en M) du PHBMR 2023 et du WAY 100635 sur différents récepteurs sérotoninergiques

Cible pharmacologique	K_i	
	PHBMR 2023	WAY 100635
• 5-HT _{1A}	$1,0 \cdot 10^{-9}$ M	$0,50 \cdot 10^{-9}$ M
• 5-HT _{1B}	$1,7 \cdot 10^{-6}$ M	$9,4 \cdot 10^{-3}$ M
• 5-HT _{2C}	$4,0 \cdot 10^{-6}$ M	$8,1 \cdot 10^{-6}$ M
• 5-HT ₃	$1,0 \cdot 10^{-5}$ M	$5,3 \cdot 10^{-5}$ M

QUESTION 1 :

Définissez le terme de K_i et le type d'expérience qui permet de mesurer ce paramètre. A partir de quel autre paramètre le détermine-t-on et comment ? Quelles conclusions tirez-vous de ces résultats ?

Afin de préciser le mécanisme d'action issu de l'activation de PHBMR 2023 avec son récepteur, une expérience visant à étudier les conséquences d'une administration croissante de la molécule, sur la production d'AMPC a été réalisée *in vitro*. Les résultats sont comparés à ceux obtenus avec de la sérotonine, le neurotransmetteur endogène et avec du WAY 100635.

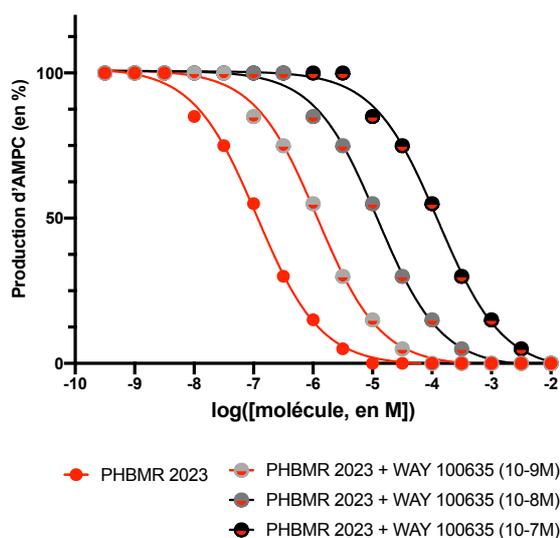


QUESTION 2 :

A partir de la figure 1 et de vos conclusions issues du tableau 1, préciser la nature de chaque ligand. Donner les valeurs des paramètres pharmacologiques de chacune des molécules pouvant être extraits de cette représentation.

Dans une nouvelle série d'expérience, les effets de concentrations croissantes de PHBMR 2023 sur la production d'AMPc sont mises en présence de 3 concentrations fixes de WAY 100635 ($10^{-7}M$, $10^{-8}M$, $10^{-9}M$) (Figure 2)

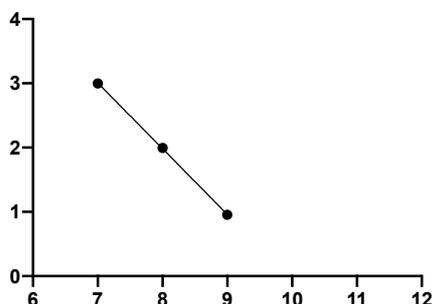
Figure 2

**QUESTION 3 :**

La figure 2 apporte-t-elle une information complémentaire sur la nature du WAY 100635. Justifier votre réponse. Quel paramètre peut en être déduit ? Définissez-le.

Pour définir le paramètre évoqué à la question 3, la figure 3 a été générée :

Figure 3

**QUESTION 4 :**

A propos de la figure 3, définir : - le titre de ce tracé ; - la légende de l'axe des abscisses ; la légende l'axe des ordonnées ; - la valeur du paramètre pharmacologique recherché.

QUESTION 5 :

Dans un modèle *in vitro* (similaire à celui de la figure 1), avant le traitement avec du PHBMR 2023, de la toxine Cholérique (CTX) ou de la toxine Pertussique (PTX) sont appliquées. Quelles seraient les conséquences de l'administration de PHBMR 2023 en présence de CTX ou de PTX sur les concentrations en AMPc ? Justifiez votre réponse

EXERCICE N°4 (COPIE ROSE)

Des travaux sont menés pour étudier le temps d'absorption de deux molécules à visée thérapeutique. La première molécule est injectée aux patients de l'échantillon A, la deuxième aux patients de l'échantillon B. Les résultats sont résumés dans les tableaux suivants :

Échantillon	Âge des patient (ans)	Temps d'absorption (heures)
A	28	2.7
A	54	2.8
A	48	2.9
A	44	2.9
A	20	3.1
A	64	3.3
A	52	3.4
A	24	3.5
A	62	3.6
A	42	3.7
A	46	3.8
A	30	3.9

Échantillon	Âge des patients (ans)	Temps d'absorption (heures)
B	40	2.5
B	38	2.6
B	60	2.8
B	64	2.8
B	36	2.9
B	26	2.9
B	34	3.1
B	32	3.3
B	22	3.4
B	58	3.5
B	50	3.6
B	56	3.7

Tous les tests seront effectués au risque α de 5%.

QUESTION 1 :

Que peut-on dire de la randomisation de l'étude par rapport à l'âge des patients ?

QUESTION 2 :

Le temps d'absorption dépend-il de la molécule injectée ?

QUESTION 3 :

Existe-t-il un lien entre l'âge des patients et le temps d'absorption de la première molécule?

QUESTION 4 :

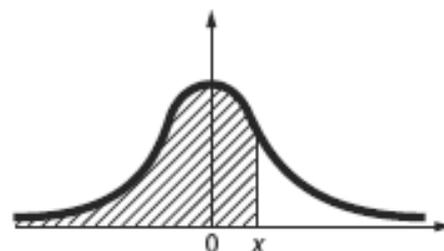
Pour ces molécules, on considère que l'absorption est rapide si le temps d'absorption est strictement inférieur à 3 heures. Le caractère rapide de l'absorption dépend-il de la molécule ?

Loi normale centrée réduite $\mathcal{N}(0, 1)$

Table de la fonction de répartition

Probabilité d'avoir une valeur inférieure à x :

$$\Pi(x) = P(X \leq x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$



x	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,10	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,20	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,30	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,40	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,50	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,60	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,70	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,80	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,90	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,00	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,10	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,20	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,30	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,40	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,50	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,60	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,70	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,80	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,90	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,00	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,10	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,20	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,30	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,40	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,50	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,60	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,70	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,80	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,90	0,9981	0,9982	0,9982	0,9984	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986

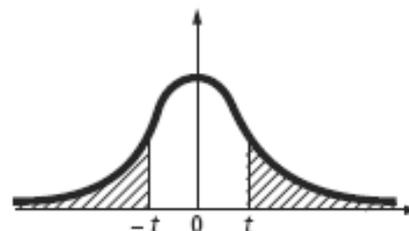
Pour $x < 0$ prendre le complément à 1 de la valeur lue dans la table pour $-x$:

$$\Pi(x) = 1 - \Pi(-x)$$

Loi de Student

Table de dépassement de l'écart absolu

En fonction du nombre ddl de degrés de liberté et d'une probabilité α : valeur de l'écart t qui possède la probabilité α d'être dépassé en valeur absolue.

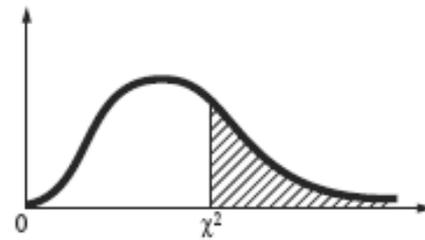


α ddl	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001	0,0001
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	127,32	318,31	636,62	6366,2
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,089	22,327	34,599	99,992
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,215	12,924	28,000
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610	15,544
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,893	6,869	11,178
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959	9,082
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408	7,885
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041	7,120
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781	6,594
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587	6,211
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437	5,921
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318	5,694
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221	5,513
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140	5,363
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073	5,239
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015	5,134
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965	5,044
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922	4,966
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883	4,897
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850	4,837
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819	4,784
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792	4,736
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,768	4,693
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745	4,654
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725	4,619
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646	4,482
35	0,682	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724	2,996	3,340	3,591	4,389
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551	4,321
45	0,680	1,301	1,679	2,014	2,412	2,690	2,952	3,281	3,520	4,269
50	0,679	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	2,937	3,261	3,496	4,228
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	2,915	3,232	3,460	4,169
70	0,678	1,294	1,667	1,994	2,381	2,648	2,899	3,211	3,435	4,127
80	0,678	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	2,887	3,195	3,416	4,096
90	0,677	1,291	1,662	1,987	2,368	2,632	2,878	3,183	3,402	4,072
100	0,677	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	2,871	3,174	3,390	4,053
150	0,676	1,287	1,655	1,976	2,351	2,609	2,849	3,145	3,357	3,998
200	0,676	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	2,839	3,131	3,340	3,970
300	0,675	1,284	1,650	1,968	2,339	2,592	2,828	3,118	3,323	3,944
500	0,675	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	2,820	3,107	3,310	3,922
1 000	0,675	1,282	1,646	1,962	2,330	2,581	2,813	3,098	3,300	3,906
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,291	3,891

Loi du khi-deux

Table de dépassement de l'écart

En fonction du nombre ddl de degrés de liberté et d'une probabilité α : valeur de l'écart χ^2 qui possède la probabilité α d'être dépassée.



ddl \ α	0,999	0,99	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,000002	0,00016	0,00393	0,0158	0,455	2,706	3,841	6,635	10,828
2	0,00200	0,0201	0,103	0,211	1,386	4,605	5,991	9,210	13,816
3	0,0243	0,115	0,352	0,584	2,366	6,251	7,815	11,345	16,266
4	0,0908	0,297	0,711	1,064	3,357	7,779	9,488	13,277	18,467
5	0,210	0,554	1,145	1,610	4,351	9,236	11,070	15,086	20,515
6	0,381	0,872	1,635	2,204	5,348	10,645	12,592	16,812	22,458
7	0,598	1,239	2,167	2,833	6,346	12,017	14,067	18,475	24,322
8	0,857	1,646	2,733	3,490	7,344	13,362	15,507	20,090	26,124
9	1,152	2,088	3,325	4,168	8,343	14,684	16,919	21,666	27,877
10	1,479	2,558	3,940	4,865	9,342	15,987	18,307	23,209	29,588
11	1,834	3,053	4,575	5,578	10,341	17,275	19,675	24,725	31,264
12	2,214	3,571	5,226	6,304	11,340	18,549	21,026	26,217	32,909
13	2,617	4,107	5,892	7,042	12,340	19,812	22,362	27,688	34,528
14	3,041	4,660	6,571	7,790	13,339	21,064	23,685	29,141	36,123
15	3,483	5,229	7,261	8,547	14,339	22,307	24,996	30,578	37,697
16	3,942	5,812	7,962	9,312	15,338	23,542	26,296	32,000	39,252
17	4,416	6,408	8,672	10,085	16,338	24,769	27,587	33,409	40,790
18	4,905	7,015	9,390	10,865	17,338	25,989	28,869	34,805	42,312
19	5,407	7,633	10,117	11,651	18,338	27,204	30,144	36,191	43,820
20	5,921	8,260	10,851	12,443	19,337	28,412	31,410	37,566	45,315
21	6,447	8,897	11,591	13,240	20,337	29,615	32,671	38,932	46,797
22	6,983	9,542	12,338	14,041	21,337	30,813	33,924	40,289	48,268
23	7,529	10,196	13,091	14,848	22,337	32,007	35,172	41,638	49,728
24	8,085	10,856	13,848	15,659	23,337	33,196	36,415	42,980	51,179
25	8,649	11,524	14,611	16,473	24,337	34,382	37,652	44,314	52,620
30	11,59	14,95	18,49	20,60	29,34	40,26	43,77	50,89	59,70
35	14,69	18,51	22,47	24,80	34,34	46,06	49,80	57,34	66,62
40	17,92	22,16	26,51	29,05	39,34	51,81	55,76	63,69	73,40
45	21,25	25,90	30,61	33,35	44,34	57,51	61,66	69,96	80,08
50	24,67	29,71	34,76	37,69	49,33	63,17	67,50	76,15	86,66
60	31,74	37,48	43,19	46,46	59,33	74,40	79,08	88,38	99,61
70	39,04	45,44	51,74	55,33	69,33	85,53	90,53	100,43	112,32
80	46,52	53,54	60,39	64,28	79,33	96,58	101,88	112,33	124,84
90	54,16	61,75	69,13	73,29	89,33	107,57	113,15	124,12	137,21
100	61,92	70,06	77,93	82,36	99,33	118,50	124,34	135,81	149,45

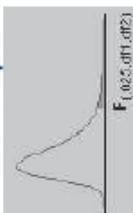
Nota : pour effectuer un test du khi-deux, seule la partie droite de la table est utile ; pour calculer un intervalle de confiance pour une variance (échantillon normal) ou pour effectuer un test de quotient de variances (échantillons normaux), les valeurs pour les probabilités complémentaires α et $1-\alpha$ sont simultanément utilisées.

F Table for alpha=0.05



df1/df2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	24	30	40	60	120	INF
1	161.448	199.500	215.707	224.583	230.162	233.998	236.768	238.883	240.543	241.882	243.908	245.950	248.013	249.082	251.148	252.198	253.253	254.314
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.298	19.330	19.353	19.371	19.385	19.396	19.413	19.428	19.448	19.454	19.471	19.479	19.487	19.496
3	10.128	9.852	9.777	9.717	9.674	9.641	9.614	9.591	9.572	9.556	9.541	9.528	9.517	9.508	9.500	9.494	9.488	9.482
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.998	5.964	5.912	5.858	5.803	5.774	5.746	5.717	5.688	5.658
5	6.608	5.786	5.410	5.192	5.050	4.956	4.876	4.818	4.773	4.735	4.678	4.618	4.558	4.527	4.498	4.464	4.431	4.398
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.096	4.060	4.000	3.938	3.874	3.842	3.808	3.774	3.740	3.705
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.671	3.637	3.575	3.511	3.445	3.411	3.376	3.340	3.304	3.267
8	5.318	4.459	4.068	3.838	3.688	3.581	3.501	3.438	3.383	3.347	3.284	3.218	3.150	3.115	3.078	3.043	3.005	2.967
9	5.117	4.257	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.175	3.137	3.073	3.006	2.937	2.901	2.864	2.826	2.787	2.748
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.136	3.072	3.020	2.978	2.913	2.845	2.774	2.737	2.700	2.661	2.621	2.580
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.788	2.719	2.648	2.611	2.573	2.533	2.490	2.448
12	4.747	3.885	3.490	3.260	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.687	2.618	2.547	2.510	2.471	2.430	2.386	2.344
13	4.667	3.805	3.410	3.180	3.026	2.916	2.832	2.767	2.714	2.671	2.605	2.536	2.465	2.428	2.389	2.347	2.302	2.260
14	4.600	3.738	3.343	3.113	2.959	2.849	2.764	2.699	2.646	2.602	2.536	2.467	2.396	2.359	2.319	2.275	2.229	2.187
15	4.543	3.682	3.287	3.057	2.903	2.793	2.707	2.641	2.588	2.544	2.478	2.409	2.338	2.301	2.261	2.216	2.170	2.128
16	4.494	3.634	3.239	3.009	2.855	2.745	2.659	2.593	2.540	2.496	2.430	2.361	2.290	2.253	2.213	2.167	2.121	2.079
17	4.451	3.592	3.197	2.967	2.813	2.703	2.617	2.551	2.498	2.454	2.388	2.319	2.248	2.211	2.171	2.125	2.079	2.037
18	4.414	3.555	3.160	2.930	2.776	2.666	2.580	2.514	2.461	2.417	2.351	2.282	2.211	2.174	2.134	2.088	2.042	1.999
19	4.381	3.522	3.127	2.897	2.743	2.633	2.547	2.481	2.428	2.384	2.318	2.249	2.178	2.141	2.101	2.055	2.009	1.966
20	4.351	3.493	3.098	2.868	2.714	2.604	2.518	2.452	2.399	2.355	2.289	2.220	2.149	2.112	2.072	2.026	1.980	1.937
21	4.325	3.467	3.072	2.842	2.688	2.578	2.492	2.426	2.373	2.329	2.263	2.194	2.123	2.086	2.046	1.999	1.953	1.910
22	4.301	3.443	3.048	2.818	2.664	2.554	2.468	2.402	2.349	2.305	2.239	2.170	2.100	2.063	2.023	1.976	1.930	1.887
23	4.279	3.422	3.027	2.797	2.643	2.533	2.447	2.381	2.328	2.284	2.218	2.149	2.078	2.041	2.001	1.954	1.908	1.865
24	4.260	3.403	3.008	2.778	2.624	2.514	2.428	2.362	2.309	2.265	2.200	2.131	2.060	2.023	1.983	1.936	1.890	1.847
25	4.242	3.385	2.990	2.760	2.606	2.496	2.410	2.344	2.291	2.247	2.182	2.113	2.042	2.005	1.965	1.918	1.872	1.829
26	4.225	3.369	2.974	2.744	2.590	2.480	2.394	2.328	2.275	2.231	2.166	2.097	2.026	1.989	1.949	1.902	1.856	1.813
27	4.210	3.354	2.959	2.729	2.575	2.465	2.379	2.313	2.260	2.216	2.151	2.082	2.011	1.974	1.934	1.887	1.841	1.798
28	4.196	3.340	2.945	2.715	2.561	2.451	2.365	2.299	2.246	2.202	2.137	2.068	1.997	1.960	1.920	1.873	1.827	1.784
29	4.183	3.328	2.934	2.704	2.550	2.440	2.354	2.288	2.235	2.191	2.126	2.057	1.986	1.949	1.909	1.862	1.816	1.773
30	4.171	3.316	2.922	2.692	2.638	2.428	2.342	2.276	2.223	2.179	2.114	2.045	1.974	1.937	1.897	1.850	1.804	1.761
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.450	2.339	2.253	2.187	2.134	2.090	2.025	1.956	1.885	1.848	1.808	1.761	1.715	1.672
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.257	2.171	2.105	2.052	2.008	1.943	1.874	1.803	1.766	1.726	1.679	1.633	1.590
120	3.920	3.072	2.680	2.447	2.290	2.179	2.093	2.027	2.074	1.999	1.930	1.861	1.790	1.753	1.713	1.666	1.620	1.577
inf	3.842	2.996	2.604	2.371	2.214	2.103	2.017	1.951	1.898	1.833	1.764	1.695	1.624	1.587	1.547	1.500	1.454	1.411

F Table for alpha=.025



$F_{\alpha}(df_1, df_2)$

df2\df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	647.789	799.500	864.163	889.583	921.848	937.111	948.217	956.656	963.285	968.627
2	38.506	39.000	39.166	39.248	39.298	39.332	39.355	39.373	39.387	39.398
3	17.443	16.044	15.439	15.101	14.885	14.735	14.624	14.540	14.473	14.419
4	12.218	10.649	9.979	9.605	9.365	9.197	9.074	8.980	8.905	8.844
5	10.007	8.434	7.764	7.388	7.146	6.978	6.853	6.757	6.681	6.619
6	8.813	7.260	6.599	6.227	5.988	5.820	5.696	5.600	5.523	5.461
7	8.073	6.542	5.890	5.523	5.285	5.119	4.995	4.899	4.823	4.761
8	7.571	6.060	5.416	5.053	4.817	4.652	4.529	4.433	4.357	4.295
9	7.209	5.715	5.078	4.718	4.484	4.320	4.197	4.102	4.026	3.964
10	6.937	5.456	4.826	4.468	4.236	4.072	3.950	3.855	3.779	3.717
11	6.724	5.256	4.630	4.275	4.044	3.881	3.759	3.664	3.588	3.526
12	6.554	5.096	4.474	4.121	3.891	3.728	3.607	3.512	3.436	3.374
13	6.414	4.965	4.347	3.996	3.767	3.604	3.483	3.388	3.312	3.250
14	6.298	4.857	4.242	3.892	3.663	3.501	3.380	3.285	3.209	3.147
15	6.200	4.765	4.153	3.804	3.576	3.415	3.293	3.199	3.123	3.060
16	6.115	4.687	4.077	3.729	3.502	3.341	3.219	3.125	3.049	2.986
17	6.042	4.619	4.011	3.665	3.438	3.277	3.156	3.061	2.985	2.922
18	5.978	4.560	3.954	3.608	3.382	3.221	3.100	3.005	2.929	2.866
19	5.922	4.508	3.903	3.559	3.333	3.172	3.051	2.956	2.880	2.817
20	5.872	4.461	3.859	3.515	3.289	3.128	3.007	2.913	2.837	2.774
21	5.827	4.420	3.819	3.475	3.250	3.090	2.969	2.874	2.798	2.735
22	5.786	4.383	3.783	3.440	3.215	3.055	2.934	2.839	2.763	2.700
23	5.750	4.349	3.751	3.408	3.184	3.023	2.902	2.807	2.731	2.668
24	5.717	4.319	3.721	3.379	3.155	2.995	2.874	2.779	2.703	2.640
25	5.686	4.291	3.694	3.353	3.129	2.969	2.848	2.753	2.677	2.614
26	5.659	4.266	3.670	3.329	3.105	2.945	2.824	2.729	2.653	2.590
27	5.633	4.242	3.647	3.307	3.083	2.923	2.802	2.707	2.631	2.568
28	5.610	4.221	3.628	3.286	3.063	2.903	2.782	2.687	2.611	2.547
29	5.588	4.201	3.607	3.267	3.044	2.884	2.763	2.668	2.592	2.529
30	5.568	4.182	3.589	3.250	3.027	2.867	2.746	2.651	2.575	2.511
40	5.424	4.051	3.463	3.126	2.904	2.744	2.624	2.529	2.452	2.388
60	5.286	3.925	3.343	3.008	2.786	2.627	2.507	2.412	2.334	2.270
120	5.152	3.805	3.227	2.894	2.674	2.515	2.395	2.299	2.222	2.157
Inf	5.024	3.689	3.116	2.786	2.567	2.408	2.288	2.192	2.114	2.048
1	976.708	984.367	983.103	997.249	1001.414	1005.598	1009.800	1014.020	1018.258	1018.258
2	39.415	39.431	39.448	39.456	39.465	39.473	39.481	39.490	39.490	39.498
3	14.337	14.253	14.167	14.124	14.081	14.037	13.992	13.947	13.902	13.902
4	8.751	8.657	8.560	8.511	8.461	8.411	8.360	8.309	8.257	8.257
5	6.525	6.428	6.329	6.278	6.227	6.175	6.123	6.069	6.015	6.015
6	5.368	5.269	5.168	5.117	5.065	5.012	4.959	4.904	4.849	4.849
7	4.666	4.568	4.467	4.415	4.362	4.309	4.254	4.199	4.142	4.142
8	4.200	4.101	4.000	3.947	3.894	3.840	3.784	3.728	3.670	3.670
9	3.888	3.789	3.687	3.634	3.580	3.525	3.469	3.413	3.353	3.353
10	3.621	3.522	3.419	3.365	3.311	3.255	3.199	3.140	3.080	3.080
11	3.430	3.330	3.226	3.173	3.118	3.061	3.004	2.944	2.883	2.883
12	3.277	3.177	3.073	3.019	2.963	2.906	2.848	2.787	2.725	2.725
13	3.153	3.053	2.948	2.893	2.837	2.780	2.720	2.659	2.595	2.595
14	3.050	2.949	2.844	2.789	2.732	2.674	2.614	2.552	2.487	2.487
15	2.963	2.862	2.756	2.701	2.644	2.585	2.524	2.461	2.395	2.395
16	2.889	2.788	2.681	2.625	2.568	2.509	2.447	2.383	2.316	2.316
17	2.825	2.723	2.616	2.560	2.502	2.442	2.380	2.315	2.247	2.247
18	2.769	2.667	2.559	2.503	2.445	2.384	2.321	2.256	2.187	2.187
19	2.720	2.617	2.509	2.452	2.394	2.333	2.270	2.203	2.133	2.133
20	2.676	2.573	2.465	2.408	2.349	2.287	2.223	2.156	2.085	2.085
21	2.637	2.534	2.425	2.368	2.308	2.246	2.182	2.114	2.042	2.042
22	2.602	2.498	2.389	2.332	2.272	2.210	2.144	2.076	2.003	2.003
23	2.570	2.467	2.357	2.299	2.239	2.176	2.111	2.041	1.968	1.968
24	2.541	2.437	2.327	2.269	2.209	2.146	2.080	2.010	1.935	1.935
25	2.515	2.411	2.301	2.242	2.182	2.118	2.052	1.981	1.905	1.905
26	2.491	2.387	2.276	2.217	2.157	2.093	2.026	1.954	1.878	1.878
27	2.469	2.364	2.253	2.194	2.133	2.069	2.002	1.930	1.853	1.853
28	2.448	2.344	2.232	2.174	2.112	2.048	1.980	1.907	1.829	1.829
29	2.430	2.325	2.213	2.154	2.092	2.028	1.959	1.886	1.807	1.807
30	2.412	2.307	2.195	2.136	2.074	2.009	1.940	1.866	1.787	1.787
40	2.288	2.182	2.068	2.007	1.943	1.875	1.803	1.724	1.637	1.637
60	2.169	2.061	1.945	1.882	1.815	1.744	1.667	1.581	1.482	1.482
120	2.055	1.945	1.825	1.760	1.690	1.614	1.530	1.433	1.310	1.310
Inf	1.945	1.833	1.709	1.640	1.566	1.484	1.388	1.268	1.000	1.000

EXERCICE N°5 (COPIE BLANCHE)

Le 26 avril 1986 un réacteur de la centrale nucléaire de Tchernobyl s'emballa et explosa. Le panache ainsi rejeté dans l'atmosphère a disséminé des radionucléides importants sur le plan sanitaire tels que l'iode 131 et le césium 137.

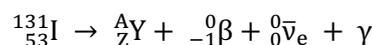
Données:

- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- équivalent énergétique de l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- 1 an = 365,25 jours
- numéro atomique de quelques éléments :

Z	51	52	53	54	55	56
Symbole	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba
Nom	antimoine	tellure	iode	xénon	césium	baryum

QUESTION 1 :

L'iode 131 est un émetteur β^- de période radioactive $T = 8,0$ jours qui se désintègre selon l'équation :



Y représente le noyau formé dans son état fondamental.

- Préciser le nombre de masse A, le numéro atomique Z et le nom du noyau Y.
- Calculer, en MeV, l'énergie cinétique maximale $E_{\beta^- \text{ max}}$ emportée par le rayonnement β^- .

On donne les masses des atomes $M({}_{53}^{131}\text{I}) = 130,906114 \text{ u}$ et $M({}_Z^A\text{Y}) = 130,905072 \text{ u}$ et l'énergie $E_\gamma = 0,364 \text{ MeV}$ du rayonnement γ émis lors du retour à l'état fondamental du noyau Y.

- Calculer la constante radioactive λ , en j^{-1} , de l'iode 131. Donner sa signification physique.
- L'activité de l'iode 131 rejetée lors de l'explosion de Tchernobyl est évaluée à $A_0 = 1,76 \cdot 10^9 \text{ GBq}$. Au bout de combien de jours cette activité est-elle devenue inférieure à 1 Bq?

QUESTION 2 :

Le césium 137 est également un émetteur β^- mais de période radioactive $T = 30,1$ ans. La contamination des sols à la suite de l'explosion est principalement due à ce radionucléide. Selon le comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements atomiques (UNSCEAR), une surface d'aire $S = 10\,000 \text{ km}^2$ de territoire de l'ex-Union Soviétique a été contaminée en 1986 avec du césium 137 produisant une radioactivité surfacique de $555 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-2}$.

- a) Calculer le nombre de noyaux de césium 137 qui correspondent à une activité de 555 kBq.
- b) Calculer la masse, en kg, de césium 137 qui a été déposée sur les territoires contaminés de l'ex-Union Soviétique d'aire $S = 10\,000\text{ km}^2$.
- c) Si on suppose que la décroissance radioactive est la seule cause de décontamination et qu'il n'y a pas de nouvel apport de césium 137, au bout de combien d'années la radioactivité surfacique des territoires contaminés passera-t-elle de 555 kBq.m^{-2} à 37 kBq.m^{-2} , limite inférieure de contamination selon l'UNSCEAR.
- d) Après ingestion accidentelle, le césium 137 se répartit de manière homogène dans tout l'organisme. Sachant que la constante d'élimination effective est $\lambda_e = 0,01007\text{ j}^{-1}$ chez un adulte, calculer la période biologique (en jours) du césium pour l'organisme entier.