

**REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO**  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE ET  
TECHNIQUE



**Secrétariat Général**

Direction des Programmes Scolaires et Matériel  
Didactique

# **Guide en appui au Programme Éducatif Du Domaine d'Apprentissage des Sciences**

Classe de **4**<sup>ème</sup> année  
des humanités scientifiques

Sous - Domaine d'Apprentissage:

**Sciences Physiques et Technologies de  
l'Information et de la Communication**

*1<sup>ère</sup> édition*  
Kinshasa 2021

## INTRODUCTION

Le Ministère de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Technique s'est engagé dans un mouvement de rénovation de son système éducatif destiné à hisser le dispositif éducatif et de formation à un niveau à même d'accompagner le développement humain, économique et constitutionnel du pays.

C'est dans ce cadre qu'une modernisation des programmes des Mathématiques et des Sciences est en cours.

Comme pour la classe de 3<sup>ème</sup> année, les programmes réformés des classes de 4<sup>ème</sup> année des humanités scientifiques sont centrés sur l'approche par les situations ; ils visent essentiellement l'activité de l'élève dans des situations qui lui permettent d'agir sur les savoirs essentiels. Les mêmes programmes présentent à l'enseignant les éléments dont il a besoin pour gérer cette activité de l'élève en classe.

Le contenu du programme est présenté dans des matrices qui comportent chacune les rubriques suivantes :

- des savoirs essentiels ;
- une compétence attendue de l'élève ;
- un exemple de situation ;
- un tableau de spécification au moins ;
- une évaluation.

Il peut arriver que le contenu de l'une ou de l'autre rubrique du programme ne soit pas clairement exprimé. C'est pour répondre à ce besoin de clarté que les rédacteurs des programmes ont conçu des guides afin d'accompagner ces derniers. Ces guides précisent certaines notions sur les savoirs essentiels traités dans les matrices des programmes. Ils fournissent aussi des indications pédagogiques et demeurent simples et pratiques et ne contiennent aucun développement théorique.

Étant en appui au programme, le guide est en correspondance avec la liste des savoirs essentiels et avec chaque matrice du programme dont il reprend le code et le titre.

Il se limite à apporter quelques clarifications à chacune des matrices du programme.

Les précisions que ce guide apporte à chacune des matrices du programme concernent essentiellement les rubriques suivantes :

- *Code et titre* : correspondent au code de la liste des savoirs essentiels mis en correspondance avec celui du titre de la matrice du programme ;
- *Savoirs essentiels* : reprennent ceux de la matrice correspondante ;
- *Pré requis* : constituent les savoirs essentiels que l'élève doit déjà maîtriser avant d'aborder les activités proposées dans la matrice ; il est évident qu'il s'agit ici des Pré requis majeurs ;
- *Précisions sur les contenus* : consistent à revenir sur les notions essentielles à faire construire par les élèves afin de les clarifier de manière simple, pratique et sans équivoque ;
- *Suggestions pédagogiques ou didactiques* : clôturent le contenu d'un guide et proposent à l'enseignant une ou deux suggestions lui permettant d'orienter l'élève. Elles mentionnent parfois le matériel qui facilite le déroulement de cette activité.

Pour augmenter l'autonomie des élèves à affronter l'évaluation de fin de cycle, il est demandé aux enseignants d'organiser diverses activités de synthèse des savoirs essentiels de 4 années des humanités scientifiques dans les disciplines des Sciences Physiques et TIC prévues aux différents programmes éducatifs de ces classes.

Les activités de synthèse répondent à plusieurs objectifs, notamment :

- vérifier l'état d'appropriation des acquis des élèves.
- entraîner les élèves à la mobilisation des savoirs essentiels pour le traitement compétent des situations.

- autonomiser la recherche des méthodes de traitement des situations auxquelles ils sont confrontés.

Elles seront constituées essentiellement des :

- items de vérification de la maîtrise des savoirs essentiels prévus aux programmes éducatifs de l'année en cours et des années antérieures.
- situations d'intégration pour vérifier le développement des compétences acquises à ce stade d'apprentissage.

Ces activités de synthèse n'attendent pas la fin des activités scolaires (fin de l'année scolaire) pour leur réalisation. C'est la raison pour laquelle des moments de synthèse sont proposés dans le guide en appui aux PE6.

Après le traitement de la dernière matrice d'une catégorie ou d'une sous-catégorie des savoirs essentiels, l'enseignant propose aux élèves un travail de synthèse dont des exemples figurent dans ce guide.

Ils s'étendent tout au long de l'année scolaire pour autant qu'on ait terminé l'enseignement/apprentissage des savoirs essentiels qui s'y apparentent.

En conclusion, un guide est un supplément au programme qu'il rend plus lisible.

**GUIDE EN APPUI AU PROGRAMME EDUCATIF DES SCIENCES PHYSIQUES ET  
TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA  
COMMUNICATION**

**I. CHIMIE**

**MSPC 6.1**

	<b>RUBRIQUES</b>	<b>CONTENUS</b>
1	Titre	Concentration d'une solution
2	Savoirs essentiels	Dilution et préparation d'une solution
3	Pré-requis	Connaissances sur : - les mélanges - les fonctions chimiques - le calcul des masses molaires des composés - concentration et modes d'expressions de la concentration d'une solution
4	Précisions sur les contenus	- Différents cas de dilution - Maîtrise du protocole dans les différents procédés de préparation d'une solution - Précisions dans le calcul des masses , le mesurage des solutions et la pesée des substances
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à préparer des solutions titrées selon les deux procédés.

A la fin du traitement de la matrice MSPC6.1, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

<b>CATEGORIE</b>	<b>SAVOIRS ESSENTIELS</b>	<b>CODE MATRICE</b>	<b>SYNTHESE</b>
<b>Concentration d'une solution</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solution</li> <li>• Concentration</li> <li>• Modes d'expressions de la concentration d'une solution</li> <li>• Solution titrée : préparation par dilution et préparation n par pesée</li> </ul>	MSPC 5.1 MSPC 5.2 MSPC5.3 MSPC 6.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer des solutions: 1. De deux liquides 2. Un liquide et un solide 3. Un liquide et un gaz 4. deux gaz.</li> <li>• Établir des relations mathématiques entre les différents modes d'expressions de la concentration</li> <li>• Préparer une solution titrée:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>a) par pesée : à partir des cristaux de soude caustique ou de potasse caustique</li> <li>b) par dilution : à partir d'une solution d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique commerciales</li> </ul> </li> </ul>

## MSPC 6.2

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Concentration d'une solution
2	Savoirs essentiels	<i>Sécurité au laboratoire</i>
3	Pré-requis	Connaissances sur : - la matière - le matériel de laboratoire et leur usage
4	Précisions sur les contenus	Partant des obligations et des interdits, insister sur les risques et dangers au laboratoire.
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Faire quelques simulations sur les mesures de sécurité au laboratoire.

## MSPC 6.3

No		CONTENUS
1	Titre	Solutions titrées
2	Savoirs essentiels	Matériel de laboratoire
3	Pré-requis	Connaissances sur : - la matière - quelque matériel de laboratoire
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : - les types de matériaux dont est fabriqué le matériel de laboratoire - l'usage du matériel de laboratoire
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Organiser les élèves en sous groupes et leur demander d'exécuter les différentes tâches prévues dans le tableau de spécification.

A la fin du traitement de la matrice MSPC6.3, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
<b>Laboratoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériel de laboratoire</li> <li>• Sécurité au laboratoire</li> <li>• Usage du matériel de laboratoire</li> </ul>	MSPC2.1 MSPC6.2 MSPC6.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rédiger un catalogue du matériel de laboratoire tout en précisant, pour chaque matériel, son croquis et son usage</li> <li>• Élaborer un code de bonne conduite comprenant les différentes mesures sécuritaires à observer au laboratoire</li> </ul>

**MSPC 6.4**

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Titrages volumétriques
2	Catégorie des avoirs essentiels	Titrages acido-basiques
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- les fonctions chimiques</li> <li>- le matériel de laboratoire et leur usage</li> <li>- notion de pH</li> <li>- préparation d'une solution</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- différents types de titrages volumétriques</li> <li>- montage d'un titrage volumétrique</li> <li>- distinction entre acidimétrie et alcalimétrie</li> <li>- traçage des courbes de neutralisation</li> <li>- calcul de pH</li> <li>- repérage du point équivalent</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à réaliser le montage et effectuer deux manipulations dont l'une en acidimétrie et l'autre en alcalimétrie.

**MSPC 6.5**

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Titrages volumétriques
2	Catégorie des savoirs essentiels	Titrages par précipitation
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- les fonctions chimiques</li> <li>- les solutions</li> <li>- minerais</li> <li>- états physiques de la matière</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le respect des modes opératoires</li> <li>- formation des précipités et leurs colorations</li> <li>- le repérage du point équivalent</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à réaliser le montage et à effectuer les manipulations de différentes méthodes de titrages en argentimétrie

**MSPC6.6**

	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Titrages volumétriques
2	Savoirs essentiels	Titrages d'oxydoréduction
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- les fonctions chimiques</li> <li>- dissociation des électrolytes</li> <li>- réactions chimiques</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le transfert d'électrons dans une réaction redox</li> <li>- l'équilibrage des équations redox</li> <li>- réalisation des titrages redox</li> </ul>

5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>Amener les élèves à:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipuler eux-mêmes les réactifs et le matériel dans les titrages d'oxydoréduction</li> <li>• Réaliser, dans la mesure du possible, d'autres titrages redox :</li> </ul>
---	---	---

A la fin du traitement de la matrice MSPC6.6, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
<b>Réaction chimique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principe</li> <li>• Types de réactions</li> <li>• Equation chimique</li> <li>• Electrolyse</li> <li>• Pile</li> </ul>	MSPC3.6 MSPC3.7 MSPC4.2 MSPC4.4 MSPC4.5 MSPC4.6 MSPC4.7 MSPC4.8 MSC4.12 MSPC4.13 MSPC6.4 MSPC6.5 MSPC6.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier 20 réactions chimiques inorganiques et 20 réactions chimiques organiques et indiquer leurs domaines d'applications dans la vie courante</li> <li>• Réaliser l'équilibrage des équations chimiques en utilisant les différentes méthodes : tâtonnement, algébrique et redox</li> <li>• Réaliser l'électrolyse du chlorure de sodium dissout</li> <li>• Sélectionner 10 couples redox différents. Partant de leurs potentiels redox standard, amener les élèves à envisager les différentes piles que l'on peut obtenir en indiquant chaque fois, le sens du déplacement des électrons, le sens du déplacement du courant électrique, l'anode, la cathode et la réaction redox globale au sein de la pile.</li> </ul>

### MSPC 6.7

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Étude de l'atome
2	Savoirs essentiels	Constituants de l'atome et modèles atomiques
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la matière</li> <li>- l'atome</li> <li>- notation chimique</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- La découverte de différents constituants de l'atome et les caractéristiques de ces derniers</li> <li>- Les différents modèles atomiques</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Utiliser des planches ou des modèles atomiques

### MSPC 6.8

No		CONTENUS
1	Titre	Étude de l'atome
2	Catégorie de savoirs essentiels	Nombres quantiques et structure électronique des atomes
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"><li>- la structure de l'atome</li><li>- le modèle atomique de Bohr</li></ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"><li>- les nombres quantiques, les différents principes et règles qui président à l'établissement de la structure électronique des atomes.</li><li>- La notion d'orbitale et d'hybridation</li></ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Utiliser des planches

A la fin du traitement de la matrice MSPC6.8, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
<b>Atome</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Structure</li><li>• Caractéristiques</li><li>• Notation chimique</li><li>• Modèles atomiques</li><li>• Nombres quantiques</li><li>• Structure électroniques des atomes</li></ul>	MSPC3.2 MSPC3.3 MSPC 6.7 MSPC 6.8	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dresser un tableau descriptif et comparatif des caractéristiques des constituants d'un atome</li><li>• Relever, dans un tableau, les points forts et les points faibles de différents modèles atomiques</li><li>• Écrire les structures électroniques de 30 éléments chimiques de son choix du tableau périodique</li></ul>

### MSPC 6.9

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Étude du noyau
2	Savoirs essentiels	Radioactivité et transformation du noyau
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"><li>- l'atome et ses constituants</li><li>- notation chimique</li><li>- équations chimiques</li></ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"><li>- les différentes notions liées à la radioactivité, la détection radioactive, la stabilité nucléaire...</li><li>- les équations nucléaires, la transmutation nucléaire et la désintégration radioactive</li></ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Intensifier les exercices sur les équations nucléaires et la désintégration radioactive

**MSPC 6.10**

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Étude du noyau atomique
2	Savoirs essentiels	Énergie nucléaire et son utilisation
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le noyau atomique</li> <li>- la radioactivité</li> <li>- transmutation nucléaire</li> <li>- la désintégration radioactive</li> <li>- équations nucléaires</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : les énergies nucléaires, le réacteur nucléaire et les accélérateurs des particules.
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Exploiter les exemples concrets de production et d'utilisation de l'énergie nucléaire ainsi que du réacteur nucléaire.

**MSPC 6.11**

N	RUBRIQUES	CONTEN
1	Titre	Étude du noyau
2	Savoirs essentiels	Radio-isotopes et leurs applications
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le noyau atomique</li> <li>- la radioactivité</li> <li>- transmutation nucléaire</li> <li>- la désintégration radioactive</li> </ul> Équations nucléaires
4	Précisions sur les contenus	Mettre en exergue les différents domaines d'applications des radio-isotopes partant des exemples pratiques
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves dans des structures d'imagerie médicale ou autres structures utilisant les radio-isotopes.

**MSPC 6.12**

N	RUBRIQUES	CONTEN
1	Titre	Méthodes physico-chimiques de séparation
2	Savoirs essentiels	Chromatographie sur couche mince (C.C.M)
3	Pré-requis	Connaissances sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- la botanique</li> <li>- le matériel de laboratoire</li> <li>- Substances (produits) chimiques</li> </ul>

4	Précisions sur les contenus	Insister sur : - le respect du protocole - l'interprétation des résultats
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	- Amener les élèves à effectuer la manipulation - Envisager d'autres manipulations sur la chromatographie sur couche mince

### MSPC 6.13

N	RUBRIQUES	CONTEN
1	Titre	Identification des cations
2	Savoirs essentiels	Cations des 1 <sup>er</sup> , 2 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> groupes
3	Pré-requis	Connaissances sur: - la notation chimique - le tableau périodique - les ions - les métaux et les non métaux - le matériel de laboratoire - les produits chimiques
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : - le respect du mode opératoire - bien interpréter la coloration des solutions précipités
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Les cations exploités dans les tableaux de spécification ne sont pas exhaustifs; l'enseignant pourra ainsi étendre les manipulations avec d'autres qui sont disponibles au laboratoire.

### MSPC 6.14

N	RUBRIQUES	CONTEN
1	Titre	Identification des anions
2	Savoirs essentiels	Anions des 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>ème</sup> groupes
3	Pré-requis	Connaissances sur : - la notation chimique - le tableau périodique - les ions - les métaux et les non métaux - le matériel de laboratoire - les produits chimiques.
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : - le respect du mode opératoire - bien interpréter la coloration des solutions précipités

5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Les anions exploités dans les tableaux de spécification ne sont pas exhaustifs; l'enseignant pourra ainsi étendre les manipulations avec d'autres qui sont disponibles au laboratoire.
---	---	--

### MSPC 6.15

N	RUBRIQUES	CONTEN
1	Titre	Techniques de préparation des produits de consommation
2	Savoirs essentiels	Fermentation alcoolique
3	Pré-requis	Connaissances sur: <ul style="list-style-type: none"> <li>- les substances naturelles</li> <li>- fonctions chimiques organiques</li> <li>- le matériel de laboratoire</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le respect du protocole</li> <li>- l'interprétation des résultats</li> <li>- à défaut des fruits proposés dans la matrice, utiliser les fruits disponibles dans le milieu</li> <li>- conservation du produit</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à préparer du vin en diversifiant les fruits

### MSPC6.16

	RUBRIQUES	CONTEN
1	Titre	Techniques de préparation des produits de consommation
2	Savoirs essentiels	Préparation d'un indicateur chimique
3	Pré-requis	Connaissances sur: <ul style="list-style-type: none"> <li>- les substances naturelles</li> <li>- fonctions chimiques organiques</li> <li>- le matériel de laboratoire</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le type d'indicateur préparé(empois d'amidon, indicateur redox)</li> <li>- maîtrise du mode opératoire</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amener les élèves à effectuer la préparation</li> <li>- Envisager la préparation d'un indicateur coloré</li> </ul>

## MSPC6.17

N	RUBRIQUES	CONTEN
1	Titre	Techniques de préparation des produits de consommation
2	Savoirs essentiels	Préparation de la peinture
3	Pré-requis	Connaissances sur: <ul style="list-style-type: none"> <li>- le matériel de laboratoire</li> <li>- les produits chimiques</li> </ul>
4	Précisions sur les contenus	Insister sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- maîtrise du mode opératoire</li> <li>- le type de peinture préparé</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à respecter les proportions lors de différents mélanges.

A la fin du traitement de la matrice MSPC6.17, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
Techniques de préparation des produits de consommation	Procédés de préparation de quelques produits de consommation	MSPC2.5 MSPC2.6 MSPC2.7 MSPC2.8 MSPC3.10 MSPC3.11 MSPC4.15 MSPC4.16 MSPC4.17 MSPC6.15 MSPC6.16 MSPC6.17	Demander aux élèves de préparer un parfum à base d'une essence végétale locale et de décrire la démarche scientifique suivie

## II. GUIDE EN APPUI AU PROGRAMME EDUCATIF DE PHYSIQUE

Bien que très documenté, le présent guide ne vous met pas à l'abri de la recherche. Rappelez-vous toujours la règle d'or didactique : « Lorsqu'on veut enseigner court comme un doigt, on doit apprendre long comme un bras »

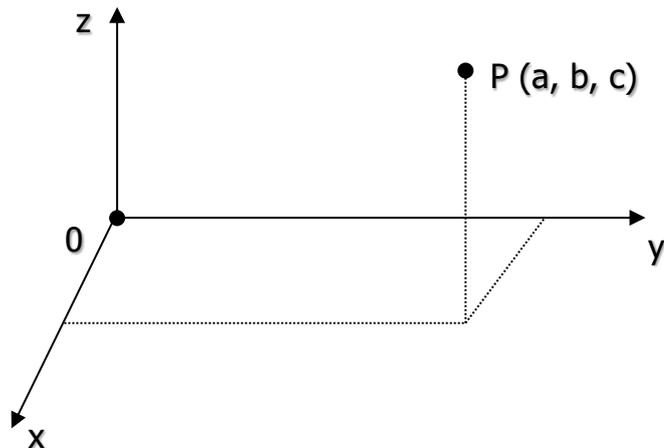
### MSP 6.1

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Éléments de base de la Cinématique
2	Savoirs essentiels	Quelques concepts de la cinématique
3	Pré-requis	Coordonnées d'un point dans un plan cartésien XOY
4	Précisions sur les contenus	<p>a) Cinématique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- branche de la mécanique qui étudie des mouvements indépendamment des causes qui les produisent</li> <li>- Etude de tous les mouvements possibles</li> <li>- Géométrie du mouvement en relation avec le temps</li> </ul> <p>b) Position</p> <p>La position d'un corps est ce qui permet de le situer dans l'espace. Elle est souvent donnée par ses coordonnées dans un système de référence.</p>

### c) Système de référence ou référentiel

Un système de référence (ou référentiel) est un ensemble de trois axes sécants, non coplanaires, qui permet de caractériser les positions d'un corps. D'habitude, on choisit un trièdre orthogonal  $(X, Y, Z)$  d'origine  $O$  (fig. 1). La position d'un point  $P$  y est définie par un triplet de coordonnées  $(a, b, c)$ .

Figure 1 : Trièdre orthogonal



Généralement, les systèmes de référence sont établis en fonction de la terre. Lorsque le centre de la terre est choisi comme origine de repère, nous parlons de repère géocentrique. Cependant, d'autres référentiels peuvent être choisis : certains satellites en mouvement, le soleil ou encore des étoiles dites fixes. Dans le cas où le choix se porte sur le soleil, nous parlons de repère héliocentrique ou copernicien.

### d) Repos et mouvement

Pour juger de l'état de repos ou de mouvement d'un corps, il s'avère nécessaire de recourir au choix de repères. De tels repères constituent des systèmes de référence.

Le repos est l'état d'un corps dont la position par rapport à un système de référence ne varie pas au cours du temps. Le mouvement est l'état d'un corps dont la position par rapport à un système de référence varie au cours du temps.

#### Remarque

Les notions de repos et de mouvement sont des notions relatives car nous ne savons les définir que par rapport à un autre corps, par rapport à un référentiel.

e) Mobile

Tout corps qui peut se mettre en mouvement

f) Mobile ponctuel

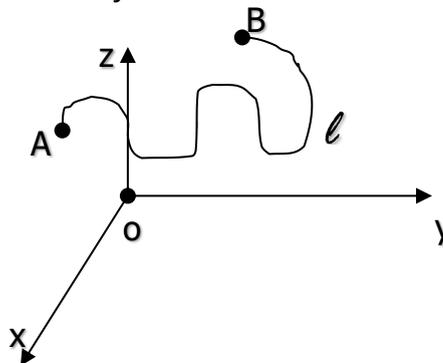
Un mobile ponctuel est un mobile fictif dont les dimensions sont ramenées à celles d'un point dans le but d'en simplifier l'étude du mouvement.

g) Trajectoire d'un mobile

La trajectoire d'un mobile est l'ensemble de ses positions successives. (fig. 2). La trajectoire est connue avec d'autant plus de précisions que les positions successives du mobile sont observées pour des intervalles de temps petits.

La longueur de la trajectoire est la distance réellement parcourue. Nous la noterons  $l$ .

Figure 2 : Trajectoire d'un mobile dans un référentiel donné



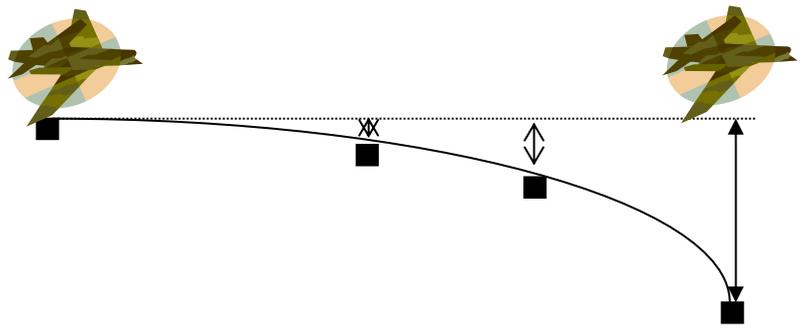
**N.B. :** La trajectoire d'un mobile est une notion relative puisqu'elle dépend du repère choisi.

Exemples

- Une goutte de pluie qui tombe en l'absence de vent est perçue suivant une trajectoire verticale pour un observateur arrêté au bord de la route, mais suivant une trajectoire oblique pour l'occupant d'une voiture qui roule.
- Un aviateur en mission humanitaire, laisse tomber un colis de vivres à partir de son appareil en vol. Pour un observateur terrestre, la trajectoire est une courbe ; trajectoire curviligne.

Par contre, pour l'aviateur, il s'agit d'une trajectoire rectiligne et si un petit animal s'installe sur le colis durant sa chute, il lui est lié ; pour l'animal, il n'y a pas de trajectoire, le colis est au repos par rapport à lui (Fig. 3).

Figure 3 : Des trajectoires pour des observateurs différents



Si cette trajectoire est une ligne droite, alors le mouvement est dit rectiligne

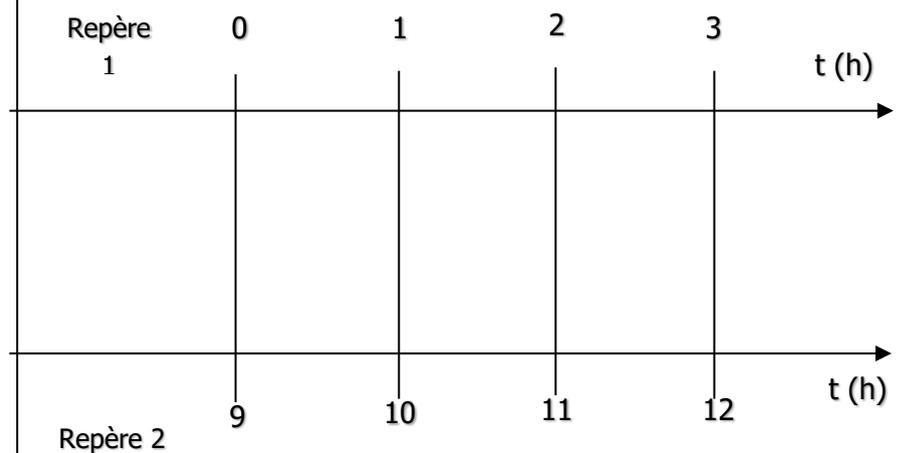
Si cette trajectoire est une ligne courbe, alors le mouvement est dit curviligne

Si cette trajectoire est une circonférence, alors le mouvement est dit circulaire

h) Durée

La durée d'un phénomène est l'intervalle de temps nécessaire à son accomplissement. Nous la noterons souvent  $\Delta t$ . Elle s'exprime en secondes dans le système international (SI) d'unités. La durée est une notion absolue car sa mesure est indépendante du choix du repère considéré.

Exemple figure 4 : Durée d'un phénomène par rapport au repère choisi



i) Vitesse moyenne au sens commun

La vitesse moyenne (au sens commun) d'un mobile est la grandeur qui caractérise la rapidité avec laquelle le mobile s'est déplacé le long de la trajectoire. Cette vitesse moyenne se calcule simplement en

divisant la longueur  $l$  de la trajectoire par la durée  $\Delta t$  du parcours :

$$V_{\text{moy}} = \frac{l}{\Delta t}$$

Exemple :

Prenons le cas d'une famille qui quitte Kinshasa pour aller en vacances à Boma par leur jeep. Si nous observons les différents moments du voyage, nous constatons qu'il y a des périodes pendant lesquelles le véhicule se déplace rapidement, lentement et pas du tout (lors des arrêts).

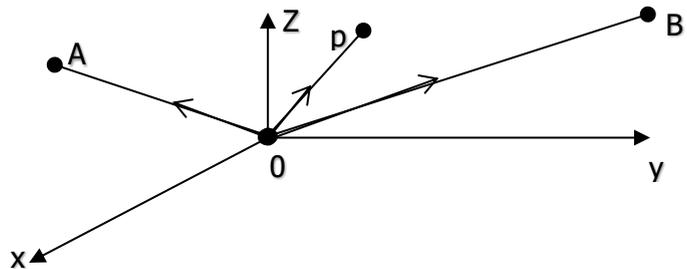
Il est fréquent, pour ce genre de voyage, que chacun prépare son itinéraire et évalue la durée à prévoir pour parcourir la distance totale. Il est clair qu'en cours de voyage la vitesse du véhicule varie et cependant, pour un tel voyage de 1000 Km, effectué en 12h30', nous pouvons dire qu'en moyenne, le véhicule s'est déplacé à la vitesse :

$$V = \frac{1000}{12,5} = 80 \text{ km/h}$$

j) Vecteur position

Le vecteur position  $\vec{Op}$  est la grandeur vectorielle qui caractérise la position du point P par rapport à l'origine O du repère.

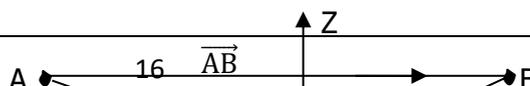
Exemple 5 : Vecteur position dans un référentiel donné



k) Vecteur déplacement d'un mobile

Le déplacement  $\vec{d}$  est la grandeur vectorielle qui caractérise la variation de position d'un mobile indépendamment de sa trajectoire.

Exemple : Figure 6 : Déplacement dans un référentiel donné



$$\vec{d} = \overrightarrow{AB}$$

Comme  $\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB}$

$$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} \Leftrightarrow \vec{d} = \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA}$$

**N.B.**

- La longueur de la trajectoire et l'intensité du déplacement n'ont en général pas la même mesure.
- L'intensité du déplacement est toujours inférieure ou égale à la longueur de la trajectoire.
- La longueur de la trajectoire est un scalaire positif alors que le déplacement est un vecteur qui donne le changement global de position sans tenir compte des positions intermédiaires entre l'origine et l'arrivée.

l) Vecteur vitesse moyenne

La vitesse moyenne d'un mobile est la grandeur vectorielle caractérisant la rapidité avec laquelle son déplacement a été effectué.

Nous la calculons au moyen de la relation suivante :

$$\vec{V}_{moy} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

Exemple

Considérons le cas d'un cycliste à partir de l'instant où il s'engage dans un chemin en cul-de-sac jusqu'à l'instant où il le quitte. Sa vitesse moyenne au sens commun est non-nulle, de l'ordre de 25 km/h, par exemple. Son vecteur vitesse moyenne est égale à zéro.

m) Equation-horaire

C'est la relation entre l'espace parcouru par un mobile et le temps mis pour le parcourir. Pour la définir, il faut connaître l'origine de temps et celle des espaces.

n) Vitesse instantanée

c'est la dérivée première de l'abscisse par rapport au temps.

Si  $X=f(t)$ , alors :

		$V_{(t)} = \frac{dx}{dt}$ <p>o) Accélération moyenne</p> <p>C'est la variation de la vitesse en fonction du temps.</p> <p>On la note : <math>\gamma_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}</math></p> <p>p) Accélération instantanée</p> <p>C'est la dérivée première de la vitesse ou dérivée seconde de l'abscisse par rapport au temps.</p> <p>On la note : <math>\gamma_{(t)} = \frac{dv_{(t)}}{dt} = \frac{d^2x_{(t)}}{dt^2}</math></p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	L'enseignant rappellera les grandeurs vectorielles et leurs caractéristiques, ainsi que celles qui sont des scalaires. Il importe de donner les unités de certaines grandeurs

### MSP 6.2

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Mouvement rectiligne uniforme
2	Savoirs essentiels	Définition, lois et graphiques
3	Pré-requis	Position, Vitesse, accélération
4	Précisions sur les contenus	<p><b>a) Définition</b></p> <p>Le MRU est un mouvement caractérisé par une trajectoire rectiligne parcourue à vitesse constante.</p> <p><b>b) Lois du MRU</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loi de vitesse : <math>v = \text{constante}</math></li> <li>2. Loi de position : <math>x = x_0 + v \cdot t</math></li> <li>3. loi d'accélération : <math>a = 0</math></li> </ol> <p><b>c) Représentation graphique</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Le graphique de l'abscisse est une droite oblique ascendante</li> <li>2. Le graphique de la vitesse est une droite parallèle à l'axe des temps</li> <li>3. Le graphique de l'accélération est une droite confondue avec l'axe des temps.</li> </ol>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>Amener les élèves à réaliser, en marchant, des distances égales, pendant les durées égales; à déterminer les vitesses, pour enfin arriver à formuler les équations horaires d'abscisse, de vitesse et d'accélération en MRU.</p> <p>Traduire toutes ces lois sous forme des graphiques avec des exemples</p>

### MSP 6.3

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Mouvement Rectiligne Uniformément Varié (MRUV)
2	Savoirs essentiels	Définition, lois et graphiques
3	Pré-requis	Mouvement Rectiligne Uniforme
4	Précisions sur les contenus	<p>a) Définition</p> <p>Le MRUV est le mouvement caractérisé par une trajectoire rectiligne parcourue à une vitesse variant d'une façon régulière. Si la vitesse augmente régulièrement, alors ce mouvement est RUA Si la vitesse diminue régulièrement, alors ce mouvement est RUR ou RUD.</p> <p>b) Lois du MRUV</p> <p>1. Loi de l'accélération : <math>\gamma = \text{constante}</math> (positive ou négative) 2. Loi de la vitesse : <math display="block">V = v_0 \pm at</math> 3. Loi de position : <math>x = x_0 + v_0t \pm \frac{a}{2}t^2</math></p> <p>c) Représentation graphique</p> <p>1. Le graphique de l'abscisse est une parabole d'axe parallèle à l'axe des ordonnées, de concavité tournée vers le haut pour le MRUA (<math>a &gt; 0</math>) ou vers le bas pour le MRUR (<math>a &lt; 0</math>) 2. Le graphique de la vitesse est une droite de pente positive pour le MRUA (<math>a &gt; 0</math>) et négative pour le MRUR (<math>a &lt; 0</math>) 3. Le graphique de l'accélération est une droite parallèle à l'axe des temps, d'ordonnée à l'origine positive pour le MRUA et négative pour le MRUR.</p> <p>d) Remarques : 1. <math>V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)</math> 2. <math>r = a\theta^2</math></p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à réaliser des représentations graphiques de l'abscisse, de la vitesse et de l'accélération d'un mobile en MRUV. Montrer comment obtenir les deux expressions reprises aux remarques.

#### MSP 6.4

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Chute libre des corps
2	Savoirs essentiels	Définition, lois et caractères de la pesanteur
3	Pré-requis	Mouvement rectiligne uniformément varié
4	Précisions sur les contenus	<p>a) Définition</p> <p>La chute libre des corps est un MRUA à trajectoire verticale. Elle est le mouvement, dans le vide, d'un objet soumis uniquement à la pesanteur.</p>

		<p>b) Lois de la chute libre</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Loi de l'accélération : <math>g = \text{constante}</math> (Accélération gravifique ou de la pesanteur, de valeur normale <math>9,81 \text{ m/s}^2</math>)</li> <li>2. Loi de la vitesse : <math>v = g.t</math></li> <li>3. Loi de la position (hauteur) : <math>h = \frac{g}{2} t^2</math></li> <li>4. Dans le vide, tous les corps tombent de la même manière</li> </ol> <p>c) Caractères de la pesanteur</p> <p>La terre exerce sur les corps placés autour d'elle des forces attractives : ce sont les poids de ces objets. L'attraction sur un objet est la pesanteur. Cette dernière :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• est une force verticale orientée vers le bas</li> <li>• est une force pratiquement constante</li> <li>• n'est pas la seule force qui régit le mouvement de chute</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>Amener les élèves à réaliser l'importance du vide comme préalable pour des mouvements de chute identiques de tous les corps.</p> <p>Donner les cas particuliers relatifs aux phases de lancement (ascendante et descendante) et aux hauteurs parcourues pendant les <math>n^{\text{ièmes}}</math> secondes.</p>

### MSP 6.5

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Mouvements circulaires
2	Savoirs essentiels	MCU et MCUV
3	Pré-requis	Lois du MRUV
4	Précisions sur les contenus	<p>a) Définition Un mobile est dit en mouvement circulaire lorsque la trajectoire qu'il décrit est une circonférence fixe (de rayon constant). Ce mouvement (circulaire ou non) est toujours accéléré car, pour qu'un point puisse le décrire, il faut lui appliquer, à chaque instant, une accélération centripète dirigée à tout instant vers le centre de la trajectoire.</p> <p>b) Abscisses</p> <p>La position d'un point quelconque sur sa trajectoire est déterminée de deux manières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abscisse curviligne <math>S</math></li> <li>• Abscisse angulaire <math>\theta</math></li> </ul> <p>D'où les équations horaires <math>s=f(t)</math> et <math>\theta=f(t)</math>. Les deux abscisses sont liés par la relation : <math>S=R.\theta</math> <math>R</math> désigne le rayon de la circonférence.</p>

### c) M.C.U

#### 1. Définition

Mouvement pour lequel l'abscisse (curviligne ou angulaire) est une fonction linéaire du temps :

$$S=S_0+v.t$$

$$\theta=\theta_0+\omega.t$$

#### 2. Vitesse linéaire et vitesse angulaire $V = \frac{ds}{dt}$

$$, \omega = \frac{d\theta}{dt} \text{ et } v=R.\omega$$

#### 3. Période et Fréquence

Le MCU est un mouvement périodique de période T.

$$\omega=2\pi.N=\frac{2\pi}{T}, \text{ soit } T=\frac{2\pi}{\omega}$$

#### 4. Accélération tangentielle et Accélération normale

- Lorsque le module de la vitesse instantanée varie pendant que sa direction reste constante, l'accélération est tangentielle ( $\gamma_t$ )
- Lorsque la direction de la vitesse instantanée varie pendant que son module reste constant, l'accélération est normale ( $\gamma_N$ )
- Dans un MCU, l'accélération tangentielle est toujours nulle, d'où :

$$\gamma_N = R\omega^2 = \frac{v^2}{R}$$

### d) MCUV

#### 1. Définition

C'est un mouvement dont l'accélération est constante à la fois en direction et en grandeur. Ce qui implique que la vitesse (linéaire ou angulaire) varie.

#### 2. Abscisses

$$S=S_0+v_0t\pm\frac{\gamma_t \cdot t^2}{2}$$

$$\theta=\theta_0+\omega_0t\pm\frac{At^2}{2}$$

#### 3. Vitesses

$$V=v_0\pm\gamma_t t$$

$$\omega=\omega_0\pm At$$

#### 4. Accélérations

$$\gamma_t=\text{constante}$$

$$A=\text{constante}$$

$$\gamma_t=R.A$$

#### 5. Accélération linéaire

		$\gamma = \sqrt{\gamma_N^2 + \gamma_t^2}$
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Tracer les circonférences et graphiques pour représenter les différentes grandeurs en précisant leurs unités.

A la fin du traitement de la matrice MSP6.5, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

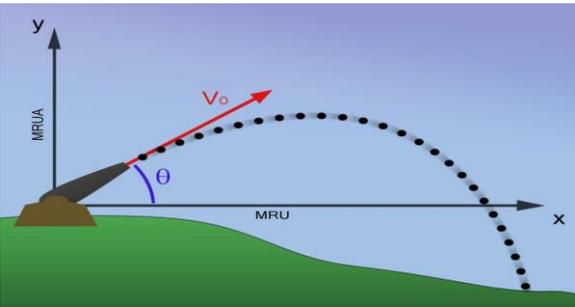
CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
CINEMATIQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Référentiel, trajectoire, abscisse, espace parcouru</li> <li>✓ Mouvement rectiligne uniforme</li> <li>✓ Mouvement rectiligne uniformément varié</li> <li>✓ Chute libre des corps.</li> </ul>	MSP3.11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déterminer tous les concepts généraux qui régissent les mouvements des corps notamment : Repère, abscisses, référentiel, repos, mouvement, vitesse, accélération, durée, temps,</li> <li>• Traduire ces concepts sous forme des graphiques avec des exemples à l'appui</li> </ul>

#### MSP 6.6

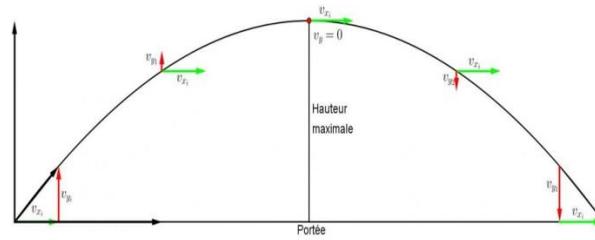
N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Principes de la dynamique
2	Savoirs essentiels	Lois de Newton
3	Pré-requis	Notions de force
4	Précisions sur les contenus	<p>-Définir la dynamique</p> <p>-Définir la force comme étant une grandeur vectorielle qui représente l'action qu'un corps peut subir ou exercer sur un autre corps. Elle est capable de modifier l'état de repos ou de mouvement d'un corps ou de provoquer sa déformation.</p> <p>- Effets : translation, rotation, déformation</p> <p>-Unités et instrument de mesure</p> <p>- Types :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forces de contact (frottement, forces élastiques, forces musculaires)</li> <li>• Forces à distance (force poids, force d'interaction électrique, force d'interaction magnétique)</li> <li>• Lois de Newton : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Première loi : Principe d'inertie ( A énoncer) L'inertie sera définie comme étant la réaction que la masse oppose à toute variation de vitesse, et la force d'inertie comme toute résistance opposée au mouvement par un corps, grâce à sa masse.</li> <li>• Deuxième loi : Principe fondamentale de la dynamique (A énoncer avec son expression</li> </ul> </li> </ul>

		mathématique) • Troisième loi : Principe d'action et de réaction (A énoncer)
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à comprendre les trois lois de Newton et en rechercher les effets/applications dans la vie courante (Cas de turboréacteurs pour la 3 <sup>ème</sup> loi)

### MSP 6.7

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Balistique
2	Savoirs essentiels	Définition, caractéristiques, tir horizontal, tir oblique et parabole de sûreté
3	Pré-requis	Lancement des corps dans l'espace
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>La balistique est une science qui étudie les mouvements des corps lancés dans l'espace et plus spécialement les projectiles de guerre.</p> <p>Un projectile est un objet lancé qui subit l'effet de la gravité, ce qui signifie que l'objet se déplace simultanément à l'horizontale et à la verticale. Exemple : Une balle de golf frappée par un joueur suit le mouvement de projectile: la balle se déplace à l'horizontale dans le but d'atteindre le trou tout en se déplaçant vers le haut, puis vers le bas en raison de l'action de la gravité.</p> <p>2. Caractéristiques du mouvement de projectile</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le mouvement de projectile se décompose en deux parties : les deux mouvements (horizontal et vertical) effectués par le projectile sont complètement indépendants l'un de l'autre.</li> </ul> <p>À l'horizontale, le projectile se déplace à vitesse constante, comme dans le mouvement rectiligne uniforme (MRU), alors qu'à la verticale, l'objet se déplace en fonction de l'accélération gravitationnelle, comme un corps en chute libre (en supposant qu'on néglige la résistance de l'air).</p> 

- La vitesse se décompose en deux composantes : l'une horizontale et l'autre verticale.



### 3. Tir horizontal

Les équations paramétriques du mouvement sont :

$$x = v_0 t$$

$$y = g \frac{t^2}{2}$$

En éliminant le paramètre  $t$  dans ces deux équations, on obtient l'équation de la trajectoire du mouvement (parabole) :

$$y = \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

### 4. Tir oblique

Les équations paramétriques du mouvement sont :

$$X = (v_0 \cos \alpha)t$$

$$y = (v_0 \sin \alpha)t - g \frac{t^2}{2}$$

En éliminant le paramètre  $t$  dans ces deux équations, on obtient l'équation de la trajectoire du mouvement (parabole) :

$$y = \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \operatorname{tg} \alpha$$

Au point de chute,  $y=0$ . D'où la portée du tir :

$$X = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

Au sommet de la trajectoire, la hauteur est maximale :

$$h_{max} = \frac{V_0^2}{2g} \sin^2 \alpha$$

### 5. Parabole de sûreté

C'est la courbe enveloppe de toutes les trajectoires paraboliques possibles d'un corps lancé depuis un point donné avec une vitesse donnée dans un plan vertical d'azimut fixe.

En coordonnées cartésiennes, cette parabole est décrite par l'équation :

		$Z = h - \frac{x^2}{4h}$ <p>Où <math>h = \frac{v_0^2}{2g}</math> désigne l'altitude maximale pouvant être atteinte.</p> <p>Cette parabole a un intérêt strategico - militaire. En effet, dès que nous avons l'équation de cette parabole, nous pouvons calculer la hauteur limite (<math>\frac{v_0^2}{2g}</math>) lorsque <math>x=0</math> et la portée limite (<math>\frac{v_0^2}{g}</math>) correspondant à <math>y=0</math>.</p> <p>Si nous sommes hors de cette parabole, rien ne saura nous inquiéter, car les tirs de l'armée ennemie ne sauront jamais nous atteindre. Quelle sécurité !</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette approche est foncièrement mathématique on veillera à ce que l'élève en maîtrise les étapes.</li> <li>- Amener les élèves à réaliser différents tirs obliques sur la cour de l'école ou dans un environnement jugé approprié, pour qu'ils vérifient la véracité de ces déclarations mathématiques.</li> </ul>

#### MSP 6.8

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Dynamique du mouvement circulaire uniforme
2	Savoirs essentiels	Force centrifuge et Force centripète
3	Pré-requis	Mouvement circulaire uniforme
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définitions</p> <p>La force centripète est <i>la force nécessaire pour maintenir un objet en mouvement sur une trajectoire courbe, et qui est dirigée vers l'intérieur en direction du centre de rotation.</i></p> <p>La force centrifuge se définit comme <i>la force apparente ressentie par un objet en mouvement dans un chemin courbe qui agit vers l'extérieur du centre de rotation.</i></p> <p>2. Exemple</p> <p>Lorsqu'une voiture entre dans une courbe prononcée, elle exerce une force vers l'intérieur du virage afin d'amener la voiture dans la direction appropriée, soit la force centripète. Or, quand la voiture tourne, les personnes assises à l'intérieur de la voiture ressentent une force qui tend à les amener vers l'extérieur, comme si elles devaient être déportées dans le sens contraire de la courbe. C'est cette force que l'on nomme force centrifuge.</p> <p>Nous prenons souvent l'une pour l'autre. La force centrifuge, en l'occurrence, est souvent confondue avec son contraire, la force centripète, mais les deux</p>

		<p>sont en fait étroitement liées.</p> <p>Expression de la force centrifuge</p> $F = \frac{mv^2}{R} = mw^2R$ <p>Applications de la force centrifuge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrifugeuse</li> <li>• Inclinaison dans un virage</li> <li>• Satellite (Vitesse et période)</li> </ul>
	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>Amener les élèves à expliquer la force centrifuge, la force centripète et en rechercher les illustrations pratiques dans leur quotidien.</p> <p>L'enseignant donnera les expressions attachées aux applications de la force centrifuge, en spécifiant les grandeurs et leurs unités.</p>

### MSP 6.9

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Dynamique du mouvement circulaire uniforme
2	Savoirs essentiels	Moment d'inertie
3	Pré-requis	Moment d'une force

## 1. Introduction

Soit un point P de masse notée m en mouvement par rapport à un repère R. L'énergie cinétique de ce point dans son mouvement relatif à R s'évalue comme la moitié du produit de sa masse avec le carré de sa vitesse relative. Ce qui s'écrit

$$E(P/R) = \frac{1}{2} m V^2$$

Grandeur cinématique

Grandeur cinétique, propre au point

Supposons ce point tournant autour d'un axe fixe ( $\Delta$ ) dans R. On peut écrire à chaque instant  $V = R\omega$ , R étant le rayon du cercle trajectoire, et l'expression de l'énergie cinétique devient

$$E(P/R) = \frac{1}{2} mR^2 \omega^2$$

Grandeur cinématique

Grandeur cinétique, propre au point

La quantité  $mR^2$  est appelée moment d'inertie de la masse ponctuelle P par rapport à l'axe de rotation ( $\Delta$ ).

## 2. Définition

Le moment d'inertie est une grandeur physique qui caractérise la géométrie des masses d'un solide, c'est-à-dire la répartition de la matière en son sein.

Il quantifie également la *résistance* à une mise en rotation de ce solide et a pour unité le  $\text{kg}\cdot\text{m}^2$  dans le S.I.

Dans le cas simple de la rotation d'une masse autour d'un axe fixe, le moment d'inertie par rapport à cet axe est une grandeur *scalaire* qui apparaît dans les expressions du moment cinétique et de l'énergie cinétique de rotation de ce corps.

- Relation fondamentale de la dynamique pour les solides en rotation
- Moments d'inertie des solides rigides homogènes

a) Objet ponctuel tournant sur un cercle de rayon R :

$$I_{\Delta} = MR^2$$

		<p>b) Circonférence pesante, Anneau ou cylindre creux de rayon R tournant autour de son centre :</p> $I_{\Delta} = MR^2$ <p>c) Tige rectiligne de longueur L tournant autour de son centre : <math>I_{\Delta} = \frac{1}{12}ML^2</math></p> <p>d) Sphère pleine de rayon R tournant autour de son centre : <math>I_{\Delta} = \frac{2}{5}MR^2</math></p> <p>e) Plaque rectangulaire mince et homogène de côtés a et b tournant autour de son centre :</p> $I_{\Delta} = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)$ <p>f) Disque plat ou cylindre plein de rayon R tournant autour de son centre : <math>I_{\Delta} = \frac{1}{2}MR^2</math></p> <p>g) Tige de longueur L tournant autour d'une de ses extrémités : <math>I_{\Delta} = \frac{1}{3}ML^2</math></p> <p>h) Sphère creuse ou coquille de rayon R tournant autour de son centre : <math>I_{\Delta} = \frac{2}{3}MR^2</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Théorème d'Huyghens</li> <li>• Rayon de giration</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	L'enseignant énoncera le théorème d'Huyghens, définira le rayon de giration et amènera les élèves à faire tourner divers objets et en déterminer chaque fois les moments d'inertie.

#### MSP 6.10

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Poids d'un corps et attraction universelle
2	Savoirs essentiels	Poids d'un corps et attraction universelle
3	Pré-requis	Mouvement de chute libre des corps
4	Précisions sur les contenus	<p><b>A. POIDS D'UN CORPS</b></p> <p>1. Définition</p> <p>Le poids est la force d'attraction que la terre exerce sur un corps.</p> <p>L'attraction de la terre se fait sur tout corps possédant une masse et ceci sur tout le volume, c'est une force répartie.</p> <p>Le poids peut également être défini pour d'autres astres que la Terre et tout objet possédant une masse possède aussi un poids.</p> <p>Comme force, l'intensité du poids se mesure à l'aide d'un dynamomètre et s'exprime en Newton (N).</p>

## 2. Les caractéristiques du poids d'un corps

Le poids est une force dont les caractéristiques sont particulières :

- Droite d'action ou direction : verticale ;
- Sens : descendant ou du haut vers le bas ;
- Intensité : diminuant avec l'altitude, augmentant avec la latitude et proportionnelle à la masse telle que  $P = mg$ , où :

P désigne le poids du corps, exprimé N (newton)

M désigne la masse du corps, exprimée en kg

g désigne l'accélération de la pesanteur, exprimée en  $m/s^2$

- Le point d'application : centre de gravité du corps.

## 3. Différence entre masse et poids

### B. ATTRACTION UNIVERSELLE

#### 1. Introduction

Newton énonça la loi de gravitation universelle en 1687. D'après cette loi, deux corps, du simple fait de leur masse, exercent l'un sur l'autre une force gravitationnelle qui est attractive.

Par exemple, la Terre attire la Lune comme la Lune attire la Terre.

#### 2. Loi de l'attraction universelle

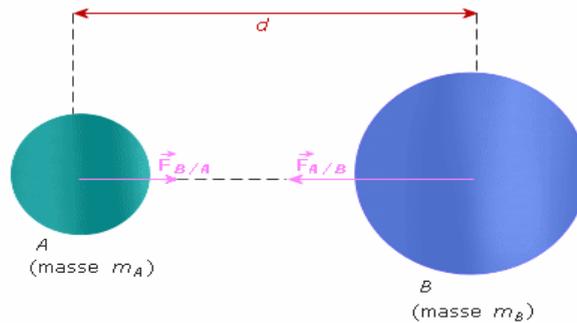
Deux corps A et B, de masse respective  $m_A$  et  $m_B$  exercent l'un sur l'autre des forces d'interaction gravitationnelle :

- de direction : la droite joignant leur centre ;
- de sens : orienté vers le corps qui exerce la force ;
- de valeur :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

- $m_A$  et  $m_B$  sont exprimées en kg ;
- $d$  est la distance entre les deux corps en m ;
- G est la constante de gravitation universelle dont la valeur est  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{m}^2$ .

Les forces d'interaction gravitationnelle peuvent être représentées de la manière suivante :



### 3. Variation de l'accélération de pesanteur avec l'altitude à la surface de la terre

L'accélération de la pesanteur terrestre varie peu si les variations de l'altitude sont petites.

Exprimons de deux manières différentes la force de pesanteur  $P_0$  que subit un corps de masse  $m$  placé au niveau de la mer (altitude 0) :

$$P_0 = mg_0 = G \frac{mM_T}{R_T^2} \quad \text{d'où} \quad g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2}$$

Si l'objet est placé à une altitude  $h$ , l'expression de l'accélération de la pesanteur terrestre  $g_h$  devient :

$$g_h = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

La même accélération varie aussi avec la latitude

### 4. Masse dans la théorie moderne

La mécanique classique ou Newtonienne donne à la masse le caractère d'une grandeur invariable si on ne porte aucune atteinte à l'intégrité du corps auquel elle s'applique. Mais la théorie de la relativité, développée par EINSTEIN, montre que la masse d'un mobile doit dépendre de sa vitesse. Cette dépendance est fixée par la relation suivante :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Dans laquelle  $m_0$  désigne la masse du corps au repos,  $m$  sa masse lorsqu'il possède la vitesse  $v$  et  $c$  la célérité de la lumière dans le vide ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s).

### 5. Apesanteur ou Impesanteur

Elle correspond à un état physique où l'absence de pesanteur (gravité terrestre), se fait ressentir.

Le terme « apesanteur » est déconseillé pour éviter, dans le langage parlé, une confusion entre l'apesanteur et la pesanteur.

### 6. Applications de la d'attraction universelle

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dédution des lois de KEPLER</li> <li>• Calcul de la masse de la terre, du soleil et des autres astres</li> <li>• Prévion de l'existence d'autres planètes</li> <li>• Explications des marées</li> <li>• Calcul des trajectoires des corps lancés dans l'espace,....</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>-Amener les élèves à la vérification de quelques applications comme le calcul de la masse de la terre,</p> <p>-Insister sur la variation du poids en fonction de l'altitude et la latitude,</p> <p>-Insister sur la différence entre la masse et le poids</p>

### MSP 6.11

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Forces de frottement
2	Savoirs essentiels	Forces de frottement
3	Pré-requis	Types de force
4	Précisions sur les contenus	<p>Frottement</p> <p>1. Introduction</p> <p>La presque totalité des mouvements qui nous entourent sont soumis au frottement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quand le cycliste cesse de pédaler (route horizontale), son vélo s'arrête ;</li> <li>• Quand on lâche la pédale de gaz d'une voiture (route horizontale), celle-ci s'arrête ;</li> <li>• Un pendule en fait de même, après de nombreuses oscillations ;</li> <li>• Un ballon qui roule sur le sol stoppe rapidement sa course...</li> </ul> <p>Dans toutes ces situations, des forces de frottement prennent naissance car un corps se déplace en restant en contact avec un autre. Il s'agit d'un frottement dynamique.</p> <p>Ces forces peuvent se manifester même en l'absence de mouvement ! On parle du frottement statique.</p> <p>En physique, le frottement se définit comme une interaction qui s'oppose au mouvement relatif entre deux systèmes en contact. C'est aussi une force qui s'oppose au glissement d'une surface sur une autre.</p> <p>2. Frottement statique et frottement dynamique</p>

Le frottement statique est une force qui caractérise l'interaction de deux systèmes en contact sans mouvement relatif.

Exemples :

- Une couche de neige sur le toit d'une maison
- Un verre d'eau posé sur la table

Le frottement dynamique est une force qui caractérise l'interaction de deux systèmes en contact avec mouvement relatif.

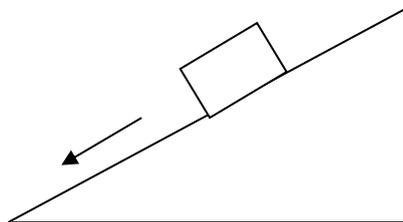
Exemples :

- le frottement de deux mains
- un bloc qui glisse sur un plan incliné
- une balle qui roule sur un plan incliné

Dans le frottement dynamique, il faut aussi distinguer le frottement de glissement du frottement de roulement :

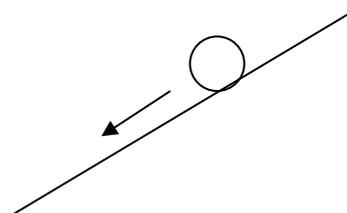
- Le frottement de glissement est celui qui existe lorsque le mouvement est caractérisé par un changement des points de contact pour un seul de deux corps en mouvement.

Exemple : un bloc qui glisse sur un plan incliné



- Le frottement de roulement est celui qui existe lorsque le mouvement est caractérisé par un changement des points de contact pour les deux corps considérés.

Exemple : Une balle qui roule sur un plan incliné



N.B. : Les forces de frottement sont toujours orientées à l'opposé du mouvement et sont généralement défavorables à

celui-ci.

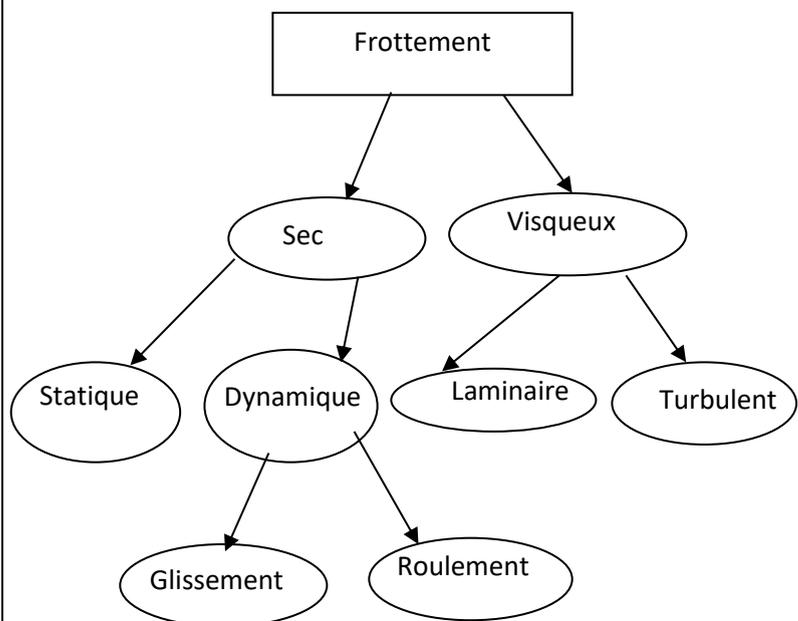
### 3. Différents types de frottement

On distingue plusieurs types de frottement :

-Le frottement visqueux qui existe entre un solide et un fluide ; et le frottement sec qui se produit entre deux solides. Pour le frottement visqueux, il faut séparer encore le frottement laminaire du frottement turbulent :

- Un frottement laminaire est celui dont le fluide forme autour du solide des filets réguliers.
- Le frottement turbulent est celui dont le fluide ne forme pas autour du solide des filets réguliers.

### 4. Synthèse sur les types de frottement



### 5. Paramètres susceptibles d'influencer le frottement

Le frottement entre deux corps est influencé par la nature des corps en contact. Il est différent selon que le corps est au repos ou en mouvement. Le frottement statique est toujours supérieur au frottement dynamique ( $\mu_s > \mu_d$ ).

Le frottement entre deux corps est aussi proportionnel au poids du corps déplacé.

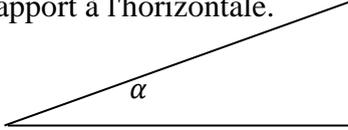
		<p><b>Remarque</b></p> <p>L'expérience montre que l'aire de contact n'influence pas les frottements statique et dynamique entre deux corps.</p> <p>D'une façon générale, les forces de frottement <math>F_f</math> se calculent par la loi :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">F_f = \mu \cdot F_p</math> </div> <p>Où <math>\mu</math> représente le coefficient de frottement statique ou dynamique selon qu'il y a repos ou mouvement et <math>F_p</math> la force pressante exercée par les corps sur l'aire de contact.</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à la découverte des avantages et inconvénients de frottement

### MSP 6.12

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Ascenseurs
2	Savoirs essentiels	Ascenseurs et tensions mécaniques
3	Pré-requis	Le principe fondamental de la dynamique
4	Précisions sur les contenus	<p>Un ascenseur est un (moyen de) transport vertical assurant le déplacement en hauteur.</p> <p>Les dimensions, la construction et le contrôle en temps réel pendant l'usage des ascenseurs permettent l'accès sécurisé des personnes.</p> <p>Ses mouvements sont régis par la relation fondamentale de la dynamique : <math>\vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}</math></p> 
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	S'inspirer des illustrations du programme pour amener les élèves à calculer le poids apparent dans différentes situations : montée et descente de charges contenues par exemple dans des sachets.

### 6.13

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Mouvement d'une sphère sur un plan incliné
2	Savoirs essentiels	Plan incliné et quelques accélérations
3	Pré-requis	Frottement de roulement
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Introduction</p> <p>Dans le mouvement rectiligne uniforme (MRU) et le mouvement rectiligne uniformément varié (MRUV), les</p>

		<p>mouvements étudiés étaient principalement situés sur l'axe horizontal. Dans la chute libre, le mouvement est positionné sur l'axe vertical. Il existe d'autres mouvements qui sont situés entre l'axe horizontal et l'axe vertical, et qui se font sur une surface appelée plan incliné.</p> <p>2. Définition</p> <p>Un plan incliné est une surface plane formant un angle par rapport à l'horizontale.</p>  <p>Exemple</p> <p>Si un skieur descend une pente de ski en ligne droite sans zigzaguer, il arrivera au bas de la pente avec une vitesse beaucoup plus élevée que celle qu'il avait en haut de la pente. Ceci nous démontre qu'il y a un changement de vitesse et que nous sommes en présence d'un MRUA.</p> <p>3. Accélération sur un plan incliné</p> $\gamma = g \times \sin \alpha$ <p>où</p> <p><math>\gamma</math> représente l'accélération du mobile, en <math>m/s^2</math></p> <p><math>g</math> représente l'accélération gravitationnelle (<math>9,8m/s^2</math>)</p> <p><math>\alpha</math> représente l'angle d'inclinaison de la pente (<math>^\circ</math>)</p> <p>Lorsque l'accélération est déterminée, les autres paramètres peuvent être calculés en utilisant les différentes formules de la cinématique.</p> <p>4. Quelques cas d'accélération</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bille homogène</li> <li>• Disque homogène</li> <li>• Machine d'Atwood (Tous les cas)</li> <li>• Treuil</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	On mettra à contribution le théorème de l'énergie cinétique pour aboutir aux différentes accélérations

#### MSP 6. 14

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Résistance de l'air
2	Savoirs essentiels	Résistance de l'air, traînée, lois et vitesse limite
3	Pré-requis	Chute libre des corps dans le vide
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>La résistance de l'air est la force que l'air, même</p>

immobile, exerce sur un corps. Elle s'oppose donc au mouvement de ce corps.

## 2. Traînée

La traînée ou traînée est la force qui s'oppose au mouvement d'un corps dans un liquide ou un gaz et agit comme un frottement.

Elle est une force aérodynamique constituant une résistance au mouvement.

Son expression est :  $R_x = \frac{1}{2} \rho C_x s v^2$

## 3. Causes de la résistance de l'air

Résistance de frottement et résistance de forme

## 4. Conséquences de la résistance de l'air

Ralentir le mouvement, Freiner le mouvement, Modifier la trajectoire

## 5. Lois de la résistance de l'air

## 6. Vitesse limite

## 7. Application en aérodynamique

Les trois forces agissant sur un aéronef :

- Poids

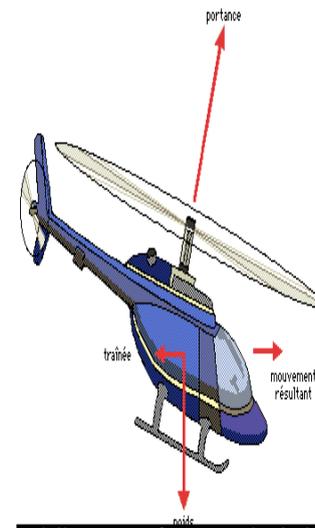
- Portance

C'est la force qui permet à un aéronef de s'élever et de se maintenir en altitude.

- Trainée

C'est la force opposée à l'avancement. Elle est, avec la portance, l'une des deux grandeurs fondamentales.

Le rapport entre la portance et la traînée est appelée finesse.



5 Suggestions pédagogiques ou didactiques

Amener les élèves à mettre en évidence la résistance de l'air

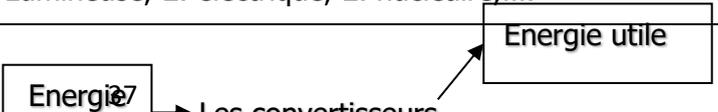
A la fin du traitement de la matrice MSP6.14, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
DYNAMIQUE	✓ Principe fondamentale de la	MSP3.16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir des manipulations pouvant aboutir à la</li> </ul>

	Dynamique (Lois de Newton) ✓ Dynamique du mouvement circulaire uniforme ✓ Poids d'un corps et attraction universelle ✓ Force de frottement ✓ Résistance de l'air		concrétisation des lois et principes de Newton : Inertie, Force constante, Action-Réaction • Établir la différenciation entre la masse et le poids des objets environnants partant des mesures sur ces objets • Mettre en évidence les lois de chute des corps et leurs applications.
--	--	--	---

### MSP 6.15

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Énergie mécanique
2	Savoirs essentiels	Travail, Puissance et Énergie
3	Pré-requis	Notion de force
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Travail Définition, Expression, Unités</p> <p>2. Puissance Définition, Expression, Unités</p> <p>3. Energie Définition Sources d'énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sources fossiles : le charbon, la tourbe, le pétrole ou le gaz naturel ;</li> <li>• Sources renouvelables : le soleil (source directe), le vent (éoliennes), l'eau (lacs, cours d'eau, marées), ou la biomasse ;</li> <li>• Sources gravitationnelles : la géothermie (volcans et sources d'eau chaude), l'eau ;</li> <li>• Sources nucléaires : le soleil (fusion thermonucléaire), les combustibles fissiles (l'uranium ou le plutonium dans les centrales nucléaires actuelles) et demain les combustibles de la fusion (le deutérium et le tritium dans les futures centrales).</li> </ul> <p>Parmi ces sources d'énergie, certaines sont plus intéressantes que d'autres car elles permettent un stockage plus aisé, ou un transport plus facile, ou bien sont renouvelables.</p> <p>Différentes formes d'énergie et leurs transformations : E. mécanique, E. chimique, E. Lumineuse, E. électrique, E. nucléaire,....</p>



		<p>Toute l'énergie initiale transférée au convertisseur n'est pas toujours intégralement transformée en énergie utile.</p> <p>Par exemple, dans une lampe électrique, seulement une petite partie de l'énergie électrique est transformée en énergie lumineuse utile, le reste est dissipé sous forme d'énergie thermique souvent inutilisable.</p> <p>Ainsi, le rendement, grandeur sans unité et notée <math>\eta</math>, mesure le rapport de l'énergie utile à l'énergie consommée :</p> $\eta = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie consommée}}$ <p>4. Energie potentielle Définition, Types, Expressions, Unité</p> <p>5. Energie cinétique Définition, Types, Expressions, Unité</p> <p>6. Théorème de l'énergie cinétique</p> <p>7. Energie mécanique</p> <p>8. Principe de conservation</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à ne pas confondre le travail physique et l'effort ou la fatigue.

### MSP 6.16

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Quantité de mouvement
2	Savoirs essentiels	Conservation de la quantité de mouvement et applications
3	Pré-requis	Principe Fondamental de la Dynamique
4	Précisions sur les contenus	1. Définition

		<p>La quantité de mouvement pour un système est le produit de la masse par le vecteur vitesse d'un corps matériel supposé ponctuel. Il s'agit donc d'une grandeur vectorielle, définie par <math>\vec{p}</math>, qui dépend du référentiel d'étude.</p> <p>Son expression est : <math>\vec{p} = m\vec{v}</math></p> <p>En unité SI, la quantité de mouvement s'exprime en kg.m/s.</p> <p>La quantité totale de mouvement d'un ensemble de systèmes est le vecteur somme de toutes les quantités de mouvement : <math>\vec{p} = \Sigma(m\vec{v})</math></p> <p>La variation de la quantité de mouvement est égale à l'impulsion totale. : <math>\Sigma\vec{F}.\Delta t = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i</math></p> <p>2. Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recul d'une arme à feu</li> <li>• Propulsion d'une fusée</li> <li>• Problèmes du choc</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à estimer les vitesses des corps après collision en utilisant des jouets de véhicules.

### MSP 6.17

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Moment cinétique
2	Savoirs essentiels	Théorème du moment cinétique et applications
3	Pré-requis	Quantité de mouvement
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>En physique classique, le moment cinétique, également appelé moment angulaire, est une grandeur vectorielle conservée utilisée pour décrire l'état général de rotation d'un système physique.</p> <p>Il est l'analogie de ce que la quantité de mouvement est pour la translation.</p> <p>Le moment cinétique L d'une particule par rapport à un point d'origine est : <math>\vec{L} = I\vec{\omega}</math></p> <p>Son unité est le kg.m<sup>2</sup>.rad/s</p> <p>2. Théorème du moment cinétique</p> <p>3. Applications :- Freinage d'un volant</p> <p style="text-align: center;">- Conservation du moment cinétique</p>

		- Effets gyroscopiques
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à faire un distinguo net entre la quantité de mouvement et le moment cinétique (ou angulaire).

#### MSP 6.18

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Volant
2	Savoirs essentiels	Types de volant et pouvoir régulateur d'un volant
3	Pré-requis	Moment d'inertie
4	Précisions sur les contenus	Définition  But du volant  Types de volant (directionnel, inertiel)  Pouvoir régulateur du volant
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à comprendre que le volant est un accumulateur d'énergie mécanique.

#### MSP 6.19

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Marteau
2	Savoirs essentiels	Types, force, poids et énergie du marteau
3	Pré-requis	Énergie mécanique

4	Précisions sur les contenus	<p>Définition</p> <p>Fonction</p> <p>Types de marteau (de charbonnier, de menuiserie, de mécanicien, postillon, rivoir, à garnir, de maçon, de couvreur, d'électricien, à piquer)</p> <p>Force avec laquelle on appuie sur le clou pour le faire pénétrer d'une longueur L</p> <p>Poids et Energie</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à comprendre que le marteau est un accumulateur d'énergie mécanique.

### MSP 6.20

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Notions de thermodynamique
2	Savoirs essentiels	Principes de la thermodynamique
3	Pré-requis	Éléments de calorimétrie
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définitions</p> <p>La thermodynamique est une branche de la physique qui étudie les transformations de la matière et de l'énergie des systèmes macroscopiques.</p> <p>La calorimétrie est la partie de la thermodynamique qui a pour objet la mesure des quantités de chaleur.</p> <p>2. Principes thermodynamiques</p> <p>Les principes de la thermodynamique permettent de prévoir les caractéristiques macroscopiques d'un système, ainsi que ses états d'équilibre.</p> <p>a) Principe Zéro de la thermodynamique</p> <p>« Deux systèmes en équilibre thermique avec un troisième sont en équilibre thermique entre eux. »</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Remarques</p> <p>1) Deux systèmes sont en équilibre thermique quand leur température est identique.</p> <p>2) Deux systèmes sont en équilibre mécanique quand leur pression est identique.</p> <p>3) Deux systèmes sont en équilibre chimique (ou diffusif) quand leur potentiel chimique est identique.</p>

4) Un système est en équilibre thermodynamique quand il est à la fois en équilibre thermique, mécanique et chimique.

5) Toutes les fois que deux corps de températures différentes entrent en contact, ils échangent de l'énergie thermique de sorte que leurs températures respectives s'égalisent.

6) La température d'équilibre thermique est atteinte lorsqu'un corps ayant une température plus élevée transfère de l'énergie thermique à un autre corps ayant une température plus basse. Ce transfert s'effectue jusqu'à ce que les deux corps soient à la même température.

#### b) Premier principe de la thermodynamique

Il s'agit d'étudier la correspondance entre l'énergie calorifique (thermique) et l'énergie mécanique ou plus généralement entre l'énergie calorifique et d'autres formes d'énergies.

Ce principe a deux volets :

- Principe d'équivalence
- Principe de l'état initial et de l'état final

##### 1. Principe d'équivalence

Au cours d'un cycle, la somme des quantités de chaleur et du travail échangé entre le système et le milieu extérieur est nulle :

$$Q + W = 0 \quad (i)$$

Cette expression n'a de sens que si Q et W ont la même unité. Si Q est en Kcal et W en joules, on écrira :

$$W = J.Q$$

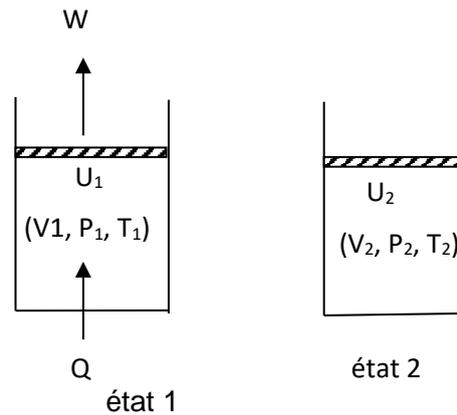
où  $J=4186$  est l'équivalent mécanique de la Kcal. Par convention, toute énergie cédée ou perdue par un système au milieu extérieur est comptée négativement ; ainsi, (i) peut s'écrire de la manière suivante :

$$Q = -W \text{ ou encore : } \frac{W}{Q} = -1$$

N.B. : On ne peut parler d'équivalence que lorsque la transformation cyclique

##### 2. Principe de l'état initial et de l'état final

Considérons un système thermodynamique comprenant un gaz enfermé dans un cylindre et caractérisé par une énergie  $U_1$ . Le système est dans l'état 1. Admettons qu'on fournisse au système une quantité de chaleur  $Q$  et que le système cède au milieu extérieur, un travail mécanique  $W$  jusqu'à un état d'équilibre d'énergie interne  $U_2$ .



Au point de vue énergétique, on a ajouté à l'énergie interne  $U_1$ , la quantité de chaleur  $Q$  et le système a perdu l'énergie mécanique  $W$  pour atteindre l'énergie  $U_2$ .

Mathématiquement, on peut écrire :

$$U_1 + Q = -W + U_2$$

$$Q + W = U_2 - U_1$$

$$Q + W = \Delta U$$

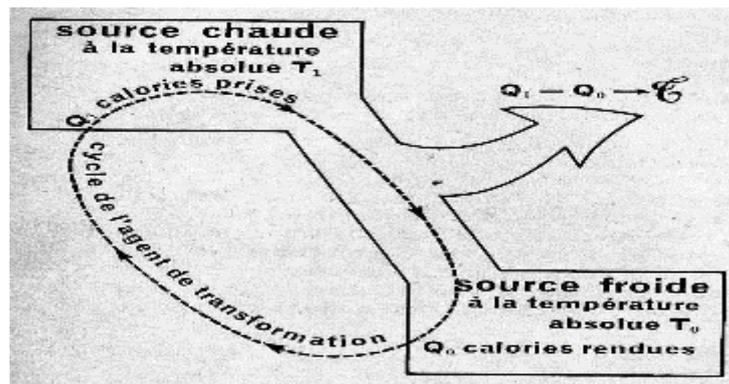
En conclusion, lorsque l'état initial est différent de l'état final, la somme de l'énergie mécanique et l'énergie calorifique traduit la variation de l'énergie interne.

c) Deuxième principe de la thermodynamique ou principe de CARNOT

Appelé aussi principe de Carnot, ce principe intéresse les moteurs thermiques ; c'est-à-dire les machines dans lesquelles les transformations sont cycliques ou encore les machines qui peuvent transformer la chaleur en travail.

Enoncé du principe

Un système qui communique avec deux sources ne peut fournir du travail au milieu extérieur que si il reçoit une énergie  $Q_1$  de la source chaude et en restitue une partie  $Q_2$  à la source froide. On parlera alors d'une transformation ditherme ; c'est-à-dire une transformation cyclique utilisant deux sources de chaleur.



b) Rendement des moteurs thermiques

Désignons par  $|Q_1|$  la valeur absolue de la quantité de chaleur absorbée par le moteur à la source chaude pendant un certain temps et par  $|Q_2|$  la valeur absolue de la quantité de chaleur qu'il a restituée à la source froide pendant ce même temps. La quantité de chaleur absorbée par le moteur est :

$$|Q_1| - |Q_2|$$

D'après le principe d'équivalence, cette quantité de chaleur correspond à un travail de valeur absolue  $|W|$  fourni par le moteur au milieu extérieur.

Par définition, le rendement d'un moteur thermique est le quotient, en valeur absolue, du travail fourni par le moteur au milieu extérieur ; par chaleur qu'il absorbe à la source chaude :

$$\eta = \frac{|W|}{|Q_1|}$$

Puisque le principe d'équivalence nous donne :

$$|W| = |Q_1| - |Q_2|$$

Le rendement devient :  $\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|}$  ou encore

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

		<p>Comme Q est proportionnelle à la température T, on a :</p> $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ <p>1° Le rendement thermique d'un moteur est maximal quand il fonctionne dans les conditions de la réversibilité.  2° Le rendement est indépendant de l'agent de transformation.  3° Le rendement est un nombre abstrait souvent exprimé en %</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>Amener les élèves à</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rechercher des équilibres thermiques et même thermodynamiques</li> <li>- faire des recherches sur le net afin d'expliquer correctement le fonctionnement d'une machine thermique telle que la machine à vapeur.</li> </ul>

### MSP 6.21

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Moteurs à combustion interne
2	Savoirs essentiels	Moteurs à quatre temps et moteurs à deux temps
3	Pré-requis	1 <sup>er</sup> et 2 <sup>e</sup> Principes de la thermodynamique
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Moteur à quatre temps</p> <p>a) Définition  Un moteur à quatre temps ou quatre cycles est un moteur à combustion et explosion basé sur le cycle de Beau de Rochas</p> <p>b) Les quatre temps</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Admission</li> <li>• Compression</li> <li>• Explosion-Détente</li> <li>• Échappement</li> </ul> <div style="text-align: center;"> <p>The diagram shows four stages of a piston and crank mechanism. 1. Admission: The intake valve is open, and the piston moves down. 2. Compression: Both valves are closed, and the piston moves up. 3. Explosion-Détente: Both valves are closed, and the piston is forced down by the expanding gas. 4. Echappement: The exhaust valve is open, and the piston moves up. Labels include 'bielle' (connecting rod) and 'vibrequin' (valve train).</p> </div> <p>c) Avantages</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Plus de couple</li> <li>-Consommation réduite</li> <li>-Moins polluant</li> <li>-Usure moins importante des pièces en mouvement,...</li> </ul> <p>d) Inconvénients</p>

- Il coûte plus cher
- Il est assez complexe
- Il est lourd et beaucoup moins puissant

## 2. Moteur diesel

Le moteur Diesel est un moteur à combustion interne dont l'allumage est spontané lors de l'injection du carburant, par phénomène d'auto-inflammation lié aux températures élevées dans la chambre de combustion. Il est le fruit des travaux de l'ingénieur allemand **RUDOLF\_DIESEL** de 1893 à 1897.

Des bougies de préchauffage sont souvent utilisées pour permettre un meilleur démarrage du moteur à froid, en augmentant, temporairement, la température d'un point de la chambre de combustion.

Ce moteur peut être à deux temps ou à quatre temps.

## 3. Moteur à deux temps

### a) Définition

Le moteur à deux temps est un moteur qui comporte un ou des pistons qui se déplacent dans les cylindres. Un cycle complet de combustion est effectué en seulement deux mouvements linéaires du piston, ce qui explique son appellation « deux temps »



### b) Les deux temps

- Compression, combustion, détente puis échappement avec transfert du mélange combustible frais par la fenêtre de transfert
- Admission, aspiration puis compression du mélange dans la partie basse du moteur.

### c) Avantages

- Légèreté et simplicité
- Mécanique simple
- Coût de production réduit
- Facilité de maintenance
- Moins encombrant à 30 %,....

### d) Inconvénients

		-Perte d'hydrocarbures -Pollution de l'atmosphère par les huiles brûlées -Faible frein moteur -Usure rapide de la segmentation, du piston et du cylindre  e)Usage  -Motocyclettes -Moteurs marins -Automobiles -Tronçonneuses -Moteur diesel,....
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	-Expliquer ce qui se passe à chaque temps -Différencier le moteur à essence du moteur diesel

A la fin du traitement de la matrice MSP6.21, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
<b>THERMODYNAMIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Principe de la thermodynamique</li> <li>✓ Échelle thermométrique</li> <li>✓ Moteurs à combustion interne</li> </ul>	MSP4.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibiliser des thermomètres usuels.</li> <li>• Vérifier les différentes conversions entre les échelles thermométriques pour finaliser certains principes physiques tels que :               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Principe de fonctionnement du calorimètre</li> <li>➤ Principe de Carnot sur le Rendement thermique</li> </ul> </li> </ul>

### MSP 6.22

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Oscillateur harmonique simple (O.H.S)
2	Savoirs essentiels	O.H.S, équation, caractéristiques, vitesse, accélération, conditions d'existence et énergie mécanique
	Pré-requis	MRUV

4

Précisions sur  
les contenus

## 1. Définition de l'oscillateur harmonique

Tout système mécanique ou électrique dont l'évolution (de la position, de la vitesse ou de l'accélération) est une fonction sinusoïdale du temps.

## 2. Exemples

- Masse fixée à l'extrémité d'un ressort
- Pendule de Torsion
- Circuit électrique LC,....

## 3. Equation d'un O.H.S

$$X_{(t)} = a \sin(\omega t + \varphi)$$

a : amplitude de l'oscillation

$\omega$  : pulsation ou fréquence angulaire

Si un cycle correspond à  $2\pi$  radians et s'effectue en une période T, alors  $2\pi = \omega T$ .

D'où :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi N \text{ et } N = \frac{1}{T}$$

T : période

N : fréquence

$\varphi$  : constante de phase ou déphasage

$\omega t + \varphi$  : phase du mouvement à l'instant t

x : élongation

## 4. Caractéristiques d'un O.H.S

- L'amplitude est constante
- La fréquence et la période sont indépendantes de l'amplitude
- La dépendance en fonction du temps de la grandeur qui fluctue peut s'exprimer par une fonction sinusoïdale de fréquence unique

## 5. Vitesse et accélération d'un O.H.S

$$V_x = \frac{dx}{dt} = a\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

		$\gamma_x = \frac{dv_x}{dt} = -aw^2 \sin(\omega t + \varphi), \text{ soit}$ $\gamma_x = -aw^2 x$ <p>L'accélération est proportionnelle et de sens opposé à la position.</p> <p>6. Conditions d'existence d'un O.H.S</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Position d'équilibre stable</li> <li>• Pas de perte d'énergie</li> <li>• L'accélération proportionnelle et de sens opposé à la position</li> </ul> <p>7. Énergie mécanique d'un O.H.S</p> $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}ka^2$ <p>Cette énergie est constante et proportionnelle au carré de l'amplitude, avec <math>\omega^2 = \frac{k}{m}</math>.</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Définir chaque grandeur, en donner l'unité et faire la représentation graphique du mouvement (sinusoïde)

### MSP 6.23

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Pendule simple
2	Savoirs essentiels	Période, fréquence angulaire, tension du fil, lois et phénomène de battement
3	Pré-requis	Oscillateur harmonique
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition Le pendule simple est une masse ponctuelle fixée à l'extrémité d'un fil sans masse, inextensible et oscillant sous l'effet de la pesanteur.</p> <p>Il est parfois appelé pendule de gravité idéal et, par opposition, tout pendule de gravité réel est appelé pendule pesant composé.</p> <p>2. Fréquence angulaire et période d'un pendule simple</p> $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \text{et} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ <p>3. Lois d'un pendule simple</p> <p>4. Pendule simple synchrone d'un pendule composé</p> <p>5. Vitesse linéaire d'un pendule simple</p> <p>6. Tension du fil d'un pendule simple</p> <p>7. Phénomène de battement</p> <p>8. Applications du pendule simple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Régulation des horloges</li> <li>• Mesure absolue de g</li> </ul>

5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	-Amener les élèves à comprendre l'utilité du pendule simple, d'en décrire les composants et d'en calculer la période. - Donner la signification de toutes les grandeurs et leurs unités
---	---	--

### MSP 6.24

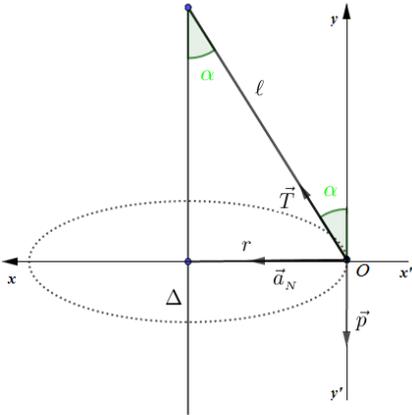
N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Pendule pesant
2	Savoirs essentiels	Période et fréquence angulaire
3	Pré- requis	Pendule simple
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>On appelle pendule pesant ou composé, tout corps rigide pivotant autour d'un axe (en principe, horizontal) ne passant pas par son centre de gravité et placé dans un champ de pesanteur.</p> <p>Déplacé de sa position d'équilibre (stable) dans laquelle le centre de gravité est à la verticale de l'axe, le solide se met à osciller de part et d'autre de cette position dite d'équilibre.</p> <p>2. Exemples</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un balancier d'horloge,</li> <li>• Une balançoire, etc...</li> </ul> <p>3. Fréquence angulaire et période d'un pendule pesant</p> $\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} \quad \text{et} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	- Amener les élèves à construire des pendules pesants et à en déterminer chaque fois la période. - Donner la signification de toutes les grandeurs et leurs unités

### MSP 6.25

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Pendule élastique
2	Savoirs essentiels	Période et fréquence angulaire
3	Pré-requis	Pendule pesant
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>Un pendule élastique est un solide attaché à un ressort dont on peut négliger la masse devant celle du solide.</p> <p>C'est un oscillateur mécanique qui décrit un mouvement sinusoïdal.</p> <p>2. Fréquence angulaire et période d'un pendule élastique</p> $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{et} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à : - construire un pendule élastique et en déterminer la période. - Donner la signification de toutes les grandeurs et leurs unités
---	---	--

**MSP 6.26**

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Pendule conique
2	Savoirs essentiels	Tension du fil, angle d'inclinaison, vitesse angulaire et période
3	Pré-requis	Relation fondamentale de la dynamique
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>Un pendule conique est un pendule simple dont on attache l'extrémité du fil à un axe de rotation vertical (tige rigide entraînée par un moteur).</p>  <p>2. Tension du fil et angle d'inclinaison</p> <p>Il est constitué d'une boule de masse <math>m</math> et d'un fil sans raideur de longueur <math>\ell</math> et de masse négligeable. Il est en mouvement de rotation uniforme autour d'un axe <math>\Delta</math>.</p> <p>Par rapport à ce mouvement, <math>\vec{\gamma}_t = \vec{0}</math> et <math>\vec{\gamma} = \vec{\gamma}_N</math>.          La RFD s'écrit : <math>\vec{T} + \vec{P} = m\vec{\gamma}_N</math>          La projection de cette relation respectivement sur <math>\overrightarrow{OX}</math>          sur <math>\overrightarrow{OY}</math> donne : <math>T \sin \alpha = m\gamma_N</math> et <math>m \cdot g - T \cos \alpha = 0</math></p> <p>Ainsi, <math>T = m\omega^2 l</math> (tension du fil) et <math>\cos \alpha = \frac{g}{\omega^2 l}</math> où <math>\alpha</math> est l'angle d'inclinaison du fil par rapport à la verticale.          Notons que <math>\sin \alpha = \frac{r}{l}</math> et <math>\gamma_N = \frac{v^2}{r}</math></p> <p>3. Vitesse angulaire minimale</p> <p>La vitesse angulaire minimale <math>\omega_0</math> (vitesse avec laquelle il faut lancer le pendule afin qu'il s'écarte de la verticale) et pour <math>\cos \alpha \leq 1</math>,          est : <math>\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}</math></p>

		<p>4. Période</p> <p>La période de ce pendule est : <math>T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}</math></p> <p>N.B. : A strictement parler, le pendule conique n'est pas un pendule, puisqu'il n'y a pas d'oscillation.</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>-Amener les élèves à construire un pendule conique et en déterminer pratiquement la période.</p> <p>- Donner la signification de toutes les grandeurs et leurs unités</p>

### MSP 6.27

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Pendule de torsion
2	Savoirs essentiels	Couple de rappel, fréquence angulaire et période
3	Pré-requis	Pendule pesant
4	Précisions sur les contenus	<p>1 .Définition</p> <p>Un pendule de torsion est un dispositif constitué d'une barre horizontale, fixée à un support par l'intermédiaire d'un fil de torsion. Ce fil d'acier décrit des mouvements oscillatoires de rotation autour de l'axe de rotation et exerce un couple de rappel, proportionnel à l'angle de torsion qu'on lui impose :</p> $ C  = K\theta$ <p>2. Fréquence angulaire et période d'un pendule de torsion</p> $\omega = \sqrt{\frac{k}{I}} \quad \text{et} \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{I}{k}}$ <p>La période est:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indépendante de l'amplitude</li> <li>• Proportionnelle à la racine carrée du moment d'inertie</li> <li>• Inversement proportionnelle à la racine carrée de la constante de torsion</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>-Amener les élèves à construire un pendule de torsion et en déterminer la période.</p> <p>- Donner la signification de toutes les grandeurs et leurs unités.</p>

### MSP 6. 28

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Pendule magnétique
2	Savoirs essentiels	Fréquence angulaire et période
3	Pré-requis	Pendule pesant
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>Un pendule magnétique est un barreau aimanté suspendu à un fil de torsion, qui oscille dans un</p>

		<p>plan horizontal sous l'effet du champ magnétique terrestre ou d'un autre champ magnétique, en général uniforme.</p> <p>Lorsque les amplitudes d'oscillation sont faibles, le pendule effectue des mouvements sinusoïdaux dont la période dépend du moment d'inertie de la barre par rapport à l'axe, de la composante horizontale du champ magnétique et du moment magnétique de l'aimant.</p> <p>2. Fréquence angulaire et période d'un pendule magnétique</p> $\omega = \sqrt{\frac{M.B}{I}} \quad \text{et} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{M.B}}$
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amener les élèves à construire un pendule de torsion et en déterminer la période.</li> <li>- Donner la signification de toutes les grandeurs et leurs unités</li> </ul>

### MSP 6.29

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Ondes électromagnétiques
2	Savoirs essentiels	Notion d'onde, onde électromagnétique, spectre électromagnétique et énergie rayonnante
3	Pré-requis	Oscillateur Harmonique Simple
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>Une onde est une déformation, un ébranlement ou une vibration qui se propage dans un milieu donné. Elle transporte de l'énergie sans transporter la matière, en modifiant localement et temporairement les propriétés du milieu.</p> <p>Ex : Lorsqu'on lance un caillou dans l'eau, la surface de l'eau est modifiée et des ondulations apparaissent à sa surface.</p> <p>2. Différents types d'ondes</p> <p>Il existe en particulier deux grands types d'ondes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mécaniques</li> <li>- électromagnétiques</li> </ul> <p>Les premières ont leur propagation qui dépend du passage à travers la matière. Elles ne peuvent se propager que dans un milieu matériel.</p> <p>Ex : les ondes sonores, les vagues</p> <p>Les secondes n'ont pas besoin de support matériel pour se propager. Elles peuvent se propager même dans le vide.</p> <p>Ex : la lumière</p>

### 3. Onde électromagnétique

C'est une propagation de proche en proche d'une énergie stockée sous forme électrique et magnétique. L'onde électromagnétique est donc un modèle utilisé pour représenter les rayonnements électromagnétiques

Elle peut se propager dans l'air ou dans le vide avec une vitesse proche de celle de la lumière dans le vide ( $3 \times 10^8$  m/s).

Les OEM transportent, non seulement de l'énergie, mais aussi de l'information. C'est pour cette raison qu'elles sont utilisées dans le domaine de la communication.

### 4. Caractéristiques

- Fréquence N
- Longueur d'onde

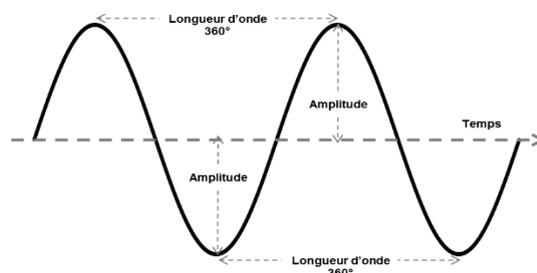
La fréquence est le nombre de périodes ou de cycles complets de variations qui se succèdent en une seconde. C'est le nombre de fois qu'un phénomène périodique se reproduit par unité de temps.

Elle est symbolisée par N ou f, et s'exprime en hertz (Hz) dans le Système international d'unités .

La longueur d'onde est la distance séparant deux maxima consécutifs de l'amplitude. C'est la distance entre deux maxima d'une oscillation; elle représente la périodicité spatiale des oscillations.

Elle est symbolisée par  $\lambda$  et s'exprime en mètre (m) dans le Système international d'unités.

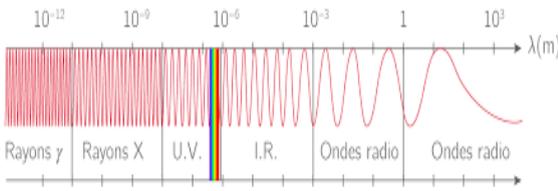
La longueur d'onde dépend de la célérité ou vitesse de propagation de l'onde dans le milieu qu'elle traverse.



L'expression de la longueur d'onde est :

$$\lambda = C.T = \frac{C}{N} \text{ avec } T = \frac{1}{N}$$

$\lambda$  : la longueur d'onde

		<p>C : la célérité (<math>C=3.10^8</math> m/s)</p> <p>T : la période</p> <p>N : la fréquence</p> <p>5. Modulation</p> <p>C'est une modification d'un paramètre du signal porteur (amplitude, fréquence) en fonction du signal à transmettre.</p> <p>6. Spectre électromagnétique</p> <p>C'est une gamme entière de fréquences possibles. C'est ce spectre qui permet le classement des OEM en fonction de leurs fréquences.</p>  <p>Les micro-ondes dont les fréquences varient entre 800 et 3000 MHz, ont leur longueur d'onde intermédiaire entre l'infrarouge et les ondes Hertziennes.</p> <p>7. Énergie rayonnante</p> <p>C'est la seule énergie qui peut se propager dans le vide, en l'absence de la matière. Elle dépend de l'énergie de ses photons et se calcul par la relation :</p> $E=h.N \text{ où,}$ <p>E : énergie du rayonnement, en J ou en eV,</p> <p>N : fréquence, en Hz</p> <p>h : Constante de Planck, <math>h=6,62.10^{-34}</math> J.s</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	L'enseignant demandera aux élèves de chercher les avantages et les inconvénients de chacune des OEM reprise sur le spectre.

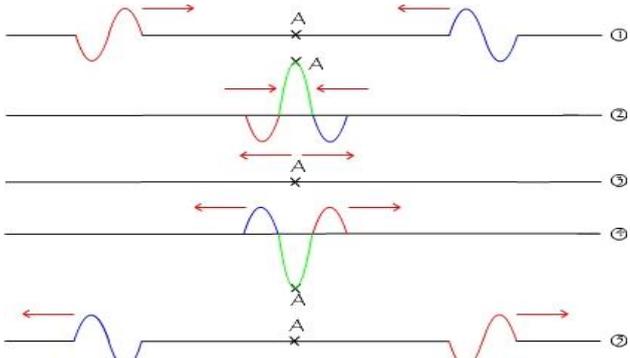
### MSP 6.30

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Composition de deux vibrations de même fréquence et d'élongations parallèles
2	Savoirs essentiels	Mouvement vibratoire, Vibration en concordance, en opposition et en quadrature de phase
3	Pré-requis	Notions d'ondes
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Généralités</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un mouvement vibratoire est un mouvement périodique</li> </ul>

		<p>qui s'effectue de part et d'autre d'une position d'équilibre.</p> <p>C'est donc un mouvement périodique très rapide.</p> <p>Exemples : Pendule, Ressort</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un mouvement périodique d'un objet est celui qui se répète à intervalles de temps égaux.</li> </ul> <p>La position, la vitesse et l'accélération de l'objet reprennent la même valeur après des durées égales appelées périodes (T).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une vibration ou une oscillation est le trajet d'un mobile, d'une position <math>P_1</math> jusqu'à son retour à cette même position dans le même sens.</li> <li>• Un mouvement vibratoire amorti est un mouvement dont le graphique est identique à celui du mouvement vibratoire idéal. Ce mouvement se réalise grâce à un apport d'énergie au système oscillant(ou vibratoire) qui permet de compenser les frottements (susceptibles de l'amortir).</li> </ul> <p>Exemples :- Rôle du ressort d'une montre, du poids d'une horloge à balancier, de la pile d'une montre à quartz,.....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La représentation de FRESNELL est un outil graphique permettant d'ajouter, de soustraire, de dériver ou d'intégrer des fonctions sinusoïdales de même fréquence.</li> </ul> <p>2. Composition</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas général</li> <li>- Cas particuliers (Phase ou concordance de phase, opposition de phase, quadrature de phase).</li> </ul> <p>3. Remarques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux fonctions en phase ou en concordance de phase sont des fonctions qui : -s'annulent en même temps -passent par le max et le min en même temps</li> <li>• Deux fonctions en opposition de phase sont des fonctions qui : -s'annulent en même temps -quand l'une est au max, l'autre est au min</li> <li>• Deux fonctions en quadrature de phase sont des fonctions telles que si l'une passe par son max ou son min, l'autre passe par zéro et vice versa.</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à apprendre comment composer des vibrations de même fréquence et à réaliser les représentations de FRESNEL.

### MSP 6.31

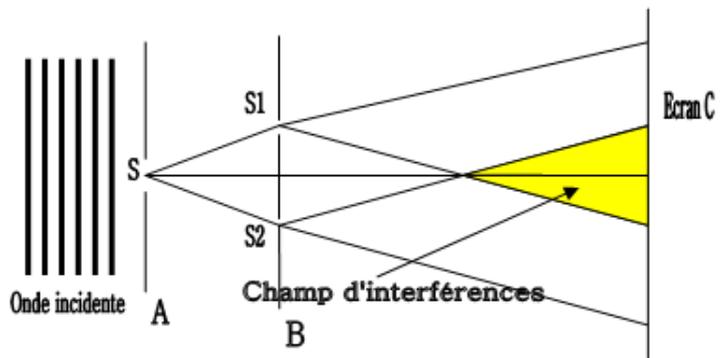
N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Interférences mécaniques
2	Savoirs essentiels	Interférences, interférences constructives et interférences destructives

3	Pré-requis	Composition de vibrations
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Définition</p> <p>L'interférence est une superposition ou une rencontre de deux ondes, de même longueur d'onde et pouvant provenir d'une seule source ou de deux sources distantes l'une de l'autre.</p> <p>Il y a interférence en un point de l'espace, si deux ondes s'y superposent : en ce point, les amplitudes de deux ondes s'additionnent.</p> <p>2. Types</p> <p>On distingue :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les interférences constructives (celles qui correspondent à la superposition de deux ondes ayant une amplitude maximale)</li> <li>- les interférences destructives (celles qui correspondent à la superposition de deux ondes ayant une amplitude minimale)</li> </ul> <p>Exemple : interférence en un point A entre deux perturbations se propageant à la surface de l'eau dans des sens opposés.</p>  <p>Schéma de principe d'interférence de deux ondes au point A.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le point A n'est encore atteint par aucune perturbation et se trouve à son niveau initial.</li> <li>- Le point A se trouve au niveau d'élévation maximale car les deux perturbations y additionnent leur amplitude maximale : on dit qu'il s'agit d'une interférence constructive.</li> <li>- Le point A retrouve son niveau initial et les deux perturbations se compensent</li> <li>- Le point A se trouve au niveau le plus bas car les deux perturbations additionnent leur amplitude minimale : on dit qu'il s'agit d'une interférence destructive.</li> </ul> <p>Une interférence constructive est obtenue dans le cas d'un déphasage égale à un multiple pair de <math>\pi</math> , ce qui peut se traduire par la relation suivante :</p>

		<p><math>\Delta\varphi = 2k\pi</math>, où k est un nombre entier.</p> <p>Une interférence destructive est obtenue dans le cas d'un déphasage égale à un multiple impair de <math>\pi</math>, ce qui peut se traduire par la relation suivante :</p> <p><math>\Delta\varphi = (2k + 1)\pi</math>, où k est un nombre entier</p> <p>3. Conditions de formation des interférences</p> <p>Pour obtenir des interférences stables, il est nécessaire que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les ondes aient une même fréquence</li> <li>- les ondes aient un déphasage constant</li> </ul> <p>4. Cas particuliers de déphasage</p> <p>Si le déphasage <math>\Delta\varphi</math> est égale à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0, alors les ondes sont dites en phase</li> <li>• <math>\pi</math>, alors les ondes sont dites en décalage ou opposition de phase</li> <li>• <math>\pi/2</math>, alors les ondes sont dites en quadrature de phase</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à monter des dispositifs pour illustrer le phénomène d'interférence

### MSP 6.32

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Interférences lumineuses
2	Savoirs essentiels	Interfrange
3	Pré-requis	Interférences mécaniques
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Expérience des trous et fentes d'Young</p> <p>Pour réaliser son expérience des trous d'Young, Young fit passer la lumière du soleil par un petit trou S, situé sur un écran A. Le faisceau lumineux s'élargissait ensuite par phénomène de diffraction et éclairait ainsi deux petits trous S1 et S2 sur l'écran B. Une nouvelle diffraction se produisait, générant deux ondes sphériques issues de S1 et S2 qui se superposaient sur un écran C.</p>



On observe le phénomène sur un écran, loin des sources. Les zones d'amplitude maximum donnent des "franges" brillantes, et les zones d'amplitude minimum donnent des "franges" noires.

L'interfrange correspond à la distance entre deux franges brillantes successives. Elle est donnée par la relation :

$$i = \frac{\lambda D}{a}, \text{ où :}$$

- $\lambda$  est la longueur d'onde (reliée à la couleur)
- $D$  est la distance sources-écran
- $a$  est écartement des sources

On peut vérifier le rôle de ces différents paramètres à l'aide des curseurs.

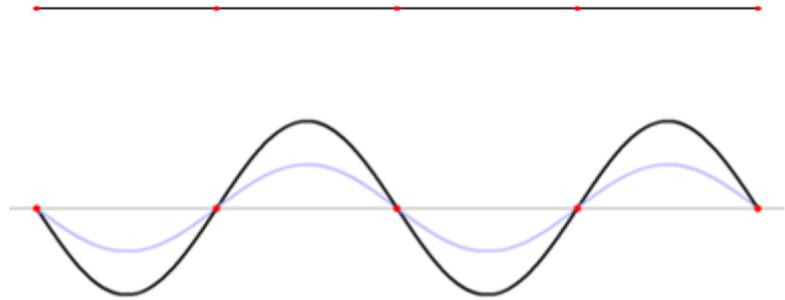
On peut également introduire un déphasage entre les deux sources, et voir son influence sur la figure d'interférence et sur l'interfrange.

Suggestions pédagogiques ou didactiques

Amener les élèves monter le dispositif de trous et fentes d'Young pour observer l'interfrange

### MSP 6.33

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Ondes stationnaires
2	Savoirs essentiels	Ondes stationnaires, ventres et nœuds de vibration
3	Pré-requis	Interférences mécaniques
4	Précisions sur les contenus	<p>1 .Définition</p> <p>Une onde stationnaire est le phénomène résultant de la propagation simultanée dans des sens opposés de plusieurs ondes de même fréquence et de même amplitude, dans le même milieu physique, qui forme une figure dont certains éléments sont fixes dans le temps.</p> <p>C'est encore la superposition de deux ondes progressives de sens de propagation opposés.</p>



Les milieux affectés par des ondes stationnaires peuvent être à une, deux ou trois dimensions.

Exemples :

- une dimension
  - corde vibrante
  - tuyau sonore
  - fibre optique
- deux dimensions :
  - table d'harmonie des instruments de musique
  - surface d'un plan d'eau ou d'un réservoir de mercure
- trois dimensions
  - volume intérieur d'une église
  - espace affecté par des interférences lumineuses

## 2. Caractéristiques d'une onde stationnaire

- **Ventre** : Endroit où l'amplitude de l'oscillation du milieu est maximale
- **Nœud** : Endroit où l'amplitude de l'oscillation du milieu est nulle
- **Vitesse du milieu ( $v$ )** ou vitesse des ondes progressives produisant l'onde stationnaire
- **Période ( $T$ )** : Temps pour effectuer un cycle complet
- **Demi longueur d'onde ( $\lambda_{1/2} = \lambda / 2$ )** : Distance entre deux nœuds ou deux ventres consécutifs.

Selon le point observé, les vibrations produites par les différentes ondes s'additionnent ou se compensent de manière partielle ou totale, ce qui provoque à des

emplacements définis et fixes leur neutralisation mutuelle (endroits appelés " nœuds " ou points d'amplitude zéro : les vibrations disparaissent) ou leur addition (endroits appelés " ventres " ou points d'amplitude maximale : les vibrations sont amplifiées et maximales).

La distance séparant un ventre du nœud le plus proche égale le quart de la longueur d'onde.

Les ondes stationnaires peuvent affecter tous les phénomènes vibratoires : mécaniques, sonores, optiques, électromagnétiques...

Elles peuvent être mises en évidence de nombreuses façons : cordes vibrantes, tube de Kundt, interférences sonores ou lumineuses, etc.

### 3. Equation de l'onde résultante

$$y = 2a \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \sin \left[ 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda} \right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

### 4. Abscisse des points d'amplitude nulle ou nœuds :

$$x = k \frac{\lambda}{2}$$

- Deux nœuds consécutifs sont distants d'une demi-longueur

d'onde  $\frac{\lambda}{2}$

-Si l'extrémité du fil est fixe, alors elle correspond à un nœud

### 5. Abscisse des points d'amplitude maximale ou ventre

$$x = (2k + 1) \frac{\lambda}{4} \text{ ou un nombre impair de } \frac{\lambda}{4}$$

Deux ventres consécutifs sont distants de  $\frac{\lambda}{2}$  et lorsque l'extrémité du fil est libre, elle correspond à un ventre.

### 6. Cordes vibrantes

$$\text{Leur fréquence est : } N = \frac{k}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

K : nombre de fuseaux formés quand la corde vibre

l : longueur de la corde

F : tension de la corde

$\mu$  : masse linéaire de la corde

		<p>Pour un tuyau sonore, <math>N = k \frac{v}{2l}</math></p> <p>Pour un tuyau fermé, <math>N = (2k + 1) \frac{v}{4l}</math></p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	L'enseignant donnera toutes les conséquences liées aux valeurs de k (k=1,2,...)

### MSP 6.34

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Notions de base d'acoustique
2	Savoirs essentiels	Notions d'acoustique, son, bruit, intensité du son et vitesse du son
3	Pré-requis	Ondes électromagnétiques
4	Précisions sur les contenus	<p>1. L'acoustique est une branche de la physique qui traite des sons et des ondes sonores. Elle est une science du son, ce qui inclut sa production, son contrôle, sa transmission, sa réception et ses effets.</p> <p>2. Le son</p> <p>Ce concept a deux significations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physiologique et psychologique (tout ce que l'oreille humaine peut entendre);</li> <li>- physique (toute onde de pression de fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz, qui se propage dans un milieu matériel.</li> </ul> <p>Le son est donc produit par la vibration d'un milieu élastique.</p> <p>3. Les qualités d'un son</p> <p>Il existe 3 qualités du son :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la hauteur</li> <li>- l'intensité ou le volume</li> <li>- le timbre</li> </ul> <p>La hauteur permet de différencier le son aigu du son grave, l'intensité le son fort du son faible et le timbre pour distinguer le son de même hauteur et de même intensité, mais émis par des instruments différents.</p> <p>4. Différence entre Son, Bruit et Écho</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lorsque la fréquence du mouvement vibratoire demeure constante, le son qui y correspond est un son musical ;</li> <li>- Lorsque le mouvement de la source sonore n'est pas périodique ou lorsque l'oreille ne discerne pas la périodicité, on parle de bruit ;</li> <li>- Lorsque le son se répète en percutant un obstacle, on parle de l'écho. il se produit lorsque le son réfléchi ne couvre pas le son émis.</li> </ul> <p>5. Intensité du son</p>

		<p>C'est la quantité d'énergie transmise par le son par unité de temps, à travers une unité de surface normale à la direction de propagation du son. Elle a pour expression :</p> $I=2\pi^2N^2a^2v\rho$ <p>N : la fréquence du son, en Hz  a : l'amplitude du son, en m  v : la vitesse de propagation, en m/s  ρ : la densité du milieu parcouru, en kg/m<sup>3</sup>  I : l'intensité sonore, en w/m<sup>2</sup></p> <p>6. La vitesse du son dans un milieu</p> <p>La vitesse du son, appelée encore célérité du son, correspond à la vitesse de propagation des ondes sonores.  Dans l'air, elle est de l'ordre de 340 m/s dans les CNTP.  Dans un gaz autre que l'air, cette vitesse a pour expression :</p> $v = \sqrt{\gamma \frac{H_0}{a_{0,76} \cdot d} \cdot \frac{T}{273}}$ <p>où :</p> <p>H<sub>0</sub> : la pression atmosphérique normale,  a<sub>0</sub> : masse volumique de l'air dans les CNTP  d : densité du gaz par rapport à l'air  T : température absolue du gaz, en K  γ : atomicité du gaz ou rapport Cp/cv des chaleurs massiques du gaz, sous pression constante et sous volume constant.</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	L'enseignant va illustrer la différence entre la hauteur, l'intensité et le timbre à partir de plusieurs instruments musicaux. Il donnera aussi, à titre indicatif, les valeurs de γ selon les types de gaz et les limites de fréquences audibles par l'oreille humaine

### MSP 6.35

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Effet Doppler
2	Savoirs essentiels	Notion d'effet Doppler, mouvement relatif de la source et de l'observateur
3	Pré-requis	Notions de fréquence
4	Précisions sur les contenus	<p>1 .Effet Doppler</p> <p>C'est un phénomène qui caractérise le changement de fréquence de l'onde captée par un récepteur lorsque l'émetteur et le récepteur sont en mouvement relatif. Il se produit chaque fois que la distance entre la source et l'observateur change rapidement.  La fréquence augmente lorsque la source sonore approche et diminue lorsque la source s'éloigne.</p>

		<p>2. Formules</p> <p>Deux cas peuvent se présenter :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La source se déplace : <math>N' = \frac{N \cdot V}{V - v}</math> La vitesse <math>v</math> est positive ou négative selon que la source s'approche ou s'éloigne de l'observateur.</li> <li>- L'observateur se déplace : <math>N' := \frac{N(V+v)}{V}</math> La vitesse <math>v</math> est positive ou négative selon que l'observateur s'approche ou s'éloigne de la source.</li> </ul> <p>N : fréquence vraie (réelle) du son émis, en Hz  N' : fréquence perçue ou observée, en Hz  V : Vitesse du son dans le milieu considéré, en m/s  v : vitesse relative entre la source et l'observateur.  Notons que <math>V \gg v</math></p> <p>3. Quelques domaines d'application de l'E.D</p> <p>Astronomie, Radar, Lidar, Médecine, Maritime,....</p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Illustrer les applications de l'E.D par des exemples

### MSP 6.36

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Lois d'Ohm en courant alternatif
2	Savoirs essentiels	Tensions, intensités et déphasages
3	Pré-requis	Loi d'Ohm en courant continu
4	Précisions sur les contenus	<p>1. Le courant alternatif (qui peut être abrégé par <b>CA</b>) est un courant électrique périodique qui change de sens deux fois par période et qui transporte des quantités d'électricité alternativement égales dans un sens et dans l'autre.</p> <p>2. Caractéristique</p> <p>Un courant alternatif est caractérisé par sa fréquence (N), mesurée en hertz (Hz)</p> <p>3. Schéma et code</p> <div style="text-align: center;">  <p>CA (Courant alternatif) ou AC (Alternative current)</p> </div> <p>4. Tension instantanée</p> <p>Quelle que soit la source ou le générateur de C.A, la tension de sortie est sinusoïdale et de la forme :</p> $U = U_m \sin \omega t$

		<p>Avec</p> <p>U : tension instantanée</p> <p><math>U_m</math> : tension maximale</p> <p><math>\omega</math>: pulsation</p> <p>t : temps</p> <p>5. Intensité instantanée</p> <p>Lorsque le générateur alternatif branché aux bornes d'une résistance pure débite un courant qui augmente et diminue, et change de sens indéfiniment au même rythme que la tension, alors l'intensité instantanée obéissant à la loi d'Ohm est :</p> $I = \frac{U}{R} = \frac{U_m \sin wt}{R} = I_m \cdot \sin wt$ <p>6. Intensité efficace et tension efficace</p> <p>Étant donné que l'intensité d'un C.A varie constamment, on peut juger de son effet d'après l'intensité maximum. Seuls les effets moyens du C.A sont observables. D'où l'introduction de la notion d'intensité efficace et celle de tension efficace.</p> <p>-L'<math>I_e</math> d'un C.A sinusoïdal est l'intensité du courant continu qui, passant le même conducteur pendant le même temps, y dégagerait la même quantité de chaleur que le courant alternatif considéré.</p> <p>Son expression est : <math>I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La tension efficace d'un C.A. sinusoïdal est la tension du courant continu qui, appliqué aux bornes du même conducteur, y produirait une intensité de courant égale à l'intensité efficace du C.A considéré.</li> </ul> <p>Son expression est : <math>U_e = \frac{U_m}{\sqrt{2}}</math></p>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à la maîtrise de la loi d'OHM en C.A

### MSP 6.37

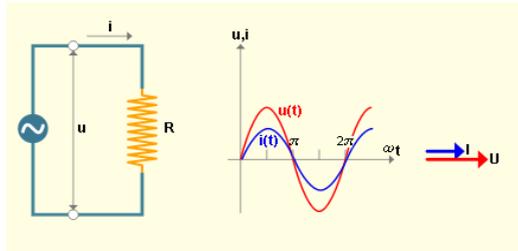
N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Lois d'Ohm en Courant Alternatif
2	Savoirs essentiels	Circuits R, L, C, RL série, RC série et RLC série
3	Pré-requis	Courant alternatif

4 Précisions sur les contenus

1. Définir les concepts Circuit, Résistance pure, Inductance, Impédance, Capacitance, Réactance et Déphasage

2. Études des circuits en C.A :

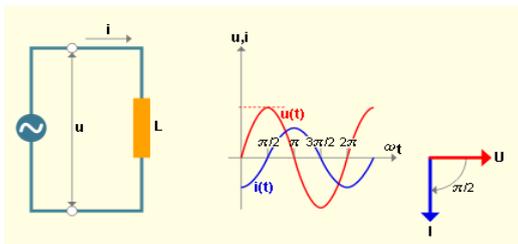
a) Circuit résistif R



- $U=U_m \sin \omega t$  et  $I=I_m \sin \omega t$
- L'intensité et la tension sont en concordance de phase
- Le déphasage est :  $\varphi=0$
- L'impédance vaut :

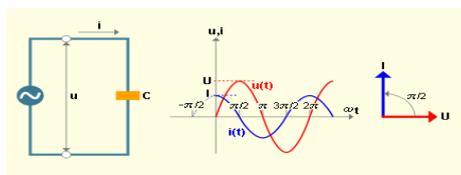
$$Z = \frac{U_e}{I_e} = R$$

b) Circuit inductif L



- $U=U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$  et  $I=I_m \sin \omega t$
- La tension est en avance de  $\frac{\pi}{2}$  sur l'intensité ou en quadrature de phase sur l'intensité
- Le déphasage est :  $\varphi= \frac{\pi}{2}$
- L'impédance :  $Z= L\omega$

c) Circuit capacitif C

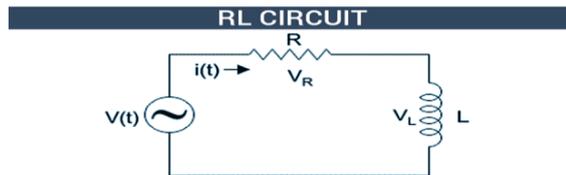


- $I=C\omega U_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$
- $U=U_m \sin \omega t$

- L'intensité est en avance de  $\frac{\pi}{2}$  sur la tension ou en quadrature avance sur la tension
- Le déphasage est :  $|\phi| = \frac{\pi}{2}$
- L'impédance :

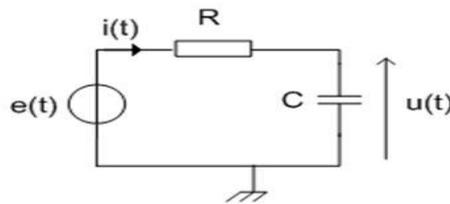
$$Z = \frac{1}{C\omega}$$

d) Circuit RL série



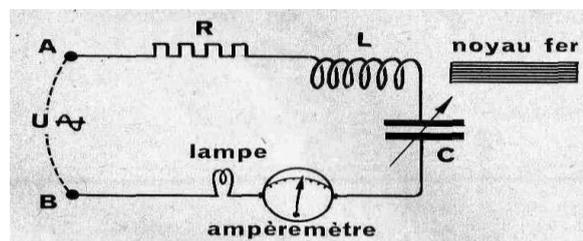
- L'intensité est en retard de phase sur la tension
- Le déphasage est :  $\text{tg } \varphi = \frac{L\omega}{R}$
- L'impédance est :  $z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$

e) Circuit RC série



- L'intensité est en avance de phase sur la tension
- Le déphasage est :  $\text{tg } \varphi = \frac{1}{RC\omega}$
- L'impédance est ;  $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}$

f) Circuit RLC série



- Si  $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ , alors l'intensité est en retard de phase sur la tension ( $\varphi > 0$ )
- Si  $L\omega < \frac{1}{C\omega}$  alors l'intensité est en avance de phase sur la tension ( $\varphi < 0$ )
- Si  $L\omega = \frac{1}{C\omega}$  alors l'intensité et la tension sont en phase .On parle de phénomène de **résonance électrique**, le circuit est dit **oscillant** et  $Z=R$ .

		<p>La période de ce circuit est : <math>T = 2\pi\sqrt{LC}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le déphasage est : <math>\text{tg } \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}</math></li> <li>L'impédance est : <math>de Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}</math></li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Les constructions de Fresnel et les applications de ces différents circuits dans la vie courante, feront objet de travaux de recherche

### MSP 6.38

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Puissance et transformateur
2	Savoirs essentiels	Puissance, transformateur et rendement
3	Pré-requis	Courant alternatif
4	Précisions sur les contenus	Définir le transformateur, donner ses parties, définir la puissance consommée par un circuit alimenté par un C.A, donner la relation entre les rapports de différentes grandeurs et le rapport de transformation, définir le rendement
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à schématiser et monter des transformateurs sous-volteurs.

A la fin du traitement de la matrice MSP6.38, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
COURANT ALTERNATIF	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lois d'ohm en courant alternatif</li> <li>✓ Lois d'Ohm généralisées</li> <li>✓ Tensions, intensités, déphasages</li> <li>✓ Circuits R,L,C</li> <li>✓ Puissance, transformateur et rendement</li> </ul>	MSP5.3 MSP5.4 MSP5.5 MSP5.6 MSP5.10 MSP 6.36 MSP 6.37 MSP 6.38	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir des montages donnant lieu à un exercice d'installation d'un dispositif à courant alternatif comprenant le circuit RLC</li> <li>• Préciser par des manipulations comment l'énergie électrique est-elle distribuée?</li> <li>• Déterminer les différentes phases par lesquelles le courant progresse en se référant à des concepts : Impédance, self, résonance, transformateur, prise monophasée, prise triphasée, fil de terre, fil de phase, etc.</li> </ul>

### III. TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

#### MTIC6.1

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	LES RESEAUX INFORMATIQUES
2	Savoirs essentiels	Généralités sur les Réseaux informatiques
3	Prérequis	Demander aux élèves d'énumérer quelques réseaux de communication connus dans leur milieu de vie et leur mode de fonctionnement. Lister les équipements utilisés. Citer quelques autres réseaux connus : routier, ferroviaire, fluvial, aérien, etc.
4	Précisions sur les contenus	Définir le concept réseau informatique, lister le matériel minimum (ordinateurs, connecteurs, câbles, ...) et la fonction de chaque équipement pour installer un réseau local, rôles d'un réseau, types et topologie
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Les élèves doivent faire des recherches sur le Net, définir un réseau informatique, la procédure pour installer un réseau informatique, les types des réseaux

#### MTIC6.2

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	RESEAU LOCAL FILAIRE (LAN)
2	Savoirs essentiels	Réseau local filaire : concepts de base, équipements et rôles, configuration et paramétrage
3	Prérequis	Rappel des concepts de base sur les réseaux informatiques, les équipements minimum pour installer un réseau informatique
4	Précisions sur les contenus	Définir les concepts : réseau local filaire, serveur, adresse IP, Routeur, ordinateur client Lister les équipements pour installer un réseau local filaire, les différentes configurations des réseaux locaux filaires et pour chaque type, lister le matériel nécessaire Déterminer les deux modes de fonctionnement d'un réseau local
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à installer avec le matériel existant à l'école un réseau local filaire (utiliser deux ordinateurs partageant une même imprimante)

#### MTIC6.3

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	RESEAUX SANS FIL
2	Savoirs essentiels	Réseaux sans fil : concepts de base
3	Prérequis	Rappel des concepts de base sur les réseaux informatiques, les équipements minimum pour installer un réseau informatique
4	Précisions sur les contenus	Définir les concepts : modem, carte réseau, carte réseau sans fil, WIFI, Access point Types de réseaux sans fil (WPAN, WLAN, WMAN, WWAN et leurs technologies Partage de connexion, mode de

		fonctionnement, avantages et limites
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à configurer Wifi (deux téléphones) Ils peuvent aussi partager des connexions Internet à partir des téléphones android

A la fin du traitement de la matrice MTIC6.3, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
RESEAUX INFORMATIQUES	Réseaux locaux et réseaux sans fil	MTIC 6.1, MTIC 6.2, MTIC 6.3	Installer, configurer et paramétrer un réseau local mixte (filaire et sans fil)

#### MTIC6.4

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	LES SYSTEMES CLIENTS-SERVEURS
2	Savoirs essentiels	Les systèmes clients-serveurs
3	Prérequis	Rappel des notions sur les réseaux sans fil, leur mode de fonctionnement et de partage de connexion
4	Précisions sur les contenus	Définir les concepts : Mode Point à Point et Client-Serveur, serveur des données, serveur d'impression, serveur de messagerie et d'application Systèmes d'exploitation utilisés, différencier le système point à point du système client-serveur, avantages et limites de deux systèmes, serveur DNS, DHCP, protocoles http, SMTP, POP3 et processus d'installation et de configuration d'un serveur, partage des données d'une bibliothèque numérique et des encyclopédies Encarta et Wikipédia
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à partager les données issues des bibliothèques numériques, de créer des comptes utilisateurs à partir des ordinateurs et téléphones android

#### MTIC6.5

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	RESEAUX SOCIAUX
2	Savoirs essentiels	Les réseaux sociaux
3	Prérequis	Poser des questions sur les médias connus de son milieu, leur mode de fonctionnement
4	Précisions sur les contenus	Définir les concepts : réseau social, identité numérique, sécurité, confidentialité Types des réseaux sociaux et rôles, avantages et inconvénients Problèmes liés à la sécurité sur les réseaux, création d'une plateforme (groupe), éthique et morale à observer sur un média social
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à créer des groupes sur les réseaux sociaux, de définir des chartes

#### MTIC6.6

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	SECURITE INFORMATIQUE

2	Savoirs essentiels	Sécurité des réseaux
3	Prérequis	Rappel des notions sur la sécurité informatique : sécurité matérielle et logicielle
4	Précisions sur les contenus	Définir les concepts : Virus, Antivirus, Antivirus client, antivirus réseau, pare-feu, sécurité des réseaux, cybercriminalité, cyber attaque, cyber sécurité, <i>hacking, cracking, Quelques virus et antivirus Causes et effets des virus informatiques sur les données, les fichiers, les logiciels et les réseaux informatiques Téléchargement de l'antivirus gratuit sur le Net Installation d'un antivirus</i>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Amener les élèves à : télécharger les antivirus sur le Net, à les installer dans un ordinateur, à mettre à jour des applications et à faire le scan comprendre l'importance de l'IA dans la lutte contre l'insécurité informatique et la cybercriminalité Les avantages et les inconvénients de l'utilisation non rationnelles des technologie liés aux réseaux sociaux, à l'IA etc.

A la fin du traitement de la matrice MTIC6.6, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
RESEAUX INFORMATIQUES	Architecture Client-serveur, réseaux sociaux	MTIC 6.4 MTIC 6.5 MTIC 6.6	Configurer et paramétrer un serveur local pour le partage des ressources (données, imprimante, etc.)

### MTIC6.7

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Intelligence artificielle
2	Savoirs essentiels	Big data et objets connectés
3	Prérequis	Rappel des notions d'algorithmique, d'IA, de système expert, de robotique, base de données et SGBD
4	Précisions sur les contenus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intelligence artificielle</li> <li>▪ Apprentissage artificiel/automatique ou machine</li> <li>▪ Big data et NoSQL</li> <li>▪ Objets connectés et IA</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	Proposer des activités qui permettent aux élèves de rechercher sur internet et d'/de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- comprendre les concepts de base de données, de Big data, de BD NoSQL, des objets connectés et de l'IA</li> <li>- expliquer les concepts, caractéristiques des Big Data, des BD NoSQL, des Objets connectés</li> <li>- De créer des ordigrammes et des algorithmes simples</li> </ul>

### MTIC6.8

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Intelligence artificielle
2	Savoirs essentiels	Algorithmes de recherche en IA
3	Prérequis	Rappel des notions d'algorithmique, d'IA, de système expert, de robotique, d'apprentissage automatique
4	Précisions sur les contenus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Algorithme de recherche</li> <li>▪ Algorithme Minimax et Apha-Bêta</li> <li>▪ force et faiblesse de l'algorithme de recherche Apha-Bêta</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>Proposer des activités qui permettent aux élèves de rechercher sur internet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- quelques algorithmes de recherche et leur limite</li> <li>- d'étudier et comprendre l'algorithme de recherche Apha-Bêta</li> <li>- Coder le jeu du morpion en utilisant l'algorithme de recherche Alpha-Bêta</li> <li>- de comprendre les forces et faiblesses de l'algorithme de recherche Minimax ou alpha-Bêta</li> </ul>

### MTIC6.9

N°	RUBRIQUES	CONTENUS
1	Titre	Intelligence artificielle
2	Savoirs essentiels	<b>Système expert : applications en MATH, SVT et SPTIC en 8<sup>ème</sup> année de l'EB</b>
3	Prérequis	Rappel des notions d'algorithmique, d'intelligence artificielle, de système expert, , d'apprentissage-machine
4	Précisions sur les contenus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Algorithme pour les MATH de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>▪ Algorithmes et applications pour les SVT de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>▪ Algorithmes et applications pour la TECHNOLOGIE de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>▪ Algorithmes et applications pour la PHYSIQUE de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>▪ Algorithmes et applications pour la CHIMIE de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> </ul>
5	Suggestions pédagogiques ou didactiques	<p>Puier dans les banques de situations des PE 8 et proposer des activités qui permettent aux élèves de chercher sur internet les applications de l'IA et de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer des algorithmes et applications pour les MATH de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>- Créer des Algorithmes et applications pour les SVT de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>- Algorithmes et applications pour la TECHNOLOGIE de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>- Créer des Algorithmes et applications en PHYSIQUE de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> <li>- Créer des Algorithmes et applications de CHIMIE de 8<sup>ème</sup> année de l'EB</li> </ul>

6	Exemples des thèmes pour créer des algorithmes et des programmes.	<p>L'enseignant trouvera dans les banques de situation des PE 7 et ci-dessous quelques exemples des thèmes pour créer des algorithmes et des programmes.</p> <p><b>MATH</b></p> <p>Les élèves écrivent des algorithmes (programmes) permettant d'effectuer :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. des calculs élémentaires avec les opérations (+,-,/,%, Puissance, racine carrée)</li> <li>2. des calculs des périmètres, des aires et des volumes des figures planes et des solides</li> <li>3. des calculs des moyennes arithmétiques simples et pondérée, du mode, du Min et du Max d'une série des données</li> <li>4. la résolution des équations du 1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> degré a une inconnue</li> </ol> <p><b>SVT</b></p> <p>Les élèves s'inspirent des notions apprises pour écrire des algorithmes permettant :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. l'identification des principaux types des bois.</li> <li>3.2. la fabrication de quelques meubles et objets à partir des tiges ou troncs d'arbre (bois).</li> <li>3.3. la fertilisation du sol à partir des feuilles (MSVT1.4)</li> <li>3.4. la classification des plantes médicinales et leur vertus médicales.</li> <li>3.5. la réalisation des herbiers. (MSVT1.4)</li> <li>3.6. la schématisation du processus de pollinisation. (MSVT1.5)</li> <li>3.8. la classification des végétaux comestibles et non comestibles</li> </ol> <p><b>Chimie</b></p> <p>Les élèves s'inspirent des techniques de fabrication apprises pour écrire des algorithmes permettant :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'identification des récipients et des outils d'appui du laboratoire</li> <li>2. la carbonisation de bois (mshpc2.8)</li> <li>3. la cristallisation du sel marin</li> <li>4. la fabrication des jus de fruits</li> <li>5. la fabrication de la margarine</li> <li>6. la fabrication de la mayonnaise</li> <li>7. la fabrication de la craie</li> <li>8. la fabrication du parfum</li> <li>9. la fabrication de la confiture...</li> </ol> <p><b>PHYSIQUE</b></p>
---	---	---

	<p>Les élèves écrivent des algorithmes (programmes) permettant de :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Convertir des unités des grandeurs physiques</li> <li>2. Calculer les poids des objets connaissant leurs différentes masses et vice-versa.</li> <li>3. Déterminer le centre de gravité de différents objets. (MSP2.3)</li> <li>4. Calculer la tension des piles dans différents appareils électroniques et jouets. (MSP2.7)</li> <li>5. Déterminer le moment de force à partir de son expression <math>M= F.d</math></li> <li>6. Calculer la tension de plusieurs piles montées : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. en série et en concordance ;</li> <li>2. en parallèle et en opposition.</li> </ol> </li> <li>7. Fabrication des briques cuites et des blocs de ciment</li> </ol>
--	--

A la fin du traitement de la matrice MTIC6.9, l'enseignant propose aux élèves les tâches suivantes :

CATEGORIE	SAVOIRS ESSENTIELS	CODE MATRICE	SYNTHESE
ALGORITHMIQUE ET PROGRAMMATION	Structures répétitives, conditionnelles et des cas	MTIC3.8 MTIC3.9 MTIC3.10	Écrire un algorithme qui, connaissant un élément du tableau périodique, permet de donner ses différentes caractéristiques (période, famille, symbole, nombre atomique, ...)
			Écrire un algorithme qui permet de calculer des périmètres, des aires et des volumes des figures planes et des solides
	Fonctions et procédures	MTIC4.8 MTIC4.9 MTIC4.10	Écrire un algorithme de rechercher un élément du tableau périodique connaissant ses différentes caractéristiques (période, famille, symbole, nombre atomique, ...)
			Écrire un algorithme qui permet de Résoudre une équation du second degré : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dans l'ensemble R</li> <li>2. Dans l'ensemble C</li> </ol>
BASES DE DONNEES	Les tables, les requêtes et les états	MTIC5.1 MTIC5.2 MTIC5.3 MTIC5.4	Créer une base de données qui permet d'enregistrer, d'afficher, de rechercher et de trouver les différentes espèces végétales et animales connaissant leurs caractéristiques (domaine, règne, embranchement, classe, ordre, famille et genre)

