

LA MÉCANIQUE



APERÇU DU REGROUPEMENT

Afin d'assurer une bonne compréhension de la cinématique et de la dynamique, l'étude de ces domaines s'étend du secondaire 2 au secondaire 4. En secondaire 2, l'accent est mis sur l'analyse qualitative du mouvement et prend comme point de référence l'automobile. En physique 30S, on réexamine ces concepts de façon quantitative, surtout en ce qui concerne les représentations graphique et symbolique du mouvement.

CONSEILS D'ORDRE GÉNÉRAL

La collecte de données lors de l'étude du mouvement peut se faire à l'aide de minuteur-enregistreur, de camescope ou de sonde de mouvement. L'accès des élèves à Internet est fortement recommandé afin qu'ils puissent y poursuivre leurs recherches.

Deux pages reproductibles pour le portfolio figurent à la toute fin du regroupement. Elles sont de nature très générale et conviennent au portfolio d'apprentissage ou d'évaluation. Des suggestions pour la cueillette d'échantillons à inclure dans ce portfolio se trouvent dans la section de l' « Introduction générale ».

BLOCS D'ENSEIGNEMENT SUGGÉRÉS

Afin de faciliter la présentation des renseignements et des stratégies d'enseignement et d'évaluation, les RAS de ce regroupement ont été disposés en **blocs d'enseignement**. À souligner que, tout comme le regroupement lui-même, les blocs d'enseignement ne sont que des pistes suggérées pour le déroulement du cours de physique. L'enseignant peut choisir de structurer son cours et ses leçons en privilégiant une autre approche. Quoi qu'il en soit, les élèves doivent réussir les RAS prescrits par le Ministère pour la physique secondaire 3.

Outre les RAS propres à ce regroupement, plusieurs RAS transversaux de la physique secondaire 3 ont été rattachés aux blocs afin d'illustrer comment ils peuvent s'enseigner pendant l'année scolaire.

| | Titre du bloc | RAS inclus dans le bloc | Durée suggérée |
|--------|---|---|-----------------------|
| Bloc A | Introduction à la mécanique | S3P-3-01, S3P-3-02, S3P-3-03, <i>S3P-0-2h</i> | 140 à 160 min |
| Bloc B | La cinématique – Vitesse vectorielle et accélération | S3P-3-04, S3P-3-05, <i>S3P-0-2d, S3P-0-2g, S3P-0-4b</i> | 200 à 220 min |
| Bloc C | La cinématique – Résolution de problèmes | S3P-3-06, S3P-3-07 | 100 à 120 min |
| Bloc D | La dynamique – Quatre forces fondamentales de la nature | S3P-3-08, <i>S3P-0-4b</i> | 100 à 120 min |
| Bloc E | La dynamique – Deuxième loi de Newton | S3P-3-09, S3P-3-10, <i>S3P-0-2e, S3P-0-2f, S3P-0-2g</i> | 100 à 120 min |
| Bloc F | La dynamique – Force nette et diagrammes de forces | S3P-3-11, S3P-3-12, S3P-3-13, <i>S3P-0-2f, S3P-0-2h</i> | 120 à 140 min |
| | <i>Récapitulation du regroupement et objectivation</i> | | <i>100 à 120 min</i> |
| | Nombre d'heures suggéré pour ce regroupement | | 14 à 17 h |

RESSOURCES ÉDUCATIVES POUR L'ENSEIGNANT

Vous trouverez ci-dessous une liste de ressources éducatives qui se prêtent bien à ce regroupement. Il est possible de se procurer la plupart de ces ressources à la Direction des ressources éducatives françaises (DREF) ou de les commander auprès du Centre des manuels scolaires du Manitoba (CMSM).

[R] indique une ressource recommandée

LIVRES

Éléments de physique : cours d'introduction, de David G. Martindale et Lise Malo, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1992). ISBN 2-89310-085-6. DREF 530 M384e. CMSM 94775.

Éléments de physique: cours d'introduction – Guide d'enseignement, de David G. Martindale, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (1994). ISBN 2-89310-173-9. DREF 530 M384e.

[R] **L'enseignement des sciences de la nature au secondaire : Une ressource didactique**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (2000). ISBN 0-7711-2139-3. DREF PD. CMSM 93965. [stratégies de pédagogie différenciée]

Omnisciences 10 – Feuilles reproductibles, de Gail deSouza et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 0-07-560778-6. DREF 500 O55 10e. CMSM 91143. [accompagne le Guide d'enseignement]

Omnisciences 10 – Guide d'enseignement, de Jane Alexander et autres, collection Omnisciences, Ed. de la Chenelière/McGraw-Hill (2001). ISBN 2-89461-414-4. DREF 500 O55 10e. CMSM 91762.

Omnisciences 10 – Manuel de l'élève, de Eric Grace et autres, collection Omnisciences, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2000). ISBN 2-89461-413-6. DREF 500 O55 10e. CMSM 93856.

Physique 11 – Guide d'enseignement (avec réponses sur cédérom), de Igor Nowikow et Brian Heimbecker, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2002). ISBN 2-89310-873-3. DREF 530 N948p. CMSM 93007.

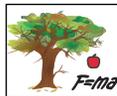
Physique 11 – Manuel de l'élève, de Igor Nowikow et Brian Heimbecker, Éd. de la Chenelière/McGraw-Hill (2002). ISBN 2-89310-872-5. DREF 530 N948p. CMSM 92303.

Physique 534 : Mécanique – Cahier pour l'élève, de Camille Boisvert et Paul Boisvert, Éd. HRW (1992). ISBN 0-03-927375-X. DREF 531 B684p. CMSM 91047.

Physique 534 : Mécanique – Guide d'enseignement, de Camille Boisvert et Paul Boisvert, Éd. HRW (1993). ISBN 0-03-927376-8. DREF531 B684p. CMSM 91046.

Physique 1 : Mécanique – Manuel, de Harris Benson et autres, Éd. du Renouveau pédagogique (1999). ISBN 2-7613-1040-3. DREF 530 B474p. CMSM 92327.

Physique 1 : Mécanique – Solutionnaire, de Harris Benson et autres, Éd. du Renouveau pédagogique (1999). ISBN 2-7613-1106-X. DREF 530 B474p. CMSM 92326.



La physique et le monde moderne, de Alan Hirsch et Michèle Lemaître, Éd. Guérin (1991). ISBN 2-7601-2400-2. DREF 530.0202 H669p.

La physique et ses applications, de Alan Hirsch et Fernand Houle, Éd. J. Wiley (1991). ISBN 0-471-79524-0. DREF 530 H669p. CMSM 94785.

Principes fondamentaux de la physique : un cours avancé, de David G. Martindale et autres, Éd. Guérin (1992). ISBN 2-7601-2445-2. DREF 530 M384p. CMSM 94791.

Sphères : Physique 534 – Cahier d'activités, de Michel Charette et Jean-Paul Gueugnot, Éd. du nouveau pédagogique (1993). ISBN 2-7613-0707-0. DREF 530.076 C472s. CMSM 91731.

Sphères : Physique 534 – Guide d'enseignement, de Michel Charette et Jean-Paul Gueugnot, Éd. du nouveau pédagogique (1993). ISBN 2-7613-0776-3. DREF 530.076 C472s. CMSM 91901.

[R] **La sécurité en sciences de la nature : Un manuel ressource**, d'Éducation et Formation professionnelle Manitoba (1999). ISBN 0-7711-2136-9. DREF P.D. 371.623 S446. CMSM 91719.

AUTRES IMPRIMÉS

L'Actualité, Éditions Rogers Media, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 20 fois l'an; articles d'actualité canadienne et internationale]

Ça m'intéresse, Prisma Presse, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; beaucoup de contenu STSE; excellentes illustrations]

Les clés de l'actualité, Milan Presse, Toulouse (France). [tabloïde hebdomadaire à l'intention des adolescents; actualités scientifiques]

Découvrir : la revue de la recherche, Association francophone pour le savoir, Montréal (Québec). [revue bimestrielle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

Extra : L'encyclopédie qui dit tout, Trustar Limitée, Montréal (Québec). [supplément hebdomadaire à la revue 7 jours; contient d'excellents articles et renseignements scientifiques de tout genre]

Interface, Association canadienne française pour l'avancement des sciences, Montréal (Québec). [revue bimensuelle de vulgarisation scientifique; recherches canadiennes]

Pour la science, Éd. Bélin, Paris (France). [revue mensuelle; version française de la revue américaine *Scientific American*]

Protégez-Vous, Le Magazine Protégez-Vous, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle à l'intention de la protection des consommateurs québécois; plusieurs articles sur des technologies de tous les jours et leurs répercussions sociales et médicales]



Québec Science, La Revue Québec Science, Montréal (Québec). DREF PÉRIODIQUE. [revue publiée 10 fois l'an]

La Recherche, La Société d'éditions scientifiques, Paris (France). [revue mensuelle française; traite de divers sujets scientifiques]

Science et vie, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles plus techniques]

Science et vie junior, Excelsior Publications, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; excellente présentation de divers dossiers scientifiques; explications logiques avec beaucoup de diagrammes]

Science illustrée, Groupe Bonnier France, Boulogne-Billancourt (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles bien illustrés et expliqués]

Sciences et avenir, La Revue Sciences et avenir, Paris (France). DREF PÉRIODIQUE. [revue mensuelle; articles détaillés]

MATÉRIEL DIVERS

Mécanique de Newton, Prod. Carolina Biologica Supply. DREF M.-M. 531.4 P699.

VIDÉOCASSETTES

L'inertie – La masse, collection Eurêka, Prod. TVOntario (1980). DREF CDLF/V8334+G, V8335+G. Service de doublage VIDEO 530.07 E89 01 [10 min]

[R] **La vitesse – L'accélération**, collection Eurêka, Prod. TVOntario (1980). DREF CDLG / V8336 + G, V8337 + G. Service de doublage VIDEO 530.07 E89 02. [15 min]

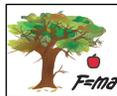
DISQUES NUMÉRISÉS ET LOGICIELS

Évalutel Sciences Physiques. Mécanique, de Charles Chahine et autres, Prod. Evalutel Multimédia (1997). ISBN 2912291011. DREF CD-ROM 530 E92.

La physique par l'expérience : simulations, Prod. Sciensoft (1998), DREF CD-ROM 530 S416.

SITES WEB

Agence Science-Press. <http://www.sciencepresse.qc.ca/index.html> (juillet 2003). [excellent répertoire des actualités scientifiques issues de nombreuses sources internationales; dossiers très informatifs]



Applets et logiciels. <http://www.aboulkhayr.free.fr/entrer.htm> (juillet 2003).

Applets Java de physique. <http://www.walter-fendt.de/ph14f/index.html> (juillet 2003). [simulations de plusieurs concepts en physique]

Deuxième loi de Newton. <http://www.aboulkhayr.free.fr/aplet/9.htm> (juillet 2003). [simulation de la deuxième loi de Newton]

[R] **Le grand dictionnaire terminologique.** http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp (juillet 2003). [dictionnaire anglais-français de terminologie liée aux sciences et à la technologie; offert par l'Office de la langue française du Québec]

Infoscience-biographies. http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html (juillet 2003). [biographies de plusieurs scientifiques]

Intersciences. <http://membres.lycos.fr/ajdesor/> (juillet 2003). [excellent répertoire de sites Web portant sur les sciences; un grand nombre de sites en français]

Les lois de Newton. <http://www.ac-nice.fr/physique/Newton/intro.htm> (juillet 2003).

Le Newtonium. <http://www3.sympatico.ca/fnabki/> (juillet 2003). [lois de Newton : exemples, expériences, applications]

Pour la science. <http://www.pourlascience.com/> (juillet 2003). [revue française qui traite des découvertes scientifiques]

Québec Science. http://www.cybersciences.com/Cyber/0.0/0_0.asp (juillet 2003). [revue canadienne qui traite de découvertes scientifiques]

Radio-Canada : Science-technologie. <http://www.radio-canada.ca/sciencetechno/> (juillet 2003). [actualités, reportages]

Le réseau Franco-Science. <http://www.franco-science.org/> (juillet 2003). [répertoire des sciences en français géré par l'Agence Science-Pressé]

Sciences en ligne. <http://www.sciences-en-ligne.com/> (juillet 2003). [excellent magazine en ligne sur les actualités scientifiques; comprend un dictionnaire interactif pour les sciences, à l'intention du grand public]

Sciences et avenir quotidien. <http://quotidien.sciencesetavenir.com/> (juillet 2003). [revue française qui traite des actualités scientifiques]



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES

L'élève sera apte à :

- S3P-3-01 distinguer les quantités scalaires des quantités vectorielles et en donner des exemples, *par exemple la distance, la vitesse, la masse, le temps, la température, le volume, le poids, la position, le déplacement, la vitesse vectorielle, l'accélération, la force;*
RAG : D4
- S3P-3-02 faire la différence entre la position, le déplacement et la distance;
RAG : D4
- S3P-3-03 distinguer un instant d'un intervalle de temps;
RAG : D4
- S3P-3-04 analyser la relation qui existe entre la position, la vitesse vectorielle, l'accélération et le temps pour un objet en accélération constante, entre autres la transformation des graphiques position-temps, vitesse vectorielle-temps et accélération-temps à l'aide des aires et des pentes;
RAG : C2, D4
- S3P-3-05 comparer la vitesse vectorielle moyenne à la vitesse vectorielle instantanée dans le cas d'un mouvement non uniforme, entre autres les pentes de la corde et de la tangente;
RAG : C2, D5
- S3P-3-06 illustrer, au moyen du graphique vitesse vectorielle-temps d'un mouvement uniformément accéléré, qu'on peut calculer la vitesse vectorielle moyenne par $\vec{v}_{moy} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t}$, et le déplacement par $\Delta \vec{d} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t$;
RAG : C2, C6
- S3P-3-07 résoudre des problèmes au moyen d'une combinaison des formules suivantes : $\vec{v}_{moy} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}$,
 $\vec{v}_{moy} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t}$ et $\vec{a}_{moy} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$;
RAG : C2, D4
- S3P-3-08 nommer les quatre forces fondamentales de la nature;
RAG : D6, E1
- S3P-3-09 mener une expérience pour démontrer la deuxième loi de Newton ($\vec{F}_{nette} = m \times \vec{a}$);
RAG : C2, D4
- S3P-3-10 définir le newton comme unité de mesure de la force;
RAG : C2, D4



RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES THÉMATIQUES (suite)

- S3P-3-11 définir « \vec{F}_{nette} » comme étant la somme vectorielle de toutes les forces s'exerçant sur un corps, entre autres la force de frottement, la force normale, la force gravitationnelle, les forces appliquées;
RAG : C2, D4
- S3P-3-12 tracer des diagrammes de forces pour déterminer la force nette agissant sur des objets en situations diverses, entre autres les forces équilibrées et non équilibrées, les plans inclinés;
RAG : C2, C6
- S3P-3-13 résoudre des problèmes au moyen de la deuxième loi de Newton et des équations de la cinématique dont il a été question ci-dessus (S3P-3-07), entre autres les forces appliquées sur la même droite et à angles droits.
RAG : C2, C6

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX

L'élève sera apte à :

Nature des sciences

S3P-0-1a expliquer le rôle que jouent les théories, les données et les modèles dans l'élaboration de connaissances scientifiques;

RAG : A2

S3P-0-1b décrire l'importance de la revue par des pairs dans l'évaluation et l'acceptation de théories, de données et d'affirmations;

RAG : A4, B1

S3P-0-1c rattacher l'historique des idées scientifiques et de la technologie à la forme et à la fonction du savoir scientifique actuel;

RAG : B1

S3P-0-1d décrire comment des connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles données et à mesure que de nouvelles idées et de nouvelles interprétations sont avancées;

RAG : A1, A2

S3P-0-1e établir la différence entre l'explication des phénomènes naturels par les théories scientifiques, et la description des régularités et des constantes de la nature au moyen des lois scientifiques;

RAG : A2, D6

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

Étude scientifique

- S3P-0-2a employer les modes de représentation visuelle, numérique, symbolique ou graphique pour découvrir et représenter des relations tout en choisissant le mode le plus approprié;
RAG : C2, C3
- S3P-0-2b mener une expérience scientifique en posant une question initiale, en énonçant des hypothèses et en planifiant, en adaptant ou en poussant plus loin une démarche expérimentale;
RAG : C5, C7
- S3P-0-2c formuler des définitions opérationnelles de variables ou de concepts importants;
RAG : A2, C8
- S3P-0-2d estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant les unités du Système international (SI);
RAG : C4, C6
- S3P-0-2e évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte de données,
entre autres les sources d'erreur et l'écart dans les résultats;
RAG : C5, C8
- S3P-0-2f enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié,
entre autres des diagrammes avec légendes, des tableaux, des graphiques, le multimédia;
RAG : C6, C7
- S3P-0-2g interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables;
RAG : C3, C8
- S3P-0-2h analyser des problèmes au moyen de vecteurs,
entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs;
RAG : C2, C3
- S3P-0-2i sélectionner et intégrer de l'information obtenue à partir d'une variété de sources,
entre autres imprimées, électroniques, humaines;
RAG : C6, C8

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

Sciences, technologie, société et environnement (STSE)

S3P-0-3a analyser, selon diverses perspectives, des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement lorsqu'on applique des connaissances scientifiques ou on introduit une technologie particulière;

RAG : B1, B2

S3P-0-3b décrire des exemples d'évolution de la technologie à la suite de progrès dans le savoir scientifique, et des exemples d'évolution du savoir scientifique résultant d'innovations technologiques;

RAG : A2, B2

S3P-0-3c relever des enjeux d'ordre social liés aux sciences et à la technologie, en tenant compte des besoins humains et environnementaux et des considérations éthiques;

RAG : B3, B5

S3P-0-3d appliquer le processus de prise de décisions à un enjeu STSE;

RAG : B5, C4

S3P-0-3e soulever un problème, en rechercher une solution technologique ou autre et la réaliser;

RAG : B4, C4, C6

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES TRANSVERSAUX (suite)

Attitudes

- S3P-0-4a faire preuve d'habitudes de travail qui tiennent compte de la sécurité personnelle et collective, et qui témoignent de son respect pour l'environnement;
RAG : C1, C2
- S3P-0-4b travailler en coopération pour rassembler des connaissances antérieures, exprimer et échanger des idées, mener une étude scientifique, résoudre des problèmes et examiner des enjeux;
RAG : C7
- S3P-0-4c faire preuve de confiance dans sa capacité de mener une étude scientifique, de résoudre des problèmes et d'examiner en enjeu STSE;
RAG : C3, C5
- S3P-0-4d acquérir un sens de responsabilité personnelle et collective au regard de l'impact des êtres humains sur l'environnement, et prendre en considération les conséquences d'actions prévues sur la société et l'environnement;
RAG : B1, B2
- S3P-0-4e manifester un intérêt soutenu et plus éclairé dans les sciences et les questions d'ordre scientifique;
RAG : B4, B5
- S3P-0-4f valoriser l'ouverture d'esprit, le scepticisme, l'honnêteté, l'exactitude, la précision et la persévérance en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques.
RAG : C5

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX

Le but des résultats d'apprentissage manitobains en sciences de la nature est d'inculquer à l'élève un certain degré de culture scientifique qui lui permettra de devenir un citoyen renseigné, productif et engagé. **Une fois sa formation scientifique au primaire, à l'intermédiaire et au secondaire complétée, l'élève sera apte à :**

Nature des sciences et de la technologie

- A1. reconnaître à la fois les capacités et les limites des sciences comme moyen de répondre à des questions sur notre monde et d'expliquer des phénomènes naturels;
- A2. reconnaître que les connaissances scientifiques se fondent sur des données, des modèles et des explications, et évoluent à la lumière de nouvelles données et de nouvelles conceptualisations;
- A3. distinguer de façon critique les sciences de la technologie, en fonction de leurs contextes, de leurs buts, de leurs méthodes, de leurs produits et de leurs valeurs;
- A4. identifier et apprécier les contributions qu'ont apportées des femmes et des hommes issus de diverses sociétés et cultures à la compréhension de notre monde et à la réalisation d'innovations technologiques;
- A5. reconnaître que les sciences et la technologie interagissent et progressent mutuellement;

Sciences, technologie, société et environnement (STSE)

- B1. décrire des innovations scientifiques et technologiques, d'hier et d'aujourd'hui, et reconnaître leur importance pour les personnes, les sociétés et l'environnement à l'échelle locale et mondiale;
- B2. reconnaître que les poursuites scientifiques et technologiques ont été et continuent d'être influencées par les besoins des humains et le contexte social de l'époque;
- B3. identifier des facteurs qui influent sur la santé et expliquer des liens qui existent entre les habitudes personnelles, les choix de style de vie et la santé humaine aux niveaux personnel et social;
- B4. démontrer une connaissance et un intérêt personnel pour une gamme d'enjeux, de passe-temps et de métiers liés aux sciences et à la technologie;
- B5. identifier et démontrer des actions qui favorisent la durabilité de l'environnement, de la société et de l'économie à l'échelle locale et mondiale;

Habiletés et attitudes scientifiques et technologiques

- C1. reconnaître les symboles et les pratiques liés à la sécurité lors d'activités scientifiques et technologiques ou dans sa vie de tous les jours, et utiliser ces connaissances dans des situations appropriées;
- C2. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il entreprend une étude scientifique;
- C3. démontrer des habiletés appropriées lorsqu'elle ou il s'engage dans la résolution de problèmes technologiques;
- C4. démontrer des habiletés de prise de décisions et de pensée critique lorsqu'elle ou il adopte un plan d'action fondé sur de l'information scientifique et technologique;

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE GÉNÉRAUX (suite)

- C5. démontrer de la curiosité, du scepticisme, de la créativité, de l'ouverture d'esprit, de l'exactitude, de la précision, de l'honnêteté et de la persistance, et apprécier l'importance de ces qualités en tant qu'états d'esprit scientifiques et technologiques;
- C6. utiliser des habiletés de communication efficaces et des technologies de l'information afin de recueillir et de partager des idées et des données scientifiques et technologiques;
- C7. travailler en collaboration et valoriser les idées et les contributions d'autrui lors de ses activités scientifiques et technologiques;
- C8. évaluer, d'une perspective scientifique, les idées et les renseignements rencontrés au cours de ses études et dans la vie de tous les jours;

Connaissances scientifiques essentielles

- D1. comprendre les structures et les fonctions vitales qui sont essentielles et qui se rapportent à une grande variété d'organismes, dont les humains;
- D2. comprendre diverses composantes biotiques et abiotiques, ainsi que leurs interactions et leur interdépendance au sein d'écosystèmes, y compris la biosphère en entier;
- D3. comprendre les propriétés et les structures de la matière ainsi que diverses manifestations et applications communes des actions et des interactions de la matière;
- D4. comprendre comment la stabilité, le mouvement, les forces ainsi que les transferts et les transformations d'énergie jouent un rôle dans un grand nombre de contextes naturels et fabriqués;
- D5. comprendre la composition de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la lithosphère ainsi que des processus présents à l'intérieur de chacune d'elles et entre elles;
- D6. comprendre la composition de l'Univers et les interactions en son sein ainsi que l'impact des efforts continus de l'humanité pour comprendre et explorer l'Univers;

Concepts unificateurs

- E1. décrire et apprécier les similarités et les différences parmi les formes, les fonctions et les régularités du monde naturel et fabriqué;
- E2. démontrer et apprécier comment le monde naturel et fabriqué est composé de systèmes et comment des interactions ont lieu au sein de ces systèmes et entre eux;
- E3. reconnaître que des caractéristiques propres aux matériaux et aux systèmes peuvent demeurer constantes ou changer avec le temps et décrire les conditions et les processus en cause;
- E4. reconnaître que l'énergie, transmise ou transformée, permet à la fois le mouvement et le changement, et est intrinsèque aux matériaux et à leurs interactions.

Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc A Introduction à la mécanique

L'élève sera apte à :

S3P-3-01 distinguer les quantités scalaires des quantités vectorielles et en donner des exemples, *par exemple la distance, la vitesse, la masse, le temps, la température, le volume, le poids, la position, le déplacement, la vitesse vectorielle, l'accélération, la force;*
RAG : D4

S3P-3-02 faire la différence entre la position, le déplacement et la distance;
RAG : D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶ Inviter les élèves à former des groupes de deux. Demander à chaque groupe d'écrire un paragraphe qui explique comment se rendre de la salle de classe à un « endroit mystère » dans l'école, sans aucune direction ou diagramme. Inviter les différents groupes à s'échanger leur paragraphe et leur donner quelques minutes pour tenter de deviner l'endroit mystère.

En secondaire 2, les élèves ont étudié le mouvement uniforme et accéléré en ligne droite. Les orientations de vecteurs étaient décrites comme allant vers l'avant et vers l'arrière.

Une **grandeur scalaire** est une mesure qui comprend seulement un nombre et une unité. La **distance** est un exemple de grandeur scalaire et signifie la longueur du trajet parcouru. Une **grandeur vectorielle** comprend un nombre, une unité et une orientation. Le **déplacement** est un exemple de grandeur vectorielle et signifie la variation de la position d'un corps. La **position** d'un corps indique l'endroit où il se situe à un instant donné.

L'orientation d'un vecteur peut être décrite de plusieurs façons :

- termes courants tels que droite ou gauche, vers le haut ou vers le bas;
- direction boussole;
- axe rectiligne où le mouvement est positif dans un sens et négatif dans l'autre;
- système de coordonnées rectangulaires (SCR) utilisant les angles de rotation à partir d'un axe horizontal.

Les termes **orientation**, **sens** et **direction** sont souvent mal employés. La direction désigne une droite non orientée, par exemple nord-sud. Le sens précise l'orientation.

Posez les questions suivantes aux élèves :

- *Est-ce que c'était difficile d'écrire votre paragraphe? Expliquez votre réponse.*
- *L'endroit était-il facile à trouver?*
- *Qu'est-ce qui aurait pu faciliter votre tâche?*

En quête

❶ A) Expliquer aux élèves la différence entre une grandeur scalaire et une grandeur vectorielle. Poser la question suivante aux élèves :

- *Parmi les valeurs qui suivent, lesquelles sont des grandeurs scalaires et lesquelles sont vectorielles?*
 - 50 m/s (scalaire)
 - 20 km, sud (vectorielle)
 - 3 °C (scalaire)
 - 7 m/s vers la gauche (vectorielle)
 - 14 N vers le haut (vectorielle)

B) Diviser la classe en petits groupes. Inviter chaque groupe à décrire des situations dans lesquelles une connaissance de la distance serait importante et des situations dans lesquelles une connaissance du déplacement serait importante. Encourager les élèves à présenter leurs exemples à la classe. Voici des réponses possibles :

- La distance est importante pour déterminer la consommation d'essence dans un véhicule, l'usure d'un véhicule ou la quantité d'exercice accompli lors du jogging.
- Le déplacement (distance et orientation) est nécessaire pour se rendre d'un endroit à l'autre.

C) Expliquer aux élèves la différence entre les termes *position*, *déplacement* et *distance*. S'assurer que les élèves peuvent additionner et soustraire des vecteurs en ligne droite et à angles droits. Distribuer l'annexe 1 au besoin pour repasser les notions de vecteurs.



S3P-3-03 distinguer un instant d'un intervalle de temps;
RAG : D4

S3P-0-2h analyser des problèmes au moyen de vecteurs, entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs.
RAG : C2, C3

D) Distribuer aux élèves la feuille de travail de l'annexe 2. S'assurer que les élèves font la distinction entre un instant et un intervalle de temps. Revoir les réponses en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts. Le corrigé figure à l'annexe 3.

E) Inviter les élèves à comparer à l'aide d'un cadre de comparaison les termes suivants (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.24) :

- l'instant et l'intervalle de temps;
- les quantités scalaires et les quantités vectorielles;
- la distance et le déplacement.

Une idée préconçue chez les élèves est qu'un **instant** est une période de temps très courte. L'instant équivaut à une lecture de chronomètre ou à la position des aiguilles sur une horloge (t). Si le temps est placé sur un axe, l'instant est une seule donnée sur cet axe. L'**intervalle** de temps représente une période de temps. On calcule un intervalle de temps à l'aide de la formule $\Delta t = t_2 - t_1$.

En fin

1 Inviter les élèves à reprendre l'exercice de la section « En tête ». Cette fois, les élèves peuvent dessiner des vecteurs pour aider à l'orientation et inclure des mesures (voir l'annexe 4). Poser la question suivante aux élèves :

- Les directives étaient-elles plus faciles à suivre cette fois? Expliquez votre réponse.

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Inviter les élèves à raconter une « histoire de vecteur » dans leur carnet scientifique (par exemple leur trajet entre la maison et l'école) en faisant référence à l'origine, aux grandeurs des valeurs et à l'orientation.
- 2 Inviter les élèves à compléter un test semblable à celui de l'annexe 2.
- 3 Ramasser le cadre de comparaison des élèves afin d'évaluer leur capacité à distinguer l'instant de l'intervalle de temps.
- 4 Inviter les élèves à calculer des distances et des déplacements à partir d'une carte routière. Poser les questions suivantes aux élèves :
 - Si vous voyagez en voiture vers une destination quelconque, quel calcul serait plus important, celui de la distance ou celui du déplacement sur une carte routière? Expliquez votre réponse.
 - Si vous voyagez en avion vers une destination quelconque, quel calcul serait plus important, celui de la distance ou celui du déplacement sur une carte routière? Expliquez votre réponse.
- 5 Inviter les élèves à utiliser le procédé tripartite (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 10.9 et 10.10, et 10.22) afin de définir les concepts position, distance, déplacement, vitesse vectorielle, instant, intervalle de temps.

Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B **La cinématique – Vitesse vectorielle et accélération**

L'élève sera apte à :

S3P-3-04 analyser la relation qui existe entre la position, la vitesse vectorielle, l'accélération et le temps pour un objet en accélération constante, entre autres la transformation des graphiques position-temps, vitesse vectorielle-temps et accélération-temps à l'aide des aires et des pentes;
RAG : C2, D4

S3P-3-05 comparer la vitesse vectorielle moyenne à la vitesse vectorielle instantanée dans le cas d'un mouvement non uniforme, entre autres les pentes de la corde et de la tangente;
RAG : C2, D5

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

① Faire ressortir les connaissances antérieures des élèves sur le mouvement par l'entremise de l'annexe 5. Effectuer une mise en commun des réponses et revoir au besoin certains concepts. Le corrigé figure à l'annexe 6.

OU

Présenter une vidéocassette qui illustre les concepts de la vitesse vectorielle et de l'accélération, par exemple *La vitesse – L'accélération*.

OU

Poser les questions suivantes aux élèves :

- *Comment pouvez-vous représenter de façon visuelle un mouvement uniforme? Un mouvement accéléré? (On peut représenter un mouvement uniforme en dessinant une série de points avec le même espacement entre chaque point. On peut représenter un mouvement accéléré avec une série de points dont l'espacement entre chaque point augmente ou diminue progressivement.)*
- *Que représente la pente d'un graphique de la position en fonction du temps? (La pente représente la vitesse vectorielle.)*
- *Que représente la pente d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps? (La pente représente l'accélération.)*

En secondaire 2, les élèves ont étudié le mouvement uniforme et le mouvement accéléré. En Physique 30S, on s'attend à un traitement plus complexe de la position, de la vitesse vectorielle et de l'accélération. L'analyse graphique est plus poussée avec l'accent sur la pente de la courbe et l'aire comprise entre la courbe et l'axe horizontal. Voir l'annexe 7 pour plus de renseignements.

En quête

① A) Proposer aux élèves d'effectuer des expériences de laboratoire afin d'analyser la relation qui existe entre la position, la vitesse vectorielle, l'accélération et le temps. Inviter les élèves à recueillir des données pour des objets en mouvement uniforme et pour des objets en mouvement accéléré. Commencer l'étude avec une analyse qualitative de la pente, puis faire une analyse mathématique. S'assurer d'analyser des mouvements à différentes vitesses et avec des changements de direction.

Plusieurs types d'activités permettent d'étudier ces relations. La sélection d'activité se fera en fonction des ressources disponibles et de l'expérience des élèves. Voici quelques exemples d'activités possibles :

- Un élève se déplace le long d'une ligne droite, s'arrêtant de temps à autre et changeant aussi de direction. D'autres membres de la classe notent la position de l'élève à intervalles de temps réguliers. Cette information peut être recueillie à l'aide de mètres et de chronomètres, ou à l'aide d'un détecteur de mouvement. Une fois l'information recueillie, les élèves peuvent tracer des graphiques de la position en fonction du temps (voir l'annexe 8).
- Les élèves complètent un tableau de valeurs puis tracent un graphique de la position en fonction du temps pour un objet qui se déplace à une vitesse vectorielle de 5 m/s. Ils répètent ensuite l'activité avec une vitesse vectorielle de 10 m/s, de 2 m/s et de 0 m/s. Les élèves peuvent ensuite comparer entre eux la courbe de leur graphique.
- Les élèves complètent un tableau de valeurs puis tracent un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps pour un objet à différents taux d'accélération. Ils peuvent ensuite comparer la courbe de leur graphique.



S3P-0-2d estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI);
RAG : C4, C6

S3P-0-2g interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables;
RAG : C3, C8

S3P-0-4b travailler en coopération pour rassembler des connaissances antérieures, exprimer et échanger des idées, mener une étude scientifique, résoudre des problèmes et examiner des enjeux.
RAG : C7

- Les élèves recueillent des données sur une bille qui roule le long d'un plan incliné, à l'aide d'un minuteur-enregistreur, d'un caméscope ou d'un détecteur de mouvement, puis tracent des graphiques de la position en fonction du temps, de la vitesse vectorielle en fonction du temps et de l'accélération en fonction du temps pour déterminer la relation entre les variables.
- Les élèves recueillent des données sur un objet lancé dans les airs, à l'aide d'un minuteur-enregistreur, d'un caméscope ou d'un détecteur de mouvement, puis tracent des graphiques de la position en fonction du temps, de la vitesse vectorielle en fonction du temps et de l'accélération en fonction du temps pour déterminer la relation entre les variables.

Le concept d'accélération négative est difficile à saisir. Lorsque la vitesse vectorielle et l'accélération sont dans le même sens, la vitesse augmente. Lorsqu'elles sont en sens opposés, la vitesse diminue. Le tableau ci-dessous en fait le sommaire :

| | | | |
|-----------|-----------|----------------|----------------|
| \vec{a} | \vec{v} | + | - |
| + | | $v \uparrow$ | $v \downarrow$ |
| - | | $v \downarrow$ | $v \uparrow$ |

Les élèves pourraient aussi avoir de la difficulté à interpréter ou à tracer des graphiques qui présentent des changements de direction. Une attention particulière devrait être portée aux problèmes impliquant des valeurs négatives de position, de vitesse vectorielle et d'accélération. L'utilisation de sondes permettant de tracer des graphiques à mesure qu'un élève effectue des mouvements peut s'avérer très utile pour renforcer l'apprentissage de ces concepts.

B) Inviter les élèves à analyser des graphiques à l'aide de la feuille de travail de l'annexe 9. Corriger ces problèmes en classe pour s'assurer que les élèves saisissent bien les concepts. Le corrigé figure à l'annexe 10.

suite à la page 3.20

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Ramasser les carnets scientifiques des élèves afin de mesurer leur habileté à enregistrer, à organiser et à présenter des données dans un format approprié, à interpréter des régularités et des tendances dans les données, et à inférer ou à calculer les relations linéaires entre les variables.
- 2 Inviter les élèves à faire le test de l'annexe 13.
- 3 Inviter les élèves à faire le test de l'annexe 14.
- 4 Évaluer les habiletés et les attitudes scientifiques des élèves à l'aide de la grille d'observation proposée à l'annexe 15.

Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc B La cinématique – Vitesse vectorielle et accélération

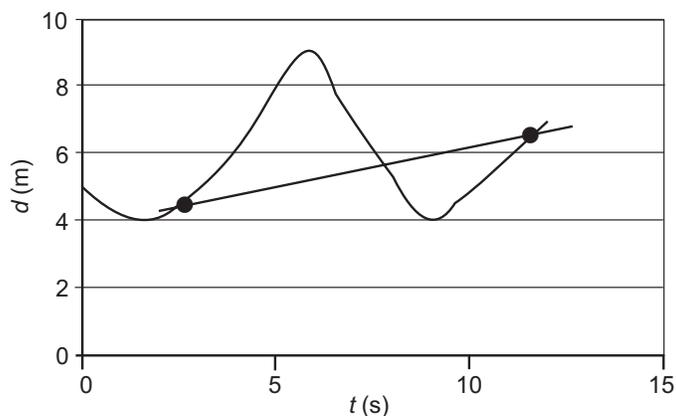
L'élève sera apte à :

S3P-3-04 analyser la relation qui existe entre la position, la vitesse vectorielle, l'accélération et le temps pour un objet en accélération constante, entre autres la transformation des graphiques position-temps, vitesse vectorielle-temps et accélération-temps à l'aide des aires et des pentes;
RAG : C2, D4

S3P-3-05 comparer la vitesse vectorielle moyenne à la vitesse vectorielle instantanée dans le cas d'un mouvement non uniforme, entre autres les pentes de la corde et de la tangente;
RAG : C2, D5

Stratégies d'enseignement suggérées (suite de la page 3.19)

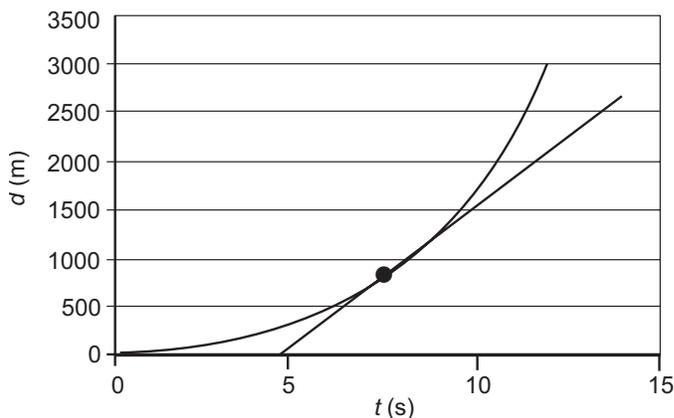
C) Expliquer aux élèves que la vitesse vectorielle moyenne est le déplacement d'un corps dans un intervalle de temps donné. Pour un mouvement uniforme, la vitesse vectorielle moyenne est égale à la vitesse à un instant donné. Cependant, si le mouvement est variable, la vitesse vectorielle moyenne n'aura généralement pas la même valeur que la vitesse vectorielle dans un court intervalle de temps. Avec un graphique de la position en fonction du temps, la vitesse vectorielle moyenne est déterminée en calculant la valeur de la pente de la corde reliant deux points du graphique. (Voir *Principes fondamentaux de la physique*, p. 49-52, ou *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 16-19.)



Pour déterminer la vitesse vectorielle moyenne entre 3 et 12 secondes dans le graphique ci-dessus, il faut relier les deux points à l'aide d'une corde et ensuite calculer la pente de celle-ci.

Expliquer aux élèves que la vitesse vectorielle pour un instant donné (vitesse vectorielle instantanée) change à tous les points sur une courbe si le mouvement est variable.

La vitesse vectorielle instantanée peut être déterminée en calculant la pente de la tangente à la courbe pour un instant donné (voir *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 19-21, *Physique 11*, p. 20-22 ou *Principes fondamentaux de la physique*, p. 53 et 54).



D) Proposer aux élèves de filmer une balle qui tombe. Jouer la vidéo au ralenti ou image par image et inviter les élèves à mesurer la position de la balle pour chaque intervalle de temps. Demander ensuite aux élèves de déterminer la vitesse vectorielle moyenne à différents intervalles de temps en mesurant la distance que tombe la balle lors de ces intervalles de temps. Les élèves peuvent ensuite calculer la vitesse vectorielle instantanée de la balle en traçant un graphique de la position en fonction du temps, reliant les points à l'aide d'une courbe et calculant la pente de tangentes placées sur la courbe aux instants désirés.

E) Expliquer aux élèves comment tracer un graphique de la position en fonction du temps à partir d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps, et un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps à partir d'un graphique de l'accélération en fonction du temps (voir l'annexe 11, *Éléments de physique : cours d'introduction*, p. 41-43, *Principes fondamentaux de la physique*, p.57-60 ou 68 et 69, ou *Physique 11*, p. 48-54). Inviter les élèves à faire la transformation de plusieurs graphiques et corriger ce travail en classe (voir l'annexe 12).

S3P-0-2d estimer et mesurer avec exactitude, en utilisant des unités du Système international (SI);
RAG : C4, C6

S3P-0-2g interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables;
RAG : C3, C8

S3P-0-4b travailler en coopération pour rassembler des connaissances antérieures, exprimer et échanger des idées, mener une étude scientifique, résoudre des problèmes et examiner des enjeux.
RAG : C7

En fin

❶

Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Est-ce que votre compréhension de la relation entre la position, la vitesse l'accélération et le temps a changé?*
- *Quelles sont les notions qui ont été les plus difficiles à maîtriser?*
- *Est-ce que vous avez de nouvelles questions par rapport à l'analyse et à la transformation des graphiques?*

Stratégies d'évaluation suggérées

Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc C
La cinématique –
Résolution de problèmes

L'élève sera apte à :

S3P-3-06 illustrer, au moyen du graphique vitesse vectorielle-temps d'un mouvement uniformément accéléré, qu'on peut calculer la vitesse vectorielle moyenne par $\vec{v}_{moy} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t}$, et le déplacement par $\Delta \vec{d} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} \Delta t$;

RAG : C2, C6

S3P-3-07 résoudre des problèmes au moyen d'une combinaison des formules suivantes :

$$\vec{v}_{moy} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}, \vec{v}_{moy} = \frac{\Delta \vec{d}}{\Delta t},$$

$$\text{et } \vec{a}_{moy} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}.$$

RAG : C2, D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

Ce bloc d'enseignement fournit une bonne occasion pour l'intégration des chiffres significatifs.

En tête

❶

Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes :

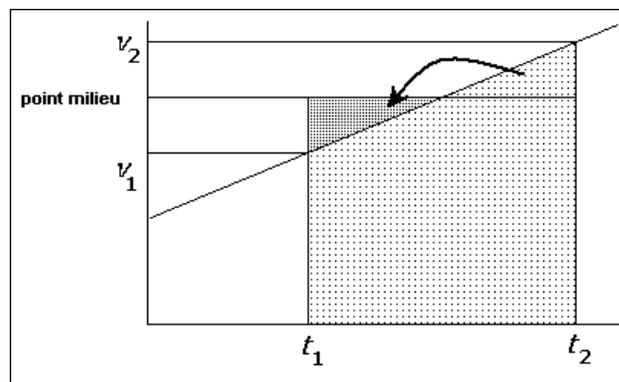
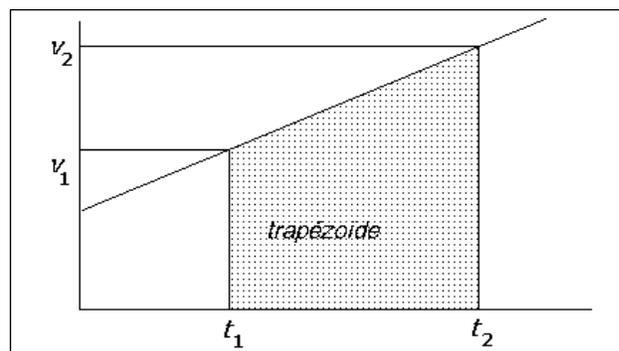
- *Comment une représentation visuelle (par exemple une série de points sur le papier d'un compteur-minuteur) peut-elle aider à analyser le mouvement?* (La représentation visuelle est une image réelle du mouvement observé. Elle nous permet d'établir une description générale des relations. Par exemple, si on a une série de points qui sont séparés par des espaces identiques, on peut conclure que l'objet parcourt la même distance dans chaque intervalle de temps.)
- *Comment une représentation numérique (par exemple un tableau de données) peut-elle aider à analyser le mouvement?* (Pour une représentation numérique, on effectue des mesures afin de recueillir des données. Cela peut nous permettre d'établir une relation exacte, quoique dans la plupart des cas la cueillette de données entraîne des erreurs. Il peut donc être très difficile d'établir une relation en étudiant uniquement les données.)
- *Comment une représentation graphique permet-elle d'analyser le mouvement?* (La représentation graphique n'est pas une image réelle d'une relation. Elle représente plutôt une image mathématique de la relation. Il suffit de connaître un nombre limité de données pour établir une relation. En examinant la forme du graphique et en ajustant les données pour « redresser la courbe », on peut établir la relation exacte et formuler une loi que l'on peut ensuite représenter de façon symbolique.)

- *Quel est l'avantage d'une représentation symbolique (formule mathématique) dans l'analyse du mouvement?* (La représentation symbolique permet de faire des calculs exacts une fois que l'on a établi une relation mathématique. Par exemple, si on comprend que, pour une vitesse constante, la distance parcourue sera directement proportionnelle au temps écoulé, on peut calculer le temps exact que durera un voyage quelconque.)

En quête

❶

- A) Poser la question suivante aux élèves :
- *Quelle sera l'apparence d'un graphique vitesse vectorielle-temps pour un objet en accélération constante?* (Le graphique sera une droite.)



Expliquer aux élèves que, puisque l'objet accélère à un taux constant, la vitesse vectorielle moyenne se situe au point milieu entre la vitesse vectorielle initiale et la vitesse vectorielle finale $\frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}$.

Pour calculer l'aire du trapézoïde, on pourrait tracer une ligne au point milieu entre v_1 et v_2 . Cela crée un triangle sous la ligne avec une aire égale au triangle au-dessus de la ligne. Si on déplace le triangle qui est au-dessus de la ligne dans le triangle sous la ligne, on crée un rectangle. Donc, le point milieu des deux vitesses vectorielles est égal à la moyenne de v_1 et v_2 et :

$$\Delta d = \text{aire} = \text{hauteur} \times \text{base} = \left(\frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} \right) \Delta t$$

$$\Delta d = \left(\frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} \right) \Delta t$$

(On se rappelle que l'aire sous un graphique de vitesse vectorielle-temps est égale au déplacement.)

B) Donner aux élèves des exemples de problèmes qui nécessitent deux ou trois étapes pour trouver la solution (voir annexe 16).

En fin

1 Inviter les élèves à répondre aux questions suivantes dans leur carnet scientifique :

- *Qu'est-ce que vous avez appris au sujet de la résolution de problèmes?*
- *Avez-vous d'autres questions?*

OU

2 Inviter les élèves à résoudre des problèmes semblables à ceux de l'annexe 16 dans leur carnet scientifique en utilisant la technique des notes explicatives (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.14 et 13.15).

Stratégies d'évaluation suggérées

- 1 Inviter les élèves à démontrer à l'aide d'un graphique qu'on peut calculer le déplacement par $\Delta d = \left(\frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2} \right) \Delta t$.
- 2 Inviter les élèves à compléter l'exercice de l'annexe 17.

Réponses :

1. a) 142 m
b) 2,72 m/s²
2. a) 5,41 s
b) 13,52 s
3. 220 m
4. 5 m/s²
5. 1,6 m
6. 0,18 m/s²
7. 53 m
8. a) 19 m
b) 7,5 m/s
c) 110 m
d) 6,8 m
e) 136 m
9. 1,7 s

Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc D
**La dynamique – Quatre
forces fondamentales
de la nature**

L'élève sera apte à :

S3P-3-08 nommer les quatre forces
fondamentales de la
nature;
RAG : D6, E1

S3P-0-4b travailler en coopération
pour rassembler des
connaissances antérieures,
exprimer et échanger des
idées, mener une étude
scientifique, résoudre des
problèmes et examiner des
enjeux.
RAG : C7

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

❶

Poser les questions suivantes
aux élèves :

- *Qu'est-ce qui produit une force?*
- *Faut-il que deux objets se touchent pour qu'il y ait une force?*
- *Faut-il que quelque chose bouge s'il y a une force?*
- *Connaissez-vous différents types de forces?*

En 3^e année, les élèves ont défini la force comme étant une poussée ou une traction. En 6^e année, les élèves ont étudié la force de gravité ainsi que l'interaction entre l'électricité et le magnétisme. En secondaire 2, les élèves ont étudié les trois lois de Newton en termes qualitatifs.

En quête

❶

Diviser la classe en groupes d'experts selon la stratégie Jigsaw (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.21). Assigner à chaque groupe une des forces fondamentales.

Inviter les élèves à faire une courte recherche au sujet de leur force et à compléter un cadre de concept afin de décrire leur type de force avec des exemples (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p.11.23-11.25). Vérifier les cadres de chaque groupe d'experts, faisant des corrections ou des ajouts s'il y a lieu. Pour s'assurer que chaque membre du groupe d'experts est en mesure d'expliquer son sujet, inviter les élèves à donner une explication à tour de rôle à l'intérieur du groupe d'experts. Former ensuite des groupes hétérogènes (« familles ») pour le partage des connaissances.

La **force nucléaire forte** est une force d'attraction qui maintient les protons et les neutrons dans le noyau d'un atome. Elle est assez forte pour surmonter la force de répulsion entre deux protons mais son étendue est seulement d'environ 10^{-15} m (taille d'un noyau). La **force nucléaire faible** est une force exercée entre toute particule subatomique et est à l'origine de la désintégration nucléaire. La **force gravitationnelle** est une force d'attraction entre tous les objets. La **force électromagnétique** est la force exercée par des particules ayant une charge.

En fin

❶

Inviter les élèves à compléter une autoévaluation de leur travail de groupe (voir l'annexe 18).



Stratégies d'évaluation suggérées

- ❶ Donner des exemples décrivant l'effet de forces et inviter les élèves à reconnaître la force en question.
- ❷ Inviter les élèves à compléter un cadre de comparaison pour comparer deux des forces fondamentales.
- ❸ Ramasser l'autoévaluation des élèves.

Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc E La dynamique – Deuxième loi de Newton

L'élève sera apte à :

S3P-3-09 mener une expérience pour démontrer la deuxième loi de Newton
 $(\vec{F}_{\text{nette}} = m \times \vec{a});$
RAG : C2, D4

S3P-3-10 définir le newton comme unité de mesure de la force;
RAG : C2, D4

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

Inviter les élèves à se remémorer leurs connaissances des trois lois de Newton. Utiliser la technique « chaîne de graffitis coopératifs » (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 3.16).

En secondaire 2, les élèves ont étudié les trois lois de Newton en termes qualitatifs. En 8^e année, les élèves ont étudié le poids et la masse.

OU

Proposer aux élèves de faire l'activité à l'annexe 19, qui démontre comment les trois lois de Newton sont impliquées dans le lancement d'une fusée.

En quête

A) Proposer aux élèves de mener une expérience afin d'étudier de façon quantitative la deuxième loi de Newton (voir l'annexe 20). Leur indiquer qu'ils doivent compléter un rapport d'expérience (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 11.28, 11.29, 11.38 et 11.39). Une expérience de ce genre comprend habituellement un montage dans lequel une force nette connue agit sur une masse connue. On peut mesurer l'accélération à l'aide d'une sonde de mouvement ou d'un minuteur-enregistreur, ou par analyse vidéo. On peut mesurer les forces à l'aide d'une sonde de force, d'un dynamomètre ou d'une force gravitationnelle (masse) connue.

Partie A : Masse constante, force variable

Inviter les élèves à augmenter la force en ajoutant des masses à la ficelle et à mesurer l'accélération du chariot. Ils doivent ensuite tracer le graphique de l'accélération en fonction de la force. Les élèves devaient reconnaître la proportionnalité suivante :

$$a \propto F$$

La masse totale du système doit rester constante, donc si on ajoute une certaine masse à la ficelle, il faut en enlever autant au chariot.

Partie B : Force constante, masse variable

Inviter les élèves à répéter les essais, cette fois en augmentant la masse sur le chariot. Ils doivent ensuite tracer le graphique de l'accélération en fonction de la masse. Les élèves devaient identifier la proportionnalité suivante :

$$a \propto \frac{1}{m}$$

On ne doit pas ajouter des masses à la ficelle, car il faut que la force vers le bas soit constante. On peut tout simplement augmenter la masse du chariot à chaque essai.

Les élèves devraient obtenir la relation suivante lorsqu'ils combinent les deux relations de proportionnalité :

$$a \propto \frac{F}{m} \text{ donc } F \propto m a \text{ donc } \vec{F} = k m \vec{a} .$$

Indiquer aux élèves que l'équation suivante représente la deuxième loi de Newton :

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

Puisqu'il n'existait pas encore d'unité de force lorsque cette relation de proportionnalité a été déterminée, on a défini la constante comme étant égale à 1. Expliquer aux élèves que l'unité du Système International pour la force peut être dérivée à partir de cette équation.



S3P-0-2e évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte de données, entre autres les sources d'erreur et l'écart dans les résultats;
RAG : C5, C8

S3P-0-2f enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes avec légendes, des tableaux, des graphiques, le multimédia;
RAG : C6, C7

S3P-0-2g interpréter des régularités et des tendances dans les données, et inférer ou calculer les relations linéaires entre les variables.
RAG : C3, C8

$$m = \text{kg} \text{ et } \vec{a} = \text{m/s}^2 \text{ donc } \vec{F} = \text{kgm/s}^2$$

On donne le nom newton (N) à la force nécessaire pour accélérer une masse de 1 kg à un taux de 1 m/s².

Le nom des unités de mesure commence toujours par une minuscule. Le symbole porte une majuscule si l'unité est nommée en honneur d'une personne (K, N, T,...) La seule exception est le symbole du litre qui porte une majuscule pour ne pas être confondu avec le nombre 1.

En fin

❶

Discuter des questions suivantes :

- Pourquoi était-il important que la masse du système soit toujours identique pour tous les essais de la partie I de l'expérience?
- Comment la représentation graphique aide-t-elle à déterminer les relations entre les variables lorsqu'on fait une étude scientifique?

Stratégies d'évaluation suggérées

❶

Évaluer le rapport d'expérience des élèves à l'aide d'une grille d'évaluation (voir l'annexe 21). Porter une attention particulière aux sources d'erreurs indiquées par les élèves, à la construction des graphiques et à l'analyse des relations entre les variables.

❷

Inviter les élèves à résoudre des problèmes à l'aide de la deuxième loi de Newton.



Résultats d'apprentissage spécifiques
pour le bloc d'enseignement :

Bloc F La dynamique – Force nette et diagrammes de forces

L'élève sera apte à :

S3P-3-11 définir « \vec{F}_{nette} » comme étant la somme vectorielle de toutes les forces s'exerçant sur un corps, entre autres la force de frottement, la force normale, la force gravitationnelle, les forces appliquées;
RAG : C2, D4

S3P-3-12 tracer des diagrammes de forces pour déterminer la force nette agissant sur des objets en situations diverses, entre autres les forces équilibrées et non équilibrées, les plans inclinés;
RAG : C2, C6

Stratégies d'enseignement suggérées

STRATÉGIE N° 1

En tête

Inviter les élèves à discuter des questions suivantes :

- La première loi de Newton indique qu'un objet en mouvement continue à se déplacer à moins qu'une force ne s'exerce sur lui. Si vous donnez une poussée à une petite voiture, cette dernière va-t-elle se déplacer sans arrêt?
- Si vous posez un livre sur une table, le livre ne bouge pas. Cela veut-il dire qu'il n'y a aucune force exercée sur le livre?

En quête

A) Expliquer aux élèves que la **force nette** est la somme vectorielle de toutes les forces s'exerçant sur un corps.

Revoir les questions de la section « En tête ». S'assurer que les élèves arrivent aux constatations suivantes :

- Lorsqu'on donne une poussée à une petite voiture, cette dernière va finir par s'arrêter, car la force de frottement entre les roues et la surface horizontale agit dans la direction opposée à son mouvement. S'il n'y avait aucune force agissant sur la voiture, cette dernière continuerait à se déplacer à vitesse constante. Il y a aussi la force gravitationnelle qui agit sur la voiture vers le bas, et la force normale exercée par la surface sur la voiture. Cette force est égale et opposée à la force gravitationnelle (troisième loi de Newton).

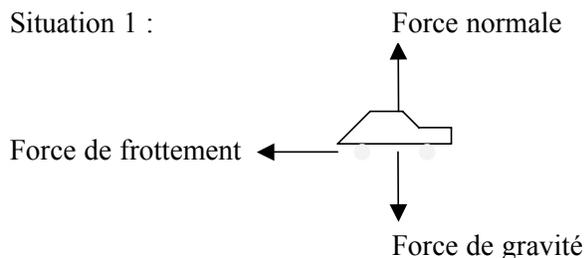
- Quand on pose un livre sur une table, ce dernier subit des forces, même s'il n'est pas en mouvement. La force gravitationnelle attire le livre vers le sol, mais la table exerce sur le livre une force égale mais en direction opposée (**force normale**). La force nette exercée sur le livre est donc nulle, et le livre ne subit aucun mouvement.

Les diagrammes de forces sont des diagrammes de vecteurs de force agissant sur un objet. Les élèves devraient tenir compte de la **force gravitationnelle**, de la **force normale**, de la **force de frottement** et des **forces appliquées** lorsqu'ils dessinent des diagrammes de forces.

Dans un diagramme de forces, la force de gravité pointe toujours vers le bas. La force normale est toujours perpendiculaire à la surface avec laquelle l'objet est en contact (en mathématique, « normale » est synonyme de « perpendiculaire »). Elle représente la force de réaction de la surface sur laquelle repose l'objet. Pour un objet sur un plan incliné, la force normale est perpendiculaire à la pente. La force de frottement est toujours parallèle à la surface de contact et s'oppose habituellement au mouvement de l'objet. Les forces appliquées représentent toute poussée ou toute traction exercée sur un objet.

B) Introduire les diagrammes de forces aux élèves pour démontrer qu'il peut y avoir plusieurs forces agissant sur un objet même si cela ne semble pas évident. Les forces s'additionnent pour donner une force nette. Inviter les élèves à dessiner un diagramme de forces pour les deux situations décrites dans la section « En tête ». Revoir ces diagrammes afin de s'assurer que les élèves ont bien compris. Les élèves devraient obtenir les diagrammes suivants :

Situation 1 :



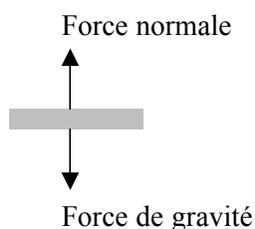
S3P-3-13 résoudre des problèmes au moyen de la deuxième loi de Newton et des équations de la cinématique dont il a été question ci-dessus (S3P-3-07), entre autres les forces appliquées sur la même droite et à angles droits;
RAG : C2, C6

S3P-0-2f enregistrer, organiser et présenter des données dans un format approprié, entre autres des diagrammes avec légendes, des tableaux, des graphiques, le multimédia;
RAG : C6, C7

S3P-0-2h analyser des problèmes au moyen de vecteurs, entre autres l'addition et la soustraction de vecteurs en lignes droites et à angle droit, les composantes des vecteurs.
RAG : C2, C3

Une fois que vous laissez aller la voiture, aucune force de poussée n'est exercée sur elle. La voiture finit par s'arrêter à cause de la force de frottement, qui s'oppose à son mouvement. La force normale et la force gravitationnelle sont de grandeurs égales mais sont exercées en direction opposée, donc elles s'annulent.

Situation 2 :



Distribuer la feuille de travail de l'annexe 22, qui présente des situations où des forces sont exercées sur un objet. Inviter les élèves à remplir cette feuille de travail et faire une mise en commun des réponses. Le corrigé figure à l'annexe 23. Revoir au besoin l'addition des vecteurs qui a été étudiée dans le bloc A. S'assurer que les élèves peuvent déterminer les composantes des vecteurs (voir l'annexe 24).

C) Inviter les élèves à résoudre des problèmes au moyen de la deuxième loi de Newton et des équations de déplacement, de vitesse vectorielle et d'accélération. Leur indiquer que les diagrammes de forces leur permettront de déterminer la force nette exercée sur un objet et que les équations présentées lors du regroupement leur permettront de résoudre les problèmes. Voir l'annexe 25 pour des exemples de ce type de problème.

En fin

Inviter les élèves à répondre à la question suivante dans leur carnet scientifique :

- Comment les diagrammes de forces peuvent-ils aider lors de la résolution de problèmes?

Stratégies d'évaluation suggérées

- Inviter les élèves à remplir une feuille de travail semblable à celle de l'annexe 22.
- Inviter les élèves à résoudre des problèmes semblables à ceux de l'annexe 25, au moyen des diagrammes de forces, et des équations de cinématique, à l'aide de la technique des notes explicatives (voir *L'enseignement des sciences de la nature au secondaire*, p. 13.14 et 13.15).
- Inviter les élèves à rédiger leurs propres problèmes et à les échanger avec un autre élève.