

# PASS

## Mercredi 3 mai 2023

Module 7	EPREUVE Chimie	Heure de début 15h45	Durée 1h30	Heure de fin 17h15
----------	-------------------	-------------------------	---------------	-----------------------

### CONSIGNES A LIRE AVANT L'EPREUVE

Vérifiez que votre sujet est complet

L'épreuve comporte :

- 1 cahier questions (10 pages)
- Annexes (4 pages)
- 3 feuilles de brouillon

### IMPORTANT :

**Remplissage de la feuille réponses :**  
**lire consignes et exemple de marquage sur la feuille réponses QCM**

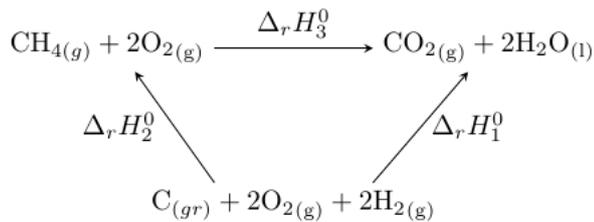
**QCS : une seule réponse exacte**  
**QCM : plusieurs réponses exactes**

Conformément aux dispositions du décret n° 92-657 du 13 juillet 1992, tout étudiant auteur ou complice d'une fraude ou d'une tentative de fraude à l'occasion d'un examen ou concours relève du régime disciplinaire prévu par ledit décret. A ce titre, tout fautif est susceptible d'être traduit devant la Section Disciplinaire du Conseil d'Administration de l'Université, et de se voir appliquer une sanction (avertissement, blâme ou exclusion).

1) QCM - Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont exactes ?

- a) La température T d'un système thermodynamique est une variable intensive.
- b) Le volume V d'un système thermodynamique est une variable d'état extensive.
- c) Le volume molaire  $V_m$  est une variable d'état extensive.
- d) Dans le cas d'une transformation isochore  $\Delta U=W$ .
- e) Une transformation isochore se déroule à pression constante.

2) QCM - On considère les trois transformations suivantes réalisées dans les conditions standards et à T = 298 K.

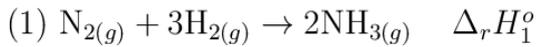
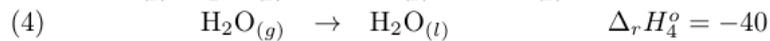
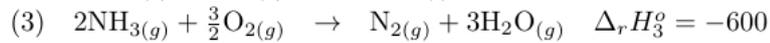
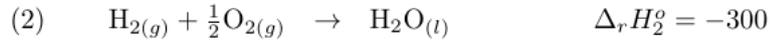


Cocher les propositions vraies.

- a)  $\Delta_r H_1^0 = \Delta_f H^0(\text{CO}_{2(g)}) + 2\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)})$
- b)  $\Delta_r H_3^0 = \Delta_r H_1^0 + \Delta_r H_2^0$
- c)  $\Delta_r H_2^0 = \Delta_f H^0(\text{CH}_{4(g)})$
- d)  $\Delta_r H_3^0 = \Delta_f H^0(\text{CH}_{4(g)}) - \Delta_f H^0(\text{CO}_{2(g)}) + 2\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)})$
- e) À T = 298 K, dans les conditions standards, la grandeur  $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)})$  est associée à la réaction  $\text{H}_{2(l)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

3) QCS - Parmi les éléments suivants, quel est celui qui a une enthalpie standard de formation nulle à 298 K :

- a)  $\text{I}_{2(g)}$
- b)  $\text{Br}_{2(l)}$
- c)  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
- d)  $\text{H}_3\text{O}_{(g)}^+$
- e)  $\text{C}_{\text{diamant}}$

**4) QCM - La réaction de synthèse de l'ammoniac est représentée par l'équation suivante:**Données à 298 K (en  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ):

- a)  $\Delta_r H_4^\circ$  peut s'appeler chaleur latente de sublimation.
- b)  $\Delta_r H_2^\circ$  peut s'appeler enthalpie standard de formation de l'eau liquide.
- c)  $\Delta_r H_1^\circ$  peut s'appeler enthalpie standard de formation de l'ammoniac gazeux.
- d)  $\Delta_r H_1^\circ = -180,0 \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- e)  $\Delta_f H^\circ(\text{NH}_{3(g)}) = 90 \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- 5) QCM - Parmi les paires d'entités suivantes quelles sont celles qui sont des couples Acide/Base:**
- a)  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}_2$
- b)  $\text{NH}^+(\text{CH}_3)_3/\text{N}(\text{CH}_3)_3$
- c)  $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
- d)  $\text{H}^+/\text{H}_{2(g)}$
- e)  $\text{HF}/\text{F}^-$
- 6) QCM - À propos de la molécule  $\text{H}_2\text{O}$  (cocher les bonnes réponses) :**
- a) C'est un ampholyte.
- b) C'est une base forte.
- c) Elle peut jouer le rôle d'acide ou de base selon le couple considéré.
- d) Son équilibre de dissociation est caractérisé par la constante  $K_e = 10^{-14}$ .
- e) Son activité est de 1 en solution aqueuse diluée idéale.
- 7) QCM - Quelles sont les relations justes ?**
- a)  $pH = \log[\text{H}_3\text{O}^+]$
- b)  $pK_a = 10^{-K_a}$
- c)  $K_a K_b = 10^{-14}$
- d)  $K_e = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-]}{(C^\circ)^2}$  pour une eau ultra pure à 25 °C.
- e)  $pK_a \times pK_b = 14$

8) **QCS - Quelle est la concentration des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  dans une solution aqueuse avec  $\text{pH} = 4,00$  ?**

- a)  $4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- b)  $4,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- c)  $0,400 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- d)  $4,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- e)  $10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ .

9) **QCS - Quel est le pH d'une solution aqueuse d'ammoniac  $\text{NH}_3$  de concentration  $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  ?**

Données :  $\text{pK}_a(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3) = 9,2$  à  $25^\circ\text{C}$ .

- a)  $\text{pH} = 10,6$
- b)  $\text{pH} = 3,4$
- c)  $\text{pH} = 2$
- d)  $\text{pH} = 12$
- e)  $\text{pH} = 9,6$

10) **QCM - Quelles affirmations sont justes ?**

- a) Une solution tampon est caractérisée par un pH qui varie peu si et seulement si on dilue cette solution.
- b) Le couple  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$  est une solution tampon.
- c) Le couple  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  permet de maintenir le pH sanguin entre 7,35 et 7,45.
- d) Le pouvoir tampon est maximal quand  $\text{pH} = \text{pK}_a$ .
- e) Les solutions tampon sont notamment utilisées pour étalonner les pH-mètres.

11) **QCM - Les ensembles fondamentaux qui peuvent exister sont les ensembles fondamentaux :**

- a) finis dénombrables.
- b) finis non dénombrables.
- c) infinis dénombrables.
- d) infinis non dénombrables.
- e) semi finis.

12) **QCM - Soit A et B deux événements. Cocher les réponses justes :**

- a)  $A \cap B$  est un événement qui se produit si A et B sont réalisés.
- b)  $A \cup B$  est un événement qui se produit si A et B sont réalisés.
- c) non-A est un événement qui se produit si A n'est pas réalisé.
- d)  $A \cap B = \emptyset$  signifie que A et B sont incompatibles.
- e)  $A \cup B = \emptyset$  signifie que A et B sont incompatibles.

13) **QCS - On mesure un taux sanguin pour une étude préliminaire sur un échantillon de 9 patients et on obtient une moyenne de 5,2 mmol/L et un écart-type de 1 mmol/L. À un seuil de confiance de 95% , le taux de la population doit être compris entre (en mmol/L) :**

- a) 3,2 et 7,2
- b) 4,2 et 6,2
- c) 4,43 et 5,97
- d) 4,53 et 5,87
- e) 4,65 et 5,75

- 14) **QCM - On lance 2 dés à 6 faces et on désigne par  $P(n,m)$ , avec  $n$  et  $m = 1$  à  $6$ , la probabilité de tirer une combinaison  $(n,m)$  donnée. Cocher les réponses justes :**
- Tirer 1 est un événement élémentaire.
  - Tirer  $(1,1)$  est un événement élémentaire.
  - $P(2,2)=1/36$
  - $P(2,2)=1/18$
  - $P(2,2)=P(2,3)$
- 15) **QCS - On réalise un dépistage pour une maladie virale nouvelle. Le test a un taux de vrais positifs de 80 % et un taux de faux positifs de 10 %. La proportion de la population malade est estimée à 1 %. Quelle est la probabilité d'être malade si le résultat d'un test est positif ?**
- env. 0,8
  - env. 0,08
  - env. 0,008
  - env. 0,0008
  - Il manque des données pour répondre.
- 16) **QCM - Soit la réaction suivante qui est à la base d'un système de propulsion d'une fusée :**
- $$a\text{N}_2\text{O}_{4(l)} + b\text{N}_2\text{H}_{4(l)} \rightarrow c\text{N}_{2(g)} + d\text{H}_2\text{O}_{(l)}$$
- $\text{N}_2\text{O}_4$  est réduit en diazote.
  - $\text{N}_2\text{H}_4$  est un agent oxydant.
  - Les nombres stœchiométriques ajustés sont :  $a = 2$  ;  $b = 4$  ;  $c = 3$  ;  $d = 4$ .
  - $\text{N}_2$  est à la fois oxydé et réduit.
  - $\text{N}_2\text{H}_4$  est appelé hydrazine.
- 17) **QCS - Soit la réaction d'oxydoréduction suivante en milieu acide :**
- $$a\text{BaCrO}_{4(s)} + b\text{Fe}_{(aq)}^{2+} + c\text{H}_{(aq)}^+ \rightarrow d\text{Ba}_{(aq)}^{2+} + e\text{Cr}_{(aq)}^{3+} + f\text{Fe}_{(aq)}^{3+} + g\text{H}_2\text{O}_{(l)}$$
- Les nombres stœchiométriques ajustés sont:
- $a = 1$  ;  $b = 1$  ;  $c = 2$  ;  $d = 1$  ;  $e = 1$  ;  $f = 1$  ;  $g = 1$
  - $a = 1$  ;  $b = 3$  ;  $c = 8$  ;  $d = 1$  ;  $e = 1$  ;  $f = 3$  ;  $g = 4$
  - $a = 1$  ;  $b = 3$  ;  $c = 4$  ;  $d = 1$  ;  $e = 1$  ;  $f = 1$  ;  $g = 2$
  - $a = 2$  ;  $b = 3$  ;  $c = 8$  ;  $d = 1$  ;  $e = 2$  ;  $f = 3$  ;  $g = 4$
  - $a = 2$  ;  $b = 2$  ;  $c = 16$  ;  $d = 2$  ;  $e = 2$  ;  $f = 3$  ;  $g = 8$
- 18) **QCS - On réalise une pile zinc-nickel qui met en jeu les couples  $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}/\text{Zn}_{(s)}$  et  $\text{Ni}^{2+}_{(aq)}/\text{Ni}_{(s)}$ , avec un pont salin saturé en KCl.**
- Données :  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$  ;  $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,26 \text{ V}$
- Sélectionner la réponse correcte.
- L'équation de la réaction qui intervient quand la pile est en fonctionnement est la suivante :  

$$\text{Zn}_{(aq)}^{2+} + \text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}_{(s)} + \text{Ni}_{(aq)}^{2+}$$
  - À l'anode, a lieu la réaction suivante :  $\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$
  - L'anode est le siège de la réduction.
  - À la cathode, il y a formation de nickel.
  - Les électrons circulent dans le pont salin.

**19) QCM - Identifier les propositions correctes :**

- a) Le rayon atomique et l'électronégativité varient dans le même sens au sein de la classification périodique.
- b) Dans la famille des halogènes, l'électronégativité diminue du fluor ( $Z = 9$ ) à l'iode ( $Z = 53$ ).
- c) L'électronégativité augmente de droite à gauche le long d'une période de la classification périodique.
- d) L'énergie d'ionisation et l'affinité électronique varient approximativement dans le même sens.
- e) L'énergie d'ionisation comme l'affinité électronique sont toujours positives.

**20) QCM - Identifier les propositions correctes:**

- a) Les métaux sont les éléments doués de la plus grande électronégativité.
- b) L'élément le plus électronégatif est le fluor.
- c) L'échelle d'électronégativité de Pauling dépend des énergies d'ionisation.
- d) L'électronégativité est une grandeur sans unité.
- e) Dans l'échelle de Mulliken, l'élément le plus électronégatif est l'hélium car il est situé en haut à droite dans la classification périodique.

**21) QCS - Quel élément possède le rayon atomique ou ionique le plus petit dans chacune des paires suivantes: (I)  ${}_6\text{C}$  et  ${}_8\text{O}$  (II)  ${}_3\text{Li}$  et  ${}_{37}\text{Rb}^+$  (III)  ${}_{11}\text{Na}^+$  et  ${}_{17}\text{Cl}^-$**

- a)  ${}_8\text{O}$  ;  ${}_3\text{Li}$  ;  ${}_{11}\text{Na}^+$
- b)  ${}_8\text{O}$  ;  ${}_3\text{Li}$  ;  ${}_{17}\text{Cl}^-$
- c)  ${}_6\text{C}$  ;  ${}_3\text{Li}$  ;  ${}_{11}\text{Na}^+$
- d)  ${}_6\text{C}$  ;  ${}_{37}\text{Rb}^+$  ;  ${}_{11}\text{Na}^+$
- e)  ${}_8\text{O}$  ;  ${}_{37}\text{Rb}^+$  ;  ${}_{17}\text{Cl}^-$

**22) QCS - Les halogènes :**

- a) ont tous 5 électrons de valence.
- b) appartiennent à la colonne 17 du tableau périodique.
- c) ont tous la configuration électronique suivante : [Gaz rare]  $ns^2 np^5$ .
- d) ont une énergie d'ionisation faible comparés aux alcalins qui appartiennent à la même période qu'eux.
- e) sont d'autant plus oxydants que leur numéro atomique est élevé.

**23) QCM - Concernant l'hydrogène :**

- a) Il a trois isotopes stables.
- b) C'est un carburant potentiel pour la fusion thermonucléaire.
- c) C'est l'atome dont l'isotope  ${}^2\text{H}$  est observé en Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).
- d) Il présente un seul isotope stable,  ${}^1\text{H}$ .
- e) Une liaison  $\text{E}-{}^2\text{H}$  est en général plus dure à casser qu'une liaison  $\text{E}-{}^1\text{H}$  : c'est l'effet cinétique isotopique.

**24) QCS - Les hydrures :**

- a) Les hydrures connus sont classés en 3 catégories : métalliques, moléculaires et salins.
- b) L'anion hydrure  $\text{H}^-$  est présent dans un composé EH lorsque E a une électronégativité très élevée.
- c) On observe des hydrures moléculaires uniquement avec les éléments de transition (du bloc d) du tableau périodique.
- d) Les éléments du bloc p vont former des liaisons covalentes avec l'hydrogène.
- e) Les alcalins vont former des hydrures métalliques avec l'hydrogène.

25) **QCM - Concernant les alcalins :**

- a)  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont les plus abondants dans le corps humain.
- b) Ils ont une énergie d'ionisation très élevée.
- c) Sous forme métallique, ils sont stables dans l'eau et c'est comme cela qu'ils sont conservés à l'abri de l'air.
- d) Les molécules cages ou cryptands peuvent former des complexes avec les alcalins de manière sélective.
- e) Le test à la flamme permet d'identifier les alcalins à partir de la couleur émise.

26) **QCM - Le nitrure de bore :**

- a) Obtenu par réaction du bore pur avec le diazote de l'air, il est très réactif à l'air.
- b) Il présente un faible coefficient de dilatation thermique ce qui le rend résistant aux chocs thermiques.
- c) Il s'agit d'un composé toxique.
- d) Brillant et doux au toucher, il est utilisé en cosmétique.
- e) Composé isoélectronique du carbone, il peut en adopter les deux structures, de types « graphite » ou « diamant ».

27) **QCS - Concernant les ions dérivés du phosphore :**

- a) L'ion phosphite a pour formule  $\text{PO}_4^{3-}$ .
- b) L'ion hypophosphate  $\text{P}_2\text{O}_6^{4-}$  est un composé majeur en biologie.
- c) Les polyphosphates sont utilisés pour piéger les ions  $\text{Ca}^{2+}$  dans une eau « dure ».
- d) Les phosphates sont toxiques et désormais interdits dans l'industrie agroalimentaire.
- e) L'ion phosphate est absent dans la nature.

28) **QCS - Quelle est la valeur de l'intégrale  $\int_0^1 \frac{x}{x+1} dx$**

- a)  $1 - \ln(2)$
- b) 2
- c) -2
- d)  $1 + \ln(2)$
- e)  $2\sqrt{2}$

29) **QCS - Quelle est la valeur de la primitive de  $x^2 \ln(x)$ , à une constante près ?**

- a)  $\frac{6x^3}{9}$
- b)  $\frac{x^3 \ln(x) - 2x^2}{9}$
- c)  $\frac{3x \ln(x) - 2x^3}{9}$
- d)  $\frac{3x^3 \ln(x) - x^3}{9}$
- e)  $\frac{3x^2 \ln(x) - x^3}{9}$

30) QCS - Quel est le domaine de solution dans  $\mathbb{R}$  de l'inéquation :  $3x^2 - 2x - 1 > 0$  ?

- a)  $S = ] - \infty; -\frac{1}{3}[$
- b)  $S = ] - \infty; -1[ \cup ] \frac{1}{3}; +\infty[$
- c)  $] - \frac{1}{3}; +1[$
- d)  $S = ] - \infty; -\frac{1}{3}[ \cup ] 1; +\infty[$
- e)  $S = ] - \infty; -1[ \cup ] 3; +\infty[$

31) QCM - Parmi les termes suivants, lesquels correspondent à l'incertitude aléatoire:

- a) la fidélité.
- b) le biais.
- c) l'exactitude.
- d) l'incertitude statistique.
- e) l'erreur systématique.

32) QCS - Soit  $u(y, z) = 3yz$ , une fonction de 2 variables non corrélées y et z. La variance sur la fonction u est donnée par :

$$\sigma_u^2 = \sigma_y^2 \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \sigma_z^2 \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + 2\sigma_{yz}^2 \left( \frac{\partial u}{\partial y} \right) \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)$$

Comment s'exprime l'écart type  $\sigma$  de u (noté  $\sigma_u$ ) en fonction de  $\sigma_y$  et  $\sigma_z$  ?

- a)  $\sigma_u = \sigma_y + \sigma_z$
- b)  $\sigma_u = 3(\sigma_y + \sigma_z)$
- c)  $\frac{\sigma_u}{u} = \frac{\sigma_y}{y} + \frac{\sigma_z}{z}$
- d)  $\left( \frac{\sigma_u}{u} \right)^2 = \left( 3 \frac{\sigma_y}{y} \right)^2 + \left( 3 \frac{\sigma_z}{z} \right)^2$
- e)  $\left( \frac{\sigma_u}{u} \right)^2 = \left( \frac{\sigma_y}{y} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_z}{z} \right)^2$

- 33) **QCM - Quelles sont les valeurs équivalentes à  $\cos\left(\frac{2\pi}{3}\right)$  ?**
- a)  $+1/2$
  - b)  $-1/2$
  - c)  $-\sin\left(\frac{\pi}{6}\right)$
  - d)  $-\cos\left(\frac{\pi}{3}\right)$
  - e)  $-\cos\left(-\frac{\pi}{3}\right)$
- 34) **QCS - Dans la loi d'Arrhenius, quelle est l'unité de l'énergie d'activation,  $E_a$ , dans le système international ?**
- a)  $\text{J.mol}^{-1}$
  - b)  $\text{K.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$
  - c)  $\text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
  - d)  $\text{L.mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$
  - e)  $\text{m}^3.\text{mol}^{-1}.\text{s}^{-1}$
- 35) **QCS - Dans la statistique de Maxwell-Boltzmann, comment s'organisent les vitesses caractéristiques des particules ?**
- a) vitesse quadratique moyenne < vitesse la plus probable < vitesse moyenne
  - b) vitesse la plus probable < vitesse quadratique moyenne < vitesse moyenne
  - c) vitesse moyenne < vitesse quadratique moyenne < vitesse la plus probable
  - d) vitesse moyenne < vitesse la plus probable < vitesse quadratique moyenne
  - e) vitesse la plus probable < vitesse moyenne < vitesse quadratique moyenne
- 36) **QCM - Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont vraies ?**
- a) La constante de vitesse d'une réaction dépend de la température.
  - b) Dans la théorie des collisions, les particules composant le gaz sont considérées comme des sphères dures, indéformables, et sans interaction entre elles, sauf lors d'une collision.
  - c) Dans la loi d'Arrhenius, le facteur pré-exponentiel,  $A$ , dépend exponentiellement de la pression.
  - d) Pour une réaction élémentaire, les ordres partiels sont égaux aux coefficients stœchiométriques.
  - e) Pour une réaction élémentaire de type  $A + B \rightarrow \text{Produits}$ , la concentration de  $[A]$  est une fonction linéaire du temps.

- 37) QCS - Soit la réaction élémentaire,  $A \rightarrow \text{Produits}$ ,  $[A]_0$  étant la concentration initiale et  $k$ , la constante de vitesse, le temps de demi-réaction,  $t_{1/2}$ , s'écrit :
- a)  $\frac{\ln(2)}{k[A]_0}$
  - b)  $\frac{[A]_0}{2k}$
  - c)  $\frac{1}{2k[A]_0}$
  - d)  $\frac{\ln(2)}{k}$
  - e)  $\frac{\ln[A]_0}{2k}$
- 38) QCS - Si  $\ln[A]$  diminue linéairement au cours du temps, il est possible d'en déduire que l'ordre de la réaction est:
- a) 0
  - b) 1
  - c) 2
  - d) 3
  - e) on ne peut rien conclure sur l'ordre de la réaction.

## 1 Probabilités

$$Pr(A \cup B) = Pr(A) + Pr(B) - Pr(A \cap B)$$

$$Pr(A/B) = \frac{Pr(A \cap B)}{Pr(B)} = \frac{Pr(B/A)Pr(A)}{Pr(B)} = \frac{Pr(B/A)Pr(A)}{Pr(B/A)Pr(A) + Pr(B/\bar{A})Pr(\bar{A})}$$

## 2 Variables aléatoires

$$\text{var}(X) = \mathbb{E}((X - \mathbb{E}(X))^2) = \mathbb{E}(X^2) - \mathbb{E}(X)^2$$

### 2.1 Variables aléatoires discrètes

$$\mathbb{E}(X) = \sum_i x_i p_i ; \text{var}(X) = \sum_i (x_i - \mathbb{E}(X))^2 p_i$$

$$\text{Loi binomiale : } Pr(X = k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k} \quad \mathbb{E}(X) = np \quad \text{var}(X) = np(1-p)$$

$$\text{Loi de Poisson : } Pr(X = k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!} \quad \mathbb{E}(X) = \lambda \quad \text{var}(X) = \lambda$$

### 2.2 Variables aléatoires continues

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt ; \mathbb{E}(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx ; \text{var}(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mathbb{E}(X))^2 f(x) dx$$

$$\text{Loi normale : } f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) ; \mathbb{E}(X) = \mu ; \text{var}(X) = \sigma^2$$

## 3 Statistiques

$$\mu \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} ; m \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2}{n}} ; \pi \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} ; p \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

## 4 Tests statistiques

$$z = \frac{m - \mu_0}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} ; z = \frac{m_A - m_B}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A} + \frac{s_B^2}{n_B}}} ; z = \frac{p - \pi_0}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}} ; z = \frac{p_A - p_B}{\sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n_A} + \frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n_B}}} \text{ avec } \hat{p} = \frac{n_A p_A + n_B p_B}{n_A + n_B}$$

$$t = \frac{|m_A - m_B|}{\sqrt{\frac{s^2}{n_A} + \frac{s^2}{n_B}}} \text{ avec } s^2 = \frac{(n_A - 1)s_A^2 + (n_B - 1)s_B^2}{n_A + n_B - 2} \text{ comparé } t_{n_A + n_B - 2} ; 5\%$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(C_i - O_i)^2}{C_i}, \quad ddl = k - 1$$

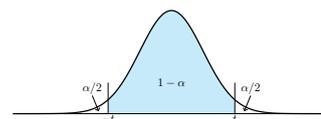
## 5 Valeurs approchées

$$\sqrt{2} \approx 1,4 ; \sqrt{3} \approx 1,7 ; \sqrt{5} \approx 2,2 ; \sqrt{6} \approx 2,4 ; \sqrt{7} \approx 2,6 ; \sqrt{8} \approx 2,8 ; \sqrt{10} \approx 3,2 ; \sqrt{11} \approx 3,3$$

$$\sqrt{12} \approx 3,5 ; \sqrt{13} \approx 3,6 ; \sqrt{14} \approx 3,7 ; \sqrt{15} \approx 3,9 ; \sqrt{17} \approx 4,1 ; \sqrt{18} \approx 4,2 ; \sqrt{19} \approx 4,4 ; \sqrt{20} \approx 4,5$$

## Table de la loi de Student

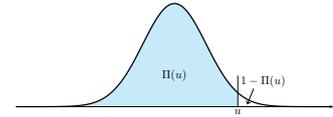
Valeur  $t$  ayant la probabilité  $\alpha$  d'être dépassée en valeur absolue :  
 $P(-t < T < t) = 1 - \alpha$ .



ddl \ $\alpha$	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,001
1	0,1584	0,3249	0,5095	0,7265	1	1,3764	1,9626	3,0777	6,3137	12,706	31,821	63,656	127,32	636,58
2	0,1421	0,2887	0,4447	0,6172	0,8165	1,0607	1,3862	1,8856	2,92	4,3027	6,9645	9,925	14,089	31,6
3	0,1366	0,2767	0,4242	0,5844	0,7649	0,9785	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8408	7,4532	12,924
4	0,1338	0,2707	0,4142	0,5686	0,7407	0,941	1,1896	1,5332	2,1318	2,7765	3,7469	4,6041	5,5975	8,6101
5	0,1322	0,2672	0,4082	0,5594	0,7267	0,9195	1,1558	1,4759	2,015	2,5706	3,3649	4,0321	4,7733	6,8685
6	0,1311	0,2648	0,4043	0,5534	0,7176	0,9057	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074	4,3168	5,9587
7	0,1303	0,2632	0,4015	0,5491	0,7111	0,896	1,1192	1,4149	1,8946	2,3646	2,9979	3,4995	4,0294	5,4081
8	0,1297	0,2619	0,3995	0,5459	0,7064	0,8889	1,1081	1,3968	1,8595	2,306	2,8965	3,3554	3,8325	5,0414
9	0,1293	0,261	0,3979	0,5435	0,7027	0,8834	1,0997	1,383	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498	3,6896	4,7809
10	0,1289	0,2602	0,3966	0,5415	0,6998	0,8791	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693	3,5814	4,5868
11	0,1286	0,2596	0,3956	0,5399	0,6974	0,8755	1,0877	1,3634	1,7959	2,201	2,7181	3,1058	3,4966	4,4369
12	0,1283	0,259	0,3947	0,5386	0,6955	0,8726	1,0832	1,3562	1,7823	2,1788	2,681	3,0545	3,4284	4,3178
13	0,1281	0,2586	0,394	0,5375	0,6938	0,8702	1,0795	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123	3,3725	4,2209
14	0,128	0,2582	0,3933	0,5366	0,6924	0,8681	1,0763	1,345	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768	3,3257	4,1403
15	0,1278	0,2579	0,3928	0,5357	0,6912	0,8662	1,0735	1,3406	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467	3,286	4,0728
16	0,1277	0,2576	0,3923	0,535	0,6901	0,8647	1,0711	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208	3,252	4,0149
17	0,1276	0,2573	0,3919	0,5344	0,6892	0,8633	1,069	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982	3,2224	3,9651
18	0,1274	0,2571	0,3915	0,5338	0,6884	0,862	1,0672	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784	3,1966	3,9217
19	0,1274	0,2569	0,3912	0,5333	0,6876	0,861	1,0655	1,3277	1,7291	2,093	2,5395	2,8609	3,1737	3,8833
20	0,1273	0,2567	0,3909	0,5329	0,687	0,86	1,064	1,3253	1,7247	2,086	2,528	2,8453	3,1534	3,8496
21	0,1272	0,2566	0,3906	0,5325	0,6864	0,8591	1,0627	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314	3,1352	3,8193
22	0,1271	0,2564	0,3904	0,5321	0,6858	0,8583	1,0614	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188	3,1188	3,7922
23	0,1271	0,2563	0,3902	0,5317	0,6853	0,8575	1,0603	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073	3,104	3,7676
24	0,127	0,2562	0,39	0,5314	0,6848	0,8569	1,0593	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,797	3,0905	3,7454
25	0,1269	0,2561	0,3898	0,5312	0,6844	0,8562	1,0584	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874	3,0782	3,7251
26	0,1269	0,256	0,3896	0,5309	0,684	0,8557	1,0575	1,315	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787	3,0669	3,7067
27	0,1268	0,2559	0,3894	0,5306	0,6837	0,8551	1,0567	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707	3,0565	3,6895
28	0,1268	0,2558	0,3893	0,5304	0,6834	0,8546	1,056	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633	3,047	3,6739
29	0,1268	0,2557	0,3892	0,5302	0,683	0,8542	1,0553	1,3114	1,6991	2,0452	2,462	2,7564	3,038	3,6595
30	0,1267	0,2556	0,389	0,53	0,6828	0,8538	1,0547	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,75	3,0298	3,646
31	0,1267	0,2555	0,3889	0,5298	0,6825	0,8534	1,0541	1,3095	1,6955	2,0395	2,4528	2,744	3,0221	3,6335
32	0,1267	0,2555	0,3888	0,5297	0,6822	0,853	1,0535	1,3086	1,6939	2,0369	2,4487	2,7385	3,0149	3,6218
33	0,1266	0,2554	0,3887	0,5295	0,682	0,8526	1,053	1,3077	1,6924	2,0345	2,4448	2,7333	3,0082	3,6109
34	0,1266	0,2553	0,3886	0,5294	0,6818	0,8523	1,0525	1,307	1,6909	2,0322	2,4411	2,7284	3,002	3,6007
35	0,1266	0,2553	0,3885	0,5292	0,6816	0,852	1,052	1,3062	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238	2,9961	3,5911
36	0,1266	0,2552	0,3884	0,5291	0,6814	0,8517	1,0516	1,3055	1,6883	2,0281	2,4345	2,7195	2,9905	3,5821
37	0,1265	0,2552	0,3883	0,5289	0,6812	0,8514	1,0512	1,3049	1,6871	2,0262	2,4314	2,7154	2,9853	3,5737
38	0,1265	0,2551	0,3882	0,5288	0,681	0,8512	1,0508	1,3042	1,686	2,0244	2,4286	2,7116	2,9803	3,5657
39	0,1265	0,2551	0,3882	0,5287	0,6808	0,8509	1,0504	1,3036	1,6849	2,0227	2,4258	2,7079	2,9756	3,5581
40	0,1265	0,255	0,3881	0,5286	0,6807	0,8507	1,05	1,3031	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045	2,9712	3,551
50	0,1263	0,2547	0,3875	0,5278	0,6794	0,8489	1,0473	1,2987	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778	2,937	3,496
60	0,1262	0,2545	0,3872	0,5272	0,6786	0,8477	1,0455	1,2958	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603	2,9146	3,4602
70	0,1261	0,2543	0,3869	0,5268	0,678	0,8468	1,0442	1,2938	1,6669	1,9944	2,3808	2,6479	2,8987	3,435
100	0,126	0,254	0,3864	0,5261	0,677	0,8452	1,0418	1,2901	1,6602	1,984	2,3642	2,6259	2,8707	3,3905
$\infty$	0,1257	0,2533	0,3853	0,5244	0,6744	0,8416	1,0364	1,2816	1,6449	1,96	2,3264	2,5759	2,8072	3,2908

## Table de la loi normale centrée réduite cumulée

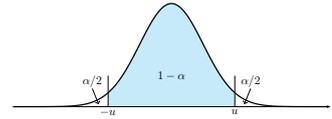
Probabilité de trouver une valeur inférieure à  $u$ . Exemple : La probabilité de trouver une valeur inférieure à  $u = 0,53$  est  $\Pi(u) = 0,70194$ , à l'intersection de la ligne 0,5 et de la colonne 0,03.



$u$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,50000	0,50399	0,50798	0,51197	0,51595	0,51994	0,52392	0,52790	0,53188	0,53586
0,1	0,53983	0,54380	0,54776	0,55172	0,55567	0,55962	0,56356	0,56749	0,57142	0,57535
0,2	0,57926	0,58317	0,58706	0,59095	0,59483	0,59871	0,60257	0,60642	0,61026	0,61409
0,3	0,61791	0,62172	0,62552	0,62930	0,63307	0,63683	0,64058	0,64431	0,64803	0,65173
0,4	0,65542	0,65910	0,66276	0,66640	0,67003	0,67364	0,67724	0,68082	0,68439	0,68793
0,5	0,69146	0,69497	0,69847	0,70194	0,70540	0,70884	0,71226	0,71566	0,71904	0,72240
0,6	0,72575	0,72907	0,73237	0,73565	0,73891	0,74215	0,74537	0,74857	0,75175	0,75490
0,7	0,75804	0,76115	0,76424	0,76730	0,77035	0,77337	0,77637	0,77935	0,78230	0,78524
0,8	0,78814	0,79103	0,79389	0,79673	0,79955	0,80234	0,80511	0,80785	0,81057	0,81327
0,9	0,81594	0,81859	0,82121	0,82381	0,82639	0,82894	0,83147	0,83398	0,83646	0,83891
1,0	0,84134	0,84375	0,84614	0,84849	0,85083	0,85314	0,85543	0,85769	0,85993	0,86214
1,1	0,86433	0,86650	0,86864	0,87076	0,87286	0,87493	0,87698	0,87900	0,88100	0,88298
1,2	0,88493	0,88686	0,88877	0,89065	0,89251	0,89435	0,89617	0,89796	0,89973	0,90147
1,3	0,90320	0,90490	0,90658	0,90824	0,90988	0,91149	0,91309	0,91466	0,91621	0,91774
1,4	0,91924	0,92073	0,92220	0,92364	0,92507	0,92647	0,92785	0,92922	0,93056	0,93189
1,5	0,93319	0,93448	0,93574	0,93699	0,93822	0,93943	0,94062	0,94179	0,94295	0,94408
1,6	0,94520	0,94630	0,94738	0,94845	0,94950	0,95053	0,95154	0,95254	0,95352	0,95449
1,7	0,95543	0,95637	0,95728	0,95818	0,95907	0,95994	0,96080	0,96164	0,96246	0,96327
1,8	0,96407	0,96485	0,96562	0,96638	0,96712	0,96784	0,96856	0,96926	0,96995	0,97062
1,9	0,97128	0,97193	0,97257	0,97320	0,97381	0,97441	0,97500	0,97558	0,97615	0,97670
2,0	0,97725	0,97778	0,97831	0,97882	0,97932	0,97982	0,98030	0,98077	0,98124	0,98169
2,1	0,98214	0,98257	0,98300	0,98341	0,98382	0,98422	0,98461	0,98500	0,98537	0,98574
2,2	0,98610	0,98645	0,98679	0,98713	0,98745	0,98778	0,98809	0,98840	0,98870	0,98899
2,3	0,98928	0,98956	0,98983	0,99010	0,99036	0,99061	0,99086	0,99111	0,99134	0,99158
2,4	0,99180	0,99202	0,99224	0,99245	0,99266	0,99286	0,99305	0,99324	0,99343	0,99361
2,5	0,99379	0,99396	0,99413	0,99430	0,99446	0,99461	0,99477	0,99492	0,99506	0,99520
2,6	0,99534	0,99547	0,99560	0,99573	0,99585	0,99598	0,99609	0,99621	0,99632	0,99643
2,7	0,99653	0,99664	0,99674	0,99683	0,99693	0,99702	0,99711	0,99720	0,99728	0,99736
2,8	0,99744	0,99752	0,99760	0,99767	0,99774	0,99781	0,99788	0,99795	0,99801	0,99807
2,9	0,99813	0,99819	0,99825	0,99831	0,99836	0,99841	0,99846	0,99851	0,99856	0,99861
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

## Table bilatérale de la loi normale centrée réduite

Valeur  $u_\alpha$  telle que  $Pr(|z| > u_\alpha)$



$Pr( z  > u_\alpha)$	$u_\alpha$	$Pr( z  > u_\alpha)$	$u_\alpha$
0,000001	5,066	0,25	1,150
0,00001	4,414	0,30	1,036
0,0001	3,891	0,35	0,935
0,001	3,290	0,40	0,842
0,01	2,576	0,45	0,755
0,02	2,326	0,50	0,674
0,03	2,170	0,55	0,598
0,04	2,054	0,60	0,524
0,05	1,960	0,65	0,454
0,06	1,881	0,70	0,385
0,07	1,812	0,75	0,319
0,08	1,751	0,80	0,253
0,09	1,695	0,85	0,189
0,10	1,645	0,90	0,126
0,11	1,598	0,95	0,063
0,12	1,555	0,96	0,050
0,13	1,514	0,97	0,038
0,14	1,476	0,98	0,025
0,15	1,440	0,99	0,013
0,20	1,282	0,999	0,001