

Mathématiques et Physique

Option spécifique

VISÉES PRIORITAIRES

Se représenter, problématiser et modéliser des situations et résoudre des problèmes en construisant et en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux *Mathématiques* et aux *Sciences de la nature* dans les champs des phénomènes naturels et techniques, du vivant et de l'environnement, ainsi que des nombres et de l'espace.

Sommaire

Mathématiques et Physique

| | |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| Commentaires généraux | 3 |
| Intentions | 3 |
| Structure globale du domaine | 4 |
| Réseau des objectifs d'apprentissage | 4 |
| Conditions cadre matérielles et organisationnelles | 6 |
| Contribution au développement des capacités transversales | 6 |
| Contribution à la formation générale | 6 |
| Contribution à la langue de scolarisation | 7 |
| Remarques spécifiques | 7 |
| | |
| Option spécifique vaudoise | |
| Mathématiques et Physique, MEP | 9 |
| | |
| Recherche, expérimentation et rédaction | 10 |
| | |
| Mathématiques | 14 |
| Nombres | 14 |
| Plan et espace | 16 |
| Fonctions et équations | 20 |
| | |
| Physique | 24 |
| Mesures et incertitudes | 24 |
| Astronomie | 26 |
| Optique | 28 |
| Chaleur et énergies | 32 |
| Mécanique | 36 |
| | |
| Projets, développements et découvertes | 38 |
| | |
| Lexique Mathématiques et Sciences de la nature | 40 |

Commentaires généraux

INTENTIONS

Le domaine *Mathématiques et Sciences de la nature*, en cohérence avec les finalités et objectifs de l'école publique, mobilise et développe des méthodes de pensée et d'action tout autant qu'un ensemble de concepts, de notions et d'outils. Il fournit à l'élève des instruments intellectuels d'appréhension et de compréhension du réel et d'adaptation à ce dernier.

Dans une société fortement marquée par les progrès scientifiques et technologiques, il est important que chacun possède des outils de base lui permettant de comprendre les enjeux des choix effectués par la communauté, de suivre un débat sur le sujet et d'en saisir les enjeux principaux. Face aux évolutions toujours plus rapides du monde, il est nécessaire de développer chez tous les élèves une pensée conceptuelle, cohérente, logique et structurée, d'acquérir souplesse d'esprit et capacité de concevoir permettant d'agir selon des choix réfléchis.

Dans le même ordre d'idées, il est également important de permettre aux élèves de contextualiser l'utilisation des nombres, éléments essentiels dans la communication d'informations et de données, ainsi que de structurer l'espace par l'utilisation de repères universels. Par un questionnement sur le monde qui les entoure, on favorise chez eux une prise de conscience des conséquences de leurs actions sur leur environnement. L'approche ludique dans la résolution de problèmes logiques et de stratégie leur offre une manière de s'ouvrir à des situations avec confiance et réflexion.

C'est dans ces buts que le domaine choisit de développer la résolution de problèmes et la posture scientifique. Elles visent, toutes deux, à permettre aux élèves :

- d'acquérir un certain nombre de notions, de concepts et de modèles scientifiques développés progressivement par l'humanité et de réaliser la manière dont les savoirs scientifiques se sont construits ;
- d'identifier des questions, de développer progressivement la capacité de problématiser des situations, de mobiliser des outils et des démarches, de tirer des conclusions fondées sur des faits, notamment en vue de comprendre le monde naturel et de prendre des décisions à son propos, ainsi que de comprendre les changements qui sont apportés par l'activité humaine ;
- de se montrer capable d'évaluer des faits, de faire la distinction entre théories et observations, et d'estimer le degré de confiance que l'on peut avoir dans les explications proposées.

En ce domaine, les connaissances et les démarches intellectuelles qui permettent de les produire et de les utiliser sont étroitement liées. La pratique des *Mathématiques* et des *Sciences de la nature* implique la connaissance de notions, la compréhension de concepts et une posture intellectuelle spécifiques au domaine.

Le propos des *Mathématiques* est d'offrir des manières de penser dotées de méthodes et d'un langage spécifiques pour appréhender l'espace, modéliser des situations et traiter du vrai et du faux. Ces manières de penser se réalisent dans la pose et la résolution de problèmes propres aux *Mathématiques* ou tirés d'autres disciplines. Les *Mathématiques* sont une science spéculative, dans la mesure où elles s'intéressent à des objets abstraits tels les nombres ou les figures idéales de la géométrie ; en ce sens, elles se rapprochent de la logique et de la philosophie. Elles sont aussi un outil indispensable au service des *Sciences de la nature* et des *Sciences humaines et sociales*, par la mise à disposition de méthodes et d'un langage adéquat à la résolution des problèmes issus de ces disciplines. Elles promeuvent enfin une attitude de recherche par essai-erreur, généralisation, conjecture et validation. En cela, leur pratique développe des capacités d'imaginer des stratégies, d'organiser et de structurer des savoirs, de faire des liens entre les champs de connaissance, compétences porteuses d'un certain type de créativité.

Le propos des sciences est d'établir un principe de rationalité dans la confrontation des idées et des théories avec les faits observables dans le monde environnant. La culture scientifique peut se définir comme le fait de savoir identifier, sur la base de connaissances scientifiques, des questions et en tirer des conclusions fondées sur des faits, en vue d'appréhender et d'interpréter la réalité. Cette compréhension vise à prédire des effets à partir de causes identifiées. Entre autres, elle permet de repérer les changements du monde naturel dus à l'activité humaine et à prendre des décisions à ce propos.

STRUCTURE GLOBALE DU DOMAINE

Le domaine contient une partie *Mathématiques* et une partie *Sciences de la nature*. La thématique *Modélisation* est commune aux deux parties. Il s'agit de la considérer avec chaque objectif d'apprentissage (cf. *Remarques spécifiques*). Par conséquent, l'enseignement apprentissage des *Mathématiques* pour l'ensemble de la scolarité obligatoire est structuré autour des cinq premiers axes thématiques et celui des *Sciences de la nature* autour des cinq derniers axes thématiques. Par ailleurs, la thématique *Grandeurs et mesures*, usuellement rattachée aux *Mathématiques*, se développe aussi aux travers des *Sciences de la nature*.

Progression des apprentissages et attentes au cycle 3

La désignation des Niveaux 1, 2, 3 correspond à une gradation des apprentissages allant du plus facile, simple (Niveau 1) au plus difficile, complexe (Niveau 3).

Mathématiques

Au cycle 3, en *Mathématiques*, la **Progression des apprentissages** est déclinée en fonction de plusieurs niveaux de difficulté et de complexité :

- les éléments de progression, ne portant aucune mention spécifique, **décrivent les apprentissages communs à tous les élèves** ;
- les éléments de progression qui sont accompagnés d'une précision de niveau **décrivent des apprentissages complémentaires de niveaux de difficulté spécifiques** : des éléments de progression désignés par l'indication **Niv. 2** ou **Niv. 3**, correspondant à des apprentissages graduellement plus difficiles et plus complexes ; lorsque des éléments de progression sont désignés par **Niv. 1 | 2** ou **Niv. 2 | 3**, cela signifie que les éléments décrits sont communs et ne nécessitent pas de différenciation.

RÉSEAU DES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

| | Espace | Nombre | Opérations | Grandeurs et mesures |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Premier cycle | MSN 11 Explorer l'espace... Mathématiques | MSN 12 Poser et résoudre des problèmes pour construire et structurer des représentations des nombres naturels... Mathématiques | MSN 13 Résoudre des problèmes additifs... Mathématiques | MSN 14 Comparer et sérier des grandeurs... Mathématiques |
| Deuxième cycle | MSN 21 Poser et résoudre des problèmes pour structurer le plan et l'espace... Mathématiques | MSN 22 Poser et résoudre des problèmes pour construire et structurer des représentations des nombres rationnels... Mathématiques | MSN 23 Résoudre des problèmes additifs et multiplicatifs... Mathématiques | MSN 24 Utiliser la mesure pour comparer des grandeurs... Mathématiques |
| Troisième cycle | MSN 31 Poser et résoudre des problèmes pour modéliser le plan et l'espace... Mathématiques | MSN 32 Poser et résoudre des problèmes pour construire et structurer des représentations des nombres réels... Mathématiques | MSN 33 Résoudre des problèmes numériques et algébriques... Mathématiques | MSN 34 Mobiliser la mesure pour comparer des grandeurs... Mathématiques |

Au cycle 3, en *Mathématiques*, les **attentes** sont déclinées selon une logique identique :

- les **attentes** ne portant aucune mention spécifique, **décrivent les Attentes fondamentales communes à tous les élèves** ;
- les **attentes** qui sont accompagnées d’une précision de niveau **décrivent des attentes complémentaires de niveaux d’exigence plus spécifiques** : des attentes désignées par l’indication **Niv. 2** ou **Niv. 3**, correspondent à des exigences graduellement plus élevées ; lorsque des attentes sont désignées par **Niv. 1 | 2** ou **Niv. 2 | 3**, cela signifie que les éléments décrits sont communs et ne nécessitent pas de différenciation.

Sciences de la nature

Pour les *Sciences de la nature* la même logique prévaut mais elle ne porte que sur la description de deux niveaux.

Selon les cantons, les enseignements qui peuvent participer au domaine sont :

- les mathématiques
- les sciences de la nature
- l’environnement
- la physique
- la chimie
- la biologie.

| <i>Modélisation</i> | <i>Phénomènes naturels et techniques</i> | <i>Corps humain</i> | <i>Diversité du vivant</i> | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p>MSN 15 Représenter des phénomènes naturels, techniques ou des situations mathématiques</p> <p>Mathématiques / Sciences de la nature</p> | <p>MSN 16 Explorer des phénomènes naturels et des technologies...</p> <p>Sciences de la nature</p> | <p>MSN 17 Construire son schéma corporel pour tenir compte de ses besoins...</p> <p>Sciences de la nature</p> | <p>MSN 18 Explorer l’unité et la diversité du vivant...</p> <p>Sciences de la nature</p> | Premier cycle |
| <p>MSN 25 Représenter des phénomènes naturels, techniques, sociaux ou des situations mathématiques</p> <p>Mathématiques / Sciences de la nature</p> | <p>MSN 26 Explorer des phénomènes naturels et des technologies à l’aide de démarches caractéristiques des sciences expérimentales...</p> <p>Sciences de la nature</p> | <p>MSN 27 Identifier les différentes parties de son corps, en décrire le fonctionnement et en tirer des conséquences pour sa santé...</p> <p>Sciences de la nature</p> | <p>MSN 28 Déterminer des caractéristiques du monde vivant et de divers milieux et en tirer des conséquences pour la pérennité de la vie...</p> <p>Sciences de la nature</p> | Deuxième cycle |
| <p>MSN 35 Modéliser des phénomènes naturels, techniques, sociaux ou des situations mathématiques</p> <p>Mathématiques / Sciences de la nature</p> | <p>MSN 36 Analyser des phénomènes naturels et des technologies à l’aide de démarches caractéristiques des sciences expérimentales...</p> <p>Sciences de la nature</p> | <p>MSN 37 Analyser les mécanismes des fonctions du corps humain et en tirer des conséquences pour sa santé...</p> <p>Sciences de la nature</p> | <p>MSN 38 Analyser l’organisation du vivant et en tirer des conséquences pour la pérennité de la vie...</p> <p>Sciences de la nature</p> | Troisième cycle |

CONDITIONS CADRE MATÉRIELLES ET ORGANISATIONNELLES

Pour le domaine *Mathématiques et Sciences de la nature*, les conditions cadre ont pour objectif principal de faciliter les apprentissages, notamment ceux liés à une expérimentation et à des collaborations avec les ressources extérieures.

Il s'agit entre autre de :

- mettre à disposition des espaces d'observation à proximité de l'école ;
- donner l'occasion de sortir pour observer et explorer le terrain ou le milieu ;
- offrir la possibilité de fréquenter un espace multimédia permettant de faire une recherche documentaire ;
- favoriser l'utilisation des ressources culturelles à disposition (musées, jardins botaniques,...) ;
- offrir des occasions de mettre en place un élevage et une culture (cycles 1 et 2) ;
- mettre à disposition une calculatrice ;
- mettre à disposition des logiciels et des didacticiels ;
- organiser les collaborations avec les réseaux d'intervenants autorisés :
 - autour de la prévention des principaux accidents routiers et domestiques (électricité, chaleur, ingestion de produit) ;
 - autour de la promotion de la santé, de la prévention de comportements à risque (audition, sexualité et contraception, maladies sexuellement transmissibles, dépendances, dopages,...) ;
- mettre à disposition le matériel nécessaire aux différentes expérimentations notamment différents instruments de mesure et d'observation que l'élève peut choisir et expérimenter (par exemple : microscope, multimètre, balance, chronomètre,...) (cycles 2 et 3) ;
- donner l'occasion d'utiliser des ordinateurs, des logiciels et des supports numériques appropriés aux problématiques traitées (cycles 2 et 3) ;
- offrir la possibilité de réaliser des travaux pratiques en laboratoire (cycles 3).

CONTRIBUTION AU DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS TRANSVERSALES

Par ses savoirs, ses connaissances, ses méthodes, ses modes de pensées ainsi que par ses modalités d'enseignement, le domaine contribue, chez l'élève, au développement de :

- la *Collaboration*, notamment en engageant l'élève dans une recherche en *Mathématiques* et/ou en *Sciences de la nature* lors de travaux de groupe ;
- la *Communication*, notamment en faisant participer l'élève aux débats scientifiques, en formulant des questions, en

exploitant l'information, en sélectionnant des sources pertinentes, en structurant des données, en présentant ses résultats ;

- les *Stratégies d'apprentissage*, notamment en développant le raisonnement de l'élève, ses stratégies, sa systématique, en utilisant ses essais et ses erreurs et celles des autres pour reconstruire une réflexion et en comprendre les faux-pas ;
- la *Pensée créatrice*, notamment en amenant l'élève à imaginer des modèles, des explications, des procédés, des expérimentations, des moyens et des outils de mesure, à accepter le risque et l'inconnu, en se représentant et en projetant diverses modalités de réalisation ;
- la *Démarche réflexive*, notamment en amenant l'élève à choisir des méthodes adéquates, à vérifier ses hypothèses par confrontation au réel, en développant son regard critique sur ses propres choix et/ou résultats et ceux des autres, en l'amenant à renoncer aux idées toutes faites sur la compréhension de phénomènes naturels ou mathématiques, à analyser l'adéquation d'un modèle choisi, pour une représentation statistique par exemple, et les limites qu'il comporte.

CONTRIBUTION À LA FORMATION GÉNÉRALE

Par ses savoirs, ses connaissances, ses méthodes, ses modes de pensée ainsi que par ses modalités d'enseignement, le domaine participe principalement aux thématiques :

- *Santé et bien-être*, notamment par les liens à faire entre l'étude du fonctionnement physiologique du vivant et les besoins de son propre corps ;
- *Médias, Images, Technologies de l'Information et de la Communication (MITIC)*, notamment par la recherche et/ou le choix des informations nécessaires à la résolution d'un problème, par l'analyse critique des informations numériques et graphiques présentées, entre autres, dans les médias (pourcentages, statistiques,...) ;
- *Interdépendances (sociales, économiques, environnementales)*, notamment par la prise en compte de ses besoins, de ceux du vivant et des contraintes environnementales qui en découlent, dans une perspective de développement durable ;
- *Vivre ensemble et exercice de la démocratie*, notamment par la prise en charge de sa part de travail et de ses responsabilités dans une recherche et par la prise en compte de l'avis et du travail des autres participants à une recherche ;
- *Choix et projets personnels*, notamment par la réalisation d'une recherche personnelle sur un sujet particulier choisi selon ses goûts et ses intérêts.

CONTRIBUTION À LA LANGUE DE SCOLARISATION

Par ses multiples activités autour des *Mathématiques* et des *Sciences de la nature*, le domaine contribue à renforcer la pratique du débat (argumentation – écoute – analyse – synthèse) pour participer à des échanges permettant la résolution de problèmes et le développement de la posture scientifique; il vise à développer la capacité d'analyse et de raisonnement en s'appuyant notamment sur des notions et termes spécifiques ou propres aux disciplines; il renforce également la lecture et la compréhension de documents scientifiques, la recherche d'informations et la rédaction de textes divers (rapports et comptes rendus, textes portant sur une thématique scientifique, rédaction de supports pour une exposition).

Les enseignants du domaine incitent les élèves à un usage convenable de l'orthographe et de la syntaxe dans les textes éventuellement produits.

REMARQUES SPÉCIFIQUES

Les outils communs au domaine sont, avant tout, la posture scientifique qui implique, face à une situation donnée, de s'interroger, d'en analyser les caractéristiques pour en tirer les éléments essentiels, de problématiser les questions, d'émettre des hypothèses, de prendre des informations pertinentes, de tirer des conclusions et de soumettre celles-ci à l'épreuve des données initiales.

En *Mathématiques*, à la différence des *Sciences de la nature*, on se focalise plutôt sur le traitement du problème. Ce traitement a lieu après la modélisation, souvent liée au contexte, et s'organise en essais-erreurs, ajustements, généralisation, formulation d'une conjecture et validation de celle-ci par une démonstration mathématique. En revanche, en sciences, le nœud de la démarche se trouve dans la modélisation du phénomène, comprenant la problématisation de la situation, l'émission d'hypothèses, la mise en place d'une expérimentation ou d'observations répétées, l'analyse des résultats et la vérification des hypothèses par confrontation à la réalité.

Dans les *Objectifs d'apprentissage* concernant les *Mathématiques*, la résolution de problèmes est au centre, car c'est le point d'ancrage de la démarche en *Mathématiques* pour :

- donner du sens aux notions;
- définir leur cadre d'application;
- construire des connaissances opératoires.

Chez les élèves les plus jeunes, l'éducation scientifique revêt un rôle prépondérant. Il s'agit de leur permettre de rompre avec une vision égocentrique (anthropomorphique) et animiste du monde pour les faire entrer dans une relation *scientifique* avec les phénomènes naturels ou techniques et avec le monde vivant. Cette relation scientifique est faite d'attitudes (curiosité, ouverture d'esprit, remise en question de son idée, exploitation positive de ses erreurs,...) et de capacités (faire

des hypothèses, observer, expérimenter, constater, rapporter,...). Il s'agit d'accepter les verdicts des faits. Dans cette relation scientifique, les connaissances acquises ne sont jamais définitives: déclinées à un certain niveau de complexité, elles sont momentanément utiles à l'élève, mais elles devront nécessairement être approfondies, révisées, voire abandonnées dans la suite de sa scolarité.

L'axe *Modélisation (Objectifs d'apprentissage 25, 35)* se trouve à mi-chemin entre une méthodologie et un contenu. En ce sens, la modélisation est transversale à ce domaine qu'elle chapeaute. Elle s'appuie sur la *méthodologie* des sciences expérimentales, mais la focalisation porte d'abord sur la gestion mathématique de la situation qui commence par son épuration et continue dans le traitement mathématique du problème ainsi défini.

| | | | | |
|------------------------------------------------|----------------------|------------|-----------------------------------------------|---------------------|
| <i>Recherche, expérimentation et rédaction</i> | | | | |
| | <i>Mathématiques</i> | | <i>Projets, développements et découvertes</i> | <i>Modélisation</i> |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| MEP | MEP | MEP | MEP | MSN |

RÉDACTION

Sandra Cibert Prod'hom
Stefan Maccagnan
Jean-François Theubet

COMMISSION DE LECTURE

Loïc de Bourgues
Stéphane Clivaz
Yves-Alain Falcy
Daniela Gaugaz
Philippe Lo Bello
Sandrine Rudaz

COORDINATION POUR L'OPTION SPÉCIFIQUE MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUE

Yolande Berga

COORDINATION POUR L'ENSEMBLE DES SPÉCIFICITÉS VAUDOISES

Anne Christe de Mello

Option spécifique vaudoise Mathématiques et Physique, MEP

INTRODUCTION

L'option spécifique Mathématiques et Physique a pour but de développer chez l'élève des compétences liées à la recherche et l'analyse dans les domaines scientifiques. Au travers d'activités concrètes, celui-ci sera conduit à maîtriser des techniques de mesures, de calculs, de démonstration et d'analyse. Cette option utilise une approche de type démarches d'investigation qui permet de mettre à mal des conceptions erronées.

Les compétences scientifiques seront développées au travers des quatre objectifs d'apprentissage présentés ici et se répartissant comme ceci:

- MEP 31 : Recherche, expérimentation et rédaction.
- MEP 32 : Mathématiques : Nombre, Plan et Espace, Fonctions et Equations
- MEP 33 : Physique : Mesure et incertitudes, Astronomie, Optique, Chaleurs et Energies, Mécanique
- MEP 34 : Projets, développements et découvertes

Il est nécessaire d'établir une collaboration étroite dans les établissements entre l'enseignement des mathématiques de base, des sciences et de l'option spécifique afin de planifier les sujets communs. Le cours de base se charge de l'introduction et l'option spécifique permet d'approfondir certaines notions de manière plus rigoureuse. De plus, certains sujets doivent être abordés de manière intuitive, une approche plus formaliste étant réservée aux études post-obligatoires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES UTILISÉES DANS MEP 31, 32, 33 ET 34

AME: Gérard Charrière, *Algèbre, mode d'emploi*, Fournitures et éditions du canton de Vaud, 1995.

Ce livre n'est plus édité. Il se trouve en collection de classe dans tous les établissements du canton de Vaud.

P&C: Paul Avanzi, Alain Kespy, Jacques Perret-Gentil et Daniel Pfistner, *Physique-chimie, sciences expérimentales*, Edition LEP, 2006.

Jean-Claude Noverraz, *Des idées pour enseigner les sciences et les mathématiques*, brochure à disposition à la bibliothèque de la HEPL.

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|----------------------|-----------------------|-----------------------|

RECHERCHE, EXPÉRIMENTATION ET RÉDACTION

Résolution de problèmes numérique, notamment par :

- tri et organisations des informations (liste, tableau, schéma, croquis...)
- ajustement d'essais successifs
- pose de conjectures, puis validation ou réfutation
- déduction d'informations nouvelles à partir de celles connues
- réduction temporaire de la complexité d'un problème
- utilisation des propriétés des nombres et des opérations afin d'établir des preuves
- traitement de situations aléatoires à l'aide de notions de probabilités
- acceptation ou refus d'un résultat par estimation de l'ordre de grandeur ou par confrontation au réel
- vérification, puis communication d'une démarche et d'un résultat en utilisant un vocabulaire, une syntaxe et des symboles adéquats
- collaboration et organisation afin de mener efficacement une activité de recherche

Représentation schématique d'une situation, notamment par des organigrammes et des diagrammes

Rédaction du compte-rendu d'une recherche comprenant des démarches mathématiques en mettant en évidence les trois parties :

- Introductive : partie dans laquelle l'élève reformule la question, présente le problème et effectue si nécessaire une figure d'étude
- Expérimentale : partie contenant des calculs structurés ou une phase d'aller-retour entre question, hypothèse et expérience
- Analytique : partie permettant de mener une réflexion sur la démarche, d'émettre des conjectures ou de justifier un résultat obtenu

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

| Attentes fondamentales | Indications pédagogiques |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève... | Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles |
| <p>... résout un problème numérique en choisissant et en mettant en relation les données nécessaires à la résolution et en utilisant les outils mathématiques appropriés</p> <p>... aborde un problème par essais successifs et organise un dénombrement</p> <p>... traduit un problème numérique en une écriture mathématique appropriée</p> <p>... estime et vérifie la pertinence du résultat</p> <p>... communique par écrit ou par oral en utilisant un vocabulaire approprié</p> <p>... confronte ses idées à celles de ses camarades, argumente</p> | <p>AME, <i>chapitres 1 à 8</i></p> <p>Archives de RMT (9-10-11): www.rmt-sr.ch</p> <p>Archives de MSF (10-11): www.maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr</p> <p><i>Participer au RMT en 9^e-10^e années et à Mathématiques sans frontière en 11^e offre la possibilité aux élèves de vivre une expérience de collaboration où la classe entière se confronte à d'autres classes suisses romandes</i></p> |
| ... schématise une situation | <p><i>Organigrammes algorithmiques</i></p> <ul style="list-style-type: none">– <i>Diagrammes d'Euler et de Venn</i>– <i>Diagrammes de Carroll</i>– <i>Diagrammes en arbre</i> |
| ... met en œuvre une démarche de type scientifique comprenant les phases d'essais, de conjectures, de vérification et de justification, voire de démonstration | <p><i>Remarque: La démarche scientifique est mise en place dès le cycle 1 dans le domaine MSN; il s'agit donc, au cycle 3 dans le domaine MEP, d'un approfondissement où l'on exigera une plus grande rigueur</i></p> |

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RECHERCHE, EXPÉRIMENTATION ET RÉDACTION | | |
| Expérimentation et rédaction d'un rapport d'expérience en mettant en évidence des parties introductive, expérimentale et d'analyse, notamment: | | |
| <ul style="list-style-type: none"> – En identifiant le but de l'expérience – En schématisant le montage de manière à pouvoir le faire construire – En décrivant la démarche permettant d'obtenir les mesures à partir du montage – En utilisant les instruments de mesure à disposition au laboratoire | | |
| <ul style="list-style-type: none"> – En organisant les résultats obtenus dans un tableau – En reportant des valeurs numériques dans un système d'axe | <ul style="list-style-type: none"> – En reportant des valeurs numériques (et leurs incertitudes) dans un système d'axe afin d'effectuer une comparaison avec le graphique d'une loi étudiée – En faisant la différence entre valeurs expérimentales mesurées et valeurs théoriques calculées – En vérifiant par l'expérience une loi proposée | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> – En reportant des valeurs numériques (et leurs incertitudes) dans un système d'axe afin de découvrir une loi |
| <ul style="list-style-type: none"> – En interprétant les mesures, les résultats | <ul style="list-style-type: none"> – En analysant de manière critique les mesures, les résultats et en discutant les incertitudes | |
| <ul style="list-style-type: none"> – En confrontant le modèle à une ou plusieurs situations réelles | | |
| <ul style="list-style-type: none"> – En confrontant ses idées à celles de ses pairs – En menant une réflexion sur le modèle proposé et sur sa propre démarche | | |

MEP 32 – Poser et résoudre des problèmes en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux Mathématiques...

1 ... en organisant les nombres en ensembles

2 ... en utilisant des propriétés des nombres entiers

3 ... en utilisant les définitions et les propriétés des polygones et des polyèdres

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Nombres | | |
| LIENS MSN 33 : RÉSOUDRE DES PROBLÈMES NUMÉRIQUES ET ALGÈBRIQUES ; FG 31 : EXERCER DES LECTURES | | |
| Définition de \mathbb{P} , de \mathbb{N} et de \mathbb{Z} | | |
| Reconnaissance et utilisation des propriétés des nombres naturels <ul style="list-style-type: none"> – Écriture des nombres pairs, des nombres impairs, des multiples de n – Connaissance et utilisation de l'écriture de position d'un nombre – Décomposition en produit de facteurs premiers, en somme de puissances de 2 | | |
| | Définition de \mathbb{Q} , définition de \mathbb{R} comme extension de \mathbb{Q} par les nombres dont le développement décimal est infini non périodique | |
| | Transformation de nombres à code décimal périodique en fraction et calcul de fractions continuées | |
| | Connaissance et utilisation des 6 opérations (addition, soustraction, multiplication, division, puissance et racine) | |
| Résolution de problèmes numériques, notamment en : <ul style="list-style-type: none"> – Utilisant la factorisation en produit de nombres premiers ; – Utilisant les critères de divisibilité ; – Utilisant les notions de ppmc et de pgdc | | |
| Reconnaissance de problèmes qui se transcrivent par des congruences et leur résolution par analyse du reste de la division euclidienne | | |
| Utilisation de la somme des n premiers entiers consécutifs | | |
| | Analyse des nombres polygonaux, pyramidaux... | |
| | Identification d'une suite de nombres de rangs consécutifs | |
| | Utilisation de procédures pour exprimer la loi de formation | |

4 ... en effectuant des démonstrations sur des lieux géométriques

5 ... en utilisant les notions d'équation et de fonction

6 ... en reconnaissant les rôles des lettres dans le calcul littéral et algébrique (coefficient, variable, inconnue, paramètre)

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

| Attentes fondamentales | Indications pédagogiques |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève... | Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles |
| MULTIPLES DANS LA CONSOMMATION ET LA PRODUCTION DE MÉDIAS ET D'INFORMATIONS | |
| ... définit les ensembles \mathbb{N} , \mathbb{P} , \mathbb{Z} | <p>AME, chapitres 1, 13 et 16</p> <p>\mathbb{P} = ensemble des nombres premiers</p> |
| ... définit les ensembles \mathbb{Q} , \mathbb{R} | <p>AME, chapitres 13 et 16</p> |
| <p>... utilise la décomposition d'un nombre en produit de facteurs premiers</p> <p>... utilise des critères de divisibilité</p> <p>... détermine un ppmc et un pgdc</p> | <p>AME, chapitres 6 à 8</p> <p>J.-P. Delahaye, Merveilleux nombres premiers : voyage au cœur de l'arithmétique, Ed. Belin, coll. Pour la Science</p> <p>Apostolos Doxiadis, Oncle Petros et la conjecture de Goldbach, Ed. Points</p> |
| ... reconnaît et utilise la congruence | |
| <p>... complète une suite de nombres et exprime sa loi de formation: nombres polygonaux, nombres pyramidaux, somme de n nombres consécutifs, suite de Fibonacci...</p> | <p>AME, chapitre 4</p> <p>Hans Magnus Enzensberger, Le Démon des maths, Ed. du Seuil</p> <p>Des images pour les nombres, ACL, Ed. du Kangourou</p> <p>Lien MEP 32 – Fonctions et équations, fonctions arithmétiques</p> |

MEP 32 – Poser et résoudre des problèmes en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux Mathématiques...

1 ... en organisant les nombres en ensembles

2 ... en utilisant des propriétés des nombres entiers

3 ... en utilisant les définitions et les propriétés des polygones et des polyèdres

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Dénombrement (arbre, tableau, tri, organisation, etc.) | | Introduction aux probabilités : dénombrement des cas favorables et des cas possibles |
| Plan et espace Reconnaissance et utilisation des isométries : translation, symétrie axiale, rotation et symétrie centrale Compositions de symétries et de translations et étude de certaines de leurs propriétés Création de pavages à l'aide d'isométries à partir de polygones qui pavent le plan et de transformations de leurs côtés (par exemple méthode de l'enveloppe) Recherche de motifs minimaux d'un pavage et des isométries qui permettent ensuite de paver le plan | | |
| Représentation d'un polygone, notamment par : <ul style="list-style-type: none"> – Description de polygones réguliers selon leurs propriétés (somme des angles, nombre d'axes de symétrie et de diagonales...) – Construction des différents polygones réguliers à l'aide de leurs propriétés (angle inscrit ou angle au centre) ou à la règle et au compas Recherche de l'ensemble des polygones réguliers qui pavent le plan et justification Recherche des carrelages d'Archimède (pavages semi-réguliers) et justification | | |

4 ... en effectuant des démonstrations sur des lieux géométriques

5 ... en utilisant les notions d'équation et de fonction

6 ... en reconnaissant les rôles des lettres dans le calcul littéral et algébrique (coefficient, variable, inconnue, paramètre)

A B C... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

Attentes fondamentales

Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...

... résout de manière intuitive des problèmes liés aux dénombrements et aux probabilités

... utilise les isométries pour paver le plan

... connaît les différentes propriétés des polygones
... justifie quels sont les polygones qui pavent le plan

Indications pédagogiques

Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles

Tout formalisme, tel que présenté au postobligatoire sous forme de combinaison, arrangement et permutation, n'a pas lieu d'être. Sera privilégié l'aspect découverte des méthodes de comptage

AME, chapitres 2 et 3

Hans Magnus Enzensberger, *Le Démon des maths*, Ed. du Seuil

J.-C. Noverraz, *Activités autour des dés intransitifs : des idées pour enseigner les sciences et les mathématiques*, HEPL

Lien [MEP 31 – RECHERCHE, EXPERIMENTATION ET REDACTION : arbres et diagrammes de Venn](#)

La reconnaissance d'isométries peut se faire notamment par la recherche du (ou des) polygone(s) de base d'un pavage comme ceux créés par M. C. Escher

Des animations de la création de pavages à l'aide d'isométries sont disponibles sur le site internet de Thérèse Eveilleau

Michel Brêchet présente dans *Math-Ecole*, n^{os} 207 à 210, les pavages obtenus par isométries

A voir également :

R. Raba, *Les Secrets des pavages*, Ed. Sciences et Images

A. Deledicq et R. Raba, *Le Monde des pavages*, Ed. du Kangourou

R. Raba, *Zoo mathématique*, ACL, Ed. du Kangourou

Le matériel « Polydron » permet de démarrer les activités de recherche

Lien [MEP 32 – Nombres, nombres premiers](#)

Utilisation du théorème de Gauss-Wantzel pour déterminer les polygones constructibles

A voir également :

Les Malices du Kangourou : spécial polygones, collèges, ACL, Ed. du Kangourou

Le Monde des symétries, ACL, Ed. du Kangourou

M. Fleury, *Graphisme et géométrie*, Presses de l'Université du Québec

MEP 32 – Poser et résoudre des problèmes en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux Mathématiques...

1 ... en organisant les nombres en ensembles

2 ... en utilisant des propriétés des nombres entiers

3 ... en utilisant les définitions et les propriétés des polygones et des polyèdres

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| | Représentation d'un polyèdre : <ul style="list-style-type: none"> – en perspective cavalière ou isométrique | <ul style="list-style-type: none"> – à l'aide de ses projections |
| | Dénombrement des tétraèdres, des polyèdres réguliers (de Platon) ou des polyèdres semi-réguliers (d'Archimède) avec justification Réalisation de développement et construction de polyèdres réguliers ou semi-réguliers. Description de polyèdres selon leurs propriétés (faces, sommets, arêtes, relation d'Euler, dual) Détermination du volume, de la surface ou d'une grandeur manquante d'un polyèdre en utilisant la formule de Pythagore ou le calcul algébrique | |
| | Découverte et utilisation des formules trigonométriques dans les triangles rectangles | |
| | Présentation de certains lieux géométriques (bissectrice, médiatrice, cercle, arc capable, ellipse, parabole et hyperbole) Construction de lieux géométriques Description et justification de quelques lieux | |
| Utilisation de l'outil informatique à bon escient, notamment par : | | |
| <ul style="list-style-type: none"> – construction de l'image d'une figure plane par une isométrie | <ul style="list-style-type: none"> – construction d'un polyèdre en perspective | <ul style="list-style-type: none"> – construction d'un lieu géométrique |

4 ... en effectuant des démonstrations sur des lieux géométriques

5 ... en utilisant les notions d'équation et de fonction

6 ... en reconnaissant les rôles des lettres dans le calcul littéral et algébrique (coefficient, variable, inconnue, paramètre)

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

Attentes fondamentales

Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...

... représente un polyèdre de différentes manières
 ... réalise le développement de polyèdres
 ... décrit un polyèdre selon ses propriétés
 ... calcule le volume ou la surface d'un polyèdre
 ... calcule une grandeur manquante d'un polyèdre à partir de celles qui sont connues

... effectue des calculs à l'aide de la trigonométrie dans le triangle rectangle

... connaît les lieux géométriques les plus importants
 ... construit des lieux géométriques
 ... décrit et justifie quelques lieux

... produit un document cohérent en recourant aux logiciels informatiques adaptés à la tâche prévue

Indications pédagogiques

Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles

Il est important de développer la vision dans l'espace dans l'optique d'études post-obligatoires

De nombreuses représentations dynamiques de polyèdres sont accessibles sur www.matlet.ch

La représentation de polyèdres en perspective peut se faire en lien avec le cours de dessin ou en utilisant un logiciel de géométrie

Le matériel « Polydron » permet de démarrer des activités comme celui du développement. Les onglets de collages faisant aussi partie de la réflexion sur le développement

De nombreuses activités peuvent se faire :

- Comparaison de volume, longueur et arête des deux successifs ;
- Dénombrement de tous les deltaèdres
- Pavage de l'espace

Hans Magnus Enzensberger, Le Démon des maths, Ed. du Seuil

L'activité des deltaèdres est présente dans Quelques situations mathématiques 7-9, CADEV 24864

O. Burlet, Géométrie, Ed. LEP, pp. 273 à 287

On se bornera à calculer un côté ou un angle manquant dans un triangle rectangle

Lien MEP 33 – Mécanique

Approche des notions de parallèles et de méridiens terrestres de sorte à déterminer la distance entre deux villes connaissant leurs coordonnées géographiques

La description de lieux simples peut s'accompagner également des points limites, du centre et du rayon si c'est un cercle...

O. Burlet, Géométrie, Ed. LEP, chapitre III

A. Delessert, Géométrie plane, Ed. SPES, chapitre I.10

Les épreuves de MSF proposent la construction de lieux géométriques : www.maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr

Le logiciel de géométrie dynamique se prête particulièrement bien à la construction de lieux géométriques

MEP 32 – Poser et résoudre des problèmes en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux Mathématiques...

1 ... en organisant les nombres en ensembles

2 ... en utilisant des propriétés des nombres entiers

3 ... en utilisant les définitions et les propriétés des polygones et des polyèdres

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fonctions et équations | | |
| | Traduction et résolution d'un problème à l'aide de fonctions arithmétiques (suites) et de nombres polygonaux | |
| Traduction et résolution d'un problème à l'aide de fonctions | | |
| | Représentation de diverses fonctions polynomiales, rationnelles simples, exponentielles... Dans le cas des fonctions quadratiques : Détermination et démonstration des coordonnées du sommet, de l'ordonnée à l'origine et des abscisses à l'origine | |
| | | Représentation des fonctions paramétriques |
| Utilisation de l'outil informatique à bon escient, notamment par – utilisation d'un tableur afin de saisir des mesures et esquisser des graphiques (linéaire, affine) | | |
| | – utilisation d'un grapheur afin d'étudier différentes formes de graphiques continus | |
| | | – utilisation d'un grapheur afin de visualiser les solutions et les graphiques de familles d'équations ou de fonctions paramétriques |
| | | Approfondissement du calcul littéral |

4 ... en effectuant des démonstrations sur des lieux géométriques

5 ... en utilisant les notions d'équation et de fonction

6 ... en reconnaissant les rôles des lettres dans le calcul littéral et algébrique (coefficient, variable, inconnue, paramètre)

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

| Attentes fondamentales | Indications pédagogiques |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève... | Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles |
| ... utilise la notion de fonction arithmétique pour résoudre des problèmes discrets | AME, chapitre 4 |
| ... utilise le concept de fonction dans différentes situations | AME, chapitre 20 |
| ... approche les notions d'existence et de singularité d'une fonction | <p><i>Les notions d'inégalités, d'intervalles et de tableaux de signe peuvent être abordées dans cette séquence d'enseignement</i></p> <p>AME, chapitres 22 à 24</p> |
| ... fait la différence entre paramètre et variable, ainsi qu'entre domaine de définition et domaine de variation | <p><i>La détermination des coordonnées exactes de l'ensemble des points d'intersection de deux graphes permet un lien avec la résolution d'équations paramétriques</i></p> |
| ... produit un document cohérent en recourant aux logiciels informatiques adaptés à la tâche prévue | <p>AME, chapitre 19</p> |

MEP 32 – Poser et résoudre des problèmes en mobilisant des notions, des concepts, des démarches et des raisonnements propres aux Mathématiques...

1 ... en organisant les nombres en ensembles

2 ... en utilisant des propriétés des nombres entiers

3 ... en utilisant les définitions et les propriétés des polygones et des polyèdres

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Traduction d'une situation et résolution de problème, notamment par : | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> – une équation du second degré à une inconnue par la méthode du discriminant. – un système d'équations |
| | | Résolution d'équations paramétriques de degré 1 et 2 et discussion des signes de Δ , Σ , Π pour le degré 2 Approche des notions d'inégalités, d'intervalles et de tableaux de signe |

4 ... en effectuant des démonstrations sur des lieux géométriques

5 ... en utilisant les notions d'équation et de fonction

6 ... en reconnaissant les rôles des lettres dans le calcul littéral et algébrique (coefficient, variable, inconnue, paramètre)

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

Attentes fondamentales

Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...

- ... résout un problème après l'avoir traduit algébriquement
 - ... généralise la notion d'équation et de systèmes d'équations
 - ... détermine algébriquement l'ensemble des solutions d'une équation du second degré à une inconnue par la méthode du discriminant
 - ... détermine algébriquement l'ensemble de solutions d'un système d'équations du premier degré à deux ou trois inconnues
-
- ... maîtrise les notions d'existence de solution(s) pour une équation
 - ... fait la différence entre paramètre et inconnue, ainsi qu'entre domaine de définition et domaine de variation

Indications pédagogiques

Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles

AME, chapitres 22 à 24

Démonstration de la formule des solutions d'une équation de degré 2

Equation de degré 1 à 3 inconnues. La résolution des systèmes d'équations se fera par :

– Utilisation des méthodes de combinaison linéaire (addition), d'élimination de Gauss (substitution)

– Détermination de l'expression fonctionnelle d'une fonction quadratique définie par 3 points

MEP 33 – Modéliser des situations, poser et résoudre des problèmes mobilisant des notions, des concepts, des raisonnements propres à la Physique...

1 ... connaissant et en utilisant le système international d'unités de mesure

2 ... en modélisant des phénomènes liés à l'astronomie

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

AVERTISSEMENT : LA COORDINATION ENTRE LES ENSEIGNANTS DE SCIENCES MSN 26 ET MSN 36 ET DE MEP EST

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Mesures et incertitudes | | |
| Présentation du Système International d'Unités | | |
| Présentation des différentes sources d'incertitudes (erreur aléatoire, grossière, systématique, de l'observateur, de l'appareil de mesure) Estimation de l'incertitude d'une mesure (incertitude absolue) Calcul de l'incertitude relative d'une mesure (précision) | | |
| | Calcul de l'incertitude sur un résultat en utilisant la valeur centrale entre valeur minimale et maximale | |
| Prise de mesures et mise en correspondance dans un tableau de valeurs ou dans un système d'axes | | |
| | Recherche de la fonction associée à des mesures | |
| Recherche d'informations dans les formulaires et tables Comparaison de grandeurs expérimentales avec les valeurs tabulées | | |
| Utilisation de la calculatrice en tenant compte de la cohérence entre les mesures prises (ou données d'un problème) et les chiffres significatifs retenus | | |

3 ... en modélisant des phénomènes d'optique

4 ... en étudiant le fonctionnement de systèmes soumis à des équilibres et à des transferts d'énergie

5 ... en utilisant les notions de force et moment de force

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

1 2 3 ... voir MSN 36, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

INDISPENSABLE. UNE ATTENTION PARTICULIÈRE SERA PORTÉE À ASTRONOMIE, ENERGIE ET MÉCANIQUE

| Attentes fondamentales | Indications pédagogiques |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève... | Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles |
| ... associe les bonnes unités aux grandeurs qu'il utilise | <i>Depuis deux siècles, les progrès de la science et de la métrologie permettent des définitions de plus en plus précises des unités de mesure. C'est donc l'occasion d'introduire la notion de précision et d'incertitude mais également d'aborder différentes techniques de mesures</i> AME, p. 176 P&C, pp. 8 à 19 |
| ... estime l'incertitude d'une mesure ... fait la distinction entre incertitude absolue, incertitude relative et erreur ... emploie des incertitudes dans des représentations graphiques | <i>André Kulling et Jean-Claude Noverraz, Optique géométrique, Ed. DIPC, pp. 259 à 270</i> |
| ... calcule l'incertitude d'un résultat obtenu par une opération | |
| ... organise les mesures prises en les mettant en évidence dans un tableau ou un système d'axes | <i>Les situations proportionnelles se prêtent particulièrement bien aux graphes avec rectangles d'incertitude, étant donné que la représentation graphique devrait être une droite</i> |
| ... modélise des phénomènes physiques à l'aide de fonctions simples | <i>Etude du débit d'un écoulement en fonction de la hauteur du liquide (fonction racine)</i> |
| ... retrouve les valeurs dont il a besoin dans les tables numériques | Annexes de P&C |
| ... utilise la calculatrice de manière efficace ... arrondit ses résultats correctement | <i>Il est intéressant de faire le lien entre précision d'une mesure et les arrondis d'un résultat</i> |

MEP 33 – Modéliser des situations, poser et résoudre des problèmes mobilisant des notions, des concepts, des raisonnements propres à la Physique...

1 ...connaissant et en utilisant le système international d'unités de mesure

2 ... en modélisant des phénomènes liés à l'astronomie

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|
| Astronomie | | |
| <p>AVERTISSEMENT: MSN 26 – Planète Terre est proposé en 7^e et en 8^e. L'élève schématise les deux mouvements de la Terre et les utilise pour définir la notion de jour et année. Il observe différents modèles de systèmes (Terre-Lune, système solaire)</p> <p>MEP 33 – Astronomie propose un approfondissement autour des échelles de l'Univers (Terre, Lune, système solaire, étoiles proches, Voie lactée, galaxies proches)</p> | | |
| <p>Compréhension de la notion de mesure du temps notamment par :</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'expérimentation du fonctionnement de systèmes de mesure – la relation entre la mesure du temps et les phénomènes astronomiques qui y sont liés | | |
| <p>Représentation de modèles en 2 ou 3 dimensions des corps principaux de notre système solaire en appréhendant les notions de tailles et de distances</p> <p>Calcul sur les grands nombres et les échelles</p> <p>Transformations d'unités entre km, al, UA</p> <p>Approfondissement des phénomènes liés à la Terre, la Lune et le Soleil : saisons, éclipses solaire et lunaire, phases de la Lune, face cachée de la Lune</p> <p>Calcul des vitesses de rotation et de révolution des astres</p> | | |
| <p>Compréhension et expérimentation de méthodes historiques pour mesurer des distances terrestres, astronomiques</p> | <p>Mesure d'une distance à partir de lignes de visée</p> | |

3 ... en modélisant des phénomènes d'optique

4 ... en étudiant le fonctionnement de systèmes soumis à des équilibres et à des transferts d'énergie

5 ... en utilisant les notions de force et moment de force

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

1 2 3 ... voir MSN 36, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

| Attentes fondamentales | Indications pédagogiques |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...</p> | <p>Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles</p> |
| | |
| <p>... mesure le temps</p> | <p><i>Fabrication d'un système permettant de mesurer le temps (chandelle, clepsydre, pendule...)</i></p> <p><i>Fabrication d'un cadran solaire, d'un nocturlabe ou d'un astrolabe</i></p> <p><i>Article sur les calendriers dans Math-Ecole n° 214</i></p> <p><i>Calendrier perpétuel et algorithme du jour de Pâques</i></p> |
| <p>... effectue des opérations avec la notation scientifique</p> <p>... résout des problèmes de proportionnalité</p> <p>... effectue des transformations d'unités en relation avec l'astronomie (année-lumière, UA)</p> <p>... modélise les systèmes Terre-Lune et Soleil-Terre et analyse les rapports de grandeurs</p> | <p><i>Coordination indispensable entre enseignants du cycle 2 et du cycle 3 (MSN 26 – Planète Terre)</i></p> <p><i>A chaque fois que l'utilisation de la calculatrice se justifie, présenter aux élèves une manière efficace de procéder</i></p> <p><i>Montrer la difficulté de fabriquer un modèle du système solaire en utilisant la même échelle pour la taille des planètes et leurs distances respectives au Soleil</i></p> <p><i>Un prolongement possible serait de dessiner les planètes à leur place correcte à une date donnée, puis de prévoir leurs positions les mois suivants en supposant les orbites circulaires</i></p> <p><i>CD: Les Galaxies, Marc Lachièze-Rey, Ed. De ViveVoix – Les échelles de l'univers</i></p> <p><i>DVD: Tous sur orbite, N. Gessner, Ed. Montparnasse</i></p> |
| <p>... analyse des méthodes de mesures historiques pour déterminer des distances astronomiques ou géographiques</p> <p>... utilise la vitesse de la lumière pour déterminer la distance entre des astres (Soleil-Terre et Terre-Lune)</p> | <p><i>Mesurer la circonférence de la Terre comme Eratosthène...</i></p> <p><i>Mesurer le diamètre de la Lune à partir d'une image d'éclipse lunaire...</i></p> <p><i>Mesurer la distance Terre-Lune avec une pièce de monnaie...</i></p> <p><i>La conquête spatiale</i></p> <p><i>DVD: Apollo 11</i></p> |

MEP 33 – Modéliser des situations, poser et résoudre des problèmes mobilisant des notions, des concepts, des raisonnements propres à la Physique...

1 ...connaissant et en utilisant le système international d'unités de mesure

2 ... en modélisant des phénomènes liés à l'astronomie

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Optique | | |
| Différentiation entre sources primaires et secondaires de lumière | | |
| Détermination des zones d'ombre, de pénombre et de lumière en présence d'une (ou plusieurs) source(s) lumineuse(s) | | |
| Définition de la diffusion et de la dispersion de la lumière | | |
| Détermination de la position de l'image produite par un miroir plan | | |
| Définition des rayons incident et réfléchi ainsi que celle des angles d'incidence et de réflexion à partir de la normale | | |
| Détermination graphique par la construction de Maxwell et expérimentale du trajet d'un rayon lumineux réfracté | | |
| Définition de la réfraction (rayons incident, réfléchi et réfracté, angles d'incidence, de réflexion et de réfraction à partir de la normale), de l'indice de réfraction et de la réflexion totale | | |
| Analyse d'illusions d'optique dues à la réfraction | | |

3 ... en modélisant des phénomènes d'optique

4 ... en étudiant le fonctionnement de systèmes soumis à des équilibres et à des transferts d'énergie

5 ... en utilisant les notions de force et moment de force

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

1 2 3 ... voir MSN 36, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

Attentes fondamentales

Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...

... différencie source primaire et source secondaire de lumière
 ... détermine les zones d'ombre, de pénombre ou de lumière en présence d'une (ou plusieurs) source(s) lumineuse(s)
 ... définit ce que sont la diffusion et la dispersion de la lumière

... détermine la position de l'image produite par un miroir plan
 ... définit la réflexion d'un rayon lumineux en employant un vocabulaire précis

... détermine le trajet d'un rayon lumineux réfracté
 ... définit la réfraction d'un rayon lumineux en employant un vocabulaire précis
 ... analyse les illusions dues à la réfraction

Indications pédagogiques

Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles

Les sources lumineuses que sont le Soleil et la Lune ainsi que les ombres dues à la Terre illustrent bien ces deux concepts (phases de la Lune, éclipses...)

Les ombres projetées permettent également de faire des calculs de proportionnalité

La dispersion de la lumière permet d'expliquer les différentes couleurs que peut prendre le ciel

A voir :

P&C, « Sources et récepteurs de lumière » (pp. 42 à 47)

P&C, « La propagation de la lumière » (pp. 48 à 54)

P&C, « Ombre et éclipse » (pp. 55 à 61)

A. Külling et J.-C. Noverraz, Optique géométrique, Ed. DIPC, ainsi que les fiches de travail qui s'y rapportent

Déterminer où placer plusieurs miroirs pour pouvoir atteindre une cible à l'aide d'un laser

Etudier le nombre d'images d'une épingle produites par deux miroirs formant un angle variable

Déterminer la taille minimale et la position d'un miroir pour se voir en entier

P&C, « La réflexion de la lumière » (pp. 62 à 69)

J.-C. Noverraz, Symétrie, vitre et miroir plan : des idées pour enseigner les sciences et les mathématiques, HEPL (pp. 179-180)

La construction de Maxwell peut se faire à l'aide d'un logiciel de géométrie où l'on peut faire varier les indices de réfractions ou l'angle d'incidence

Evaluer la profondeur d'un récipient dont on ne voit que la surface

Analyse de la taille d'un poisson dans un aquarium vu depuis l'extérieur

Analyse des causes des mirages inférieurs dans le désert, des mirages supérieurs dans les zones froides

P&C, « La Réfraction de la lumière » (pp. 70 à 78)

A. Külling et J.-C. Noverraz, Optique géométrique, Ed. DIPC, ainsi que les fiches de travail qui s'y rapportent

MEP 33 – Modéliser des situations, poser et résoudre des problèmes mobilisant des notions, des concepts, des raisonnements propres à la Physique...

1 ...connaissant et en utilisant le système international d'unités de mesure

2 ... en modélisant des phénomènes liés à l'astronomie

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| | Etude des lentilles épaisses en utilisant la réfraction de la lumière | |
| | Etude des lentilles minces (convergente et divergente) Détermination graphique de la position et de la taille d'une image réelle ou virtuelle produite par une lentille convergente ou divergente | |
| | Utilisation des lois des lentilles | |
| | Calcul du grandissement d'une image | |
| | Etude d'un système de deux lentilles Détermination graphique de la position et de la taille d'une image produite par un système de deux lentilles | |
| | Réalisation de montages optiques qui permettent de vérifier des résultats théoriques ou de déterminer la distance focale d'une lentille | |
| | Etude des défauts de l'œil (myopie, hypermétropie) et de l'accommodation | |

3 ... en modélisant des phénomènes d'optique

4 ... en étudiant le fonctionnement de systèmes soumis à des équilibres et à des transferts d'énergie

5 ... en utilisant les notions de force et moment de force

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

1 2 3 ... voir MSN 36, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

Attentes fondamentales

Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...

- ... détermine le trajet d'un rayon lumineux réfracté par une surface sphérique
- ... trace les rayons particuliers pour les lentilles minces et utilise un vocabulaire précis (foyer, centre optique, axe optique, distance focale)
- ... différencie image réelle et image virtuelle
- ... détermine la position et la taille d'une image réelle ou virtuelle produite par une lentille graphiquement et par calculs
- ... calcule le grandissement d'une image
- ... détermine la position et la taille d'une image produite par un système de deux lentilles graphiquement et par calculs
- ... réalise un montage comprenant une (ou deux) lentille(s) et interprète ses résultats
- ... analyse les défauts de l'œil

Indications pédagogiques

Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles

P&C, « Les Lentilles » (pp. 86 à 103)

A. Külling et J.-C. Noverraz, Optique géométrique, Ed. DIPC, ainsi que les fiches de travail qui s'y rapportent

La loi des lentilles se prête à l'exercice des fractions dans les cas simples ou celui des fonctions (p en fonction de p')

Utilisation du théorème des vergences

Les expériences d'optique offrent également l'occasion de travailler avec des tableaux de valeurs, des incertitudes ou des graphiques

Analyse d'appareils optiques comme la loupe, le microscope ou la lunette astronomique

J.-C. Noverraz, Des idées pour enseigner les sciences et les mathématiques, HEPL : « Algèbre et géométrie "à la loupe" » (intéressant pour la modélisation – pp. 170-175) et « L'Œil et la vision – Un modèle pour l'œil » (pp. 200 à 205)

MEP 33 – Modéliser des situations, poser et résoudre des problèmes mobilisant des notions, des concepts, des raisonnements propres à la Physique...

1 ...connaissant et en utilisant le système international d'unités de mesure

2 ... en modélisant des phénomènes liés à l'astronomie

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Chaleur et énergies | | |
| <p>AVERTISSEMENT: MSN 36 – Energie est proposé en 11^e année. L'élève quantifie l'énergie thermique en mesurant la masse et la température. Il calcule et compare le rendement de différents appareils de chauffage de l'eau (transformation de l'énergie électrique en énergie thermique)</p> <p>MEP 33 – Energie propose une autre approche de l'énergie thermique par le calcul et la détermination de la chaleur massique et la capacité calorifique du calorimètre. Le calcul de rendement se fera pour la transformation d'énergie chimique ou mécanique en énergie thermique</p> <p>Il est proposé ici en 10^e et 11^e années pour faciliter la coordination avec les enseignants MSN 36. Mécanique et énergie sont deux thèmes qui seront répartis sur les 10^e et 11^e années</p> | | |
| | <p>Définition des concepts de chaleur et température</p> <p>Utilisation de différentes unités de mesure de température: celsius, kelvin, fahrenheit et fonctions de correspondance</p> <p>Utilisation de différentes unités de mesure d'énergie: joule, kWh, cal et calculs de correspondance</p> | |
| | <p>Détermination de l'énergie chimique liée à une combustion telle que $E = m H$</p> | |
| | <p>Détermination expérimentale d'un rendement, d'une puissance</p> <p>Expérimentation pour déterminer:</p> <ul style="list-style-type: none"> – la capacité calorifique d'un calorimètre – la chaleur massique de l'eau – la chaleur massique d'un métal | |

3 ... en modélisant des phénomènes d'optique

4 ... en étudiant le fonctionnement de systèmes soumis à des équilibres et à des transferts d'énergie

5 ... en utilisant les notions de force et moment de force

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

1 2 3 ... voir MSN 36, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

Attentes fondamentales

Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...

... distingue chaleur et température
... distingue évaporation, vaporisation et ébullition

... calcule une énergie liée à une combustion

... mesure et calcule un rendement, une puissance

Indications pédagogiques

Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles

Fabrication et étalonnage d'un thermomètre

Fabrication d'un panneau solaire le plus efficace

Comment transmettre au mieux la chaleur d'une ampoule à « un verre » d'eau?

Modélisation du métabolisme d'un petit rongeur en comparant pertes de chaleur et régime alimentaire : J.-C. Noverraz, Approche du métabolisme et modélisation – Des idées pour enseigner les sciences et les mathématiques, HEPL (pour cette activité l'élève doit être capable de calculer une énergie thermique liée à une variation de température)

Le calcul de rendement : énergie chimique-énergie thermique (bougie, labogaz, lampe à alcool)

MEP 33 – Modéliser des situations, poser et résoudre des problèmes mobilisant des notions, des concepts, des raisonnements propres à la Physique...

1 ...connaissant et en utilisant le système international d'unités de mesure

2 ... en modélisant des phénomènes liés à l'astronomie

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| | Détermination de l'énergie thermique liée à un changement d'état $E = m L$ | |
| | Utilisation d'un calorimètre | |
| | Expérimentation pour déterminer la chaleur latente de fusion de la glace | |
| | Détermination de la température d'équilibre lors du mélange | |
| | Décomposition de l'énergie mécanique en énergies potentielle de pesanteur et cinétique | |
| | Utilisation du principe de conservation de l'énergie mécanique | |
| | Utilisation du principe de conservation de l'énergie | |
| | Calcul de rendements énergétiques | |

3 ... en modélisant des phénomènes d'optique

4 ... en étudiant le fonctionnement de systèmes soumis à des équilibres et à des transferts d'énergie

5 ... en utilisant les notions de force et moment de force

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

1 2 3 ... voir MSN 36, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

Attentes fondamentales

Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève...

... calcule une énergie liée à une fusion ou une vaporisation

... expérimente la calorimétrie

... mesure et calcule un bilan d'énergie en calorimétrie

... calcule une énergie potentielle de pesanteur, une énergie cinétique, une puissance mécanique et un rendement

... résout des problèmes liés à la conservation de l'énergie mécanique

... calcule un transfert d'énergie et un rendement

Indications pédagogiques

Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles

Les expériences de calorimétrie se prêtent bien au calcul d'incertitudes. En premier lieu par rapport à l'estimation des incertitudes absolues sur les mesures, puis par le calcul de l'incertitude sur le résultat et la comparaison de ce dernier avec la valeur tabulée

Maîtrise d'un bilan d'énergie en calorimétrie :

Réalisation d'expériences et vérification par le calcul des résultats obtenus

Lien MEP 33 – Mécanique : *Les calculs autour de l'énergie mécanique peuvent faire intervenir l'énergie dissipée par les forces de frottements*

Permet de faire le lien entre chaleur et énergie mécanique

MEP 33 – Modéliser des situations, poser et résoudre des problèmes mobilisant des notions, des concepts, des raisonnements propres à la Physique...

1 ...connaissant et en utilisant le système international d'unités de mesure

2 ... en modélisant des phénomènes liés à l'astronomie

MEP 31 – Modéliser des situations mobilisant des notions, des raisonnements, des démarches propres aux Mathématiques et à la Physique...

1 ... en déterminant et en analysant des démarches mathématiques structurées dans le cadre d'une recherche

2 ... en suivant, en déterminant et en analysant des protocoles d'expérience

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Mécanique | | |
| AVERTISSEMENT: MSN 36 – Mécanique est proposé en 10 ^e et 11 ^e . L'élève représente des forces par des flèches, reconnaît certaines forces (pesanteur, frottement, soutien, Archimède) et mesure la force de pesanteur MEP 33 – Mécanique propose une autre approche des forces, moments de forces, composition de forces et travail | | |
| | Définition d'un vecteur par sa direction, son sens et sa norme Addition de vecteurs | |
| | Calcul de la force gravifique entre deux corps Rappel de la notion de masse et de force de pesanteur Compréhension de la provenance de $g=9,81 \text{ N kg}^{-1}$ Etude des caractéristiques de la force de pesanteur et calcul de son intensité Approfondissement de l'étude de la force d'Archimède | |
| | Décomposition des forces et détermination des intensités : <ul style="list-style-type: none"> – A l'aide de schémas à l'échelle (forces non perpendiculaires) – A l'aide de la trigonométrie (forces perpendiculaires) | |
| | Calcul d'un moment de force lié à la rotation d'un solide autour d'un axe | |
| | Reconnaissance et prévision de la notion d'équilibre : <ul style="list-style-type: none"> – Sur un point soumis à des forces concourantes – Sur un système possédant un axe de rotation Détermination du travail d'une force Identification de l'énergie potentielle de pesanteur comme travail de la force de pesanteur Puissance mécanique Calcul du travail des forces mises en jeu dans des machines simples | |
| | Différentiation entre les unités de mesures qui définissent le moment et le travail d'une force | |

3 ... en modélisant des phénomènes d'optique

4 ... en étudiant le fonctionnement de systèmes soumis à des équilibres et à des transferts d'énergie

5 ... en utilisant les notions de force et moment de force

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

1 2 3 ... voir MSN 36, CIIP 2010

3 ... en utilisant judicieusement le matériel à disposition afin d'effectuer des mesures lors d'étude de phénomènes physiques

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

| Attentes fondamentales | Indications pédagogiques |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève... | Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles |
| | |
| ... est capable de représenter les forces à l'aide de vecteurs | <p><i>Une coordination avec le cours de sciences est nécessaire. En effet, la reconnaissance des forces se fait dans le domaine MSN 36</i></p> |
| <p>... est capable de faire la différence entre masse et poids</p> <p>... calcule une force de pesanteur</p> | <p>P&C, « La force de pesanteur et la gravitation universelle » (pp. 125-134)</p> <p><i>Détermination de la masse à partir de l'allongement d'un ressort.</i></p> <p><i>Fonctionnement du dynamomètre</i></p> <p><i>Exploration de la méthode de Cavendish pour déterminer la constante de gravitation terrestre</i></p> |
| <p>... mesure ou calcule l'intensité des composantes d'une force</p> <p>... construit ou calcule la résultante de forces</p> | <p><i>En particulier, l'étude du plan incliné sera un bon moyen pour appliquer la trigonométrie. L'élève sera capable de calculer \vec{F}_{PI} et \vec{F}_{PL}. Dans les autres situations, une étude schématique à l'échelle permettra aux élèves de déterminer l'intensité des composantes d'une force</i></p> <p>P&C, « Plusieurs effets d'une même force – La décomposition d'une force » (pp. 135-138)</p> |
| <p>... calcule un moment de force</p> | <p>P&C, « La rotation des solides autour d'un axe – Le moment d'une force » (pp. 139-144)</p> <p><i>J.-C. Noverraz, Mobile de Calder, Des idées pour enseigner les sciences et les mathématiques, HEPL</i></p> |
| <p>... détermine si une composition de forces est stable ou instable</p> <p>... calcule le travail d'une force</p> | <p>P&C, « Le travail d'une force – La puissance » (pp. 145-152)</p> <p>P&C, « Les machines simples » (pp. 153-163)</p> <p><i>Palan, treuil, plan incliné, cric automobile, cric hydraulique, travail résistant...</i></p> <p>Lien MEP 33 – Chaleur et énergie</p> |
| <p>... fait la différence entre moment et travail d'une force</p> | <p><i>Il est possible de faire le lien avec le champ UNITÉS DE MESURE en discutant des unités et en expliquant pourquoi $Nm = J$ dans un cas, mais pas dans l'autre</i></p> |

MEP 34 – Développer des sujets, des projets favorisant une ouverture sur les sciences du passé, actuelles et du futur...

1 ...en abordant des sujets à travers leur histoire.

2 ...en abordant des sujets à travers des articles de vulgarisation.

Progression des apprentissages

| 9 ^e année | 10 ^e année | 11 ^e année |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>PROJETS, DÉVELOPPEMENTS ET DÉCOUVERTES</p> <p>AVERTISSEMENT : L'option spécifique Mathématiques et Physique doit permettre à l'élève de développer des savoirs–être, savoirs–faire propre à la conduite d'activités scientifiques. L'axe thématique PROJETS, DÉVELOPPEMENTS ET DÉCOUVERTES fournit des propositions non exhaustives en lien avec les objectifs MEP 31, 32 et 33 et non des sujets à aborder obligatoirement. Ceux-ci peuvent être remplacé par d'autres thèmes qui s'inscrivent dans la même visée pédagogique.</p> <p>L'axe thématique PROJETS, DÉVELOPPEMENTS ET DÉCOUVERTES donne des pistes qui doivent permettre aux élèves de conduire des activités de recherche dans une démarche d'investigation et de développer une culture scientifique en abordant des sujets historiques ou d'actualité</p> | | |
| | | <p>Compléments historiques et expérimentaux autour de nombres remarquables : Pi, nombre d'or, racine de 2</p> |
| <p>Analyse de différents systèmes de numération</p> <p>Utilisation de différentes bases de numération (60, binaire, hexadécimale...)</p> <p>Exploration historique de l'invention du zéro, numération de position</p> | | |
| <p>Reconnaissance et utilisation des codes Jules César, Vigenère, Polybe</p> | | <p>Reconnaissance et utilisation de la fréquence des lettres dans la langue française</p> <p>Utilisation de clés et de fonctions pour coder et décoder un message</p> |
| <p>Familiarisation avec des façons de faire et de raisonner propres à la logique robotique, notamment en :</p> <ul style="list-style-type: none"> – identifiant les objectifs d'une activité ainsi que les notions théoriques et pratiques qui en résultent – planifiant, construisant et programmant le robot en fonction des observations et des mesures effectuées – testant le robot afin d'identifier d'éventuelles erreurs de conception et en mettant en place des stratégies de remédiation <p>Initiation à l'utilisation d'outils et de procédés simples afin de faire fonctionner un robot de manière autonome</p> | | |

3 ...en développant l'inventivité, l'esprit de recherche et de synthèse.

4 ...en abordant la logique propre à la programmation robotique.

A B C ... voir MSN 35 rabat de gauche, CIIP 2010

| Attentes fondamentales | Indications pédagogiques |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Au cours, mais au plus tard à la fin du cycle, l'élève... | Ressources, indices, obstacles. Notes personnelles |
| | |
| ... connaît différents nombres réels remarquables | AME, chapitre 10, p. 140 Pi, ACL, Ed. du Kangourou André Deledicq, Le Nombre d'or, ACL, Ed. du Kangourou Robert Vincent, Géométrie du nombre d'or, Ed. Chalagram |
| ... utilise différents systèmes de numération (Babylone, Egypte, Rome...) | Les maths, c'est magique!, Ed. Nathan La longue histoire des nombres, ACL, Ed. du Kangourou J.-C. Deledicq, Jeu de chiffres, ACL, Ed. du Kangourou D. Guedj, Zéro, Ed. Robert Laffont |
| ... code et décode des messages cryptés | AME, chapitre 8, p. 112 Nicolas Martignoni, Cryptologie, cahier de la CRM n° 2, Hypercube: « Cryptographie », numéro spécial 49, été 2003 Sciences et Vie Junior, n°s 131 et 132, « L'Histoire des codes secrets » |
| ... sait programmer un robot | Outils: – Robots NXT – X-Logo Sites pour trouver des outils et se familiariser avec cette technologie: – www.edurobot.ch – www.philobotique.ch – roberta.epfl.ch |

Lexique Mathématiques et Sciences de la nature

Algorithme : c'est une procédure automatisée de calcul. Pour chaque opération, il existe différents algorithmes.

Chiffre : en mathématique, un chiffre est un signe, un caractère destiné à l'écriture des nombres. Dans notre numération, il existe dix chiffres différents : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 0.

Conjecture : par « pose d'une conjecture puis validation ou réfutation », on entend : émettre des suppositions sur « quelque chose qui semble vrai », puis essayer de le démontrer. « Conjecture » a ainsi une signification proche du terme « hypothèse » employé dans la langue courante. Pour le mathématicien, « hypothèse » prend un sens particulier, c'est un outil de démonstration.

Croquis : comme le dessin, le croquis est une forme de représentation d'une figure. Il ne respecte pas les mesures mais contient des informations (cotes, symboles, explications complémentaires) qui permettent soit de définir la figure qu'il représente de manière univoque, soit de servir de support à la réflexion.

Débat scientifique : dans une assemblée comme dans un petit groupe d'élèves, le débat scientifique peut se faire aussi bien en début d'activité de recherche afin d'extraire et de confronter les conceptions de chacun, qu'en fin d'activité où il s'agira cette fois de confronter les résultats obtenus. L'élève qui veut participer au débat scientifique organisé par l'enseignant est invité à prendre la parole en s'adressant directement à ses pairs de la façon suivante : « Moi, je pense que telle idée est valide..., que tel raisonnement prouve ou contredit l'idée soutenue par moi ou par mon pair..., et voilà mes raisons... ». Au cours du débat, chacun doit donc défendre ses idées avec ténacité tant qu'elles lui semblent plus raisonnables que les explications concurrentes ou contradictoires et (contrairement au débat polémique) les abandonner, en disant pour quelles raisons, quand il a été persuadé du contraire. Dans ce « débat d'idées et d'explications », chacun sait qu'il gagne non pas principalement si le débat lui donne raison, mais plutôt si l'explicitation des arguments des uns et des autres l'éclaire et éclaire les autres, fait avancer le groupe dans la compréhension profonde de la situation. Dans ce débat, l'enseignant se porte garant de la scientificité globale du débat mais non de la vérité ou de la pertinence des arguments et résultats proposés au fur et à mesure. C'est à la fin seulement qu'il institutionnalise les résultats vrais et conformes (définitions et théorèmes), qu'il identifie les résultats faux (les plus récurrents contre lesquels il faudra continuer à se battre), qu'il met en exergue les procédures qui ont été productrices d'idées ou qui ont permis de séparer le vrai du faux (le « métier » de scientifique).

Démarche scientifique : il s'agit d'une démarche plus générale que la démarche expérimentale. En effet, en *Sciences de la nature*, il se produit souvent des situations où l'expérimentation est impossible pour des raisons pratiques (il est difficile d'expérimenter en laboratoire le mouvement des planètes ou l'avancée des glaciers) ou éthiques (le respect du vivant limite au strict nécessaire toute expérimentation sur des êtres vivants

et en particulier sur des animaux ou des hommes). La démarche du physicien ou du chimiste de reproduire un phénomène en laboratoire en contrôlant les variables et les paramètres est donc rarement applicable à d'autres sciences. Dans ce cas, l'expérimentation peut être remplacée par l'observation répétée afin de disposer d'un nombre statistiquement valable de données permettant d'extraire ce qui se reproduit de ce qui est lié à un cas particulier.

Démonstration ou preuve : en mathématiques, la démonstration (ou la preuve) a un statut tout à fait particulier par rapport aux autres sciences : elle se base sur le principe du tiers exclu (en mathématiques, une affirmation est vraie ou fausse, elle n'a pas de statut intermédiaire). La démonstration mathématique est le seul moyen de valider une conjecture puisqu'il n'y a pas la possibilité de confronter celle-ci au monde réel. Cependant se focaliser sur les démonstrations canoniques souvent reformulées après coup peut amener les élèves à croire que des argumentations n'ont de valeur en mathématiques que lorsqu'elles sont présentées sous une forme définitive, alors que la recherche en mathématiques est foisonnante d'essais, erreurs, tentatives, expériences, ébauches, éléments de preuves, esquisses de raisonnement,...

Dessin : le dessin (construction, plan) est une représentation d'une figure qui respecte les mesures (de longueurs et d'angles) et dont la précision dépend des instruments utilisés et de l'habileté manuelle du dessinateur. Les dessins peuvent causer des interprétations erronées de certaines figures. Par exemple, la représentation dessinée d'une droite est une ligne nécessairement finie alors que l'objet géométrique est une ligne infinie. De même, la mesure d'un angle est indépendante de la longueur de ses côtés sur le dessin.

Division : la division permet de trouver :

1. la mesure de chaque part lors de partages égaux (« division de partage »);
2. le nombre de parts de mesure donnée qui entrent dans une quantité fixée (« division de contenance »);
3. le rapport de deux grandeurs (exprimées dans la même unité de mesure) ou de deux nombres (comparaison);
4. une grandeur à partir d'une autre (une longueur à partir d'une aire, une aire à partir d'un volume,...) dans des situations de produits de mesures;
5. la valeur unitaire dans des situations de proportionnalité;
6. une nouvelle grandeur correspondant au rapport de deux grandeurs de natures différentes (vitesse, densité de population,...).

Division euclidienne : opération qui consiste, à partir de deux nombres naturels D (dividende) et d (diviseur), à déterminer deux nombres naturels q (quotient) et r (reste) tels que $D = d \times q + r$ avec $r < d$.

Ensemble de nombres :

- Les nombres naturels ou entiers naturels permettent de compter des quantités finies d'objets. Ce sont les éléments de l'ensemble $\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots\}$.

- Les nombres entiers relatifs sont les éléments de l'ensemble $\mathbb{Z} = \{\dots, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6, \dots\}$.
- Les nombres décimaux sont les nombres dont l'écriture décimale est finie, autrement dit qui peuvent être écrits à l'aide d'un nombre fini de chiffres.
- Les nombres rationnels sont des nombres qui peuvent être représentés par le quotient de deux nombres entiers (exemples: $\frac{1}{5}$; 0,6666...; -3; 7,629). L'ensemble des nombres rationnels est noté \mathbb{Q} .
- Les nombres irrationnels sont des nombres qui ne peuvent pas être représentés par le quotient de deux nombres entiers (exemples: π , $\sqrt{2}$).
- Les nombres réels sont des nombres rationnels ou irrationnels. L'ensemble des nombres réels est noté \mathbb{R} .
- Tous les nombres naturels sont des entiers relatifs, tous les entiers relatifs sont des nombres décimaux, tous les nombres décimaux sont des nombres rationnels et tous les nombres rationnels sont des nombres réels: $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R}$.

Espace (délimitation): selon les travaux de G. Galvez et G. Brousseau (1983) ainsi que de R. Berthelot et M.-H. Salin (1992), il existe trois types d'espaces avec lesquels l'individu peut être en interaction :

- le micro-espace qui, selon Brousseau (1983), est « l'espace des interactions liées à la manipulation des petits objets ». Il désigne l'espace sous contrôle visuel direct du sujet qui peut voir, toucher et déplacer les objets de cet espace. De plus, le sujet étant extérieur à cet espace, les objets y sont perçus exhaustivement. Appréhender cet espace ne nécessite donc pas de conceptualisation. Exemples: la feuille de papier ou la table de l'élève;
- le méso-espace qui, selon Brousseau (1983), est « l'espace des déplacements du sujet dans le domaine contrôlé par la vue ». En d'autres termes, c'est un espace accessible à une vision globale. Les objets, fixes ou mobiles, y sont visibles selon diverses perspectives puisque l'individu est inclus dans cet espace, peut s'y déplacer et l'observer selon différents points de vue. Appréhender cet espace nécessite donc une conceptualisation. Exemples: la salle de classe ou la cour de récréation;
- le macro-espace qui, selon Berthelot et Salin (1992), est par exemple « l'espace des trajets dans la ville ». Il s'agit d'un espace accessible uniquement à des visions partielles. Les objets y sont fixes et une partie seulement est sous le contrôle de la vue. L'individu y est inclus et doit donc coordonner les informations partielles pour reconstituer le tout. Appréhender cet espace nécessite donc une conceptualisation. La résolution de problèmes dans le méso- ou le macro-espace nécessite souvent le passage par une représentation de la situation dans le micro-espace (schéma, croquis, plan, ...). La réflexion est alors menée sur cette représentation puis les résultats sont reportés dans la situation réelle. Exemple: les trajets pour aller de la maison à l'école.

Figure: en géométrie, la figure est un objet immuable et idéal. Elle existe indépendamment des représentations (dessin, croquis, ...) qui en sont faites. Par exemple, une droite représentée par un croquis ou un dessin est finie et épaisse alors que la droite géométrique est une figure infinie et sans épaisseur (elle n'est que longueur).

Forme: la forme est liée à la perception d'ordre visuel d'un objet; c'est l'ensemble de ses contours résultant de son organisation (*un chapeau de clown en forme de cône*). Une figure n'a de forme que dans la mesure où elle est représentée par un dessin, un croquis, un objet, ...

Frise: motif constitué de formes géométriques répétées et disposées régulièrement.

Hypothèse: ce terme a un sens différent en mathématiques et en sciences; en mathématique, il correspond à ce qui est connu, par exemple pour démontrer un théorème; en sciences, il correspond à une supposition, une tentative d'explication résultant d'une problématique, plausible en l'état des connaissances de la personne qui l'émet qui doit être confrontée à l'épreuve des faits, l'élaboration d'hypothèses est une étape essentielle à toute démarche d'investigation scientifique.

Identifier: ce mot est utilisé dans les composantes et dans les progressions avec deux sens différents:

- **identifier** dans le sens de repérer un élément sur la base de ses caractéristiques;
- **identifier** dans le sens de créer un lien entre deux concepts (utilisation caractéristique des sciences). Exemple: identifier la masse à la quantité de matière.

Mobiliser: signifie choisir et utiliser une démarche, un outil ou une connaissance. En fonction de la situation, ce choix et cette utilisation sont laissés à l'initiative de l'élève.

Modéliser: recouvre l'idée d'associer à une situation complexe un modèle qui la rend intelligible en la réduisant à ses éléments essentiels.

Multiplication: la multiplication permet de trouver :

1. le résultat d'additions répétées (multiplication par un entier) dans les situations d'itération;
2. le nombre de combinaisons possibles dans les situations liées au produit cartésien (*par ex: 3 entrées, 3 plats principaux et 2 desserts permettent de constituer $3 \times 3 \times 2 = 18$ menus*);
3. une grandeur en connaissant la grandeur unitaire dans les situations de proportionnalité;
4. de nouvelles grandeurs (aires, volumes, ...) dans les situations de produits de mesures.

Outils de calcul: ce sont les diverses manières qui permettent d'estimer, d'obtenir ou de valider le résultat d'une opération arithmétique. Les outils de calcul utilisés sont notamment les répertoires mémorisés, le calcul réfléchi, les algorithmes et la calculatrice.

Pavage : composition d'une figure donnée en utilisant certaines figures imposées, que ce soit dans le plan (surfaces) ou dans l'espace (solides).

Problèmes additifs¹ :

- Type EEE (état, état, état) : deux états se composent pour donner un nouvel état. Exemple : Valentin a 12 billes, Séraphine en a 9. Ensemble, ils en ont 21.
- Type ETE (état, transformation, état) : une transformation d'un état initial en un état final. Exemple : Valentin a 12 billes. Il joue une partie contre Séraphine et en perd 7. Il lui en reste 5.
- Type ECE (état, comparaison, état) : une comparaison de deux mesures ou deux états. Exemple : Valentin a 12 billes, Séraphine en a 7 de moins que Valentin. Séraphine a donc 8 billes.
- Type TTT (transformation, transformation, transformation) : deux transformations se composent pour donner une transformation. Exemple : Séraphine a gagné 6 billes, puis elle en a perdu 9. En tout, elle en a perdu 3.
- Type RTR (relation, transformation, relation) : une transformation opère sur un état relatif (une relation) pour donner un état relatif. Exemple : Valentin devait 6 billes à Séraphine. Il lui en rend 4. Il ne lui en doit plus que 2.
- Type RRR (relation, relation, relation) : deux états relatifs se composent pour donner un état relatif. Exemple : Valentin doit 7 billes à Séraphine, mais Séraphine lui en doit 3. Valentin doit donc 4 billes à Séraphine.

Recomptage : procédure qui consiste à réunir ou reconstituer sur un support quelconque (les doigts en général) plusieurs collections puis compter le tout.

Situation-problème : elle correspond à une situation complexe pour l'élève, tirée, si possible, du réel dans le cadre des sciences, et dont la résolution n'a pas de solution évidente a priori, les connaissances de l'élève étant encore insuffisantes. Elle a pour but de permettre la construction d'un nouvel outil ou d'un savoir qui sera plus adapté à la résolution de la situation. Elle place l'élève devant une difficulté, obstacle qui remet en cause ses conceptions et représentations. Il s'agit alors pour l'élève d'explorer ses conceptions, de se poser des questions qui devraient engendrer une rupture dans son savoir puis de dégager et de choisir des pistes de recherche, enfin de rassembler ses résultats en les validant, les structurant et les synthétisant en vue d'être communicables. La conclusion à une telle activité se fait de préférence sous forme de débat scientifique ou d'une synthèse gérée par l'enseignant sur la base des productions des élèves.

Suite :

- Une suite (U_n) est arithmétique s'il existe un réel r , appelé la raison de la suite, tel que pour tout entier naturel n , $U_{n+1} = U_n + r$.
- Une suite (U_n) est géométrique s'il existe un réel q , appelé la raison de la suite, tel que pour tout entier naturel n , $U_{n+1} = q U_n$.

Surcomptage : compter au-delà du cardinal d'une première collection en ajoutant autant d'unités qu'il y a d'éléments dans la deuxième collection.

Systémique :

- En physique, caractérise une situation où la modification d'un élément implique la modification de tous les éléments du système, y compris la/les cause-s.
- En biologie, caractérise une situation où la modification d'un élément implique la modification d'autres éléments du système, y compris la/les cause-s.

Théorème-élève : ensemble de règles ou de représentations erronées construites par l'élève, la plupart du temps par généralisation abusive de propriétés.

Unités non conventionnelles : il s'agit d'unités de mesure choisies parmi des objets physiques (main, cahier, tasse,...) servant d'étalon pour effectuer la mesure (approximative) d'une grandeur.

Utiliser : s'entend aussi bien pour des connaissances en acte (utilisation intuitive, naturelle dans le cadre d'exemples particuliers) que pour des connaissances d'ordre déclaratif (l'élève sait énoncer la propriété qu'il utilise et la reconnaître comme une propriété indépendante de l'exemple choisi).

¹ *Apprentissages et enseignement des mathématiques. Commentaires didactiques sur les moyens d'enseignement pour les degrés 1 à 4 de l'école primaire / A. Gagnebin, N. Guignard, F. Jaquet / COROME éd. 1998 / p. 115-125; p. 129-131.*