BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

SOUS ÉPREUVE : MATHÉMATIQUES

GROUPEMENT D

Session 2014

Durée : 2 heures

Spécialité	**Coefficient**
Analyses de biologie médicale	1
Bio analyses et contrôles	2
Biotechnologie	1,5
Hygiène-propreté-environnement	2
Industries plastiques-europlastic à référentiel commun européen	1,5
Métiers de l'eau	1,5
Peintures, encres et adhésifs	2
Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries	2

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé. Le formulaire de mathématiques est joint au sujet.
La calculatrice (conforme à la circulaire n°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

Dès que le sujet vous est remis assurez-vous qu'il est complet
Ce sujet comporte 6 pages (y compris celle-ci)

EXERCICE 1 (10 points)

Une société agro alimentaire produit des plats cuisinés. Elle utilise pour cela des pièces de viande de 2 kg initialement congelées à une température de -21°C. On considère par la suite que les pièces de viande sont identiques.

Lors de la décongélation, les pièces de viande sont placées dans une zone d'un réfrigérateur maintenue à une température constante de T°C. L'entreprise doit respecter des contraintes sanitaires et des contraintes liées à la qualité gustative des produits qu'elle fabrique.

Elle mène pour cela une étude sur l'évolution de la température au cœur d'une pièce de viande au cours de la décongélation.

La loi de refroidissement de Newton permet théoriquement, sous certaines conditions, de modéliser cette évolution, en fonction du temps, par une fonction θ vérifiant :

$$\theta'(t) = k(\theta(t) - \mathrm{T}) \qquad \text{(E)}$$

où
- k est une constante liée aux caractéristiques de la pièce de viande,
- T est la température de la zone du réfrigérateur dans laquelle est placée la viande,
- t est la durée, exprimée en heure, écoulée depuis le début de la décongélation
- et $\theta(t)$ est la température, exprimée en degré Celsius (°C), au cœur de la pièce de viande après t heures de décongélation.

Les parties A, B et C peuvent être traitées de façon indépendante.

PARTIE A : Détermination de la constante k

Le réglage standard d'un réfrigérateur domestique est de T=5°C.
On place une des pièces de viande dans une zone du réfrigérateur maintenue à cette température.
L'évolution de la température au cœur de la pièce de viande est suivie à l'aide de sondes thermocouples et mène aux relevés suivants :

i	1	2	3	4	5	6
t_i : durée écoulée, en heure.	0	5	10	15	20	25
θ_i : température en degré Celsius	-21	$-5{,}1$	1,1	3,5	4,4	4,8

1. On pose $z_i = \ln(5 - \theta_i)$. Donner les valeurs de z_i pour i variant de 1 à 6. Arrondir au centième.

2. Donner une équation de la droite d'ajustement affine de z en t par la méthode des moindres carrés sous la forme $z = at + b$. Arrondir au centième les valeurs de a et b.

3. En déduire que l'on peut estimer la température au cœur de la pièce de viande après t heures (t compris entre 0 et 25) par : $\theta(t) = -26{,}58e^{-0{,}19t} + 5$.

4. Calculer $\theta'(t)$ et $\theta(t) - 5$.
Justifier que le modèle de l'équation (E) (donnée dans le préambule de l'exercice) s'applique dans le cas présent avec des constantes k et T dont on donnera les valeurs.

PARTIE B : Durée de décongélation

On considère qu'une pièce de viande est décongelée lorsque la température au cœur de la viande est supérieure ou égale à 0°C.

Une viande décongelée donne, lorsqu'on la consomme après cuisson, l'illusion du produit frais si sa décongélation a duré **au moins 12 heures**.

L'ajustement effectué dans la partie A permet d'estimer qu'une pièce de viande de 2kg décongèle dans une zone du réfrigérateur maintenue à $T = 5°C$ en 8h 50 min, ce qui ne convient pas.

Par souci de **qualité gustative**, la société agro alimentaire décide donc de décongeler plus lentement la viande en la plaçant dans une zone plus froide du réfrigérateur. Par ailleurs, si on décongèle une pièce de viande à une température supérieure à 2°C, il y a reprise de la prolifération de certaines bactéries.
On choisit donc $T = 2°C$.

D'après la loi de Newton, la température de la pièce de viande est modélisée par une fonction θ vérifiant :

$$\theta'(t) = -0{,}19\,(\theta(t) - 2)\text{, c'est-à-dire } \theta'(t) + 0{,}19\,\theta(t) = 0{,}38.$$

1. Résolution d'une équation différentielle

On considère l'équation différentielle (E) : $y' + 0{,}19y = 0{,}38$, où y est une fonction de la variable t, définie et dérivable sur l'intervalle [0 ; + ∞ [et y' la fonction dérivée de la fonction y.

a) Déterminer les solutions sur l'intervalle [0 ; + ∞ [de l'équation différentielle

$$(E_0) : y' + 0{,}19y = 0$$

b) Soit h la fonction définie sur l'intervalle [0 ; + ∞ [par $h(t) = c$, où c est un nombre réel.
Déterminer le nombre réel c pour que la fonction h soit une solution particulière de l'équation différentielle (E).

c) En déduire l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E).

2. Détermination de la fonction θ

On rappelle que θ est solution de l'équation (E) et que $\theta(0) = -21$.

a) Justifier que : $\theta(t) = -\,23e^{-0{,}19t} + 2$.

b) Déterminer $\lim\limits_{t \to +\infty} \theta(t)$. Interpréter le résultat obtenu dans le contexte concret étudié.

3. Durée de décongélation

a) Estimer le temps nécessaire pour que les pièces de viande, placées dans une zone du réfrigérateur maintenue à T =2°C, soient décongelées.
Plusieurs méthodes peuvent être employées. Le candidat devra indiquer celle qu'il a choisie et en donner les étapes.

b) La viande ainsi décongelée donnera-t-elle, lorsqu'on la consommera, l'illusion du produit frais ?

PARTIE C : Prise en compte de la règlementation sanitaire

Initialement, la concentration bactérienne dans les pièces de viande congelées utilisées par la société agro alimentaire est estimée à 50 bactéries par gramme.
On admet qu'à partir du moment où la viande est décongelée, les bactéries reprennent leur prolifération et que, tant que la viande est laissée dans une zone du réfrigérateur maintenue à 2°C, la vitesse de croissance de la concentration bactérienne à l'instant t (exprimé en heure) est modélisée sur l'intervalle $[0\ ;+\infty[$ par : $v(t)=3e^{0,06t}$.

La concentration bactérienne (exprimée en bactéries par gramme) de la viande à l'instant t est donc modélisée par la primitive G_0 de la fonction v qui vérifie $\mathrm{G}_0(0)=50$.

1. Détermination de la fonction G_0

a) Déterminer **les** primitives G de la fonction v.

b) En déduire l'expression de $\mathrm{G}_0(t)$ pour t supérieur ou égal à 0.

2. Le niveau de tolérance fixé par la règlementation sanitaire de plusieurs pays est de 100 bactéries par gramme pour la viande que l'on cuisine.

Un lot de pièces de viande termine sa décongélation à 18h, un soir de la semaine.
Si les employés le laissent au réfrigérateur, à 2°C, et ne le cuisinent que le lendemain à 8h, la règlementation sanitaire de ces pays sera-t-elle respectée ?

EXERCICE 2 (10 points)

Les probabilités demandées dans cet exercice peuvent être calculées en utilisant le formulaire joint au sujet ou la calculatrice. Quelle que soit l'option retenue on fera figurer sur la copie ***les étapes de la démarche suivie****.*

Les parties A, B et C peuvent être traitées de façon indépendante.

Une usine fabrique en série des pompes de surface destinées à l'irrigation agricole.
Le cahier des charges demande que ces pompes aient un débit de $6 m^3.h^{-1}$ (6 mètres cubes par heure) avec une tolérance de $\pm 0{,}25 m^3.h^{-1}$.
En sortie de chaîne de fabrication, une pompe peut présenter deux types de défauts indépendants : un défaut de débit et un défaut mécanique.

PARTIE A : le défaut mécanique

Une étude statistique permet d'estimer que 1% des pompes fabriquées présente un défaut mécanique.
Les pompes sont conditionnées par caisses de cinquante.
On considère, pour l'étude, que la constitution d'une caisse peut être assimilée à un prélèvement au hasard et avec remise de cinquante pompes dans la production, très importante, de l'usine.

On note X la variable aléatoire qui, à chaque caisse de cinquante pompes, associe le nombre de pompes présentant un défaut mécanique.

1. Justifier que X suit une loi binomiale et préciser les paramètres de cette loi.

2. a) Calculer la probabilité qu'une caisse contienne une pompe présentant un défaut mécanique. Arrondir le résultat au millième.

b) Calculer la probabilité qu'une caisse contienne au moins deux pompes présentant un défaut mécanique. Arrondir le résultat au millième.

3. On décide d'approcher la loi de X par une loi de Poisson de paramètre λ.
a) Quelle valeur du paramètre λ choisit-on ? Justifier.

b) On note Y une variable aléatoire suivant une loi de Poisson de paramètre λ
En utilisant la variable aléatoire Y, estimer la probabilité qu'une caisse contienne au moins quatre pompes présentant un défaut mécanique. Arrondir le résultat au millième.

PARTIE B : le défaut de débit

Une pompe est conforme au cahier des charges pour le débit si celui-ci est compris entre $5{,}75 m^3.h^{-1}$ et $6{,}25 m^3.h^{-1}$. Dans le cas contraire, la pompe présente un défaut de débit.
On note Z la variable aléatoire qui associe à chaque pompe produite son débit exprimé en $m^3.h^{-1}$. On suppose que la variable aléatoire Z suit une loi normale de moyenne $m = 6$ et d'écart type $s = 0{,}15$.

Calculer la probabilité qu'une pompe, prélevée au hasard dans la production, présente un défaut de débit. Arrondir le résultat au millième.

PARTIE C : estimation du débit moyen des pompes d'une livraison

Une entreprise commande un nombre important de pompes.

Lors de la livraison, le service qualité de l'entreprise cherche à estimer la moyenne inconnue μ, exprimée en $m^3.h^{-1}$, des débits des pompes qui lui sont livrées à partir de mesures faites sur un échantillon de cinquante pompes prises dans la livraison.

On considère que cet échantillon peut être assimilé à un prélèvement au hasard et avec remise de cinquante pompes dans la livraison.

1. Les résultats des mesures effectuées sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Débit en $m^3.h^{-1}$	5,7	5,8	5,9	6	6,1	6,2	6,3
Nombre de pompes	9	8	10	9	10	3	1

Calculer la moyenne et l'écart type de la série de mesures ci-dessus. On arrondira l'écart-type au millième.

2. On note $\overline{X}$ la variable aléatoire qui, à chaque échantillon de 50 pompes choisies au hasard dans la livraison, associe la moyenne des débits de ces 50 pompes, exprimée en $m^3.h^{-1}$.

On admet que $\overline{X}$ suit la loi normale de moyenne inconnue μ et d'écart type $\frac{0{,}16}{\sqrt{50}}$.

a) Déterminer un nombre a tel que $P(\mu - a \leq \overline{X} \leq \mu + a) = 0{,}95$.

Donner une valeur approchée au millième par excès de a.

b) Donner un intervalle de confiance de la moyenne μ des débits des pompes livrées avec un coefficient de confiance supérieur ou égal à 95%.

FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES

BTS : groupement D

ANALYSES DE BIOLOGIE MEDICALE

BIO ANALYSES ET CONTRÔLES

BIOTECHNOLOGIE

HYGIÈNE-PROPRETÉ-ENVIRONNEMENT

INDUSTRIES PLASTIQUES – EUROPLASTIC-A REFERENTIEL COMMUN EUROPEEN

MÉTIERS DE L'EAU

PEINTURES, ENCRES ET ADHÉSIFS

QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

Plusieurs résultats figurant dans ce formulaire ne sont pas au programme de TOUTES les spécialités de BTS appartenant à ce groupement.

1. *RELATIONS FONCTIONNELLES*

$\ln(ab) = \ln a + \ln b$, où $a > 0$ et $b > 0$

$\exp(a+b) = \exp a \times \exp b$

$a^t = e^{t \ln a}$, où $a > 0$

$t^\alpha = e^{\alpha \ln t}$, où $t > 0$

$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$

$\sin(a+b) = \sin a \cos b + \cos a \sin b$

$\cos(2t) = 2\cos^2 t - 1 = 1 - 2\sin^2 t$

$\sin(2t) = 2 \sin t \cos t$

$e^{it} = \cos t + i \sin t$

$\cos t = \frac{1}{2}\left(e^{it} + e^{-it}\right)$

$\sin t = \frac{1}{2i}\left(e^{it} - e^{-it}\right)$

$e^{at} = e^{\alpha t}(\cos(\beta t) + i \sin(\beta t))$, où $a = \alpha + i\beta$

2. *CALCUL DIFFERENTIEL ET INTEGRAL*

a) Limites usuelles

Comportement à l'infini

$\lim\limits_{t \to +\infty} \ln t = +\infty$;

$\lim\limits_{t \to +\infty} e^t = +\infty$;

$\lim\limits_{t \to -\infty} e^t = 0$;

Si $\alpha > 0$, $\lim\limits_{t \to +\infty} t^\alpha = +\infty$; si $\alpha < 0$, $\lim\limits_{t \to +\infty} t^\alpha = 0$

Croissances comparées à l'infini

Si $\alpha > 0$, $\lim\limits_{t \to +\infty} \frac{e^t}{t^\alpha} = +\infty$

Si $\alpha > 0$, $\lim\limits_{t \to +\infty} \frac{\ln t}{t^\alpha} = 0$

Comportement à l'origine

$\lim\limits_{t \to 0} \ln t = -\infty$

Si $\alpha > 0$, $\lim\limits_{t \to 0} t^\alpha = 0$; si $\alpha < 0$, $\lim\limits_{t \to 0} t^\alpha = +\infty$

Si $\alpha > 0$, $\lim\limits_{t \to 0} t^\alpha \ln t = 0$.

b) Dérivées et primitives

Fonctions usuelles

$f(t)$	$f'(t)$	$f(t)$	$f'(t)$
$\ln t$	$\dfrac{1}{t}$	$\operatorname{Arc}\sin t$	$\dfrac{1}{\sqrt{1-t^2}}$
e^t	e^t	$\operatorname{Arc}\tan t$	$\dfrac{1}{1+t^2}$
$t^\alpha \quad (\alpha \in \mathbb{R})$	$\alpha t^{\alpha-1}$	$e^{at} \quad (a \in \mathbb{C})$	ae^{at}
$\sin t$	$\cos t$		
$\cos t$	$-\sin t$		
$\tan t$	$\dfrac{1}{\cos^2 t} = 1 + \tan^2 t$		

Opérations

$$(u+v)' = u' + v'$$

$$(ku)' = ku'$$

$$(uv)' = u'v + uv'$$

$$\left(\frac{1}{u}\right)' = -\frac{u'}{u^2}$$

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$$

$$(v \circ u)' = (v' \circ u)u'$$

$$(e^u)' = e^u u'$$

$(\ln u)' = \dfrac{u'}{u}$, u à valeurs strictement positives

$$(u^\alpha)' = \alpha u^{\alpha-1} u'$$

c) Calcul intégral

Valeur moyenne de f sur $[a, b]$:

$$\frac{1}{b-a}\int_a^b f(t)\,\mathrm{d}t$$

Intégration par parties :

$$\int_a^b u(t)\,v'(t)\,\mathrm{d}t = [u(t)v(t)]_a^b - \int_a^b u'(t)\,v(t)\,\mathrm{d}t$$

d) Développements limités

$$e^t = 1 + \frac{t}{1!} + \frac{t^2}{2!} + \cdots + \frac{t^n}{n!} + t^n \varepsilon(t)$$

$$\frac{1}{1+t} = 1 - t + t^2 + \cdots + (-1)^n t^n + t^n \varepsilon(t)$$

$$\ln(1+t) = t - \frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{3} + \cdots + (-1)^{n-1}\frac{t^n}{n} + t^n \varepsilon(t)$$

$$\sin t = \frac{t}{1!} - \frac{t^3}{3!} + \frac{t^5}{5!} + \cdots + (-1)^p \frac{t^{2p+1}}{(2p+1)!} + t^{2p+1}\varepsilon(t)$$

$$\cos t = 1 - \frac{t^2}{2!} + \frac{t^4}{4!} + \cdots + (-1)^p \frac{t^{2p}}{(2p)!} + t^{2p}\varepsilon(t)$$

$$(1+t)^\alpha = 1 + \frac{\alpha}{1!}t + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2!}t^2 + \cdots + \frac{\alpha(\alpha-1)\cdots(\alpha-n+1)}{n!}t^n + t^n \varepsilon(t)$$

e) Equations différentielles

Équations	Solutions sur un intervalle I
$a(t)x' + b(t)x = 0$	$f(t) = ke^{-G(t)}$ où G est une primitive de $t \mapsto \dfrac{b(t)}{a(t)}$
$ax'' + bx' + cx = 0$ équation caractéristique : $ar^2 + br + c = 0$ de discriminant Δ	Si $\Delta > 0$, $f(t) = \lambda e^{r_1 t} + \mu e^{r_2 t}$ .... où r_1 et r_2 sont les racines de l'équation caractéristique Si $\Delta = 0$, $f(t) = (\lambda t + \mu)e^{rt}$ .... où r est la racine double de l'équation caractéristique Si $\Delta < 0$, $f(t) = [\lambda\cos(\beta t) + \mu\sin(\beta t)]e^{\alpha t}$ où $r_1 = \alpha + i\beta$ et $r_2 = \alpha - i\beta$ sont les racines complexes conjuguées de l'équation caractéristique.

3. *PROBABILITES*

a) Loi binomiale $P(X = k) = C_n^k p^k q^{n-k}$ où $C_n^k = \dfrac{n!}{k!(n-k)!}$; $E(X) = np$; $\sigma(X) = \sqrt{npq}$

b) Loi de Poisson

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

$$E(X) = \lambda$$

$$V(X) = \lambda$$

k \ λ	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0	0,8187	0,7408	0,6703	0,6065	0,5488
1	0,1637	0,2222	0,2681	0,3033	0,3293
2	0,0164	0,0333	0,0536	0,0758	0,0988
3	0,0011	0,0033	0,0072	0,0126	0,0198
4	0,0000	0,0003	0,0007	0,0016	0,0030
5		0,0000	0,0001	0,0002	0,0004
6			0,0000	0,0000	0,0000

k \ λ	1	1.5.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.368	0.223	0.135	0.050	0.018	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
1	0.368	0.335	0.271	0.149	0.073	0.034	0.015	0.006	0.003	0.001	0.000
2	0.184	0.251	0.271	0.224	0.147	0.084	0.045	0.022	0.011	0.005	0.002
3	0.061	0.126	0.180	0.224	0.195	0.140	0.089	0.052	0.029	0.015	0.008
4	0.015	0.047	0.090	0.168	0.195	0.176	0.134	0.091	0.057	0.034	0.019
5	0.003	0.014	0.036	0.101	0.156	0.176	0.161	0.128	0.092	0.061	0.038
6	0.001	0.004	0.012	0.050	0.104	0.146	0.161	0.149	0.122	0.091	0.063
7	0.000	0.001	0.003	0.022	0.060	0.104	0.138	0.149	0.140	0.117	0.090
8		0.000	0.001	0.008	0.030	0.065	0.103	0.130	0.140	0.132	0.113
9			0.000	0.003	0.013	0.036	0.069	0.101	0.124	0.132	0.125
10				0.001	0.005	0.018	0.041	0.071	0.099	0.119	0.125
11				0.000	0.002	0.008	0.023	0.045	0.072	0.097	0.114
12					0.001	0.003	0.011	0.026	0.048	0.073	0.095
13					0.000	0.001	0.005	0.014	0.030	0.050	0.073
14						0.000	0.002	0.007	0.017	0.032	0.052
15							0.001	0.003	0.009	0.019	0.035
16							0.000	0.001	0.005	0.011	0.022
17								0.001	0.002	0.006	0.013
18								0.000	0.001	0.003	0.007
19									0.000	0.001	0.004
20										0.001	0.002
21										0.000	0.001
22											0.000

c) Loi exponentielle

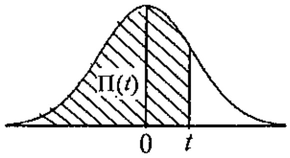
Fonction de fiabilité : $R(t) = e^{-\lambda t}$ $E(X) = \dfrac{1}{\lambda}$ (M.T.B.F.) $\sigma(X) = \dfrac{1}{\lambda}$

d) Loi normale

La loi normale centrée réduite est caractérisée par la densité de probabilité : $f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\mathrm{e}^{-\frac{x^2}{2}}$

EXTRAITS DE LA TABLE DE LA FONCTION INTEGRALE DE LA LOI NORMALE CENTREE, REDUITE $\mathcal{N}(0,1)$

$\Pi(t)=P(T\le t)=\int_{-\infty}^{t} f(x)\,\mathrm{d}x$



t	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,500 0	0,504 0	0,508 0	0,512 0	0,516 0	0,519 9	0,523 9	0,527 9	0,531 9	0,535 9
0,1	0,539 8	0,543 8	0,547 8	0,551 7	0,555 7	0,559 6	0,563 6	0,567 5	0,571 4	0,575 3
0,2	0,579 3	0,583 2	0,587 1	0,591 0	0,594 8	0,598 7	0,602 6	0,606 4	0,610 3	0,614 1
0,3	0,617 9	0,621 7	0,625 5	0,629 3	0,633 1	0,636 8	0,640 6	0,644 3	0,648 0	0,651 7
0,4	0,655 4	0,659 1	0,662 8	0,666 4	0,670 0	0,673 6	0,677 2	0,680 8	0,684 4	0,687 9
0,5	0,691 5	0,695 0	0,698 5	0,701 9	0,705 4	0,708 8	0,712 3	0,715 7	0,719 0	0,722 4
0,6	0,725 7	0,729 0	0,732 4	0,735 7	0,738 9	0,742 2	0,745 4	0,748 6	0,751 7	0,754 9
0,7	0,758 0	0,761 1	0,764 2	0,767 3	0,770 4	0,773 4	0,776 4	0,779 4	0,782 3	0,785 2
0,8	0,788 1	0,791 0	0,793 9	0,796 7	0,799 5	0,802 3	0,805 1	0,807 8	0,810 6	0,813 3
0,9	0,815 9	0,818 6	0,821 2	0,823 8	0,825 4	0,828 9	0,831 5	0,834 0	0,836 5	0,838 9
1,0	0,841 3	0,843 8	0,846 1	0,848 5	0,850 8	0,853 1	0,855 4	0,857 7	0,859 9	0,862 1
1,1	0,864 3	0,866 5	0,868 6	0,870 8	0,872 9	0,874 9	0,877 0	0,879 0	0,881 0	0,883 0
1,2	0,884 9	0,886 9	0,888 8	0,890 7	0,892 5	0,894 4	0,896 2	0,898 0	0,899 7	0,901 5
1,3	0,903 2	0,904 9	0,906 6	0,908 2	0,909 9	0,911 5	0,913 1	0,914 7	0,916 2	0,917 7
1,4	0,919 2	0,920 7	0,922 2	0,923 6	0,925 1	0,926 5	0,927 9	0,929 2	0,930 6	0,931 9
1,5	0,933 2	0,934 5	0,935 7	0,937 0	0,938 2	0,939 4	0,940 6	0,941 8	0,942 9	0,944 1
1,6	0,945 2	0,946 3	0,947 4	0,948 4	0,949 5	0,950 5	0,951 5	0,952 5	0,953 5	0,954 5
1,7	0,955 4	0,956 4	0,957 3	0,958 2	0,959 1	0,959 9	0,960 8	0,961 6	0,962 5	0,963 3
1,8	0,964 1	0,964 9	0,965 6	0,966 4	0,967 1	0,967 8	0,968 6	0,969 3	0,969 9	0,970 6
1,9	0,971 3	0,971 9	0,972 6	0,973 2	0,973 8	0,974 4	0,975 0	0,975 6	0,976 1	0,976 7
2,0	0,977 2	0,977 9	0,978 3	0,978 8	0,979 3	0,979 8	0,980 3	0,980 8	0,981 2	0,981 7
2,1	0,982 1	0,982 6	0,983 0	0,983 4	0,983 8	0,984 2	0,984 6	0,985 0	0,985 4	0,985 7
2,2	0,986 1	0,986 4	0,986 8	0,987 1	0,987 5	0,987 8	0,988 1	0,988 4	0,988 7	0,989 0
2,3	0,989 3	0,989 6	0,989 8	0,990 1	0,990 4	0,990 6	0,990 9	0,991 1	0,991 3	0,991 6
2,4	0,991 8	0,992 0	0,992 2	0,992 5	0,992 7	0,992 9	0,993 1	0,993 2	0,993 4	0,993 6
2,5	0,993 8	0,994 0	0,994 1	0,994 3	0,994 5	0,994 6	0,994 8	0,994 9	0,995 1	0,995 2
2,6	0,995 3	0,995 5	0,995 6	0,995 7	0,995 9	0,996 0	0,996 1	0,996 2	0,996 3	0,996 4
2,7	0,996 5	0,996 6	0,996 7	0,996 8	0,996 9	0,997 0	0,997 1	0,997 2	0,997 3	0,997 4
2,8	0,997 4	0,997 5	0,997 6	0,997 7	0,997 7	0,997 8	0,997 9	0,997 9	0,998 0	0,998 1
2,9	0,998 1	0,998 2	0,998 2	0,998 3	0,998 4	0,998 4	0,998 5	0,998 5	0,998 6	0,998 6

TABLE POUR LES GRANDES VALEURS DE t

t	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0	4,5
$\Pi(t)$	0,998 65	0,999 04	0,999 31	0,999 52	0,999 66	0,999 76	0,999 841	0,999 928	0,999 968	0,999 997

Nota : $\Pi(-t)=1-\Pi(t)$