SESSION 2013
Métropole

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE

ÉPREUVE E6

LE PROCESSUS DE FABRICATION

Option : Sciences et technologies des aliments
Spécialité : Toutes

Durée : 3 heures

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **Calculatrice**

Rappel : Au cours de l'épreuve, la calculatrice est autorisée pour réaliser des opérations de calcul, ou bien élaborer une programmation, à partir des données fournies par le sujet.
Tout autre usage est interdit.

Le sujet comporte 14 pages

PARTIE 1 : DU CHOU A LA CHOUCROUTE …….. **12 points**

PARTIE 2 : UNE NOUVELLE GAMME POUR L'ENTREPRISE …… **25 points**

PARTIE 3 : MAITRISE DE L'HYGIENE DE LA CHOUCROUTE GARNIE ..... **15 points**

PARTIE 4 : UN CHANGEMENT DE MATIERE PREMIERE …… **8 points**

SUJET

Fabrication de choucroute

L'entreprise alsacienne KRAUT est spécialisée dans la fabrication de choucroute et de produits dérivés.
Elle possède une unité de fabrication partant du chou et allant jusqu'à la choucroute crue conditionnée en sacs sous vide de 10 kg.
Ce produit intermédiaire, ayant une DLC de 10 jours à 3°C, est soit livré à des clients extérieurs, soit intégré comme matière première dans d'autres transformations de l'entreprise.

<u>Documents associés</u> :

- **Document 1 :** Fabrication de choucroute crue à partir de chou
- **Document 2 :** Fiche produit « Aux plaisirs du terroir »
- **Document 3 :** Description du procédé de fabrication « Aux plaisirs du terroir »
- **Document 4 :** Relation entre DLC à T< 4°C préconisées et valeur pasteurisatrice atteinte dans le cadre d'un produit d'assemblage cuit sous vide comportant des éléments carnés.
- **Document 5 :** Enregistrement temps/température à cœur. Produit témoin : « Aux plaisirs du terroir » 1 000 g
- **Document 6 :** Tableau des valeurs pasteurisatrices partielles
- **Document 7 :** Fiche nutritionnelle (teneur pour 100 g) Choucroute garnie
- **Document 8 :** Apports nutritionnels conseillés en vitamine C pour la population française.
- **Document 9 :** Teneurs minimales permettant d'utiliser les allégations nutritionnelles.
- **Document 10 :** Protocole de dénombrement de *E.coli* dans le milieu TBX
- **Document 11 :** Protocole de mesure de la concentration en glucose dans la pomme de terre
- **Document 12 :** Table de la loi normale centrée réduite
- **Document 13 :** Table de Student

PARTIE 1

Du chou à la choucroute

Le procédé de transformation du chou à la choucroute est présenté dans le **document 1**.

La choucroute est produite par la fermentation lactique anaérobie du chou dans une saumure. Les bactéries consomment du glucose et rejettent de l'acide lactique (CH_3-CHOH-COOH), qui participe au goût de la choucroute. En fin de transformation, l'acidité titrable obtenue est de l'ordre de 1,7 à 2,3 % (exprimée en grammes d'acide lactique pour 100 g).

On souhaite suivre l'évolution de la concentration en acide lactique du milieu tout au long de la transformation du chou en choucroute.

1.1. Proposer deux méthodes permettant de suivre cette évolution.

Au bout d'une semaine de fermentation, on choisit de doser l'acide lactique à l'aide d'une solution de permanganate de potassium de concentration $2{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}. En présence d'acide sulfurique, l'acide lactique est oxydé en acide pyruvique (CH_3 – CO – COOH).

On prélève 10,0 mL de jus de fermentation. Il faut verser 22,0 mL de solution de permanganate de potassium pour obtenir l'équivalence.

1.2. La relation entre les concentrations et les volumes à l'équivalence est :

$$5\ C_{oxydant}\ V_{oxydant} = 2\ C_{réducteur}\ V_{réducteur}$$

Calculer le pourcentage massique de la prise d'essai en acide lactique. Conclure.

Données :

$\rho_{prise\ d'essai}$ = 1 000 g/L

M (C) = 12,0 g/mol ; M(H) = 1,0 g/mol ; M(O) = 16,0 g/mol

$E°(MnO_4^-/Mn^{2+})$ = + 1,51 V

$E°(CH_3 – CO\text{-}COOH/CH_3 – CHOH – COOH)$ = - 0,07 V

1.3. Le conditionnement des poches de 10 kg de choucroute est réalisé à l'aide d'une machine sous vide. L'atmosphère résiduelle recherchée après conditionnement est de 20 mbar. L'opérateur chargé du contrôle observe fréquemment un vide insuffisant proche de 40 mbar.
Donner deux raisons possibles de ce dysfonctionnement.

1.4. Suite au refus d'un lot de sachets de choucroute pour poids non conforme, le responsable de la chaîne de conditionnement décide de contrôler le fonctionnement de la doseuse-ensacheuse.

Lorsque la doseuse est bien réglée, la masse, en kg, de choucroute délivrée est distribuée selon la loi normale de moyenne $\mu = 10$ et d'écart-type $\sigma = 0{,}1$.

Pour cela, le lendemain, il prélève des échantillons de 5 sachets de choucroute toutes les 3 heures et les pèse.
On note $\overline{X}$ la variable aléatoire qui, à chaque échantillon de 5 sachets, associe la masse moyenne de ces 5 sachets.

La loi de probabilité de $\overline{X}$ est la loi normale de paramètres μ et d'écart-type $\frac{\sigma}{\sqrt{5}}$ **(voir document 12).**

1.4.1. Elaboration et utilisation de la carte de contrôle

Dans la pratique, les limites sont définies de la manière suivante :
La valeur cible est la moyenne μ de la population considérée.
Les limites de surveillance sont situées à $\pm$ 2 écarts-types (de la statistique utilisée, ici $\overline{X}$) de la valeur cible et les limites de contrôle sont situées à ± 3 écarts-types de la valeur cible.

1.4.1.1. Construire la carte de contrôle à utiliser pour contrôler la masse moyenne des échantillons de 5 sachets sur la feuille de papier millimétré joint en annexe (à rendre avec la copie).

1.4.1.2. Calculer la probabilité que, la machine étant bien réglée, la masse moyenne d'un échantillon de taille 5, se situe à l'extérieur des limites de surveillance.

1.4.2. Suivi des masses un jour donné :
Les résultats des pesées des sachets sont donnés ci-dessous :

						Moyenne
échantillon n°1	10,07	9,90	10,07	9,90	9,98	**9,98**
échantillon n°2	10,08	10,07	10,01	9,97	10,02	**10,03**
échantillon n°3	9,84	10,02	10,14	9,90	9,95	**9,97**
échantillon n°4	9,86	9,95	9,84	9,94	9,93	**9,89**
échantillon n°5	9,77	9,97	9,93	10,00	10,06	**9,95**
échantillon n°6	9,84	9,80	9,94	10,07	9,94	**9,92**
échantillon n°7	9,96	9,80	9,97	9,96	9,78	**9,89**
échantillon n°8	9,90	9,71	9,93	9,81	9,84	**9,84**

Placer les huit masses moyennes des échantillons prélevés sur la carte de contrôle élaborée dans la question précédente à intervalles réguliers.

Utiliser le suivi des masses pour conclure sur la qualité de la production et faire d'éventuelles propositions d'amélioration.

PARTIE 2

Une nouvelle gamme pour l'entreprise : la choucroute garnie cinquième gamme

L'entreprise KRAUT qui fabriquait déjà de la choucroute garnie en conserve appertisée, élargit sa gamme vers les plats cuisinés frais en lançant une ligne de produits type cinquième gamme.
La fiche produit de l'entreprise est donnée dans le **document 2**.
La fabrication est décrite dans le **document 3**.

2.1. A l'aide des **documents 2 et 3**, proposer un process de fabrication pour ce plat cuisiné en construisant un tableau de la forme suivante :

Etape (opération)	Rôle(s) dans la fabrication	Paramètres à maitriser

2.2. Le traitement thermique utilisé (cuisson sous vide) doit permettre au fabricant d'apposer une DLC de 21 jours au produit dans des conditions de réfrigération normales (T < 4°C).

Le **document 4** indique les préconisations d'un bureau d'étude concernant les relations DLC/valeurs pasteurisatrices atteintes dans le cas d'un produit d'assemblage cuit sous vide comportant des éléments carnés.

L'entreprise fait des enregistrements pour valider son barème.
La feuille d'enregistrement est donnée dans le **document 5**.

A l'aide du tableau des valeurs pasteurisatrices partielles donné en **document 6**, calculer la valeur pasteurisatrice atteinte par le produit témoin avec la méthode de Bigelow et conclure quant à la validation de la DLC indiquée.

2.3. A l'aide des **documents 2 et 7**, proposer une étiquette pour ce produit. Vous mettrez en évidence les indications rendues obligatoires par la législation.

2.4. Lors de la mise au point de l'étiquette, l'entreprise se demande si la teneur en vitamine C du produit ne pourrait pas faire l'objet d'une allégation nutritionnelle.

2.4.1. A l'aide des **documents 7 et 8**, calculer le pourcentage d'ANC (apports nutritionnels conseillés) en vitamine C de 100 g de produit pour un adulte de 20-60 ans.

2.4.2. Conclure à l'aide du **document 9** sur la possibilité ou non d'utiliser une allégation nutritionnelle « source » ou « riche » en vitamine C.

PARTIE 3

Maîtrise de l'hygiène de la choucroute garnie

3.1. L'entreprise veut contrôler la qualité microbiologique d'un lot de choucroute garnie, après refroidissement rapide.

Le critère d'hygiène des procédés contrôlé est :
Escherichia coli : m = 5. 10^2 UFC/g
M = 5. 10^3 UFC/g
n = 5
c = 2

Le technicien de laboratoire a mis en œuvre le protocole donné dans le **document 10** et a obtenu les résultats suivants :

u.e	u.e 1		u.e 2		u.e 3		u.e 4		u.e 5	
Nombre de colonies/boîte	25 (1ère boite)	27 (2ème boite)	64 (1ère boite)	66 (2ème boite)	90 (1ère boite)	94 (2ème boite)	46 (1ère boite)	44 (2ème boite)	132 (1ère boite)	140 (2ème boite)

u.e = unité d'échantillon

3.1.1. Interpréter les résultats d'analyse et conclure sur la qualité du lot de choucroute garnie analysé.

3.1.2. Indiquer, en les justifiant, quelles sont les origines possibles de contamination par *E. coli* du lot fabriqué.

3.1.3. Lors du contrôle de l'efficacité du nettoyage et de la désinfection des surfaces, l'entreprise a diagnostiqué un problème de biofilms.
Préciser quelles sont les caractéristiques des biofilms ayant une incidence sur la mise en œuvre des techniques de nettoyage et désinfection.

3.1.4. Expliquer la procédure d'application des produits de nettoyage – désinfection que doit respecter l'entreprise et les précautions à prendre pour éviter l'installation des biofilms.

3.2. Dans le cadre de la mise en place de ce nouveau produit, l'entreprise doit réviser son plan HACCP sur son nouveau procédé de fabrication.
Pour le danger « présence de microorganismes pathogènes dans le produit fini à un niveau inacceptable », l'étape de cuisson sous vide constitue un CCP identifié et doit donc être maîtrisée.

3.2.1. Préciser les paramètres cibles à maîtriser lors de cette étape.

3.2.2. Proposer un plan de maîtrise de ces paramètres cibles.

3.2.3. Proposer un plan d'actions correctives pour cette étape.

PARTIE 4

Un changement de matière première

4.1 La teneur en glucose des pommes de terre exprimée en % (masse de glucose en g pour 100 g de pomme de terre) dépend de la variété, de la maturité à la récolte et des conditions de conservation. Le contrôle de la teneur en glucose permet donc de déterminer si les pommes de terre répondent aux exigences de la filière de transformation ou si elles ont été correctement conservées. Les lots de pommes de terre possédant une teneur en glucose au-delà de 0,5 % sont refusés.

L'aspect des lots de pommes de terre réceptionnées n'étant pas satisfaisant, le technicien en charge du contrôle met en place un protocole d'analyse faisant intervenir une méthode spectrophotométrique. **(voir document 11)**

La mesure de l'absorbance pour la gamme d'étalonnage du spectrophotomètre a permis d'établir le tableau de résultats suivant :

Absorbance A	0	0,016	0,051	0,101	0,118
Concentration en glucose **Cm en mg/L**	0	50	150	300	350

Pour l'échantillon à analyser, le spectrophotomètre indique une valeur d'absorbance égale à 0,109.
Conclure sur la conformité du lot de pommes de terre analysé.

4.2. L'entreprise souhaite diversifier ses fournisseurs. Elle cherche à mettre en évidence si les pommes de terre de deux fournisseurs A et B présentent des textures farineuses différentes.
Douze personnes évaluent pour chaque fournisseur la texture farineuse des pommes de terre. L'évaluation consiste à attribuer une note donnée sous forme de nombre décimal entre 0 (non farineux) et 10 (très farineux) pour les pommes de terre de chaque fournisseur.

On note X (resp. Y), la variable aléatoire prenant pour valeur la note attribuée aux pommes de terre du fournisseur A (resp. B).
On suppose que les deux variables sont distribuées suivant des lois normales.
Soit D la variable aléatoire définie par D = X – Y.
On note $\overline{D}$ (resp. S_d), la variable aléatoire, qui à chaque échantillon aléatoire simple de taille 12 associe la moyenne (resp. l'écart-type) des différences.

4.2.1. Elaboration du test au seuil de risque de 0,05. (voir document 13)
On élabore un test de comparaison de moyennes dans le cas d'échantillons appariés (une même personne évalue le caractère farineux des pommes de terre des deux fournisseurs), au seuil de risque de 0,05.

4.2.1.1. Formuler les hypothèses à tester.

4.2.1.2. Construire le test et rédiger la règle de décision.

On rappelle que sous l'hypothèse nulle la loi de probabilité de la variable aléatoire *T* définie par $T = \dfrac{\overline{D}}{\dfrac{S_d}{\sqrt{n-1}}}$ est la loi de Student à 11 degrés de liberté.

4.2.2. Traitement des données et conclusion

membre du jury	x_i	y_i	différences d_i
1	4,3	5,0	-0,7
2	4,7	5,3	-0,6
3	4,2	3,8	0,4
4	4,3	5,6	-1,3
5	5,5	3,6	1,9
6	4,4	5,7	-1,3
7	4,2	5,8	-1,6
8	4,1	4,1	0
9	4,6	4,9	-0,3
10	5,4	3,5	1,9
11	3,6	3,9	-0,3
12	5,0	4,5	0,5

4.2.2.1. Déterminer les valeurs, à 10^{-3} près, prises par les variables aléatoires $\overline{D}$ et S_d pour cet échantillon.

4.2.2.2. Calculer la valeur observée de la variable aléatoire *T* et conclure.

DOCUMENT 1

Fabrication de choucroute crue à partir de chou

	Effeuillage, étrognage du chou	Extraction de la partie dure du chou-opération manuelle
	Râpage	Découpage en lanières du chou par un plateau porte-lames rotatif
Concentration en sel = 2 % poids de chou	**Tassage et salage**	Mise en cuve des lanières de chou par couches successives de 25 cm intercalant un salage à sec - tassage pour extraction d'air et d'eau (Pression de plusieurs tonnes)
T = 18 à 20℃ – 3 semaines	**Fermentation**	Fermentation par des bactéries lactiques présentes dans la préparation
Poids net 10 kg Sacs sous vide	**Conditionnement**	Conditionnement sous vide après dosage automatique dans des poches soudables
10 jours – 3℃	**Stockage**	

DOCUMENT 2

Fiche produit

KRAUT Site Hagenau	CHOUCROUTE GARNIE SOUS VIDE 1 000 g	FP 1856-56-12 Date création : 26/10/12 Version 15/11/12

Désignation : Choucroute garnie pasteurisée sous vide.

Désignation commerciale : « Aux plaisirs du terroir »

Présentation : Sous vide – suremballage carton avec fenêtre produit.

Poids net : 1 000 g

Disposition produit :

Composition : choucroute cuite, pommes de terre cuites, palette fumée, saucisses de Strasbourg, saucisses de Montbéliard, lard fumé, baies de genièvre et clous de girofle, oignon, gousse d'ail, vin blanc sec, sel

Conditionnement :

- 1 sachet : 1 000 g net avec 2 tranches palette (80 g), 2 tranches lard fumé (70 g), 2 saucisses de Strasbourg (160 g), 2 saucisses de Montbéliard (180 g), 4 pommes de terre (200 g), complément à 1 000 g avec choucroute.
- Dimensions sachet : 300 mm x 215 mm x 30 mm
- Carton : 320 mm x 250 mm x 35 mm

Palettisation (palette Europe 80 cm x 120 cm) :

Par couche : 12 cartons de 5 conditionnements
Par palette : 5 couches
Poids net : 300 kg

Conditions de conservation :

DLC 21 jours
T°conservation : 3℃

DOCUMENT 3

Description du procédé de fabrication « Aux plaisirs du terroir »

La choucroute crue, additionnée des ingrédients (baies de genièvre et clous de girofle, oignon, gousse d'ail, vin blanc sec) est précuite en cuve à 80℃ pendant 45 min.
Les pommes de terre reçues calibrées sont lavées, pelées, précuites.
Les sachets sont ensuite assemblés manuellement avec insertion des éléments carnés et disposition dans les sachets. Les opérateurs ajoutent 4 pommes de terre par sachet et font l'appoint en poids avec la choucroute.
Les sachets sont mis sous vide et soudés.
Ils sont ensuite cuits sous vide en tunnel vapeur pendant 30 minutes à 90℃.
Après un refroidissement rapide par aspersion d'eau glacée et séchage des sachets par soufflage à l'air comprimé, le suremballage carton intervient.
Les produits sont ensuite encartonnés, palettisés et stockés en attendant l'expédition.

DOCUMENT 4

Relation entre DLC à T< 4℃ préconisées et valeur p asteurisatrice atteinte dans le cadre d'un produit d'assemblage cuit sous vide comportant des éléments carnés.

DLC à +4℃	Objectif VP
7 jours	40 < VP < 100 min
21 jours	100 < VP < 1 000 min
42 jours	VP > 1 000 min

DOCUMENT 5

Enregistrement temps/température à cœur
Produit témoin : « Aux plaisirs du terroir » 1 000 g

Temps cuisson (min)	Température (℃)	Temps cuisson (min)	Température (℃)
0	60	16	80
2	63	18	81
4	65	20	83
6	68	22	85
8	70	24	86,5
10	72	26	88
12	75,5	28	89
14	78	30	89

DOCUMENT 6

Tableau des valeurs pasteurisatrices partielles

Chaque valeur de VP indique la VP partielle d'une minute de chauffe à la température indiquée.

T℃	VP (min)	T℃	VP (min)	T℃	VP (min)	T℃	VP (min)	T℃	VP (min)
50	0,01	60	0,1	70	1	80	10	90	100
50,5	0,011	60,5	0,112	70,5	1,122	80,5	11,22	90,5	112,2
51	0,013	61	0,126	71	1,259	81	12,59	91	125,9
51,5	0,014	61,5	0,141	71,5	1,412	81,5	14,12	91,5	141,2
52	0,016	62	0,158	72	1,585	82	15,85	92	158,5
52,5	0,018	62,5	0,178	72,5	1,778	82,5	17,78	92,5	177,8
53	0,020	63	0,199	73	1,995	83	19,95	93	199,5
53,5	0,022	63,5	0,224	73,5	2,239	83,5	22,39	93,5	223,9
54	0,025	64	0,251	74	2,512	84	25,12	94	251,2
54,5	0,028	64,5	0,282	74,5	2,818	84,5	28,18	94,5	281,8
55	0,032	65	0,316	75	3,162	85	31,62	95	316,2
55,5	0,035	65,5	0,355	75,5	3,548	85,5	35,48	95,5	354,8
56	0,040	66	0,398	76	3,981	86	39,81	96	398,1
56,5	0,045	66,5	0,447	76,5	4,467	86,5	44,67	96,5	446,7
57	0,050	67	0,501	77	5,012	87	50,12	97	501,2
57,5	0,056	67,5	0,562	77,5	5,623	87,5	56,23	97,5	562,3
58	0,063	68	0,631	78	6,310	88	63,10	98	631,0
58,5	0,071	68,5	0,708	78,5	7,079	88,5	70,79	98,5	707,9
59	0,079	69	0,794	79	7,943	89	79,43	99	794,3
59,5	0,089	59,5	0,891	79,5	8,912	89,5	89,12	99,5	891,2

DOCUMENT 7

Fiche nutritionnelle (teneur pour 100 g) Choucroute garnie

Nom Constituant	Teneur moyenne
Energie (kJ/100 g)	455
Energie (kcal/100 g)	110
Eau (g/100 g)	82
Protéines (g/100 g)	4,6
Glucides (g/100 g)	1,6
Lipides (g/100 g)	9,22
Vitamine C (mg/100 g)	9,09
Sodium (mg/100 g)	673

Source : anses

DOCUMENT 8

Apports nutritionnels conseillés en vitamine C pour la population française

Tranche d'âge	Apports conseillés (mg/jour)
Nourrissons	50
Enfants 1-3 ans	60
Enfants 4-6 ans	75
Enfants 7-9 ans	90
Enfants 10-12 ans	100
Adolescents 13-19 ans	110
Adultes 20-60 ans	110
Femmes enceintes	120
Femmes allaitantes	130
Personnes âgées	120

Source : anses

DOCUMENT 9

Teneurs minimales permettant d'utiliser les allégations nutritionnelles

	« source de … »	« riche en … »
Fibres	3 g/100 g	6 g/100 g
Protéines	5 g/100 g	10 g/100 g
Vitamines/ minéraux	15 % des ANC/100 g 7,5 % des ANC/100 mL	30 % des ANC/100 g 15 % des ANC/100 mL
Acides gras ω 3	> 15 % des ANC/100 g	> 30 % des ANC/100 g

DOCUMENT 10

Protocole de dénombrement de *E. coli* dans le milieu TBX

- On prélève un échantillon de choucroute garnie après refroidissement rapide, représentatif du lot fabriqué.
- A partir de cet échantillon, on prépare une solution mère au 1/10ème
- On ensemence le milieu TBX en profondeur avec 1 mL d'inoculum par boîte.
- On incube à 44℃ – 24 heures.

DOCUMENT 11

Protocole de mesure de la concentration en glucose dans la pomme de terre

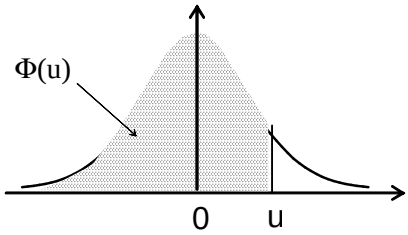
- Nettoyer une pomme de terre.
- Prélever un morceau et le découper en fines lanières ou cossettes (5 à 6 cm de longueur ; 3 à 4 mm d'épaisseur).
- Peser une masse m égale à 5,00 g de cossettes.
- Placer cette masse dans un erlenmeyer de 250 mL.
- Ajouter environ 100 mL d'eau distillée.
- Placer 20 min au bain-marie à 70℃.
- Laisser refroidir.
- Filtrer la totalité de la solution dans une fiole jaugée de 100 mL.
- Ajuster la fiole avec de l'eau distillée.
- Prélever 2 mL de la solution et ajouter le réactif R spécifique du glucose.
- Attendre 15 min.
- Passer l'échantillon au spectrophotomètre.
- Elaborer une gamme étalon (dans les mêmes conditions que la préparation de l'échantillon) et passer au spectrophotomètre.

DOCUMENT 12

Table de la loi normale centrée réduite

Fonction de répartition de la variable normale centrée réduite

$\Phi(u) = \text{Prob}(U \leq u)$



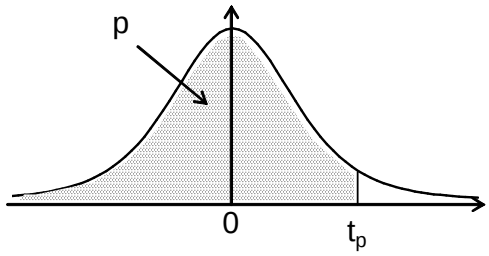
u	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990

DOCUMENT 13

Table de Student

Fonction de répartition d'une variable de Student à k degrés de liberté.

Valeurs t_p telles que Prob($T \leq t_p$) = p



k \ p	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999	0,9995
1	3,08	6,31	12,71	31,82	63,66	318,29	636,58
2	1,89	2,92	4,30	6,96	9,92	22,33	31,60
3	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84	10,21	12,92
4	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60	7,17	8,61
5	1,48	2,02	2,57	3,36	4,03	5,89	6,87
6	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71	5,21	5,96
7	1,41	1,89	2,36	3,00	3,50	4,79	5,41
8	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36	4,50	5,04
9	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25	4,30	4,78
10	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17	4,14	4,59
11	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11	4,02	4,44
12	1,36	1,78	2,18	2,68	3,05	3,93	4,32
13	1,35	1,77	2,16	2,65	3,01	3,85	4,22
14	1,35	1,76	2,14	2,62	2,98	3,79	4,14
15	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95	3,73	4,07
16	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92	3,69	4,01
17	1,33	1,74	2,11	2,57	2,90	3,65	3,97
18	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88	3,61	3,92
19	1,33	1,73	2,09	2,54	2,86	3,58	3,88
20	1,33	1,72	2,09	2,53	2,85	3,55	3,85
21	1,32	1,72	2,08	2,52	2,83	3,53	3,82
22	1,32	1,72	2,07	2,51	2,82	3,50	3,79
23	1,32	1,71	2,07	2,50	2,81	3,48	3,77
24	1,32	1,71	2,06	2,49	2,80	3,47	3,75
25	1,32	1,71	2,06	2,49	2,79	3,45	3,73
26	1,31	1,71	2,06	2,48	2,78	3,43	3,71
27	1,31	1,70	2,05	2,47	2,77	3,42	3,69
28	1,31	1,70	2,05	2,47	2,76	3,41	3,67
29	1,31	1,70	2,05	2,46	2,76	3,40	3,66
30	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75	3,39	3,65
35	1,31	1,69	2,03	2,44	2,72	3,34	3,59
40	1,30	1,68	2,02	2,42	2,70	3,31	3,55
45	1,30	1,68	2,01	2,41	2,69	3,28	3,52
50	1,30	1,68	2,01	2,40	2,68	3,26	3,50
60	1,30	1,67	2,00	2,39	2,66	3,23	3,46
80	1,29	1,66	1,99	2,37	2,64	3,20	3,42
100	1,29	1,66	1,98	2,36	2,63	3,17	3,39
200	1,29	1,65	1,97	2,35	2,60	3,13	3,34
500	1,28	1,65	1,96	2,33	2,59	3,11	3,31
1000	1,28	1,65	1,96	2,33	2,58	3,10	3,30
10000	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58	3,09	3,29

M. E X.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

EXAMEN

Spécialité ou Option :

ÉPREUVE :

Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

NOM :
(EN MAJUSCULES)

Prénoms :

Date de naissance : **19**

N° ne rien inscrire