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

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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

ENVIRONNEMENT NUCLÉAIRE

ÉPREUVE DE MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

Ce sujet comporte 8 pages

La page 5 est une annexe à remettre avec votre copie d'examen

Le formulaire de mathématiques du baccalauréat professionnel du Secteur industriel : Artisanat, Bâtiment, Maintenance - Productique figure en dernière page

L'usage des instruments de calcul est autorisé conformément à la circulaire 99-186 du 16 novembre 1999

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCÉRÉN

MATHÉMATIQUES (15 points)

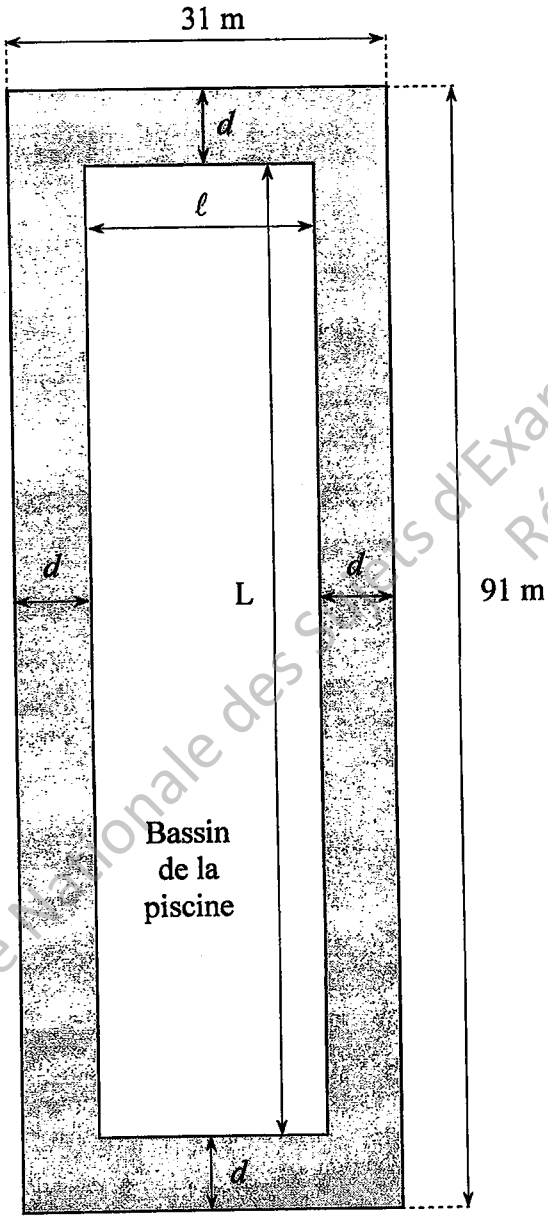
EXERCICE 1 (10 points)

Les déchets radioactifs sont entreposés dans des piscines pendant des durées variant de 3 à 5 ans afin de faire baisser leur radioactivité et leur température.

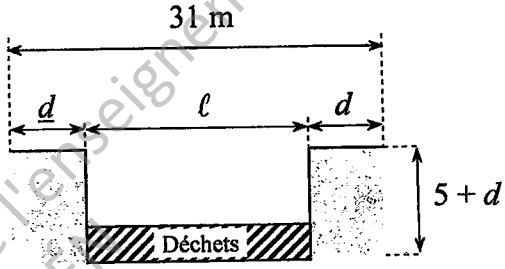
Une piscine rectangulaire de longueur L mètres et de largeur ℓ mètres est installée dans un bâtiment rectangulaire de 91 mètres de long et 31 mètres de large.

La distance entre les murs du bâtiment et les bords de la piscine (voir schéma) est exprimée en mètres et notée d. La profondeur du bassin, exprimée en mètres et notée p, doit respecter la condition suivante : $p = 5 + d$.

Vue de dessus



Vue en coupe



Les schémas ne sont pas à l'échelle.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCÉRÉN

L'objectif du problème est de déterminer la valeur de d pour laquelle le volume de la piscine est maximal afin d'optimiser le volume de déchets traités.

Partie A (2,5 points) : *détermination du volume en fonction de d*

1. Exprimer, en fonction de d, la longueur L et la largeur ℓ du bassin.

2. Calculer, en fonction de d, l'aire S (en m^2) du bassin. On donnera son expression développée et simplifiée.

3. Montrer que l'expression du volume V (en m^3) du bassin de la piscine en fonction de d est :

$$V = 4\,d^3 - 224\,d^2 + 1\,601\,d + 14\,105.$$

Partie B (5,5 points) : *étude de fonction*

On considère la fonction f définie sur l'intervalle [1 ; 6] par :

$$f(x) = 4\,x^3 - 224\,x^2 + 1\,601\,x + 14\,105.$$

1. Calculer $f'(x)$ où f' désigne la dérivée de la fonction f.

2. Résoudre l'équation $12\,x^2 - 448\,x + 1\,601 = 0$ sur l'ensemble des réels. Les calculs devront figurer sur la copie et les deux solutions seront arrondies au centième.

3. On peut écrire $f'(x)$ sous la forme : $f'(x) = 12(x - x_1)(x - x_2)$ avec $x_1 \approx 4$ et $x_2 \approx 33{,}33$.

   Étudier le signe de $f'(x)$ sur l'intervalle [1 ; 6] à l'aide du tableau de signes donné en **ANNEXE (page 5).**

4. **a)** Compléter le tableau de variations de la fonction f donné en **ANNEXE.**

   b) Pour quelle valeur de x la fonction f présente-t-elle un maximum ? Quel est ce maximum ?

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCÉRÉN

Partie C (2 points) : *exploitation des résultats précédents*

Avec les notations des parties précédentes, on a : $V = f(d)$.

1. Quel est le volume maximal V du bassin ? Quelles sont alors la valeur de d correspondante et la profondeur p de la piscine ?

2. Dans cette question, d et p ont les valeurs trouvées à la question précédente.
   On envisage d'entreposer les déchets au fond de la piscine sur 4 mètres d'épaisseur. Pour une protection biologique optimale, 6 mètres d'eau doivent séparer les déchets de la surface de l'eau. Cette condition est-elle respectée ? Justifier la réponse.

EXERCICE 2 (5 points)

Afin d'éviter une éventuelle réaction en chaîne dans le bassin de la piscine, on doit ajouter du bore dans l'eau de celle-ci. Des échantillons de cette eau sont prélevés régulièrement pour vérifier la quantité de bore.

Le tableau ci-dessous donne un relevé de 320 échantillons :

Quantités de bore en ppm	Nombres d'échantillons	Fréquences
[1 950 ; 1 970[	14	
[1 970 ; 1 990[		0,187
[1 990 ; 2 010[	173	
[2 010 ; 2 030[	55	0,172
[2 030 ; 2 050[		0,056

On considère que les quantités de bore sont réparties uniformément dans chaque classe.

1. Dans le tableau situé en **ANNEXE (page 5)**, compléter la colonne des nombres d'échantillons (arrondis à l'unité) ainsi que celle des fréquences (arrondies au millième).

2. En considérant que l'effectif de chaque classe est affecté au centre de la classe, calculer la quantité moyenne de bore présente dans la piscine et l'écart type de la série statistique. Les résultats seront arrondis à l'unité.

3. On considère qu'il n'y a aucun risque d'incident nucléaire si la moyenne est comprise entre 1 995 et 2 005 ppm de bore et que la valeur de l'écart-type ne dépasse pas 15. Compte tenu des résultats obtenus, y a-t-il risque ou non que se produise un incident nucléaire ? Justifier la réponse.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCÉRÉN

ANNEXE - MATHÉMATIQUES

À remettre avec la copie

EXERCICE 1 – Partie B - question 3. *Tableau de signes*

$$f'(x) = 12(x - x_1)(x - x_2) \quad \text{avec } x_1 \approx 4 \text{ et } x_2 \approx 33{,}33.$$

x	1	$x_1 \approx 4$	6
Signe de $x - x_1$		0	
Signe de $x - x_2$			
Signe de $f'(x)$			

EXERCICE 1 – Partie B - question 4.a) *Tableau de variations*

x	1	...	6
Signe de $f'(x)$		0	
Variations de f			

EXERCICE 2 – question 1.

Quantités de bore en ppm	Nombres d'échantillons	Fréquences
[1 950 ; 1 970[	14	
[1 970 ; 1 990[		0,187
[1 990 ; 2 010[	173	
[2 010 ; 2 030[	55	0,172
[2 030 ; 2 050[		0,056
TOTAL		

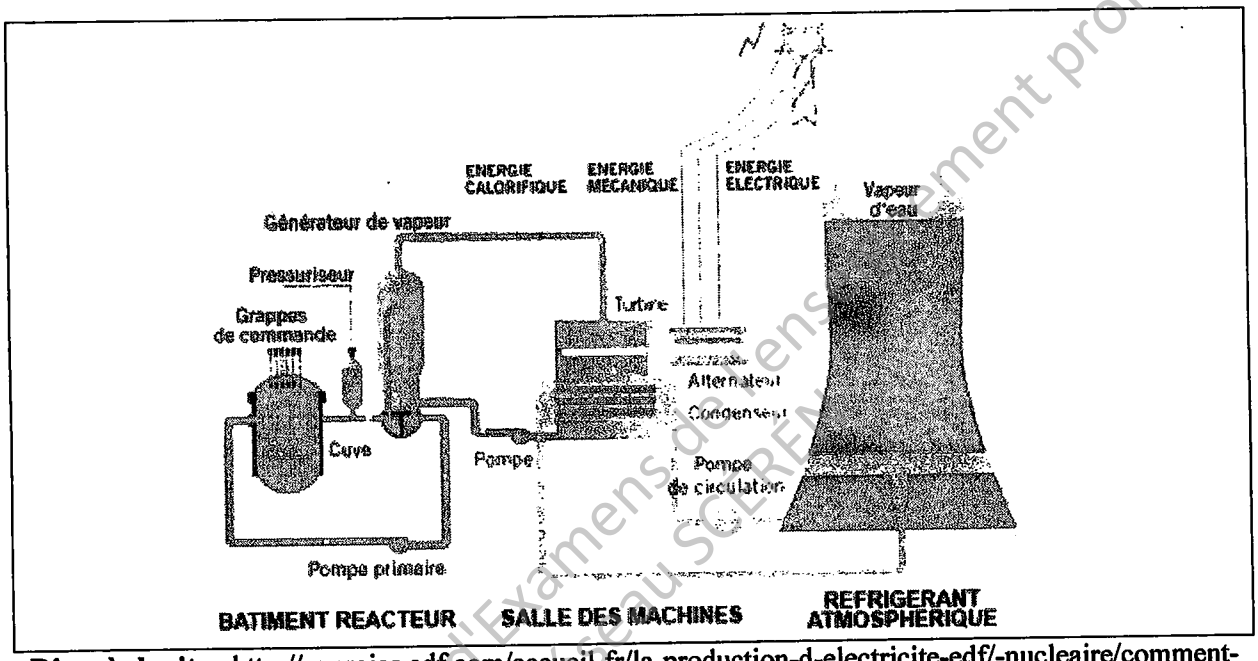
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCÉRÉN

SCIENCES PHYSIQUES (5 points)

On se propose d'étudier une partie du circuit primaire d'une centrale nucléaire.

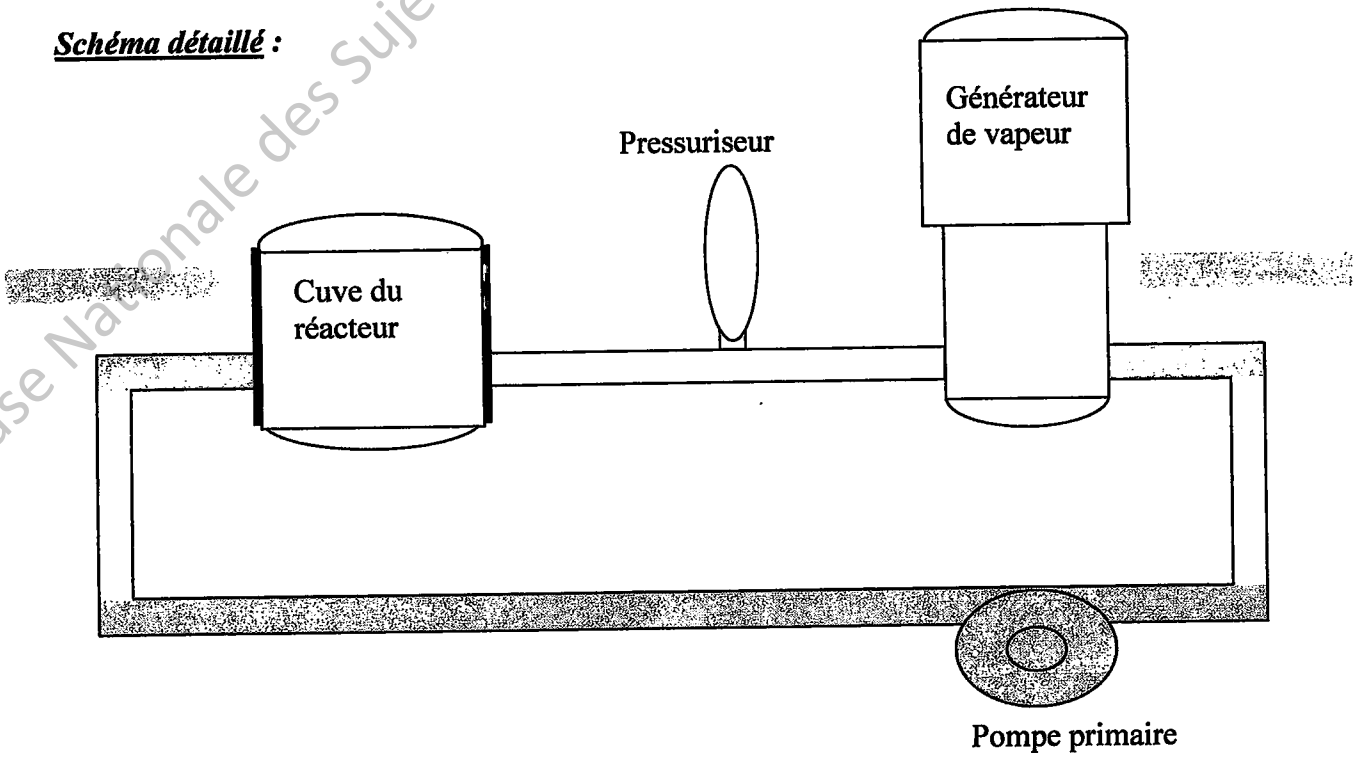
Comme le montre le schéma ci-dessous, de l'eau, sous pression, circule en parcours fermé dans le circuit primaire. Elle s'échauffe lors de son passage dans le cœur du réacteur. L'énergie calorifique transportée par l'eau sous pression est transmise au circuit secondaire via un échangeur thermique, pour produire de l'électricité.

Dans notre étude, nous considèrerons que tous les points du circuit primaire sont à la même altitude.



D'après le site : http://energies.edf.com/accueil-fr/la-production-d-electricite-edf/-nucleaire/comment-ca-marche-y/le-principe-de-fonctionnement-120218.html

Schéma détaillé :



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Première partie : étude de l'écoulement dans le circuit primaire (2,5 points)

Données numériques :

Débit volumique : $Q_v = 7{,}64\ m^3/s$
Diamètre de la conduite du circuit primaire : $D = 600\ mm$
Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000\ kg/m^3$
Viscosité cinématique de l'eau : $\nu = 5{,}0 \times 10^{-7}\ m^2/s$

1. Vérifier que la vitesse de l'eau (V) dans la portion grisée du schéma détaillé de la conduite du circuit primaire est de 27 m/s.
2. Calculer le nombre de Reynolds dans cette portion du circuit primaire. En déduire le type d'écoulement.

Formulaire :

$Q_v = V \times S$; $Re = V \times D/\nu$; *prendre pour valeur de π : 3,14*

Si	$Re < 1600$	*l'écoulement est laminaire*
Si	$1600 < Re < 2300$	*l'écoulement est transitoire*
Si	$Re > 2300$	*l'écoulement est turbulent*

Seconde partie (2,5 points)

Il est demandé aux candidats de bien respecter l'écriture en majuscules de la puissance « P » et l'écriture en minuscules de la pression « p ».

Le circuit primaire est à une pression de 155 bars grâce au pressuriseur ($p_{pressuriseur}$).

La pompe permet de compenser les pertes de charges.

Le groupe motopompe est constitué de deux éléments essentiels :

- Le moteur
  1. Moteur triphasé
  2. Puissance absorbée : $P_{a\,(moteur)} = 26740$ kW
  3. Rendement : $\eta_{moteur} = 75\ \%$
- La pompe
  1. Pression nominale : $p_{nominale} = 176$ bars
  2. Débit : $Q_v = 27\,504\ m^3/h$

1. Calculer la puissance mécanique utile $P_{u\,(moteur)}$ du moteur.
2. Calculer le débit volumique Q_v en m^3/s.
3. Calculer la puissance hydraulique $P_{u\,(pompe)}$ de la pompe pour compenser les pertes de charge sachant que la pression p est :

$$p = p_{nominale} - p_{pressuriseur}$$

Formulaire :

$P_{u\,(pompe)} = Q_v \cdot p$
$1\ bar \cong 10^5\ Pa$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCÉRÉN

FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES DU BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
Secteur industriel : Artisanat, Bâtiment, Maintenance - Productique
(Arrêté du 9 mai 1995 - BO spécial n°11 du 15 juin 1995)

Fonction f	Dérivée f'
$f(x)$	$f'(x)$
$ax+b$	a
x^2	$2x$
x^3	$3x^2$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$
$u(x)+v(x)$	$u'(x)+v'(x)$
$a\,u(x)$	$a\,u'(x)$

Logarithme népérien : ln

$\ln(ab) = \ln a + \ln b$ $\qquad \ln(a^n) = n \ln a$

$\ln(a/b) = \ln a - \ln b$

Équation du second degré $ax^2+bx+c=0$

$\Delta = b^2 - 4ac$

- Si $\Delta > 0$, deux solutions réelles :

$x_1 = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$ et $x_2 = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$

- Si $\Delta = 0$, une solution réelle double :

$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$

- Si $\Delta < 0$, aucune solution réelle

Si $\Delta \geq 0$, $ax^2+bx+c = a(x-x_1)(x-x_2)$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

Terme de rang n : $u_n = u_1 + (n-1)r$

Somme des k premiers termes :

$u_1 + u_2 + \cdots + u_k = \frac{k(u_1+u_k)}{2}$

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

Terme de rang n : $u_n = u_1 q^{n-1}$

Somme des k premiers termes :

$u_1 + u_2 + \cdots + u_k = u_1 \frac{1-q^k}{1-q}$

Trigonométrie

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

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

$\cos 2a = 2\cos^2 a - 1$

$= 1 - 2\sin^2 a$

$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$

Statistiques

Effectif total $N = \sum_{i=1}^{p} n_i$

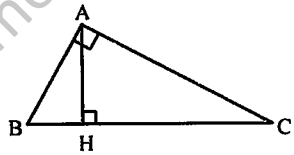
Moyenne $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i}{N}$

Variance $V = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i (x_i - \bar{x})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2$

Écart type $\sigma = \sqrt{V}$

Relations métriques dans le triangle rectangle

$AB^2 + AC^2 = BC^2$



$\sin \widehat{B} = \frac{AC}{BC}$; $\cos \widehat{B} = \frac{AB}{BC}$; $\tan \widehat{B} = \frac{AC}{AB}$

Résolution de triangle

$\frac{a}{\sin \widehat{A}} = \frac{b}{\sin \widehat{B}} = \frac{c}{\sin \widehat{C}} = 2R$

R : rayon du cercle circonscrit

$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \widehat{A}$

Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2} bc \sin \widehat{A}$

Trapèze : $\frac{1}{2}(B+b)h$

Disque : πR^2

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou prisme droit d'aire de base B et de hauteur h : Volume Bh

Sphère de rayon R :

Aire : $4\pi R^2$ $\qquad$ Volume : $\frac{4}{3}\pi R^3$

Cône de révolution ou pyramide de base B et de hauteur h : Volume $\frac{1}{3}Bh$

Calcul vectoriel dans le plan - dans l'espace

$\vec{v}.\vec{v'} = xx' + yy'$	$\vec{v}.\vec{v'} = xx' + yy' + zz'$
$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2+y^2}$	$\lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$

Si $\vec{v} \neq \vec{0}$ et $\vec{v'} \neq \vec{0}$:

$\vec{v}.\vec{v'} = \lVert\vec{v}\rVert \times \lVert\vec{v'}\rVert \cos(\vec{v},\vec{v'})$

$\vec{v}.\vec{v'} = 0$ si et seulement si $\vec{v} \perp \vec{v'}$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN