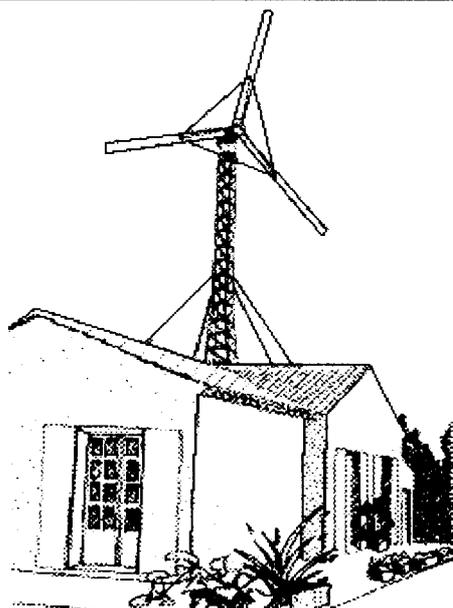


Groupement des Académies de l'Est		Session 2002		Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1					
Productique et maintenance					
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques					
Coefficient : 4		Durée : 2 heures		Feuillet : 1/8	
N.B : La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. L'usage de la calculatrice est autorisé.					



LES EOLIENNES

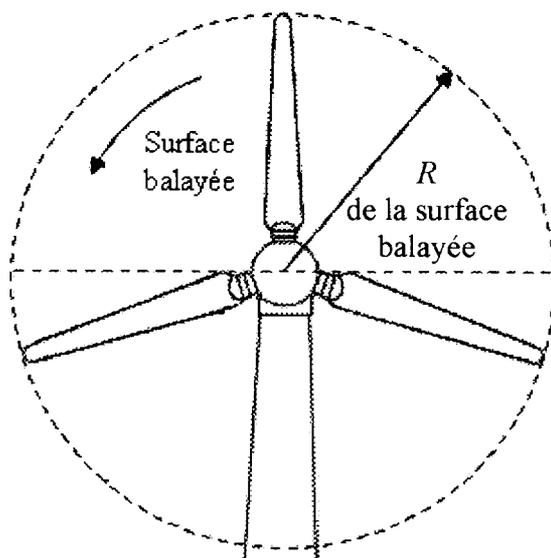
PRINCIPE

Une éolienne est une machine qui transforme l'énergie cinétique du vent (déplacement d'une masse d'air) en énergie mécanique ou électrique.

PARTIE MATHÉMATIQUES

Exercice 1 : (sur 1,5 point)

Les pales d'une éolienne sont montées sur un rotor. Lors de leur mouvement, les extrémités décrivent un cercle.



On estime que la puissance récupérable P par une éolienne est fonction de l'aire S de la surface balayée et du cube de la vitesse v du vent, comme le montre la formule suivante :

$$P = 0,2 S v^3$$

P : puissance de l'éolienne (W)

S : aire de la surface balayée (m^2)

v : vitesse du vent (m/s)

- Calculer, en m^2 , l'aire S pour un rayon R égal à 15 m. Arrondir le résultat à l'unité.
- Calculer, en watt, la puissance P d'une éolienne pour S égale à $700 m^2$ et pour une vitesse du vent v égale à 12 m/s.

Groupement des Académies de l'Est		Session 2002		Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1					
Productique et maintenance					
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques					
Coefficient : 4		Durée : 2 heures		Feuillet : 2/8	

Exercice 2 : (sur 3,5 points)

On admet que le calcul de la puissance P de cette éolienne de diamètre D est donné par la relation :

$$P = 250 D^2$$

1. Compléter le tableau de l'**annexe 1**, page 6/8, à rendre avec la copie.
2. Tracer, pour D appartenant à l'intervalle $[0 ; 24]$, la courbe représentative de la fonction f telle que :
 $f(D) = 250D^2$
 $P = 250D^2$
en utilisant le repère de l'**annexe 1**, page 6/8.
3. Déterminer graphiquement le diamètre d'une éolienne dont la puissance P est de 125 000 W.
Laisser apparents les traits utiles à la lecture.

Exercice 3 : (sur 3 points)

Certaines éoliennes sont montées sur des pylônes métalliques. Le pylône de l'éolienne en photo ① est représenté par le schéma ①. On utilisera le figure ② pour résoudre le problème.

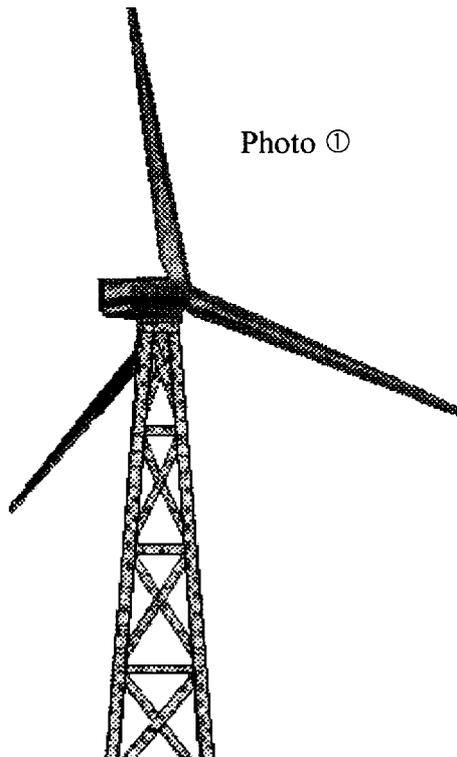


Photo ①

Données du problème: $(BE) \parallel (CF) \parallel (DG)$;

$AB = 960$ mm; $BC = 1440$ mm ; $CF = 500$ mm ;

La droite (AH) est un axe de symétrie.

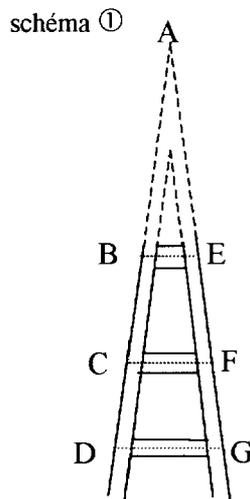
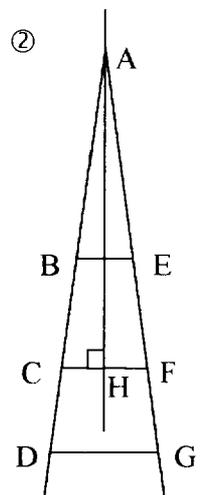


schéma ①

figure ②

les dessins ne sont pas à l'échelle



1. Calculer, en mm, la longueur du tube BE.
2. Calculer, en mm, la longueur AH. Arrondir le résultat à l'unité.

Groupement des Académies de l'Est		Session 2002		Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1					
Productique et maintenance					
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques					
Coefficient : 4		Durée : 2 heures		Feuillet : 3/8	

Exercice 4 : (sur 2 points)

On considère que les longueurs, exprimées en mètre, des tubes métalliques BE, CF et DG du pylône forment les trois premiers termes d'une suite arithmétique de raison r .

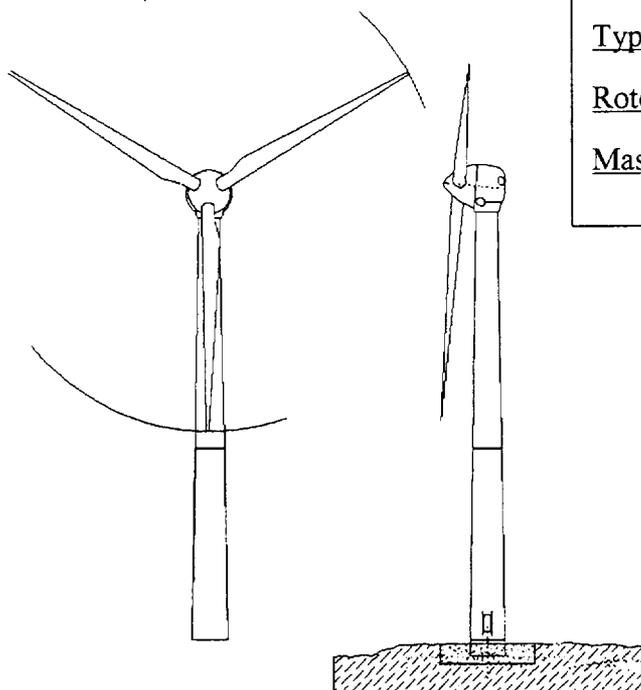
$$u_1 = BE, u_1 = 0,2 ; u_2 = CF, u_2 = 0,5 \text{ et } u_3 = DG, u_3 = 0,8.$$

1. Calculer la raison r de cette suite.
2. Calculer le 20^e terme (u_{20}) de la suite arithmétique correspondant à l'écartement entre 2 poteaux à la base du pylône.

Groupement des Académies de l'Est		Session 2002		Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1					
Productique et maintenance					
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques					
Coefficient : 4		Durée : 2 heures		Feuillet : 4/8	

PARTIE SCIENCES

Exercice 5 : (sur 4 points)

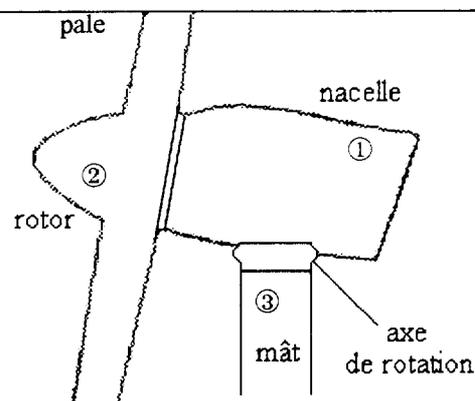


Grande Eolienne : 250 kW

Type : 3 pales

Rotor et pales : Aire de la surface balayée : $S = 693 \text{ m}^2$

Masse de l'ensemble pales-rotor-nacelle: $m = 28 \text{ tonnes}$



→ Toutes les questions sont à rédiger sur l'annexe 2, page 7/8, à rendre avec la copie.

1. Pression exercée par le vent :

Le vent exerce une force horizontale \vec{F} sur la surface balayée.

Pour une vitesse de vent égale à 7 m/s, la pression p exercée sur la surface S balayée par les pales est de 250 pascals (Pa).

Calculer dans ce cas, la valeur F de la force exercée par le vent sur l'éolienne.

2. Etude de l'équilibre d'un système :

2.1. Calculer la valeur P du poids de l'ensemble pales-rotor-nacelle : on prendra $g = 9,81 \text{ N/kg}$.

2.2. L'ensemble rotor-pales ② exerce sur la nacelle ① une force horizontale \vec{F} . Le mât ③ exerce sur la nacelle ① une force \vec{R} .

A l'aide du tableau des caractéristiques des forces de l'annexe 2, page 7/8, on veut déterminer les caractéristiques de la force \vec{R} .

On demande, sur l'annexe 2, page 7/8:

→ de tracer, sur le schéma 1, les droites d'action des forces \vec{P} , \vec{F} et \vec{R} ;

→ de tracer à partir du point M le dynamique des forces (triangle des forces);

→ de déduire les caractéristiques inconnues de la force \vec{R} (compléter le tableau des caractéristiques).

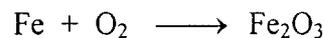
Rappel : à l'équilibre on a : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$, les forces sont coplanaires et les droites d'actions sont concourantes.

Groupement des Académies de l'Est		Session 2002	Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1				
Productique et maintenance				
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques				
Coefficient : 4		Durée : 2 heures	Feuillet : 5/8	

Exercice 6 : (sur 4 points)

Les pylônes métalliques doivent être protégés contre la corrosion pour éviter l'oxydation.

Lors de l'oxydation il apparaît de l'oxyde de fer Fe_2O_3 suivant l'équation de réaction :



1 Donner le nom et le nombre d'atomes de chacun des éléments chimiques constituant l'oxyde de fer Fe_2O_3 .

2 Calculer la masse molaire moléculaire de l'oxyde de fer Fe_2O_3 .

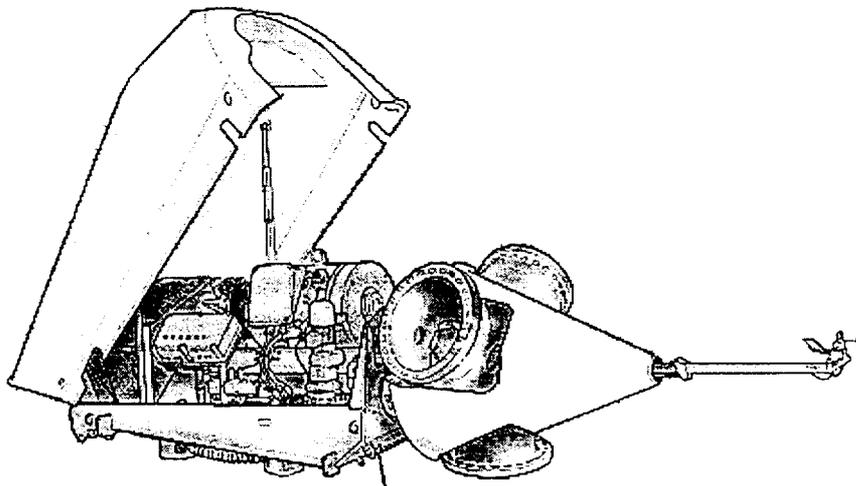
On donne : $M(Fe) = 56 \text{ g/mol}$; $M(O) = 16 \text{ g/mol}$.

3. Recopier et équilibrer l'équation bilan de la réaction chimique.

4. Calculer la masse de fer qui produit 1 kg d'oxyde de fer Fe_2O_3 .

Exercice 7 : (sur 2 points)

Les éoliennes sont équipées d'un système de chauffage à l'intérieur de la nacelle pour éviter l'apparition de points d'oxydation sur les parties métalliques et de moisissures lorsqu'elles ne fonctionnent pas.



1. Les indications du chauffage sont 230 V et 200 W.

Préciser pour chacune des indications le nom de la grandeur et le nom de son unité.

2. Calculer la valeur de l'intensité I du courant électrique qui circule dans la résistance chauffante. Arrondir le résultat au centième.

3. Calculer la valeur de la résistance R du système de chauffage. Arrondir le résultat à l'unité.

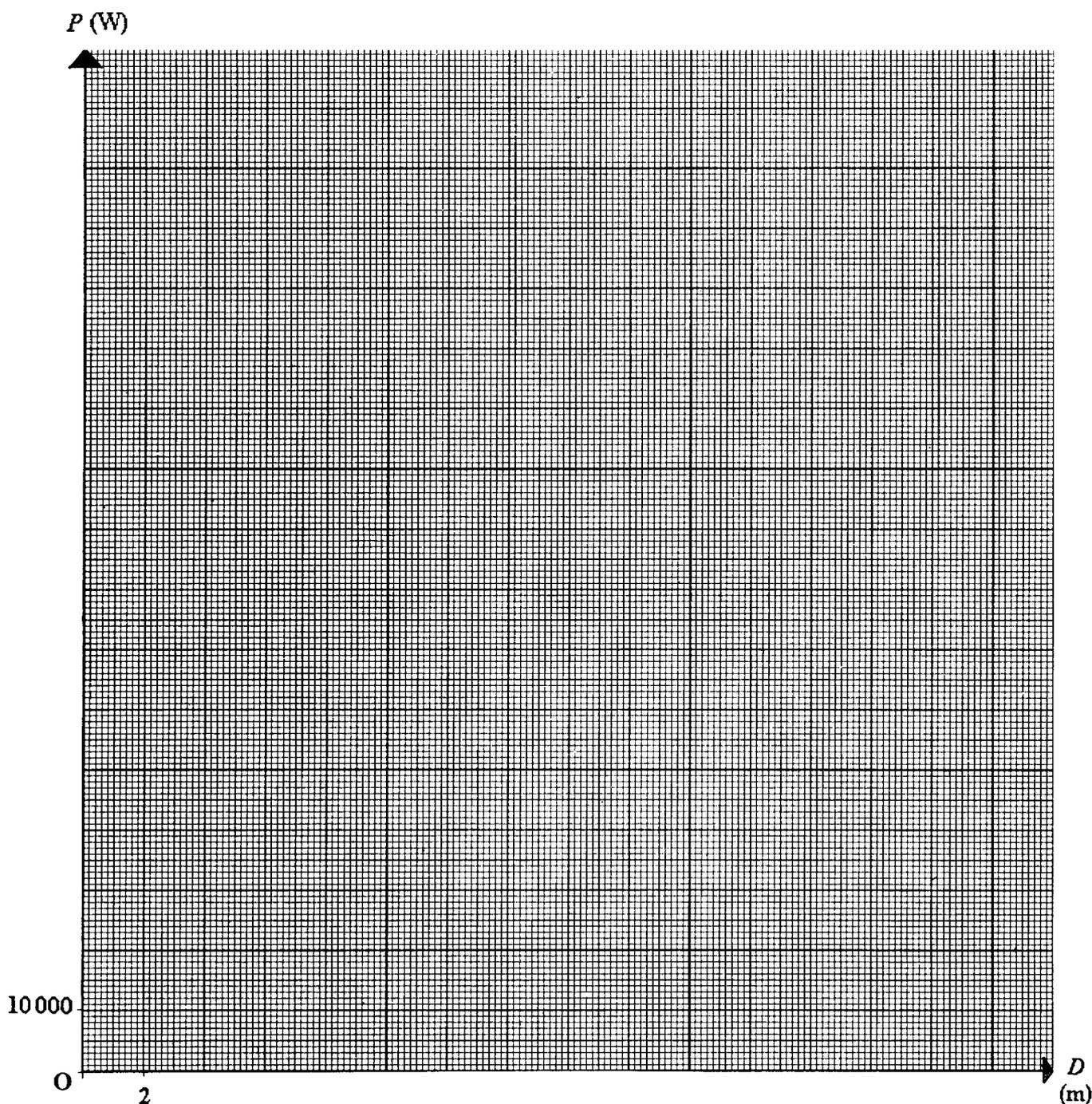
Groupe ment des Académies de l'Est		Session 2002		Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1					
Productique et maintenance					
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques					
Coefficient : 4		Durée : 2 heures		Feuillet : 6/8	

ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)

2.1. Tableau de valeurs :

D (m)	0	2	4	8	12	16	20	24
P (W)		1 000			36 000	64 000		

2.2. Courbe : $P = f(D)$



Groupement des Académies de l'Est		Session 2002		Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1					
Productique et maintenance					
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques					
Coefficient : 4		Durée : 2 heures		Feuillet : 7/8	

ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)

1. Calculer, en N, la valeur de la force \vec{F} exercée par le vent :

.....

2. Calculer, en N, la valeur du poids \vec{P} de l'éolienne :

.....

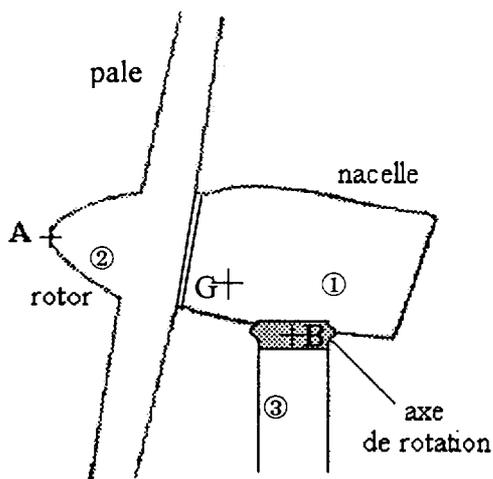
3. Etude de la force \vec{R} qui s'exerce sur l'axe de rotation au point B.

Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité (N)
\vec{P}	G	Verticale	↓	275 000
\vec{F}	A	Horizontale	→	175 000
\vec{R}	B	?	?	?

→ Tracer les trois droites d'action des forces \vec{P} , \vec{F} et \vec{R}

→ Construction à partir du point M du dynamique des forces : échelle : 1 cm pour 25 000 N

M +



Groupement des Académies de l'Est		Session 2002		Code(s) examen(s)	Tirages
Sujet BEP Secteur 1					
Productique et maintenance					
Épreuve : Mathématiques et Sciences physiques					
Coefficient : 4		Durée : 2 heures		Feuillet : 8/8	

**FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES
BEP DES SECTEURS INDUSTRIELS**

Identités remarquables

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2,$$

$$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2,$$

$$(a-b)(a+b) = a^2 - b^2.$$

Puissances d'un nombre

$$(ab)^m = a^m b^m ; a^{m+n} = a^m \times a^n ; (a^m)^n = a^{mn}$$

Racines carrées

$$\sqrt{ab} = \sqrt{a} \sqrt{b} ; \sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

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

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

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

Statistiques

$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_p x_p}{N}$$

Ecart type σ

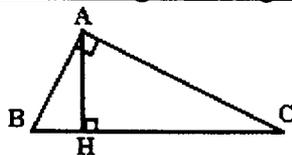
$$\sigma^2 = \frac{n_1 (x_1 - \bar{x})^2 + n_2 (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + n_p (x_p - \bar{x})^2}{N}$$

$$\sigma^2 = \frac{n_1 x_1^2 + n_2 x_2^2 + \dots + n_p x_p^2}{N} - \bar{x}^2$$

Relations métriques dans le triangle rectangle

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

$$AH \cdot BC = AB \cdot AC$$

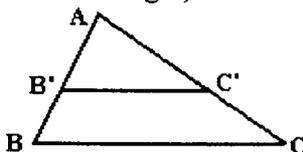


$$\sin \hat{B} = \frac{AC}{BC}; \quad \cos \hat{B} = \frac{AB}{BC}; \quad \tan \hat{B} = \frac{AC}{AB}$$

Énoncé de Thalès (relatif au triangle)

Si $(BC) \parallel (B'C')$

$$\text{alors } \frac{AB}{AB'} = \frac{AC}{AC'}$$



Aires dans le plan

$$\text{Triangle} : \frac{1}{2} Bh$$

$$\text{Parallélogramme} : Bh$$

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

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

Secteur angulaire angle α en degré

$$\frac{\alpha}{360} \pi R^2$$

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou **Prisme droit**

d'aire de base B et de hauteur h :

$$\text{Volume} : Bh$$

Sphère de rayon R :

$$\text{Aire} : 4\pi R^2$$

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

Cône de révolution ou **Pyramide**

d'aire de base B et de hauteur h

$$\text{Volume} : \frac{1}{3} Bh$$

Position relative de deux droites

Les droites d'équation $y = ax + b$ et $y = a'x + b'$ sont :

- parallèles si et seulement si $a = a'$
- orthogonales si et seulement si $aa' = -1$

Calcul vectoriel dans le plan

$$\vec{v} \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix}; \vec{v}' \begin{vmatrix} x' \\ y' \end{vmatrix}; \vec{v} + \vec{v}' \begin{vmatrix} x+x' \\ y+y' \end{vmatrix}; \lambda \vec{v} \begin{vmatrix} \lambda x \\ \lambda y \end{vmatrix} \quad \|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Trigonométrie

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

Résolution dans le triangle quelconque

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

R : rayon du cercle circonscrit

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