



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**Campagne 2009**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## GÉOMÈTRE/TOPOGRAPHE

Session 2009

### MATHÉMATIQUES

Durée : 2 h

Coefficient : 2

### SUJET

*Le sujet comporte 2 exercices indépendants  
qui seront traités sur des copies séparées.*

*L'annexe est à joindre avec la copie.*

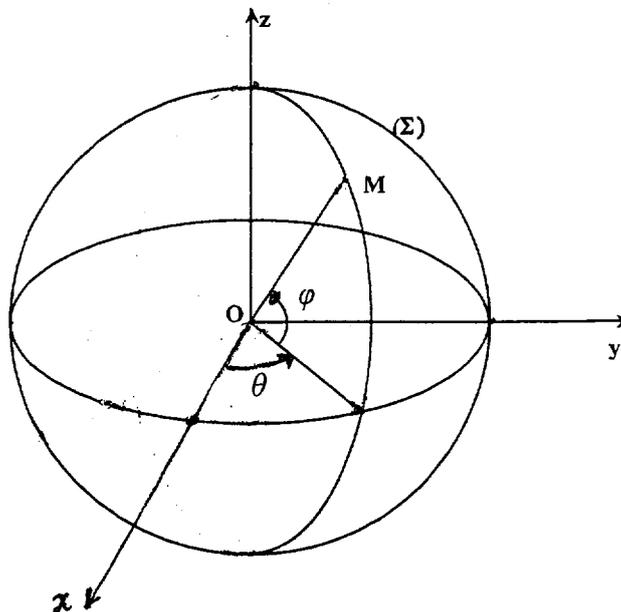
*Un formulaire de 4 pages est joint au sujet.*

**Il sera tenu compte de la présentation et de la rédaction.**

**L'usage de la calculatrice est autorisé.**

<b>BTS GEOMETRE TOPOGRAPHE</b>		
<b>Session 2009</b>	<b>Mathématiques</b>	<b>GTMAT</b>
<b>Coefficient : 2</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	<b>5 pages</b>

**Exercice 1 :** (8 points)



L'espace est rapporté à un repère orthonormal direct  $(O; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

$(\Sigma)$  est la sphère de centre O et de rayon 1.

Tout point de  $(\Sigma)$  est repéré par le couple  $(\theta; \varphi)$  où  $\theta$  est sa longitude et  $\varphi$  sa latitude (en radians).

On considère sur  $(\Sigma)$  les points :

$$I(0;0) , J\left(\frac{\pi}{2}; 0\right) , K\left(0; \frac{\pi}{2}\right) , A\left(\frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{6}\right) \text{ et } B\left(\frac{\pi}{3}; \frac{\pi}{3}\right).$$

1) Déterminer les coordonnées cartésiennes des points I, J, K, A et B.

2) Calculer les produits scalaires suivants :  $\overline{OA} \cdot \overline{OB}$  ,  $\overline{OA} \cdot \overline{OJ}$  et  $\overline{OB} \cdot \overline{OJ}$  .

En déduire les longueurs des côtés du triangle sphérique ABJ en radians à  $10^{-2}$  près.

3) Calculer, en radians à  $10^{-2}$  près, la mesure en radians de l'angle  $\hat{A}$  du triangle sphérique ABJ.

*Rappel:*

*Pour un triangle sphérique ABC, avec les notations usuelles de la trigonométrie sphérique on a:*

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos \hat{A}.$$

4) Soit (P) le plan passant par les points I, J et K. Ecrire une équation cartésienne du plan (P).

5) Montrer que le point H de coordonnées cartésiennes  $H\left(\frac{1}{3}; \frac{1}{3}; \frac{1}{3}\right)$  est le projeté orthogonal du point O sur le plan (P).

6) En déduire la nature de l'intersection du plan (P) et de la sphère  $(\Sigma)$ .

Préciser les éléments caractéristiques de cet ensemble.

## Exercice 2 : (12 points)

Le plan est rapporté à un repère orthonormal  $(0; \vec{i}, \vec{j})$  d'axes  $(Ox)$  et  $(Oy)$ .

Soient  $A$  le point de coordonnées  $A(1;0)$ ,  $(C)$  le cercle de diamètre  $[OA]$ ,

$t$  un réel et  $(D_t)$  la droite passant par l'origine et par le point  $Q$  de coordonnées  $(1;t)$ .

### A) Etude géométrique.

- 1) a) Justifier que  $t$  est le coefficient directeur de la droite  $(D_t)$  et en déduire l'équation réduite de la droite  $(D_t)$ .  
b) Ecrire une équation cartésienne du cercle  $(C)$ .

2) La droite  $(D_t)$  coupe le cercle  $(C)$  au point  $O$  et au point  $N$ .

Montrer que le couple de coordonnées  $(X(t); Y(t))$  de  $N$  en fonction de  $t$  est :  $N \begin{cases} X(t) = \frac{1}{1+t^2} \\ Y(t) = \frac{t}{1+t^2} \end{cases}$

3) Soit  $M$  le point du plan tel que :  $\overline{OM} = \overline{NQ}$ .

Montrer que le couple de coordonnées  $(x(t); y(t))$  de  $M$  en fonction de  $t$  est :  $M \begin{cases} x(t) = \frac{t^2}{1+t^2} \\ y(t) = \frac{t^3}{1+t^2} \end{cases}$

### B) Etude d'une courbe paramétrée.

Dans le plan rapporté au repère orthonormal  $(O; \vec{i}, \vec{j})$ , on désigne par  $(\Gamma)$  la courbe définie

paramétriquement par :  $(\Gamma) \begin{cases} x(t) = \frac{t^2}{1+t^2} \\ y(t) = \frac{t^3}{1+t^2} \end{cases}$  où  $t$  décrit  $\mathbb{R}$ .

Pour  $t \neq 0$ ,  $M(x(t); y(t))$  est distinct du point  $O$  et on rappelle que  $t$  est le coefficient directeur de la droite  $(D_t)$ .

1) Montrer que la courbe  $(\Gamma)$  admet l'axe  $(Ox)$  comme axe de symétrie et en déduire que l'on peut étudier la courbe  $(\Gamma)$  pour  $t \in [0, +\infty[$ .

2) Etudier les limites des fonctions  $x$  et  $y$  quand  $t$  tend vers  $+\infty$ . Que peut-on en déduire pour la courbe  $(\Gamma)$  ?

3) Montrer que les fonctions  $x$  et  $y$  ont pour dérivées :  $x'(t) = \frac{2t}{(1+t^2)^2}$  et  $y'(t) = \frac{3t^2+t^4}{(1+t^2)^2}$ .

4) Etudier les variations des fonctions  $x$  et  $y$  pour  $t \in [0, +\infty[$  et représenter les résultats **dans le tableau de l'annexe.**

5) Calculer :  $\lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ t > 0}} \frac{y(t) - y(0)}{x(t) - x(0)}$ . En déduire la tangente à la courbe  $(\Gamma)$  au point  $O$ .

6) Tracer la courbe  $(\Gamma)$  dans le **repère représenté sur l'annexe.**

On placera les points de  $(\Gamma)$  pour les valeurs  $t = 1$ ,  $t = 2$  et  $t = \sqrt{3}$ .

### **C) Etude d'une inversion .**

On considère l'inversion I de pôle  $O$  et de puissance 1.

1) Déterminer les coordonnées  $x_1(t)$  et  $y_1(t)$  du point  $M_1$ , image par l'inversion I du point  $M(x(t); y(t))$  de la courbe  $(\Gamma)$  privée de  $O$ , en fonction de  $t$  ( $t \neq 0$ ).

On rappelle la relation :  $\overline{OM_1} = \frac{1}{OM^2} \overline{OM}$ .

2) Montrer que les coordonnées  $x_1(t)$  et  $y_1(t)$  du point  $M_1$  vérifient l'équation  $y^2 = x$ .

3) Préciser la nature de la courbe  $(P)$  d'équation :  $y^2 = x$  et en donner les éléments caractéristiques.

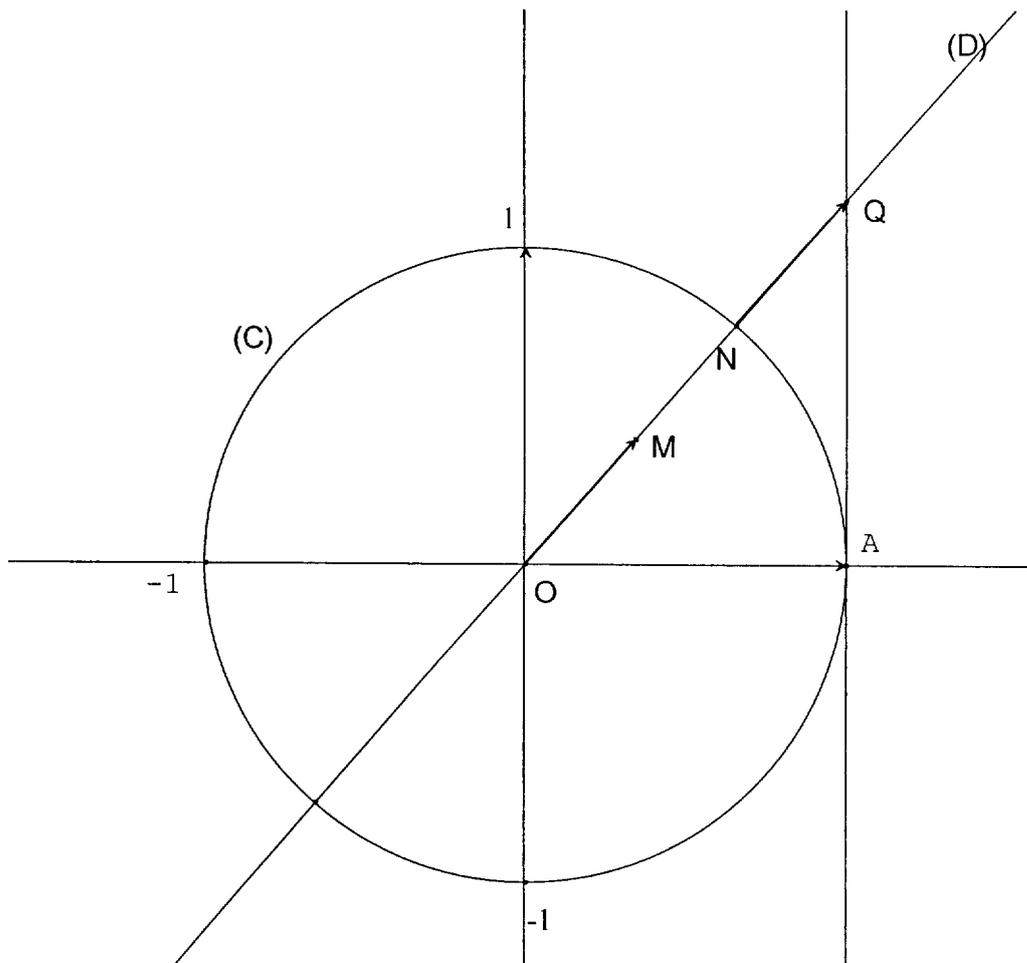
4) Tracer la courbe  $(P)$  dans **le repère de l'annexe**.

– ANNEXE à rendre avec la copie –

**Exercice 2 : B) 4)**

$t$	0	$+\infty$
$x'(t)$		
$x(t)$		
$y(t)$		
$y'(t)$		

**Repère et figure de l'exercice 2 :**



# FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES

## BTS GEOMETRE-TOPOGRAPHE

### 1. RELATIONS FONCTIONNELLES

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

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

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

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

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

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

$$\sin p + \sin q = 2 \sin \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\sin p - \sin q = 2 \sin \frac{p-q}{2} \cos \frac{p+q}{2}$$

$$\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\cos p - \cos q = -2 \sin \frac{p+q}{2} \sin \frac{p-q}{2}$$

$$\cos a \cos b = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$$

$$\sin a \sin b = \frac{1}{2} [\cos(a-b) - \cos(a+b)]$$

$$\sin a \cos b = \frac{1}{2} [\sin(a+b) + \sin(a-b)]$$

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

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

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

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

### 2. CALCUL DIFFERENTIEL ET INTEGRAL

#### a) Limites usuelles

##### Comportement à l'infini

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \ln t = +\infty ;$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} e^t = +\infty ;$$

$$\lim_{t \rightarrow -\infty} e^t = 0 ;$$

$$\text{Si } \alpha > 0, \lim_{t \rightarrow +\infty} t^\alpha = +\infty ; \quad \text{si } \alpha < 0, \lim_{t \rightarrow +\infty} t^\alpha = 0$$

##### Croissances comparées à l'infini

$$\text{Si } \alpha > 0, \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{e^t}{t^\alpha} = +\infty$$

$$\text{Si } \alpha > 0, \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{\ln t}{t^\alpha} = 0$$

##### Comportement à l'origine

$$\lim_{t \rightarrow 0} \ln t = -\infty$$

$$\text{Si } \alpha > 0, \lim_{t \rightarrow 0} t^\alpha = 0 ; \quad \text{si } \alpha < 0, \lim_{t \rightarrow 0} t^\alpha = +\infty$$

$$\text{Si } \alpha > 0, \lim_{t \rightarrow 0} t^\alpha \ln t = 0.$$

**b) Dérivées et primitives**

Fonctions usuelles

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

Opérations

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

$$(ku)' = k u'$$

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

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

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

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

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

$$(\ln u)' = \frac{u'}{u}, \quad u \text{ à valeurs strictement positives}$$

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

**c) Calcul intégral**

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

$$\frac{1}{b-a} \int_a^b f(t) dt$$

Intégration par parties :

$$\int_a^b u(t) v'(t) dt = [u(t)v(t)]_a^b - \int_a^b u'(t) v(t) dt$$

**d) Développements limités**

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

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

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

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

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

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

**3. TRIGONOMETRIE SPHERIQUE**

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

$$\text{aire}(ABC) = (A+B+C-\pi)R^2$$

#### 4. PROBABILITES

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

b) Loi de Poisson

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

$$E(X) = \lambda$$

$$V(X) = \lambda$$

$k \backslash \lambda$	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

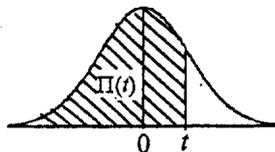
$k \backslash \lambda$	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.368	0.223	0.135	0.050	0.018	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
1	0.368	0.335	0.271	0.149	0.073	0.034	0.015	0.006	0.003	0.001	0.000
2	0.184	0.251	0.271	0.224	0.147	0.084	0.045	0.022	0.011	0.005	0.002
3	0.061	0.126	0.180	0.224	0.195	0.140	0.089	0.052	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 normale

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

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

$$\Pi(t) = P(T \leq t) = \int_{-\infty}^t f(x) dx$$



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