

ENSEIGNEMENT DE PHYSIQUE

1ère ANNEE

Plan de Cours

(1ère partie)

- Mécanique

- Rayons X

1991 - 1992

CHAPITRE I - ELEMENTS DE METROLOGIE

I. Notions générales

I.1. Grandeurs

I.1.1. Définition d'une grandeur
.de l'unité de mesure d'une grandeur

I.1.2. Classification des diverses grandeurs

- grandeurs additives
 - scalaires
 - vectorielles
- grandeurs non additives

I.1.3. Système de grandeurs (grandeurs de base, grandeurs dérivées)

I.1.4. Dimension d'une grandeur

I.1.5. Equation entre grandeurs

I.1.6. Grandeur sans dimension

I.2. Unités de mesure

I.2.1. Définition de l'unité de mesure d'une grandeur

I.2.2. Système d'unités. Notion de système cohérent

II. Système international d'unités SI

II.1. Rappels

II.2. Unités SI

II.2.1. Trois classes d'unités

- les 7 unités de base . Tableau I
. leur définition
- les 2 unités supplémentaires : leur définition
- les unités dérivées : les principales utilisées en mécanique, électricité, thermodynamique.
Tableau II

II.2.2. Ecriture - des noms d'unités
- des symboles d'unités

II.3. Unités hors-système

II.4. Multiples et sous multiples Tableau III

III. Dimensions. Equations aux dimensions. Homogénéité des formules

TABLEAU I

	Grandeur	Nom de l'unité	Symbole
Unités de base	Longueur	mètre	m
	Masse	kilogramme	kg
	Temps	seconde	s
	Intensité de courant électrique	ampère	A
	Température thermodynamique	kelvin	K
	Quantité de matière	mole	mol
	Intensité lumineuse	candela	cd
Unités supplémentaires	angle plan	radian	rad
	angle solide	stéradian	sr

TABLEAU III

Facteur par lequel l'unité est multipliée	Préfixe	
	Nom	Symbole
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	téra	T
10^9	giga	G
10^6	méga	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10	déca	da
10^{-1}	déci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

T A B L E A U I I

Grandeur : relation de définition	Expression en unités de base SI	Nom éventuel et symbole
<ul style="list-style-type: none"> • Longueur Surface Volume 	<p style="margin-left: 20px;">L S = L² V = L³</p>	<p style="margin-left: 20px;">m² m³</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Temps Vitesse Accélération Fréquence Pulsation 	<p style="margin-left: 20px;">T v = L/T a = v/T f = 1/T ω</p>	<p style="margin-left: 20px;">m s⁻¹ m s⁻² s⁻¹ rad s⁻¹</p> <p style="margin-left: 20px;">hertz (Hz)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Masse Masse volumique Force Travail, chaleur énergie Puissance Pression 	<p style="margin-left: 20px;">M ρ = M/V F = Ma (Q ou) W = FL P = W/T p = F/S</p>	<p style="margin-left: 20px;">kg m⁻³ kg m s⁻² kg m² s⁻² kg m² s⁻³ kg m⁻¹ s⁻²</p> <p style="margin-left: 20px;">newton (N) joule (J) watt (W) pascal (Pa)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Intensité de courant Charge ddp, fem Résistance Conductance Capacité Flux magnétique Champ magnétique Inductance 	<p style="margin-left: 20px;">I q = I T (e ou) U = P/I R = U/I G = 1/R C = q/U dφ = - e dT B = dφ/d S L = φ/I</p>	<p style="margin-left: 20px;">A s kg m² s⁻³ A⁻¹ kg m² s⁻³ A⁻² kg⁻¹ m⁻² s³ A² kg⁻¹ m⁻² s⁴ A² kg m² s⁻² A⁻¹ kg s⁻² A⁻¹ kg m² s⁻² A⁻²</p> <p style="margin-left: 20px;">coulomb (C) volt (V) ohm (Ω) siemens (S) farad (F) weber (Wb) tesla (T) henry (H)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Température Capacité calorifique molaire Capacité calorifique massique 	<p style="margin-left: 20px;">θ C_m = dQ/dθ c = C_m/M</p>	<p style="margin-left: 20px;">kg m² s⁻² K⁻¹ mol⁻¹ m² s⁻² K⁻¹</p> <p style="margin-left: 20px;">J K⁻¹ mol⁻¹ J K⁻¹ kg⁻¹</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Activité 	<p style="margin-left: 20px;">s⁻¹</p>	<p style="margin-left: 20px;">becquerel (Bq)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Dose absorbée 	<p style="margin-left: 20px;">m².s⁻²</p>	<p style="margin-left: 20px;">gray (Gy)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Equivalent de dose 	<p style="margin-left: 20px;">m².s⁻²</p>	<p style="margin-left: 20px;">sievert (Sv)</p>

C H A P I T R E I I

I. Généralités - Rappels

- . Masse. Quantité de mouvement d'un point matériel
- . Force
- . Action et réaction
- . Référentiel
 - Généralités
 - Référentiel galiléen : définition ; propriétés ; conséquence = principe d'inertie ; référentiel galiléen de base : référentiel de Copernic ; ensemble des référentiels galiléens

II. Postulat fondamental de la dynamique dans un référentiel galiléen

II.1. Enoncé

- II.2. Interprétations : principe d'inertie ; principe d'évolution

III. Moment cinétique d'un point matériel

III.1. Définition

- III.2. Théorème du moment cinétique pour un point matériel

~~Interprétations~~

IV. Choc élastique de 2 points matériels

- IV.1. Généralités. Définitions - choc ou collision
- choc élastique

- IV.2. Propriété fondamentale : conservation de la quantité de mouvement

IV.2.1. Cas général

IV.2.2. Notion d'impulsion

IV.2.3. Cas d'un système isolé

- IV.3. Choc élastique sur une particule "cible"

IV.3.1. Choc frontal

IV.3.2. Choc latéral

I. Travail. Energie cinétique. Energie potentielle

- I.1. Travail d'une force appliquée à un point matériel
 - I.1.1. Travail élémentaire d'une force dans un référentiel galiléen
 - I.1.2. Travail élémentaire d'une force dans un référentiel non galiléen
 - I.1.3. Travail d'une force le long d'une courbe
 - I.1.4. Unité de travail

- I.2. Puissance d'une force exercée sur un point matériel

Définition. Unités

- I.3. Théorème de l'énergie cinétique d'un point matériel
 - I.3.1. Energie cinétique d'un point matériel
 - I.3.2. Théorème
Calcul. Enoncé
 - I.3.3. Conséquences
notion de travail moteur
travail résistant

- I.4. Energie potentielle

- I.5. Bilan énergétique. Energie mécanique d'un point matériel

Notion de forces conservatives et forces dissipatives
Energie mécanique
Conclusions

II. Mécanique relativiste

- II.1. Relations de définition des grandeurs relativistes
 - Quantité de mouvement
 - Energie cinétique

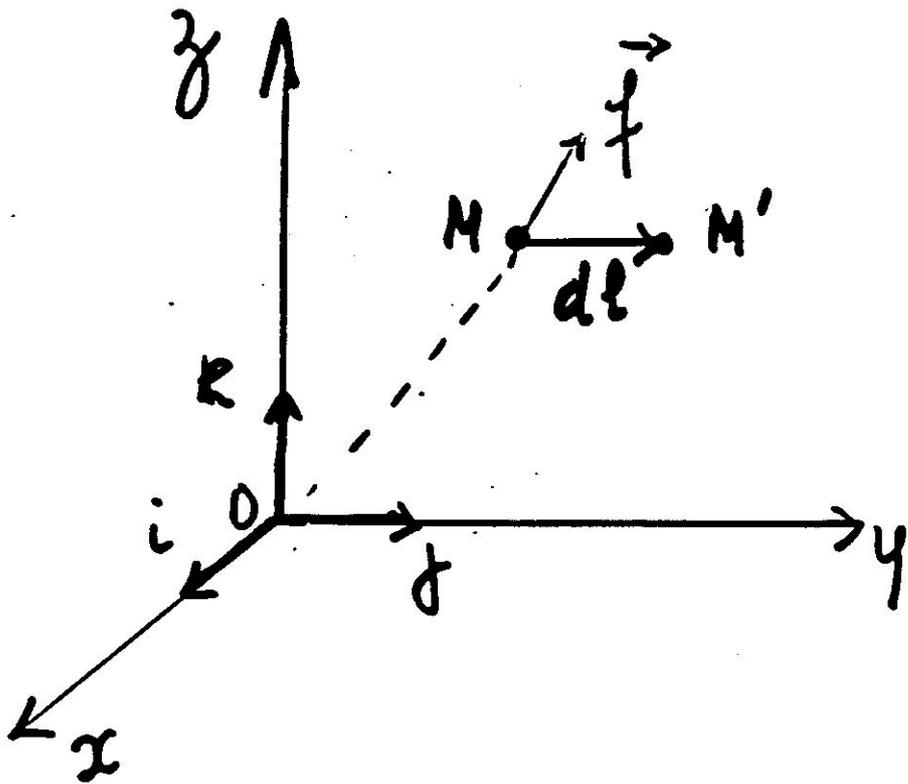
- II.2. Energie de masse

- II.3. Energie totale

- II.4. Relation entre énergie totale et quantité de mouvement

- II.5. Equivalence énergie-masse. Relation d'Einstein. Applications

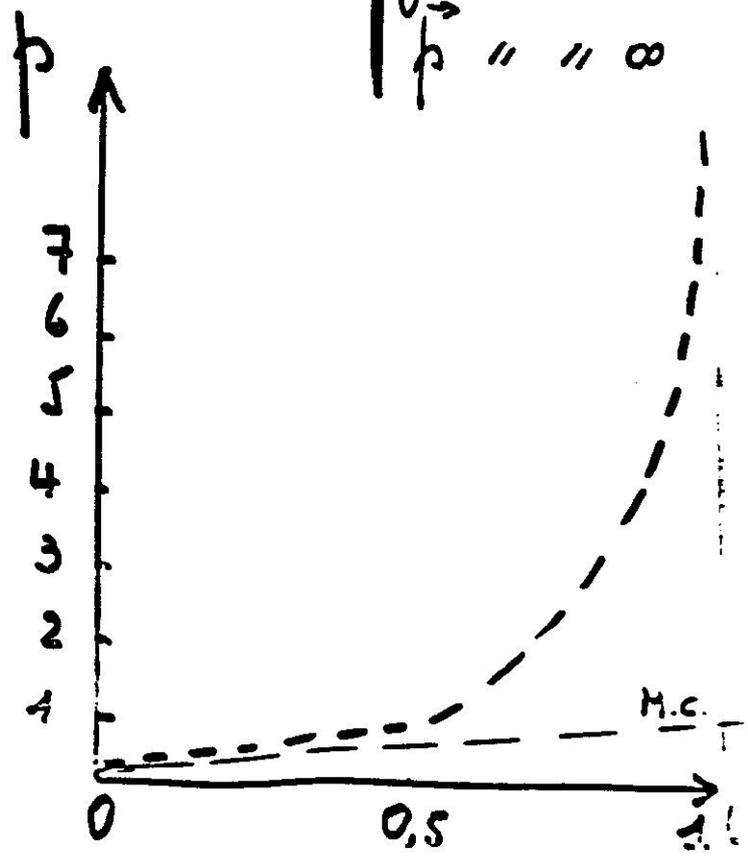
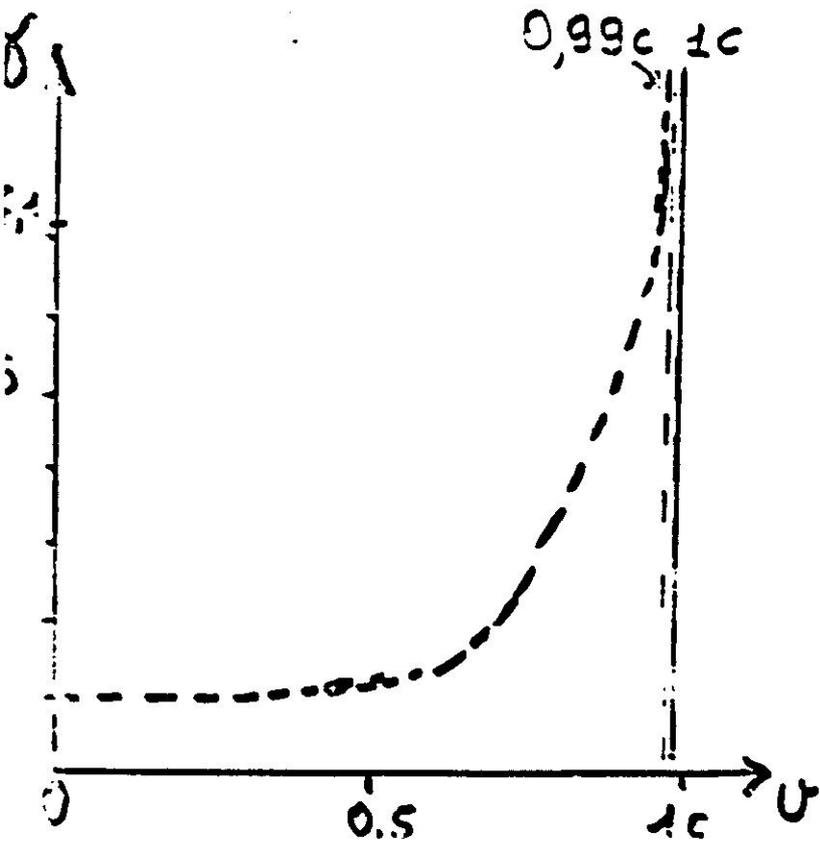
a-



$$\int W = \vec{f} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{p} = \gamma m \vec{v}$$

qd v tend vers c , β tend vers ∞
 γ " " ∞
 \vec{p} " " ∞



CHAPITRE IV - CHAMPS - POTENTIELS

I. Définitions

- Champ d'une grandeur
- Champ de force \vec{A}
- Potentiel de champ V

II. Relation entre force. Energie potentielle. Potentiel et champ

III. Interaction gravitationnelle

- III.1. Force de Newton
- III.2. Champ gravitationnel
- III.3. Champ de pesanteur. Force de pesanteur

IV. Champ et potentiel électrique

- IV.1. Cas d'une charge ponctuelle
 - IV.1.1. Hypothèse de Coulomb. Postulat fondamental de l'électrostatique. Loi de Coulomb
 - IV.1.2. Champ électrique créé par une charge ponctuelle
 - IV.1.3. Energie potentielle électrostatique
 - IV.1.4. Potentiel électrique
- IV.2. Cas d'une distribution ~~dis~~ continue de charges

1 - GENERALITES

- 1.1. Définition d'un fluide
Principaux fluides
Fluide parfait, fluide réel
- 1.2. Gaz parfait - gaz réel - liquide

2 - FORCES S'EXERCANT ENTRE LES MOLECULES D'UN LIQUIDE

- 2.1. Mise en évidence
 - Forces de cohésion ou d'attraction. 2 exemples
 - Forces de répulsion. Exemple
- 2.2. Propriétés caractéristiques de ces forces
 - Forces d'attraction
 - Forces de répulsion
- 2.3. Conséquences de ces forces

3 - TENSION SUPERFICIELLE

- 3.1. Faits expérimentaux. Conclusions
Théorie de Laplace
- 3.2. Notion de tension superficielle

$$\Delta W = \gamma \Delta S$$

ficielle $\gamma =$ constante capillaire ou de tension super-

- 3.3. Valeur de la tension superficielle de certains liquides
- 3.4. Facteurs dont dépend γ
 - 3.4.1. Influence de la température
 - 3.4.2. Influence de la pression du gaz surmontant le liquide
- 3.5. Pression régnant à l'intérieur d'une goutte de liquide
 - Calcul
 - 2 applications
 - Généralisation

3.6. Tension superficielle des solutions aqueuses

3.6.1. Faits expérimentaux (2)

3.6.2. Explication

3.6.3. Applications

4 - TENSION INTERFACIALE

4.1. Généralités. Différentes interfaces

4.2. Interface liquide-liquide

- 3 notions

4.3. Interface liquide-solide

5 - ETALEMENT D'UN LIQUIDE SUR UN AUTRE LIQUIDE. GENERALISATION AUX INTERFACES LIQUIDE-SOLIDE

5.1. Etalement d'un liquide sur un liquide

Exemples : huile sur eau - calculs - conclusion
eau sur mercure - conclusion

Généralisation

5.2. Etalement d'un liquide sur un solide. Différents cas. Explication

6 - ASCENSION D'UN LIQUIDE DANS LES TUBES CAPILLAIRES. LOI DE JURIN

6.1. Fait expérimental

6.2. Calcul

6.3. Conclusion : loi de Jurin

6.4. Applications

- cas de l'eau

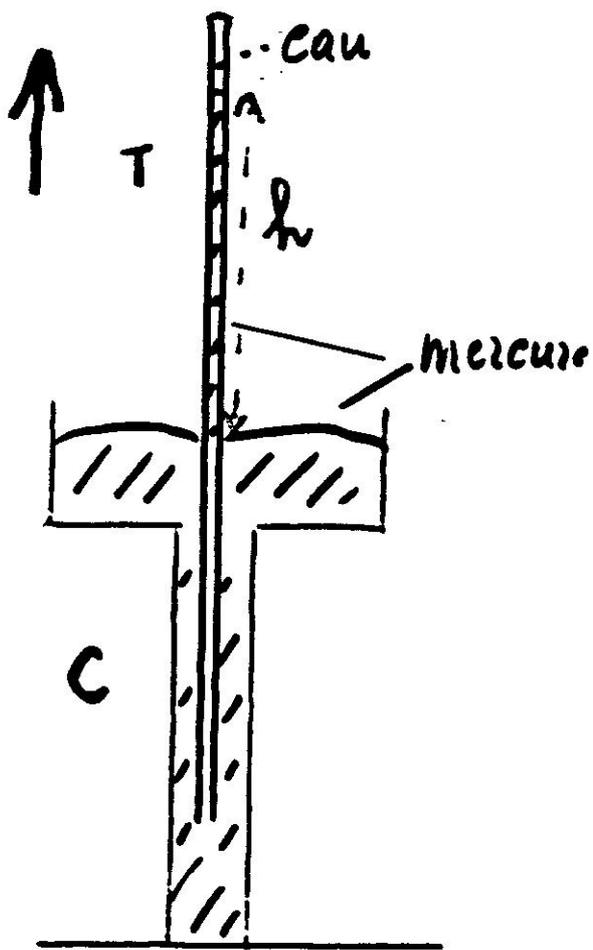
- cas du mercure

7 - MESURE DE LA TENSION SUPERFICIELLE

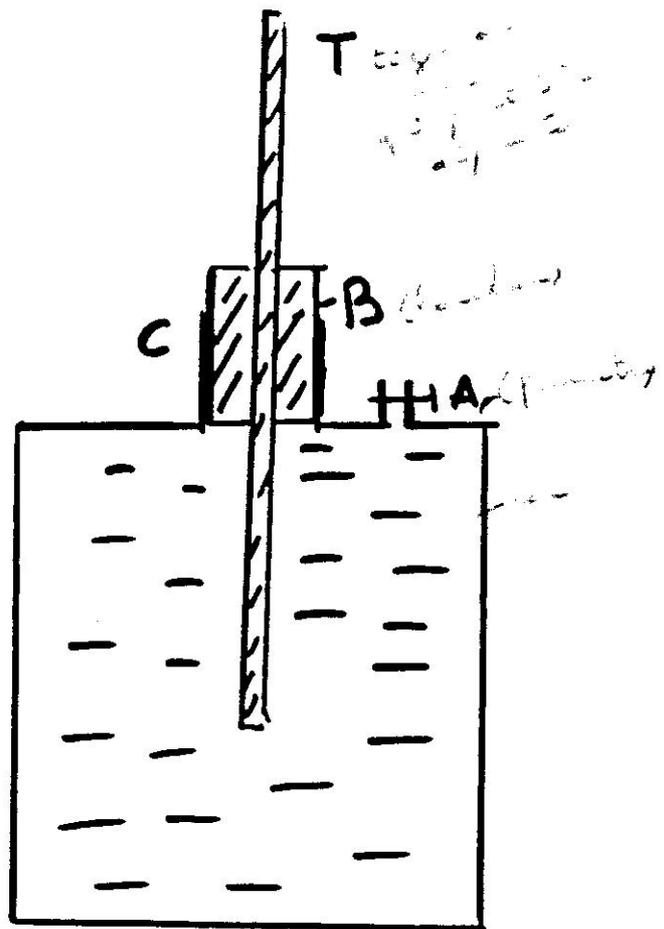
7.1. Méthode de l'ascension dans un tube capillaire

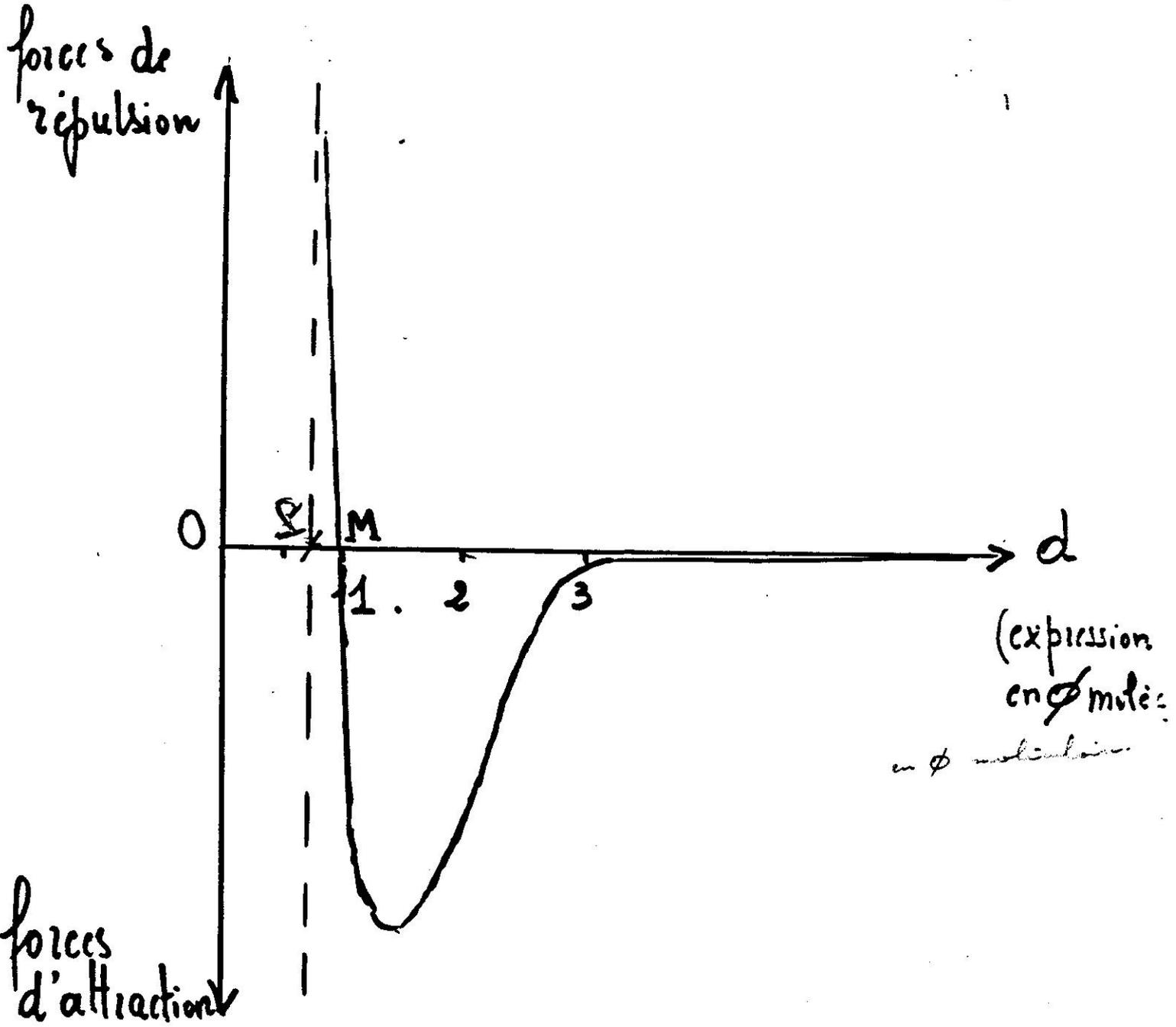
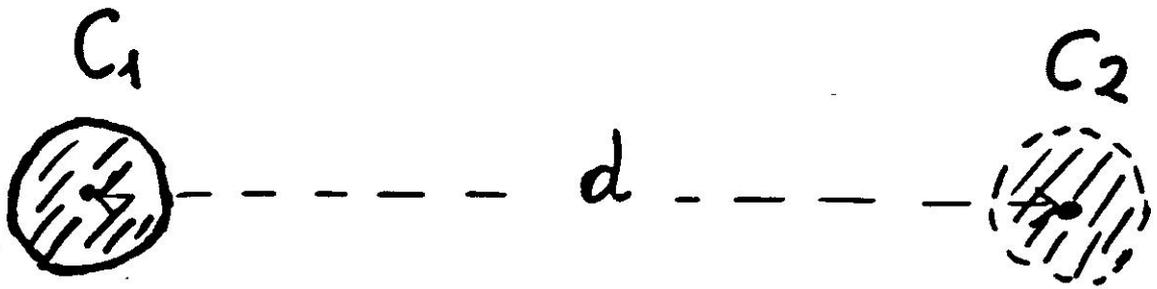
7.2. Méthode de la lame immergée

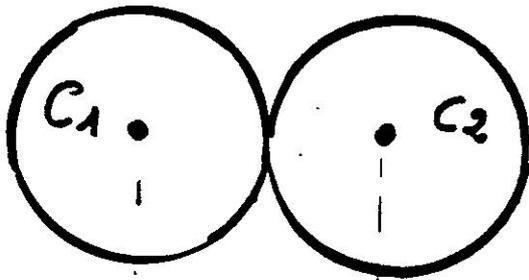
8 - APPLICATIONS DU PHENOMENE DE TENSION SUPERFICIELLE



R

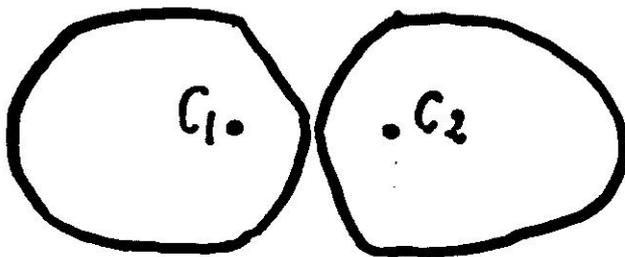




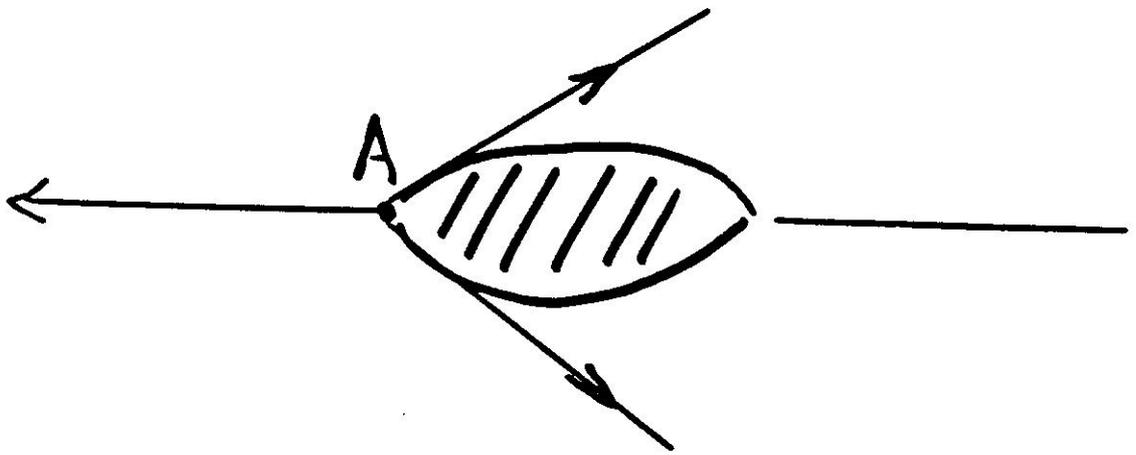
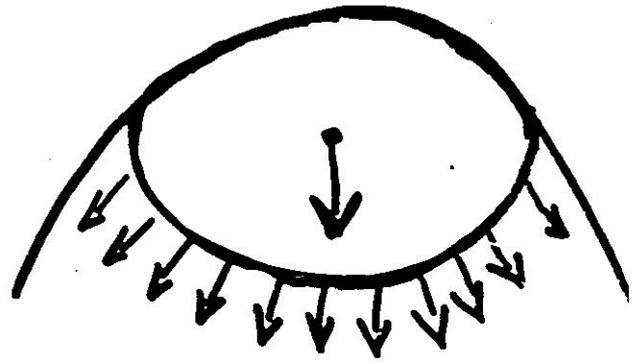
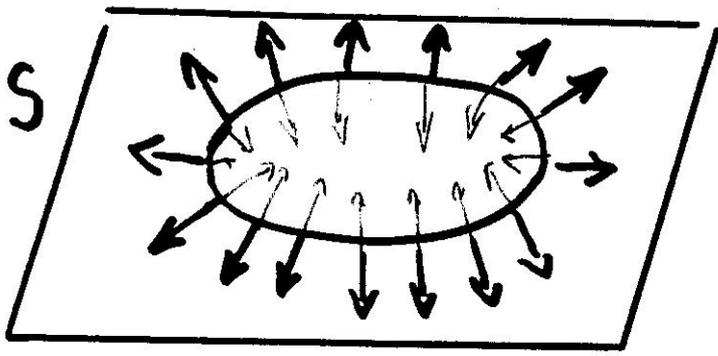


position d'équilibre
distance d'équilibre

$O \leftarrow \text{---} \rightarrow M \quad d = 1 \phi$

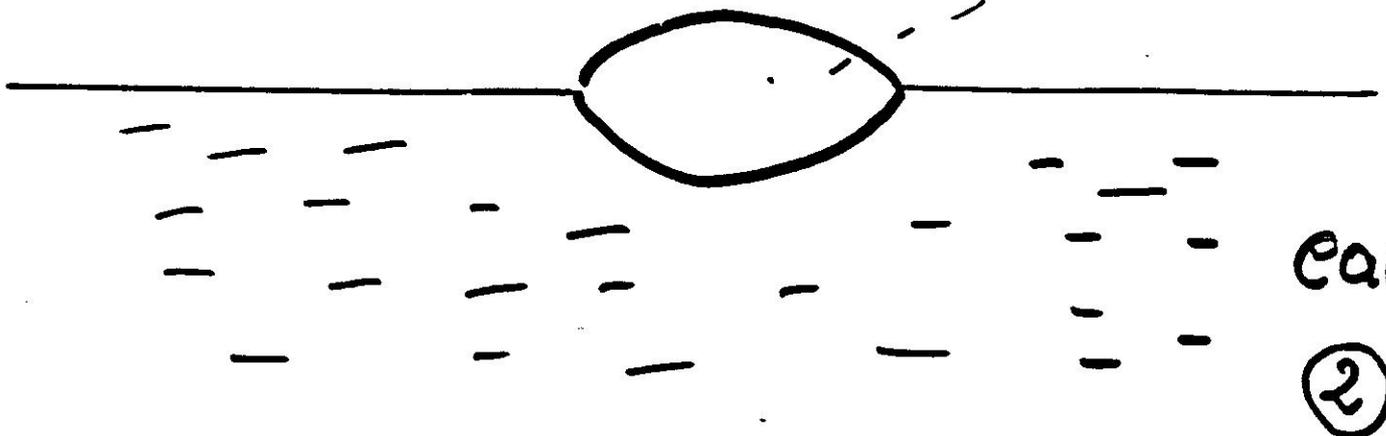


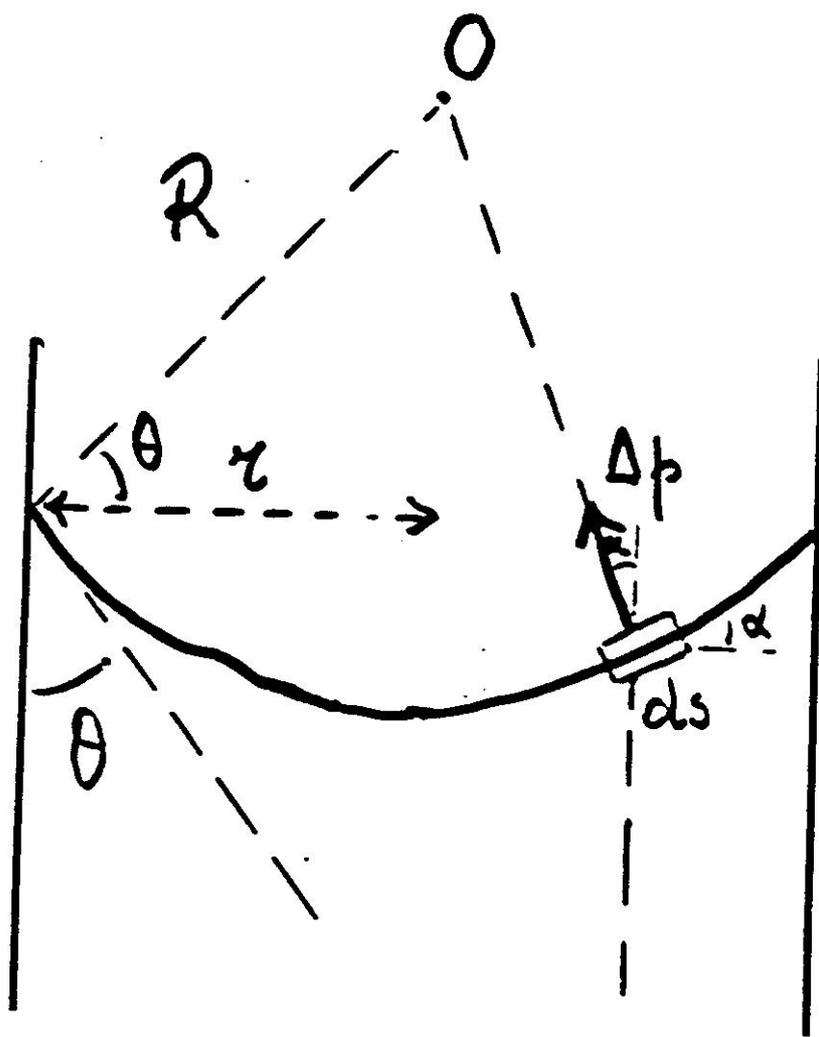
$\leftarrow \text{---} \rightarrow$ distance minimum d'approche



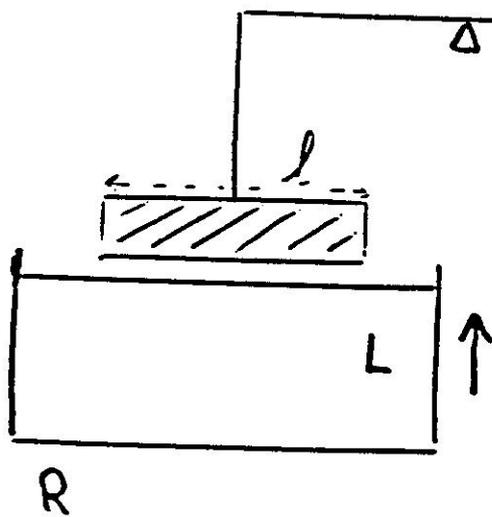
air
③

huile ①

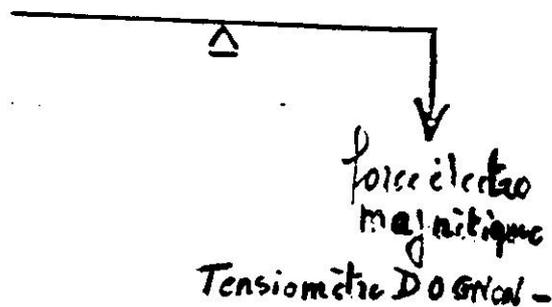




Méthode de la lame immergée



$$p = \frac{F}{l} = 2\gamma l$$



AIRIAT.

1 - GENERALITES

1.1. Rappel de quelques lois de la statique des fluides

1.1.1. Pression

1.1.2. Variation de la pression au sein d'un fluide en équilibre. Principe fondamental de la statique des fluides.

1.2. Dynamique des fluides

2 - MOUVEMENT D'UNE MASSE D'UN FLUIDE

2.1. Cas idéal 3 conditions

2.1.1. Equation de Bernoulli

* Calculs

- 1 - Débit à travers une section droite s
- 2 - Masses de fluide traversant s₁ et s₂
- 3 - Forces agissant sur cette masse (forces de pression, forces de pesanteur)
- 4 - Vitesse de la masse de fluide
- 5 - Energie cinétique de la masse de fluide

* Théorème des forces vives

$$* \quad p_1 + \rho g z + 1/2 \rho v_1^2 = p_2 + \rho g z' + 1/2 \rho v_2^2$$

* 2 remarques

2.1.2. Conséquence de l'équation de Bernoulli :
écoulement d'un fluide parfait dans un tube horizontal : phénomène de Venturi

$$p_A - p_B = 1/2 \rho v_A^2 \left(\frac{s_A^2}{s_B^2} - 1 \right)$$

* Conclusion

* Applications

2.1.3. Écoulement d'un fluide sous l'influence de son poids

* Dispositif expérimental

* Calcul

- * Théorème de Torricelli - énoncé
 - applications

2.2. Dynamique des fluides visqueux

2.2.1. Généralités - 2 expériences

2.2.2. Coefficient de viscosité

- * Définition dans le cas le plus simple

* 3 conséquences

- * $F = \eta S \, dv/dx$; dimension de η

* Fluides newtoniens - fluides non newtoniens

* Quelques valeurs de η

* Influence de la température sur η

2.2.3. Conséquences des forces de frottement

2.2.3.1. Cas des 2 plans P et P'

2.2.3.2. Perte de charge le long d'une canalisation horizontale

2.2.4. Écoulement dans les tubes étroits. Loi de Poiseuille

* Calculs

* Expression $Q = \frac{\pi}{8\eta} \frac{P_A - P_B}{l} R^4$

* Énoncé de la loi de Poiseuille

2.2.5. Résistance des fluides visqueux en régime laminaire. Déplacement d'une sphère dans un fluide visqueux. Loi de Stokes

* Calculs

* Expression

* Exercices d'application

2.2.6. Méthodes de mesure de la viscosité des liquides

2.2.6.1. Application de la loi de Stokes

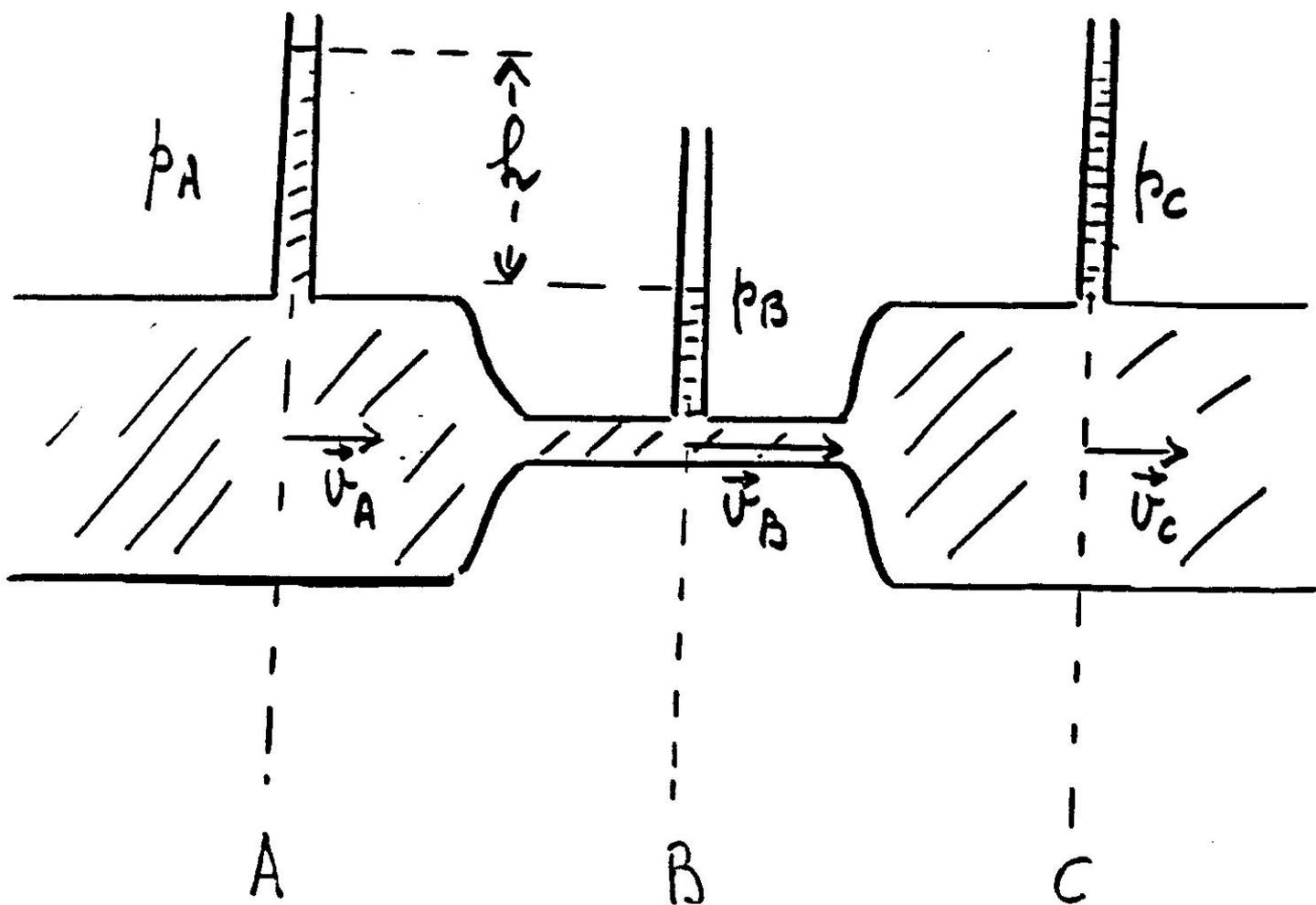
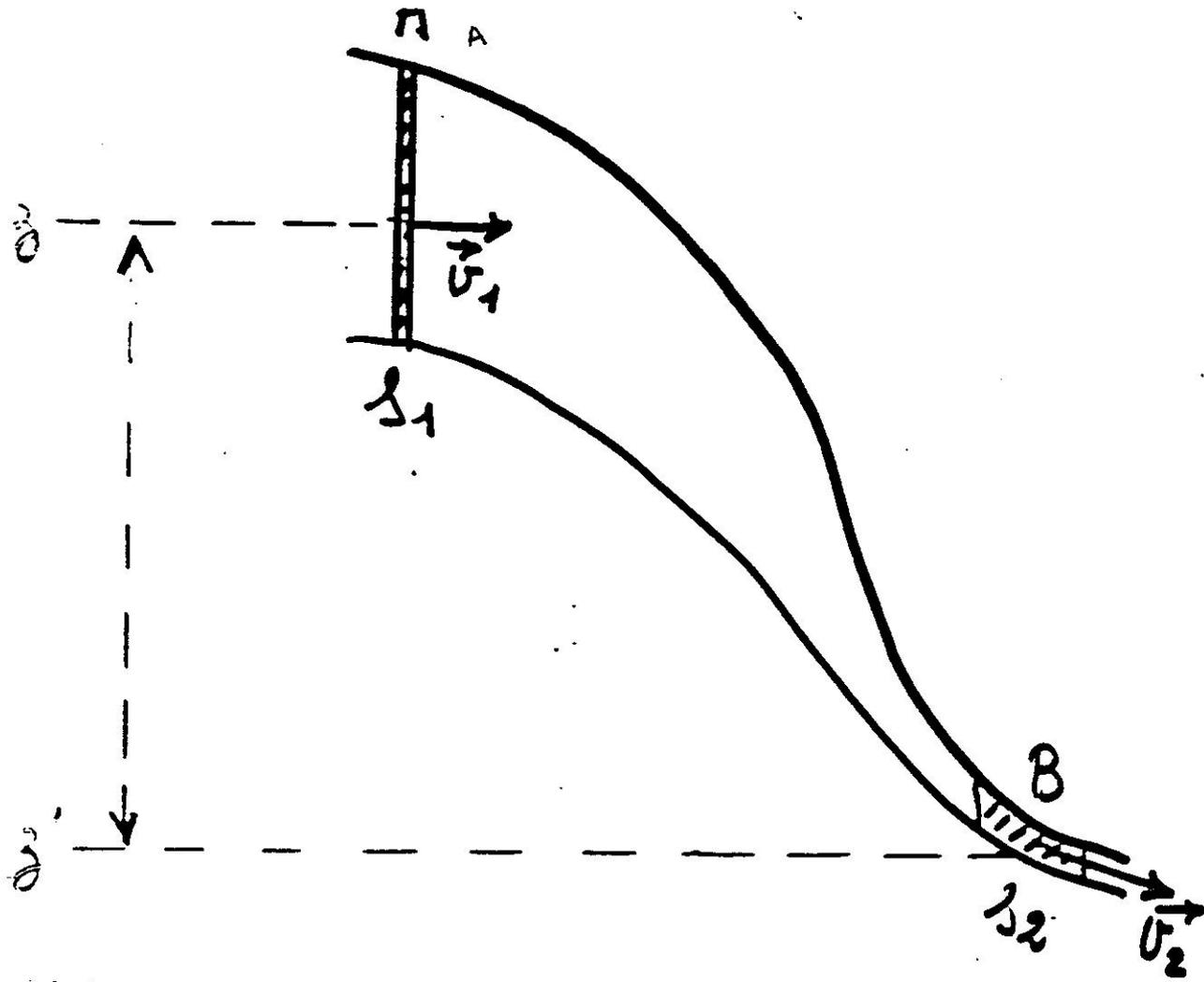
2.2.6.2. Application de la formule de Poiseuille

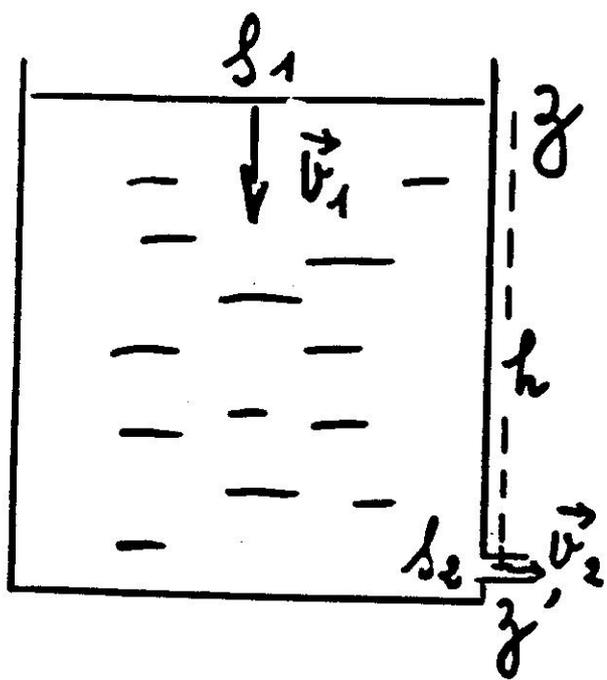
2.2.6.3. Méthode des cylindres coaxiaux - méthode de Couette

2.2.7. Ecoulement rapide - Turbulence

* Etude

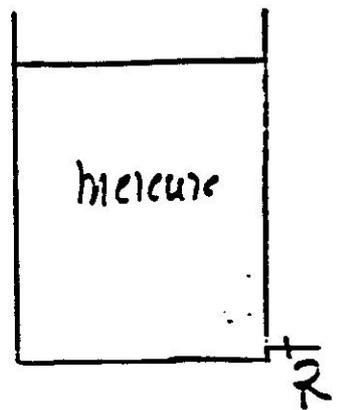
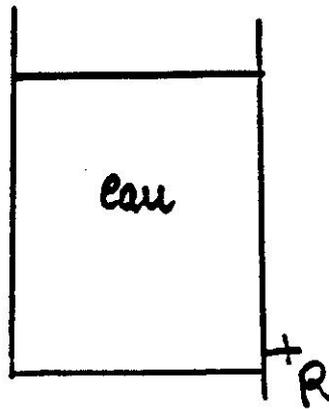
* Nombre de Reynolds



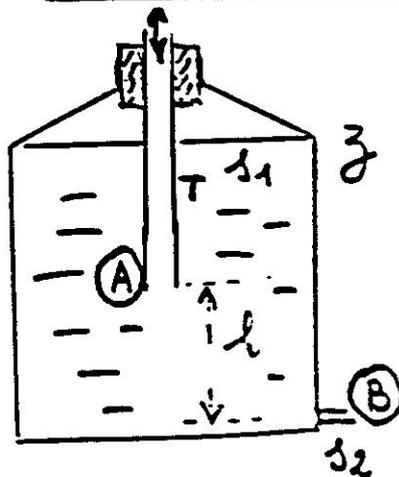


équation de continuité $\rho_1 v_1 = \rho_2 v_2$

①



② Vase de Mariotte

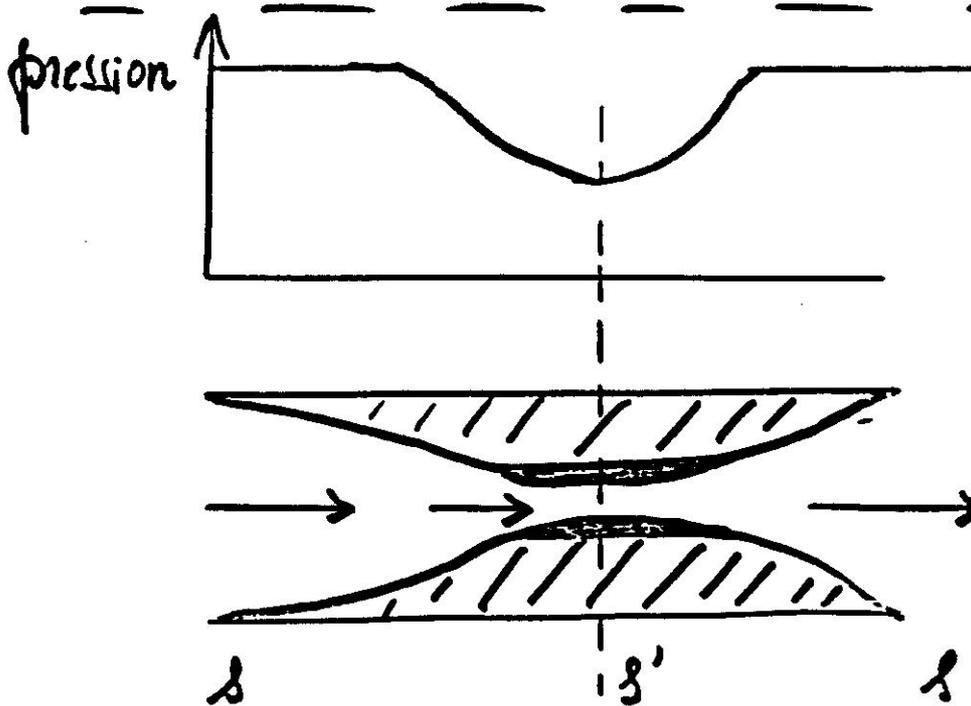
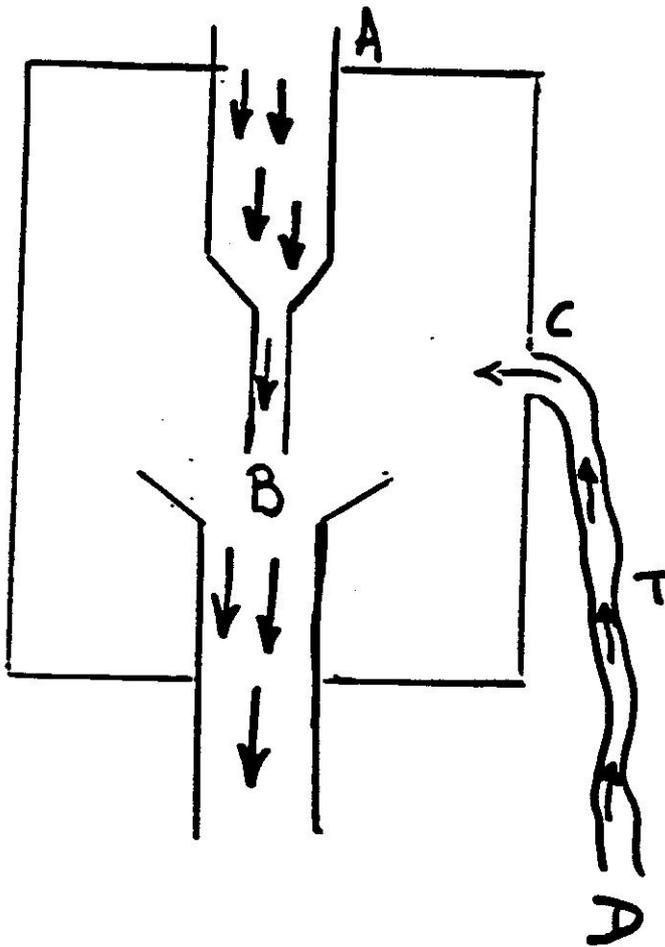


$$\rho_1 \gg \rho_2$$

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

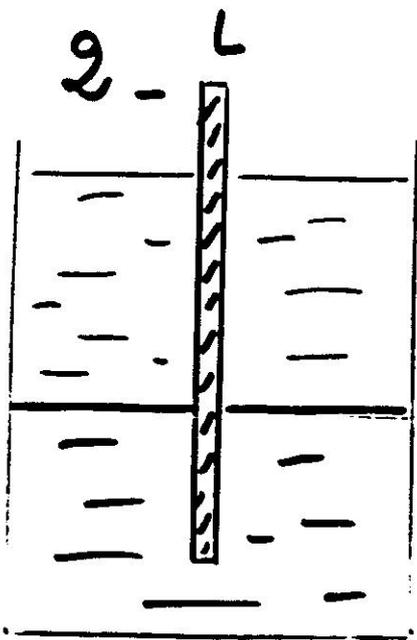
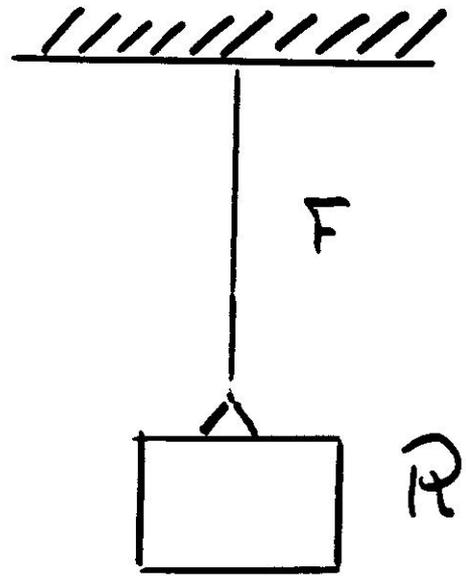
même pression en A et B

Trompe à eau

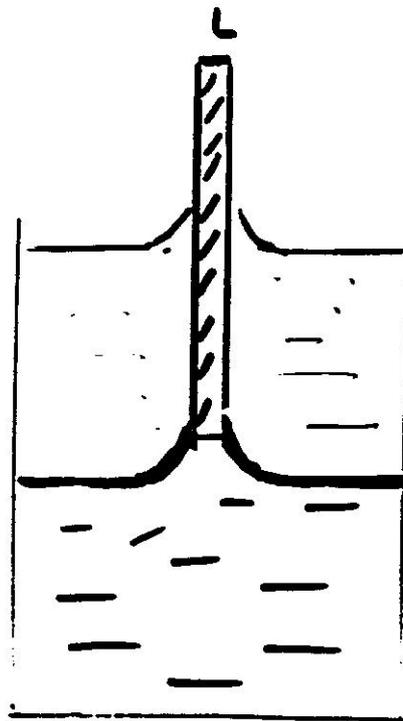


Sténose
vasculaire

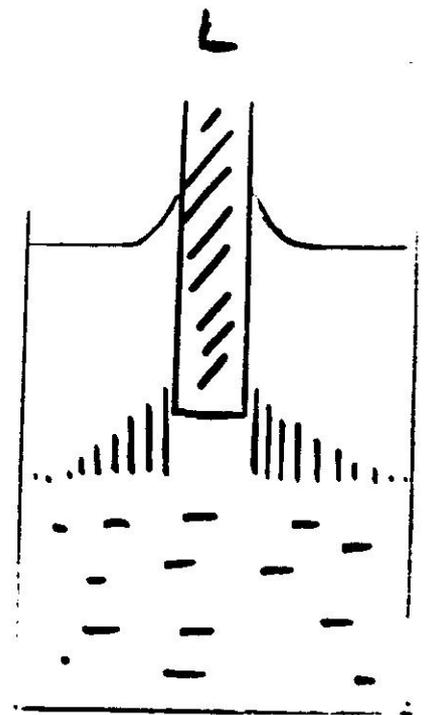
1.



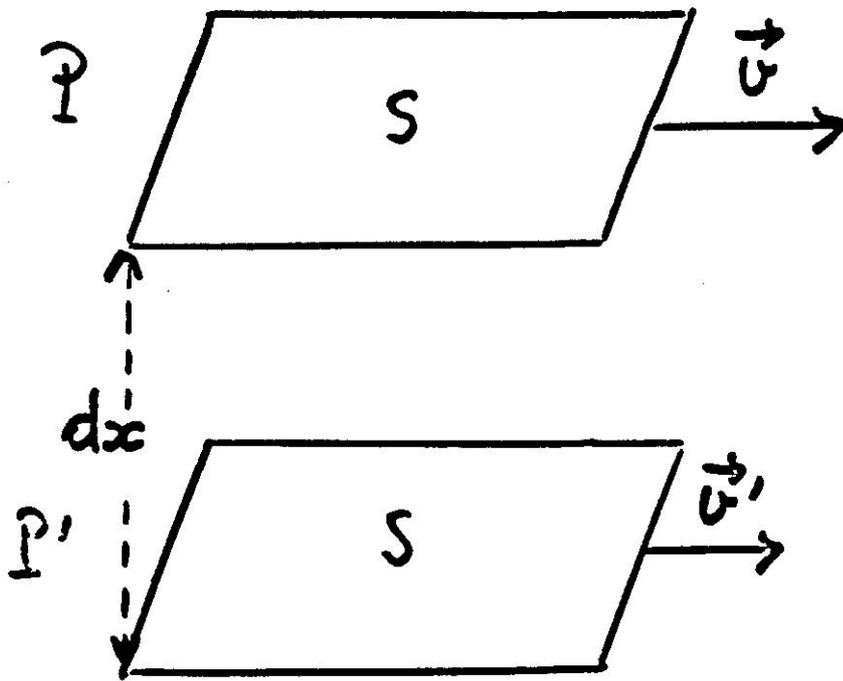
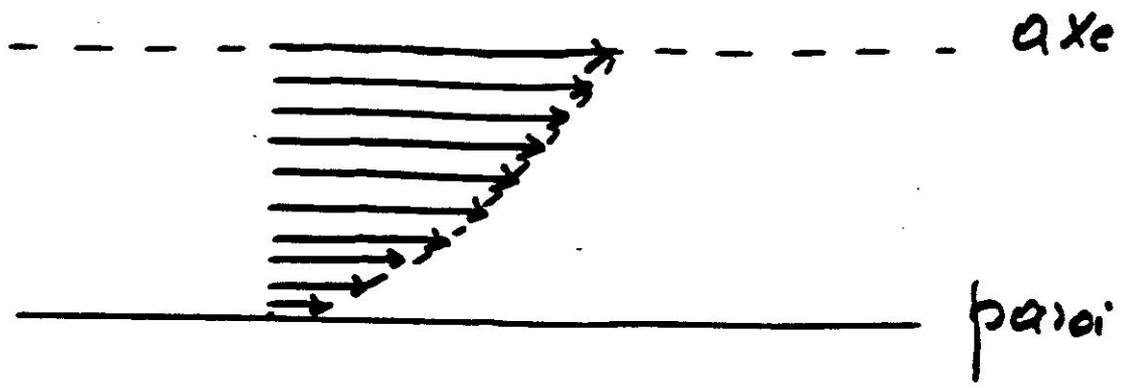
A



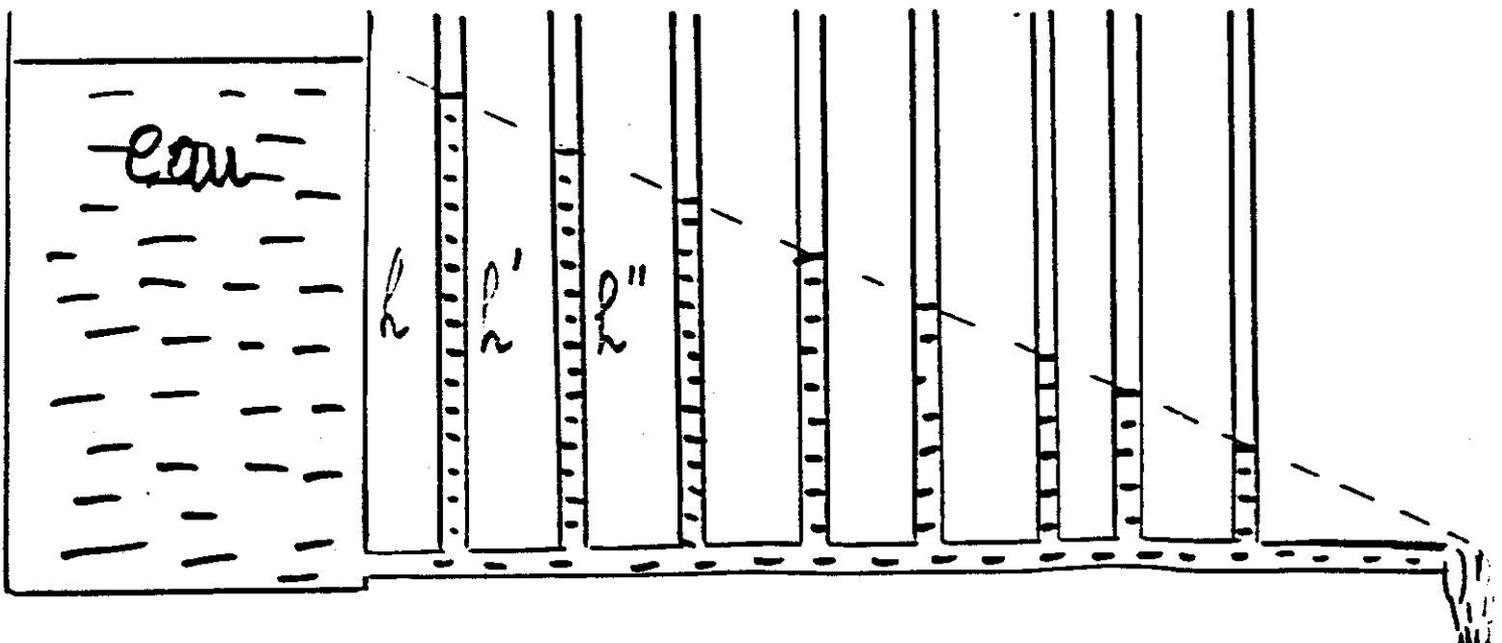
B

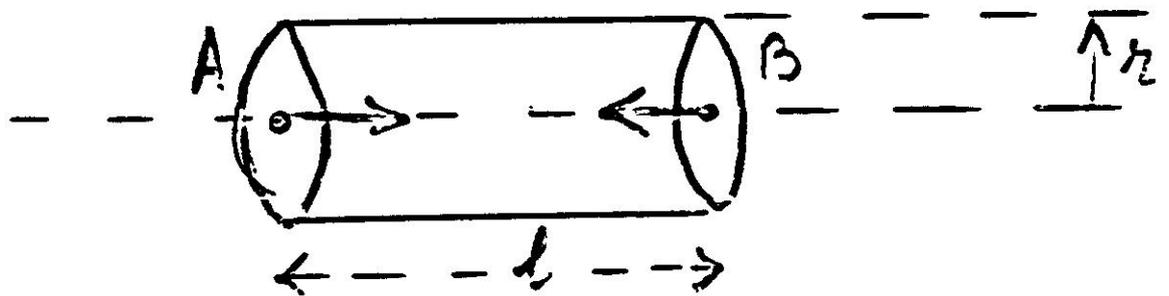
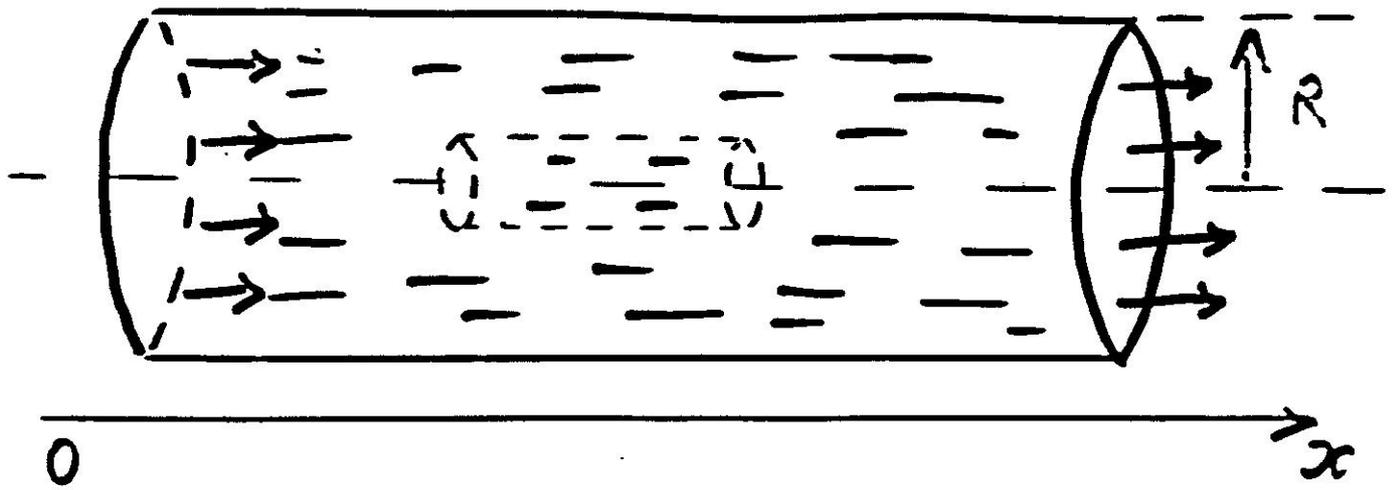


C

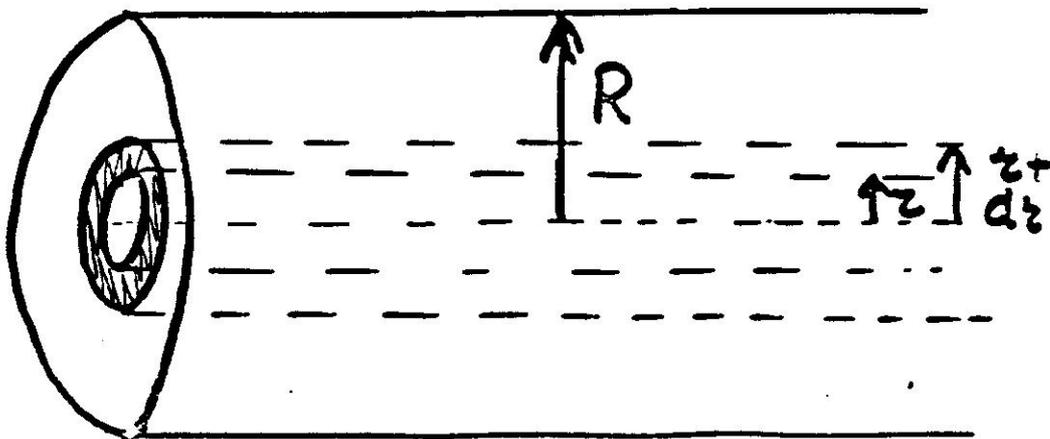


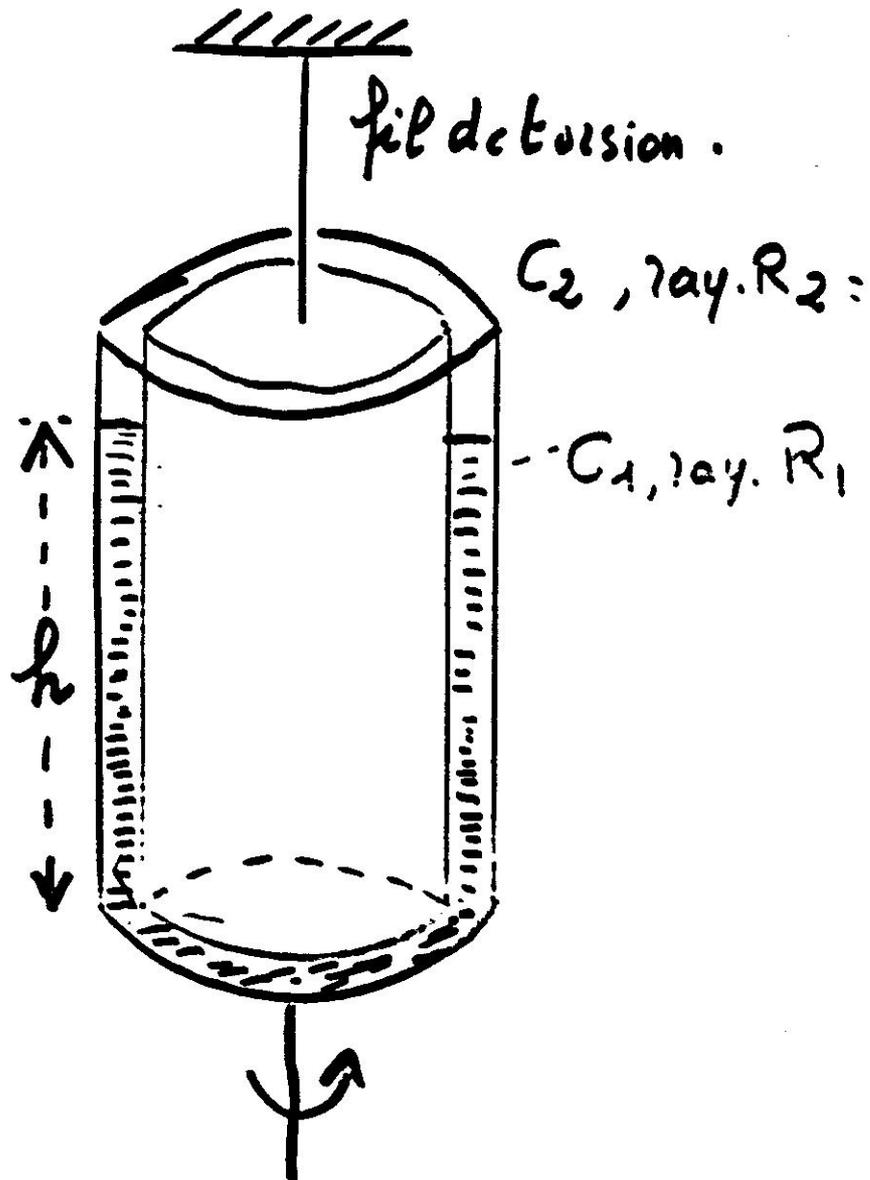
$$\vec{v}' = \vec{v} - d\vec{v}$$





Calcul du débit total à travers le tube





RAYONS X

I. Rappels sur leur découverte et leurs principales caractéristiques

II. Production des rayons X

II.1. Dispositif expérimental

II.2. Résultats

II.2.1. Spectre continu

- allure générale
- influence de la tension
- influence de l'intensité de courant électrique
- origine

II.2.2. Spectre de raies

- caractères généraux
- interprétation

III. Absorption du rayonnement X

III.1. Etude expérimentale

III.2. Loi de l'absorption

III.3. Phénomènes responsables de l'absorption des rayons X par la matière

III.3.1. Phénomène de diffusion

- sans changement de longueur d'onde
- avec augmentation de longueur d'onde. Effet Compton

III.3.2. Phénomène d'absorption vraie par effet photoélectronique Processus, conséquences

III.4. Absorption d'un faisceau complexe de rayon X. Filtration d'un faisceau de rayon X

IV. Détection des rayons X

IV.1. Qualitative

IV.2. Quantitative

- Détecteur à gaz
- Détecteur à scintillateur solide
- Détecteur semi conducteur

V. Radiocristallographie. Spectrométrie X

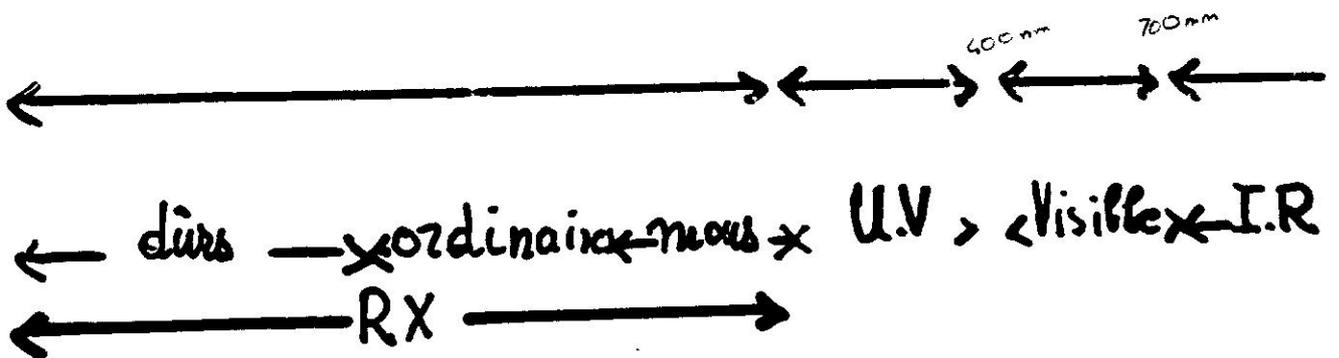
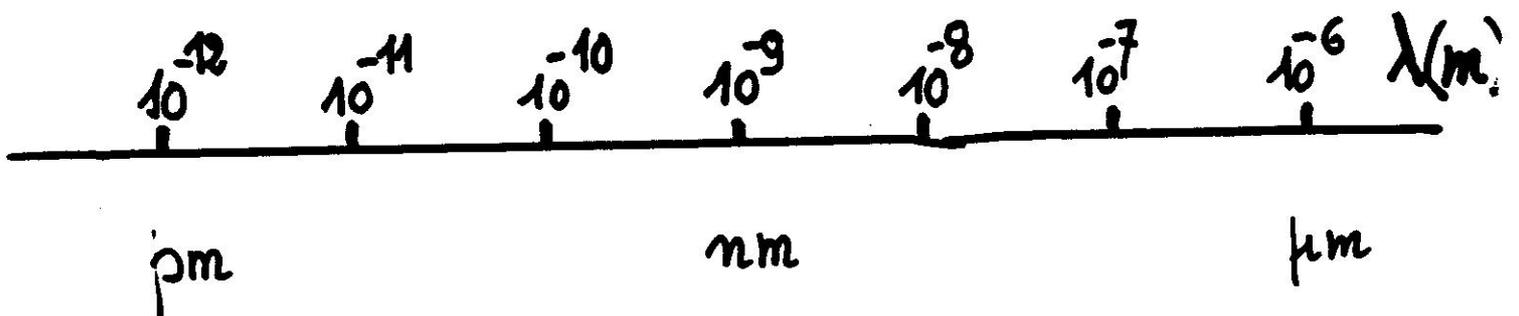
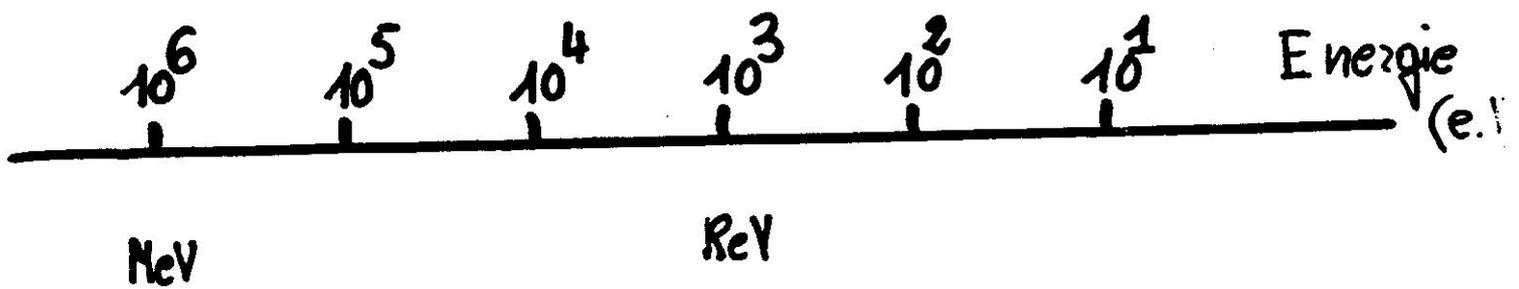
Diffraction des rayons X par un cristal

- Expérience
- Loi de Bragg
- Interprétation. Conclusions

Applications

VI. Utilisation des rayons X

VII. Notions de radioprotection



\rightarrow
 Rayons γ

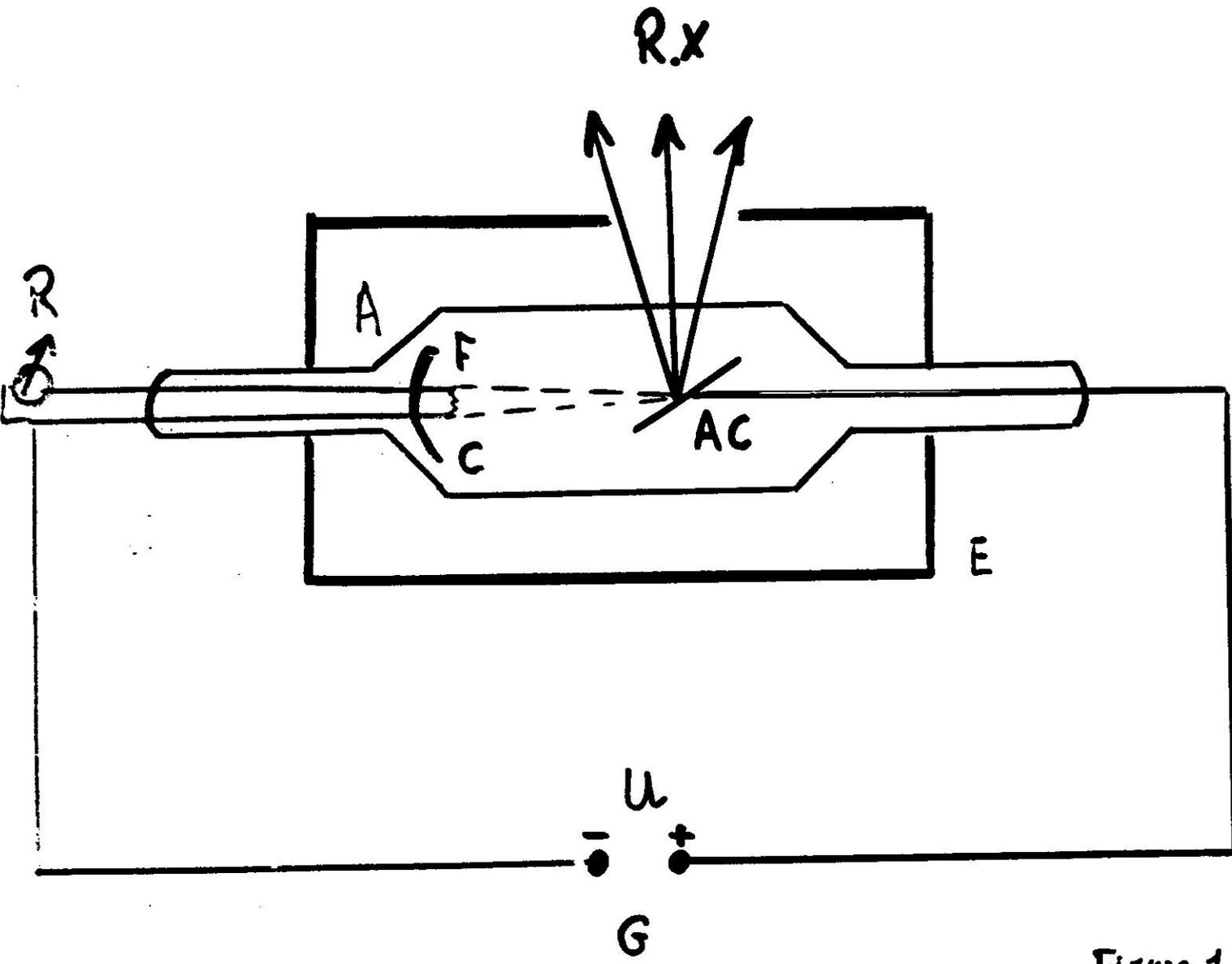
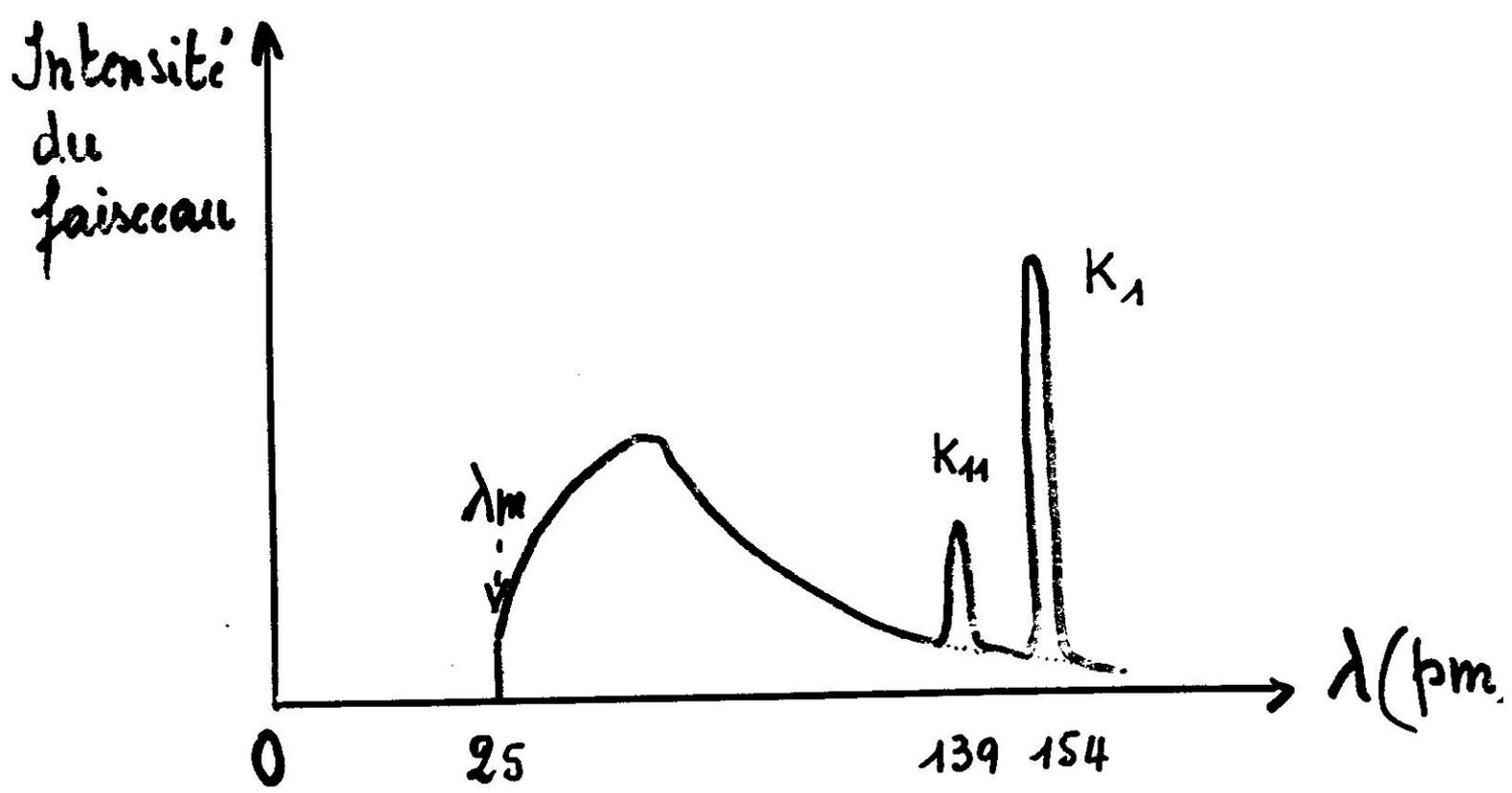
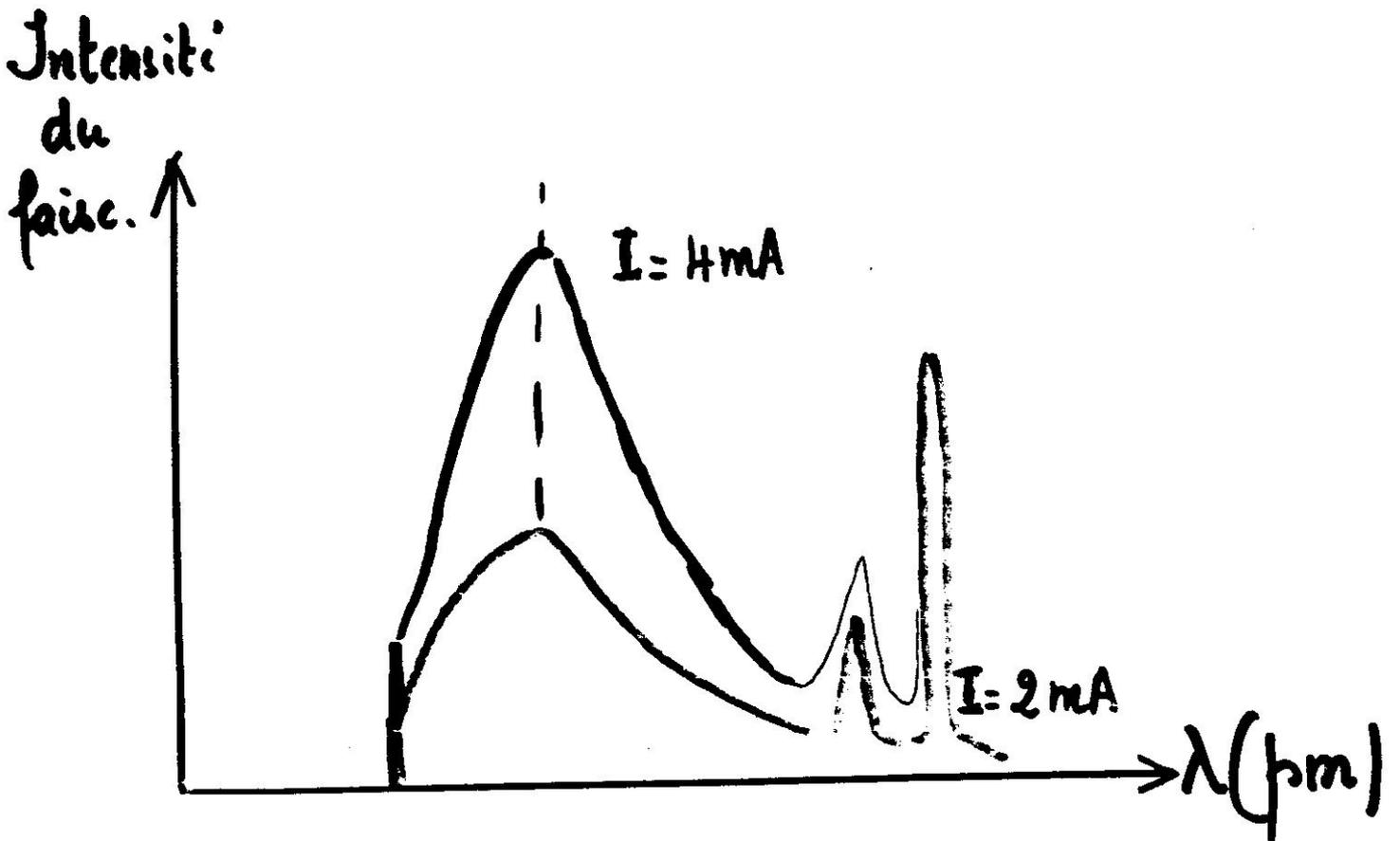
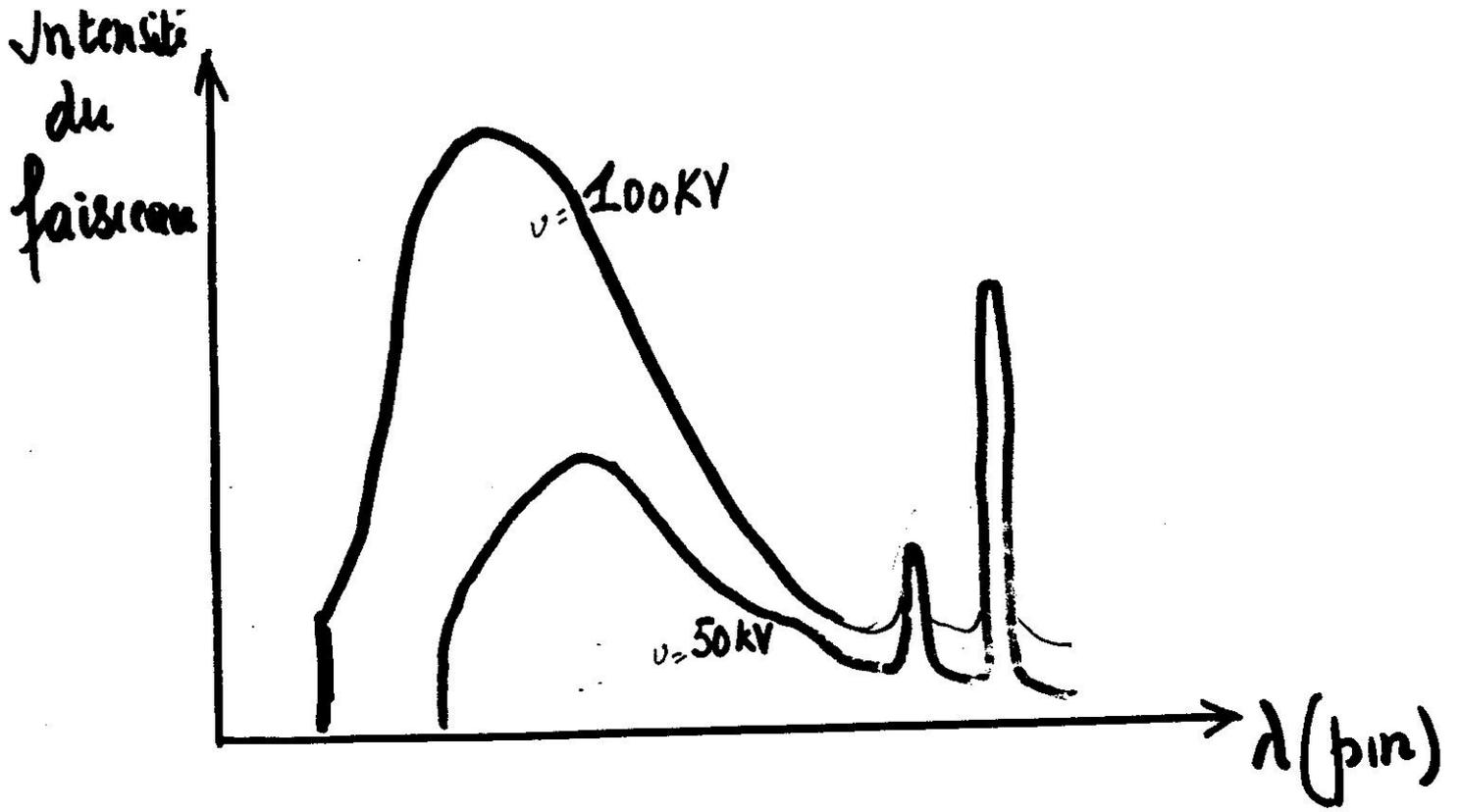
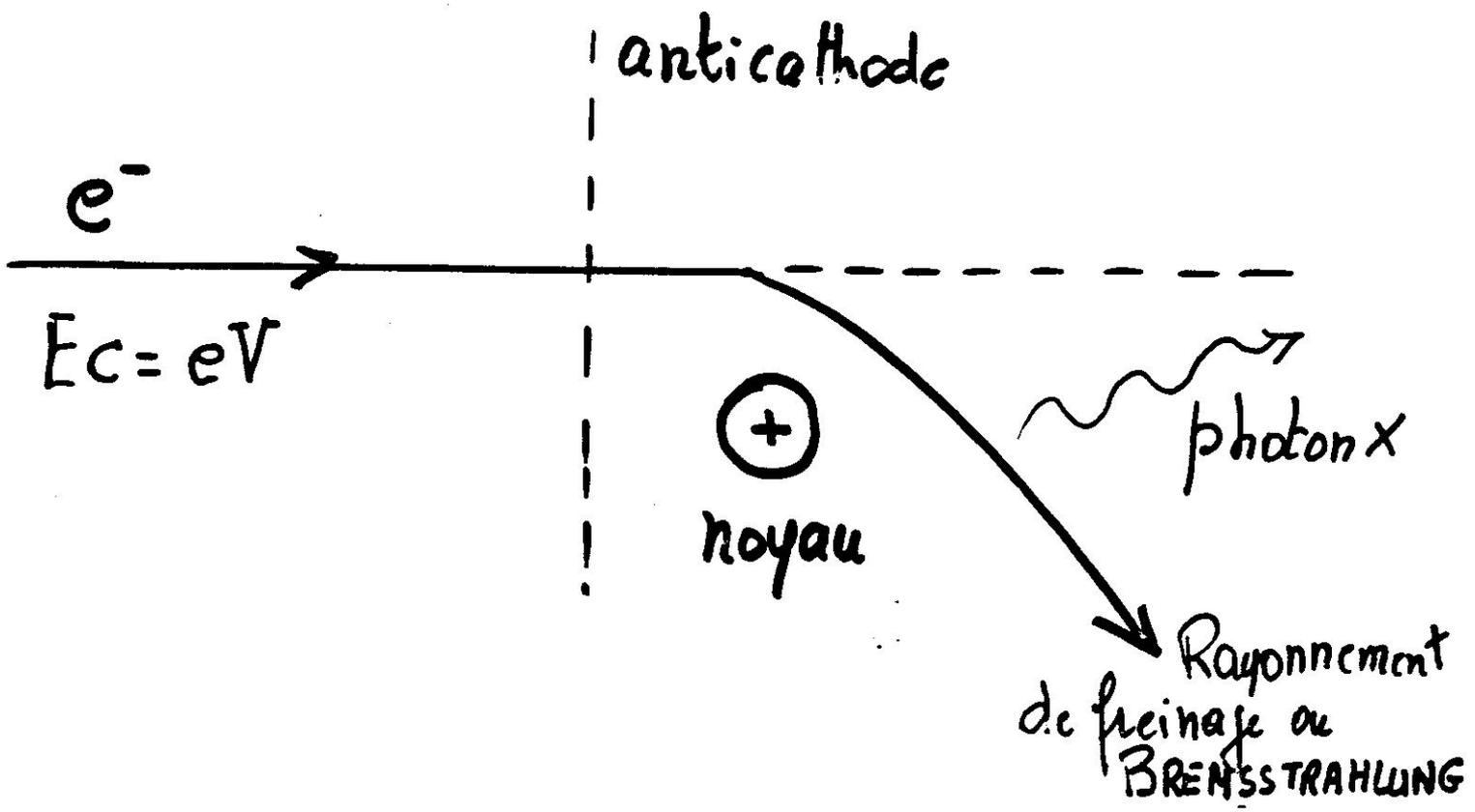
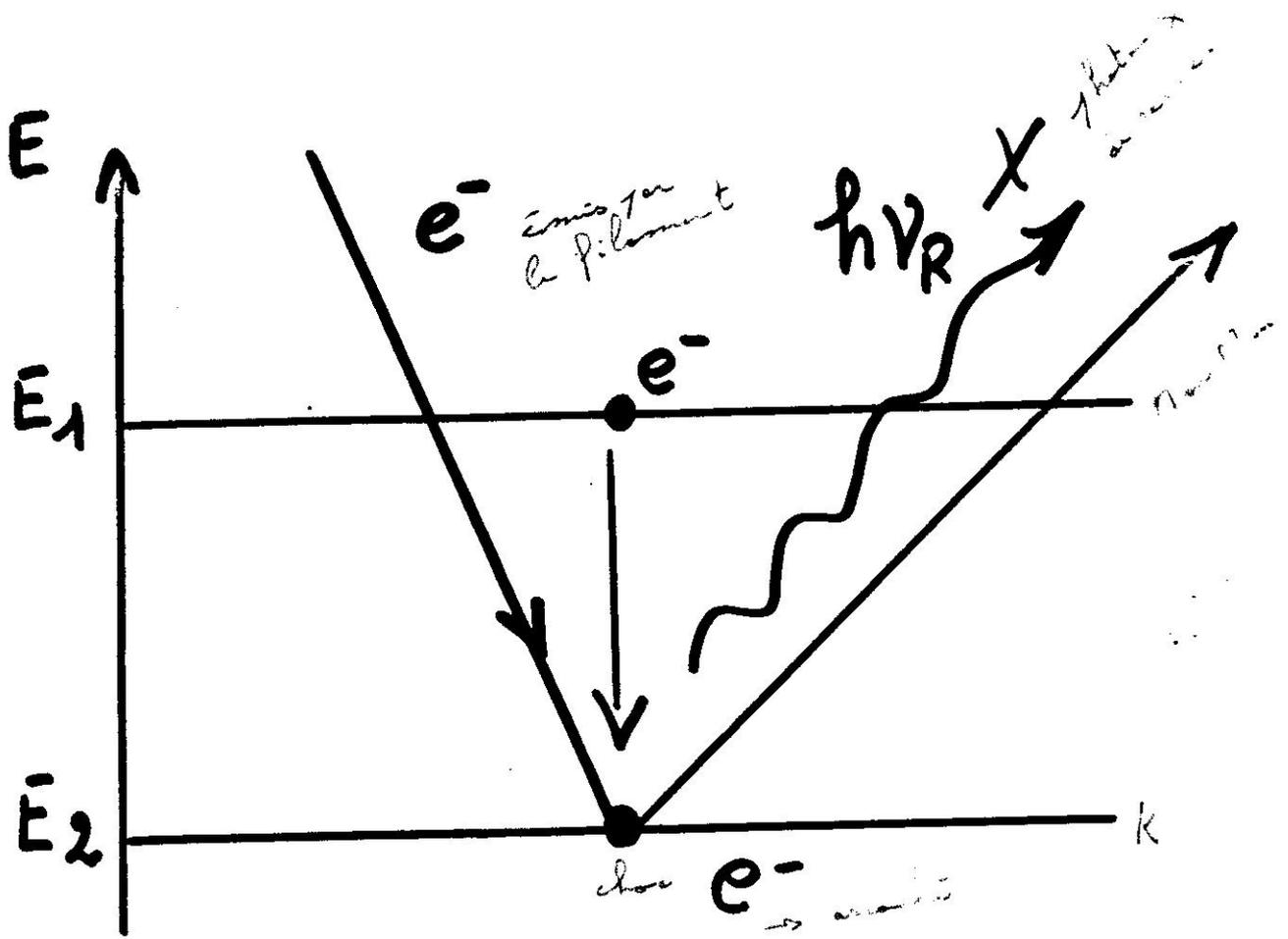


Figure 1.

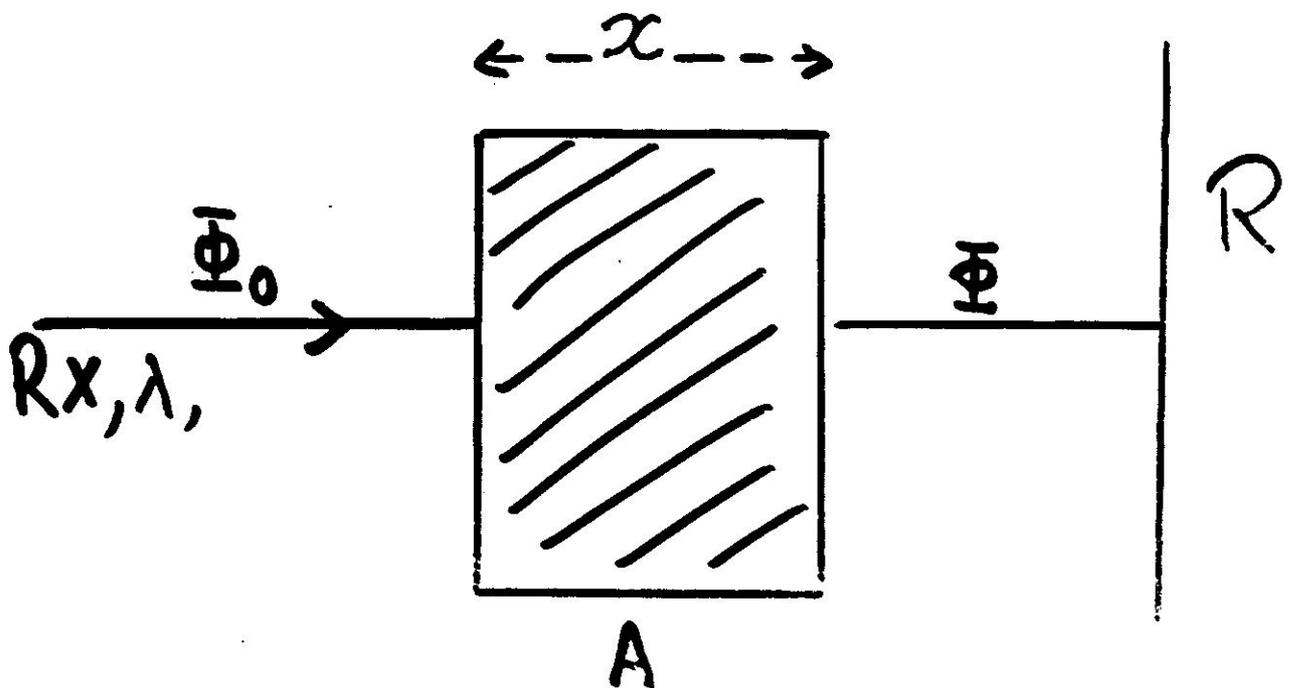








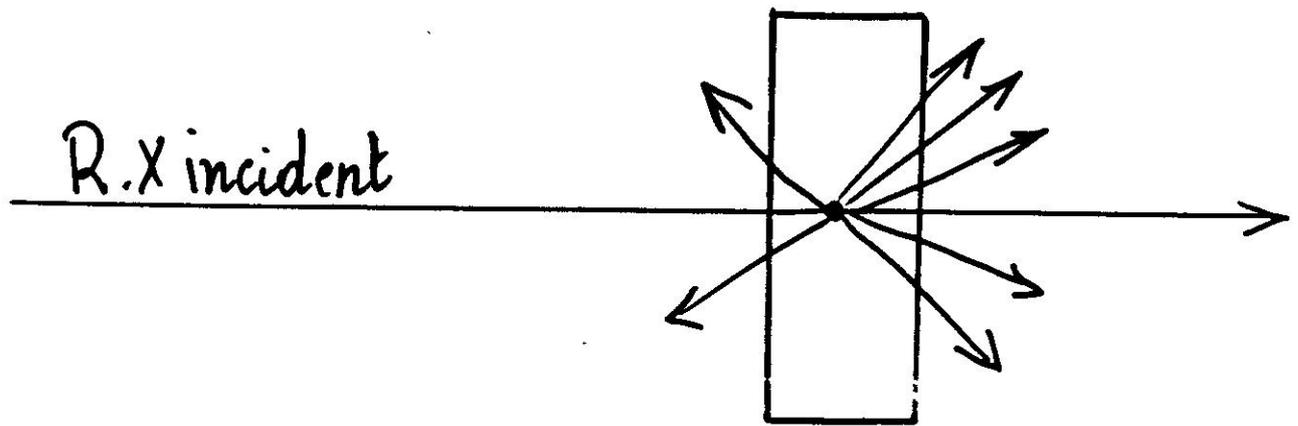
$$h\nu_R = \Delta E$$



Phénomènes responsables de l'absorption des ray. X par matière.

1. Phénomènes de diffusion

- sans changement de λ



- avec changement de λ : effet

Compton.

1. le phénomène

