



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**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.

ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE (E1)  
Sous-épreuve B1  
MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL  
RÉPARATION DES CARROSSERIES**

ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE (E1)  
Sous-épreuve E12  
MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 2**

*Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Réf. C n° 99 - 186 du 16 - 11 - 1999).*

*Ce sujet comporte 9 pages dont le formulaire et 3 annexes (à remettre avec la copie).*

# MATHÉMATIQUES (15 points)

Le soudage par points (*Figure 1*) permet d'assembler deux tôles en faisant passer un courant électrique de forte intensité à travers deux électrodes.

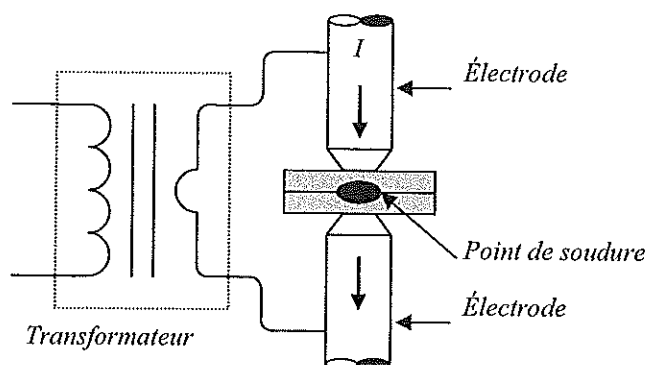


Figure 1 : Principe du soudage par points

## PARTIE A : Recherche du domaine de soudabilité (10 points)

Afin de tester la qualité d'un point soudé, on effectue un test de déboutonnage (*Figure 2*) qui consiste à séparer les deux tôles pour mesurer le diamètre du bouton obtenu au niveau du point de soudure.

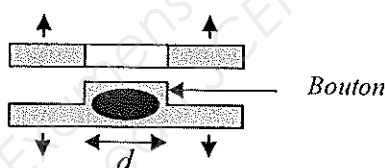


Figure 2 : Déboutonnage d'un point soudé

Lorsque l'intensité délivrée par les électrodes est insuffisante, le diamètre du bouton est trop petit. Cependant, à partir d'une certaine intensité, une partie du métal fondu est éjectée (phénomène d'expulsion) et le diamètre du bouton diminue.

Il existe donc un « domaine de soudabilité » défini par une intensité minimale  $I_A$  et une intensité maximale  $I_B$  que l'on se propose de déterminer.

Pour un type de tôles (USITECH X 750), une durée de soudage et un effort donné, la variation du diamètre  $d$  du bouton en fonction de l'intensité  $I$  du courant est donnée par la relation suivante :

$$d = -1,48 \times I^2 + 28,5 \times I - 129 \quad \text{où } d \text{ est exprimé en mm et } I \text{ en kA}$$

### I. Étude de fonction

On considère la fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[7,3 ; 10,5]$  par :

$$f(x) = -1,48 x^2 + 28,5 x - 129$$

1. a) Calculer  $f'(x)$  où  $f'$  est la fonction dérivée de  $f$ .  
 b) Résoudre l'équation  $f'(x) = 0$ . Arrondir au dixième.  
 c) Compléter, sur l'annexe 1 page 6, le tableau de variation de la fonction  $f$ . Arrondir au dixième.
2. a) Compléter, sur l'annexe 1 page 6, le tableau de valeurs de la fonction  $f$ . Arrondir au dixième.  
 b) Tracer, dans le repère de l'annexe 1 page 6, la courbe représentative de la fonction  $f$ .

## II. Détermination du domaine de soudabilité

Le diamètre minimum toléré lors de l'assemblage de deux tôles de type USITECH X 750 est de 4 mm.

1. a) Déterminer graphiquement pour quelle valeur de  $x$  on a  $f(x) = 4$ . Laisser apparents les traits nécessaires à la lecture.  
 b) Résoudre, dans  $[7,3 ; 10,5]$ , l'équation  $-1,48x^2 + 28,5x - 129 = 4$ . Arrondir au dixième.

Le résultat est-il en accord avec la question précédente ?

2. a) En déduire la valeur de  $I_A$  pour  $d = 4$  mm.  
 b) Sachant que  $I_B$  correspond au diamètre de bouton maximal avant expulsion, quelle est la valeur de  $I_B$  ? Justifier la réponse.  
 c) Donner, pour les tôles de type USITECH X 750, le domaine de soudabilité sous forme d'intervalle.

## PARTIE B : Contrôle de qualité (5 points)

Avec la répétition des soudures, divers phénomènes provoquent la dégradation de l'extrémité des électrodes. Plus les électrodes sont usées, plus il faut augmenter l'intensité efficace  $I$ .

Pour  $I = 8$  kA, on a réalisé 200 mesures de diamètre de boutons pour tester les électrodes. Les résultats sont réunis dans le tableau de l'annexe 2 page 7.

1. a) Compléter le tableau de données statistiques de l'annexe 2 page 7.  
 b) En considérant que l'effectif de chaque classe est affecté au centre de la classe, calculer le diamètre moyen  $\bar{d}$  des boutons.
2. Dans cette question, on utilisera les valeurs arrondies au centième de  $\bar{d}$  et de l'écart type  $\sigma$  :

$$\bar{d} \approx 4,27 \text{ mm et } \sigma \approx 0,23 \text{ mm}$$

- a) Calculer  $\bar{d} - \sigma$  et  $\bar{d} + \sigma$ .
- b) On considère que l'électrode est « apte au service » si au moins 70 % des mesures appartiennent à l'intervalle  $[\bar{d} - \sigma ; \bar{d} + \sigma [$ .  
 À l'aide du polygone des fréquences cumulées croissantes donné en annexe 2 page 7, déterminer si l'électrode est « apte au service ». Doit-on augmenter l'intensité efficace ?

## SCIENCES PHYSIQUES (5 points)

**Rappel** : La puissance apparente  $S$  d'un transformateur est donnée par la relation :  $S = U \times I$ . Elle s'exprime en voltampère (VA).

$$\text{Rapport de transformation : } \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

### Exercice 1 : Transformateur et sécurité électrique (2,5 points)

Le schéma du dispositif de soudure et la plaque signalétique de son transformateur sont donnés ci-dessous :

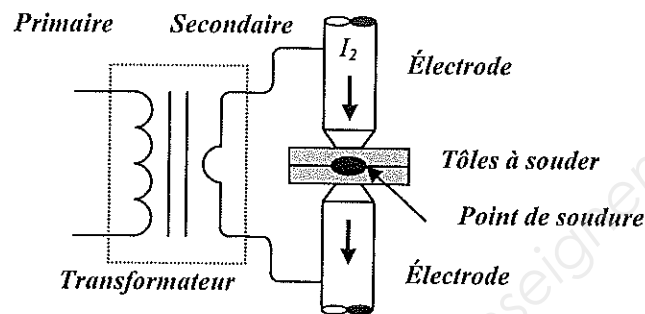


Figure 3 : Dispositif pour la soudure par points

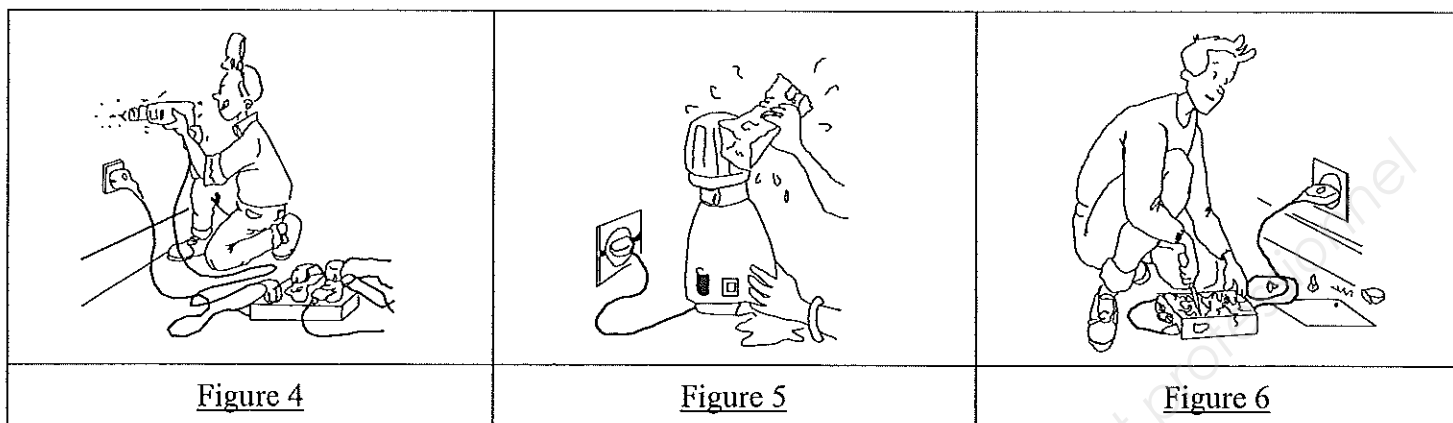
50 Hz	18 400 VA
PRIMAIRE	230 V
SECONDAIRE	2,3 V

#### Plaque signalétique du transformateur

- Après examen de la plaque signalétique du transformateur, compléter le tableau de l'annexe 3 page 8.
- Ce transformateur sert-il à abaisser ou à élever l'intensité du courant électrique ? Justifier la réponse.
- Calculer, en ampère, l'intensité maximale  $I_2$  du courant électrique lors de l'utilisation de ce transformateur.
- En utilisant le tableau ci-dessous, indiquer quels sont les risques physiologiques encourus lors de l'emploi d'un tel poste de soudure.

Intensité du courant	Effet sur le corps humain
0,5 mA	Aucune sensation
1 mA	Seuil de perception
1 à 3 mA	Sensation sans douleur
3 à 10 mA	Sensation douloureuse
10 mA	Seuil de tétanisation musculaire
30 mA	Seuil de paralysie respiratoire
75 mA	Seuil de fibrillation cardiaque
250 mA	Fibrillation cardiaque
4 A	Seuil de paralysie cardiaque
supérieur à 5 A	Brûlure des tissus organiques

5. Observer chacune des trois figures ci-dessous, puis nommer dans le tableau situé en annexe 3 page 8, la cause du risque électrique.



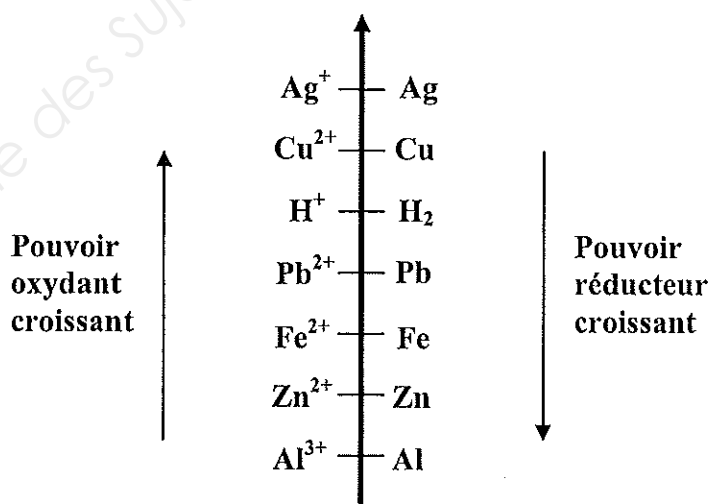
6. Citer un système de protection permettant d'éviter les risques d'électrisation.

### Exercice 2 : Lutte contre la corrosion des tôles (2,5 points)

Les tôles métalliques contenant du fer, laissées en contact avec l'air et des liquides se recouvrent de rouille.

Il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction faisant intervenir les couples  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$  et  $\text{H}^+/\text{H}_2$ .

- Pour chacun des couples précédents, compléter le tableau de l'annexe 3 page 8.
- On étudie la réaction d'oxydoréduction entre le fer et les ions  $\text{H}^+$ .
  - Écrire la demi-équation de l'oxydation du fer en ion fer.
  - Écrire la demi-équation de la réduction des ions  $\text{H}^+$  en dihydrogène.
  - En déduire l'équation bilan d'oxydoréduction entre le fer et les ions  $\text{H}^+$ .
- On donne la classification électrochimique suivante :



Une des méthodes pour protéger les tôles en fer contre la corrosion consiste à utiliser certains métaux.

- Indiquer, d'après la classification, ceux qui peuvent être utilisés. Justifier la réponse.
- Citer une autre méthode permettant de lutter contre la corrosion.

# ANNEXE 1 (à remettre avec la copie)

## PARTIE A

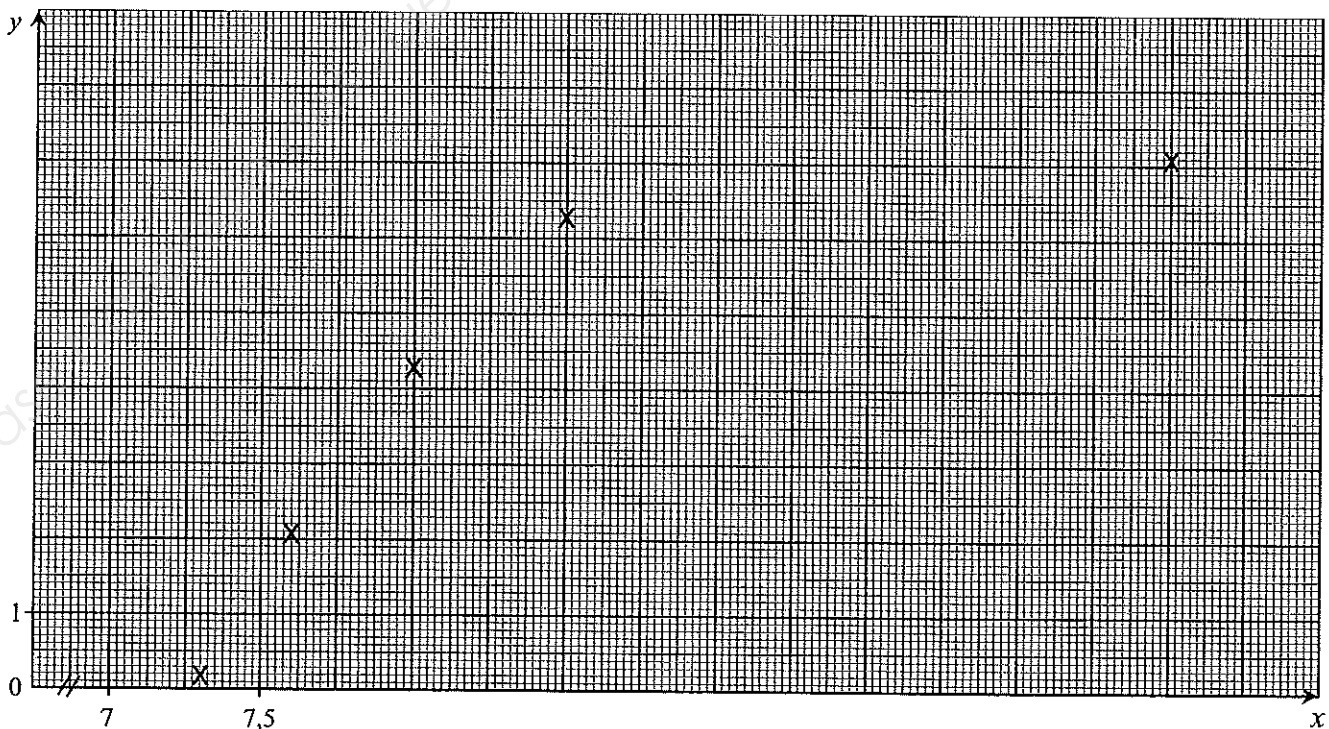
Question I. 1. c) : Tableau de variation

$x$	7,3	...	10,5
Signe de $f'(x)$			
Variation de $f$			

Question I. 2. a) : Tableau de valeurs

$x$	7,3	7,6	8	8,5	9	9,6	10	10,5
$f(x)$	0,2	2,1	4,3	6,3				7,1

Question I. 2. b) : Représentation graphique de la fonction  $f$ .



## ANNEXE 2 (à remettre avec la copie)

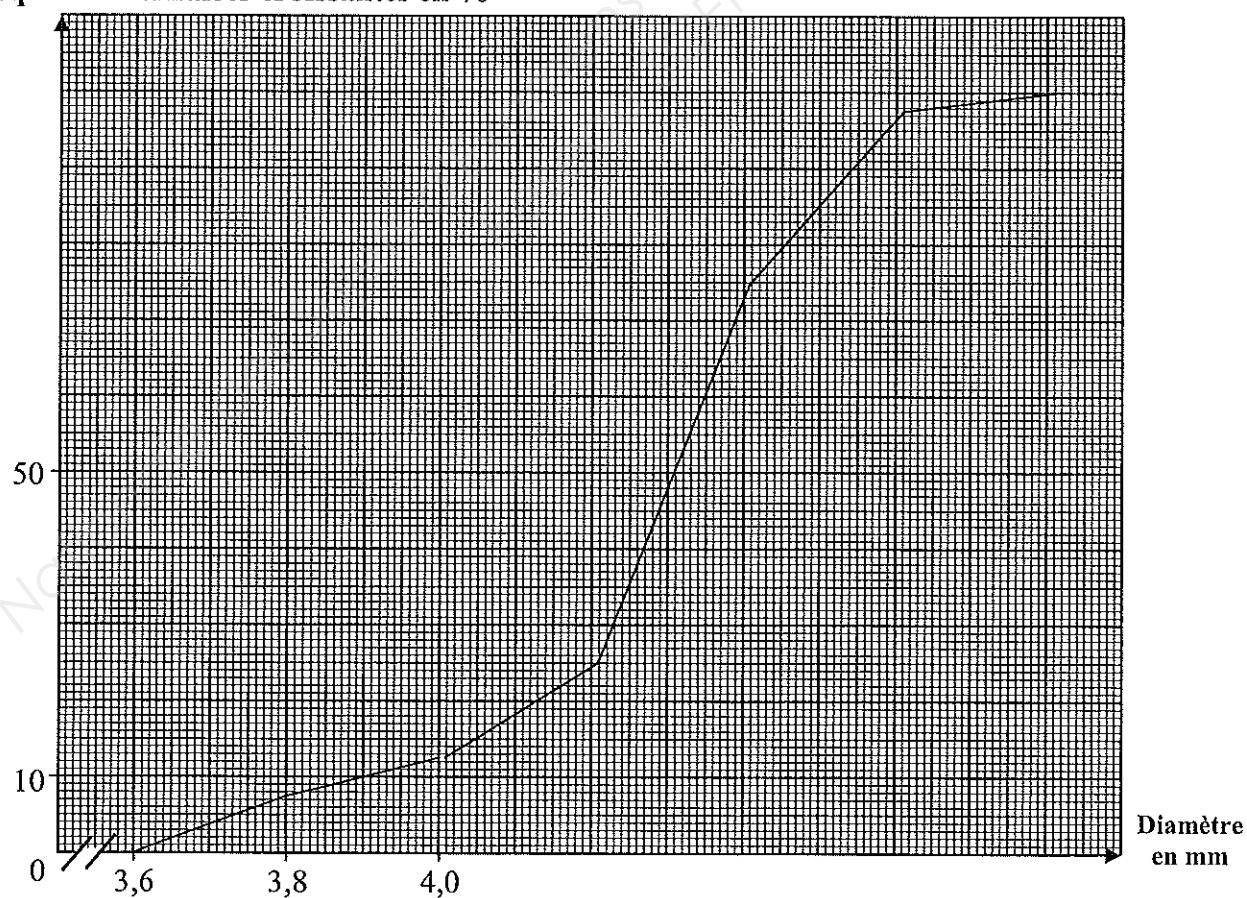
### PARTIE B

Question 1. a) : Tableau de données statistiques

Diamètre $d$ en mm	Nombre de boutons $n_i$	Centre de classe $x_i$
[3,6 ; 3,8[	15	
[3,8 ; 4,0[	10	
[4,0 ; 4,2[	25	
[4,2 ; 4,4[	100	
[4,4 ; 4,6[	45	
[4,6 ; 4,8[	5	

Question 2. b) : polygone des fréquences cumulées croissantes

Fréquences cumulées croissantes en %





## ANNEXE 3 (à remettre avec la copie)

### Exercice 1

Question 1. :

	<i>Valeur numérique et unité</i>
Tension efficace au primaire $U_1$	
Tension efficace au secondaire $U_2$	
Puissance apparente $S$	

Question 5. : Risque électrique

Figure	4	5	6
Cause du risque électrique			

### Exercice 2

Question 1. :

Couple rédox	Oxydant	Réducteur

# 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)

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

**Logarithme népérien : ln**  $\ln(a^n) = n \ln a$

$$\ln(ab) = \ln a + \ln b$$

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

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

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

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

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

- 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  $l$  :  $u_l$  et raison  $r$

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

Somme des  $k$  premiers termes :

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

**Suites géométriques**

Terme de rang  $l$  :  $u_l$  et raison  $q$

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

Somme des  $k$  premiers termes :

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

**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**

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

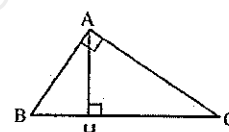
$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i}{N}$$

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

$$\text{Ecart type } \sigma = \sqrt{V}$$

**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**

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

$$\frac{a^2}{\sin \widehat{A}} = \frac{b^2}{\sin \widehat{B}} = \frac{c^2}{\sin \widehat{C}} = 4R^2$$

$R$  : rayon du cercle circonscrit

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

**Aires dans le plan**

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

$$\text{Trapèze} : \frac{1}{2} (B + b)h$$

$$\text{Disque} : \pi R^2$$

**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  $R$  :

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

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**

$$\vec{v} \cdot \vec{v'} = xx' + yy'$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\vec{v} \cdot \vec{v'} = xx' + yy' + zz'$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

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

$$\vec{v} \cdot \vec{v'} = \|\vec{v}\| \|\vec{v'}\| \cos(\widehat{(\vec{v}, \vec{v'})})$$

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