



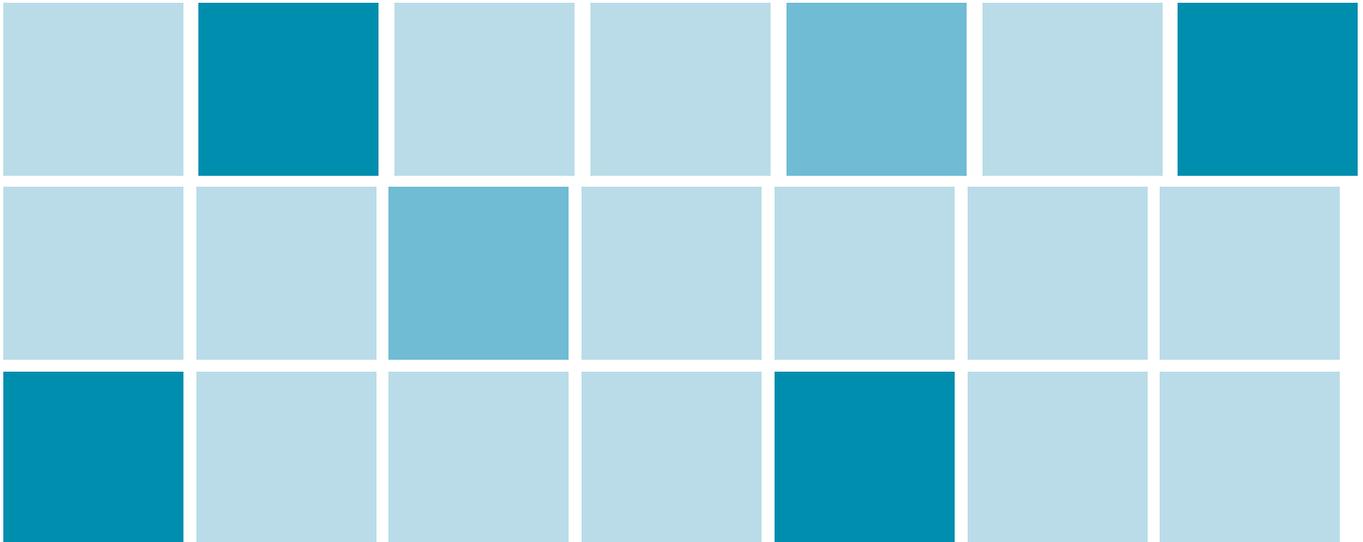
2019

CHAPITRE 2

TIMSS 2019

Grade 8-classe de 4<sup>e</sup>

Cadre de l'évaluation des sciences



**TIMSS & PIRLS**  
International Study Center  
Lynch School of Education  
BOSTON COLLEGE





## CHAPITRE 2

# TIMSS 2019 Cadre de l'évaluation des sciences

Victoria A.S. Centurino  
Lee R. Jones

### Présentation

Les enfants ont une curiosité naturelle pour le monde et la place qu'ils y tiennent. L'enseignement des sciences au primaire exploite cette curiosité et permet aux jeunes élèves de s'investir systématiquement dans des recherches sur le monde dans lequel ils vivent. Au fur et à mesure que leur compréhension des sciences se développe, les élèves du premier cycle du secondaire deviennent de plus en plus capables de prendre des décisions éclairées sur eux-mêmes et sur leur monde, de sorte que, devenus adultes, ils puissent devenir des citoyens informés capables de distinguer le fait scientifique de la fiction et de comprendre le fondement scientifique de questions sociales, économiques et environnementales importantes. Partout dans le monde, les sciences, la technologie et l'ingénierie, moteurs de l'innovation nécessaire à la croissance économique et à l'amélioration de la qualité de vie, recherchent de plus en plus de personnes qualifiées. Pour répondre à cette demande, il est important de préparer les élèves à entreprendre des études avancées dans ces secteurs.

Ce chapitre présente le cadre d'évaluation pour TIMSS sciences – Quatrième.

Le cadre de l'étude TIMSS 2019 sciences pour la classe de quatrième vient prolonger l'histoire des évaluations TIMSS commencée en 1995, soit il y a 24 ans, et qui se perpétue depuis lors tous les quatre ans. L'étude TIMSS 2019 est la septième évaluation de la série.

Le cadre de l'étude TIMSS 2019 sciences pour la classe de quatrième est globalement similaire à celui utilisé pour l'étude TIMSS 2015. Toutefois, de légères actualisations ont été apportées sur certains sujets afin de mieux refléter le programme des pays participants comme le rapporte l'*Encyclopédie TIMSS 2015* (Mullis, Martin, Goh et Cotter, 2016). L'étude TIMSS 2019 marque le passage à l'étude eTIMSS et le cadre des sciences a également été actualisé pour tirer parti des formats d'évaluation numériques et papier. L'étude eTIMSS offre un moyen d'élargir la gamme des méthodes d'évaluation incluses dans l'étude TIMSS et s'appuie en particulier sur de nouvelles approches informatiques améliorées pour l'évaluation des recherches et des investigations en science.

- Ce cadre d'évaluation des sciences de l'étude TIMSS 2019 s'articule autour de deux domaines :
- le domaine scientifique, spécifiant les contenus scientifiques évalués,
  - le domaine cognitif, spécifiant les processus de réflexion à évaluer.

La figure 2.1 montre le pourcentage cible de temps de test consacré aux domaines scientifiques et cognitifs pour l'évaluation TIMSS 2019 de quatrième.

**Exhibit 2.1 : Poids ciblé des différents domaines disciplinaires dans l'évaluation TIMSS 2019 sciences, exprimé en pourcentage**

Domaines scientifiques	Pourcentages
Biologie	35 %
Chimie	20 %
Physique	25 %
Sciences de la Terre et de l'Univers	20 %

Domaines cognitifs	Pourcentages
Savoir	35 %
Appliquer	35 %
Raisonner	30 %

En 2019, l'étude TIMSS sciences évaluera aussi les pratiques scientifiques. Ces pratiques englobent des compétences de la vie quotidienne et des aptitudes apprises en classe que les élèves utilisent systématiquement pour mener des recherches et des investigations et qui sont fondamentales pour toutes les disciplines scientifiques. L'accent est mis de plus en plus sur les pratiques et la recherche dans les programmes, normes et cadres scientifiques actuels d'un grand nombre de pays (Mullis, Martin, Goh, and Cotter, 2016).

La pratique de la science est, de par sa nature même, étroitement liée au domaine de la science étudiée et ne peut donc être évaluée isolément. Certains items de l'évaluation TIMSS 2019 sciences de CM1 et de quatrième évalueront une ou plusieurs de ces pratiques scientifiques importantes, ainsi que le contenu précisé dans les domaines de contenu et les processus de réflexion spécifiés dans les domaines cognitifs.

La section suivante de ce chapitre présente les domaines scientifiques de l'étude TIMSS 2019 sciences pour la quatrième, suivis d'une description des domaines cognitifs. Le chapitre se clôt par une description des pratiques scientifiques.

## Contenus scientifiques— grade 8 (classe de 4<sup>e</sup>)

L'évaluation TIMSS sciences pour la classe de quatrième s'appuie sur quatre domaines disciplinaires pour définir les contenus scientifiques évalués : biologie, chimie, physique et sciences de la Terre et de l'Univers. Le poids ciblé des différents domaines disciplinaires dans l'évaluation TIMSS 2019 sciences, exprimé en pourcentage, est indiqué dans la figure 2.3.

**Figure 2.3 : Poids ciblé des différents domaines disciplinaires dans l'évaluation TIMSS 2019 sciences, exprimé en pourcentage**

Domaines du grade 8	Pourcentages
Biologie	35 %
Chimie	20 %
Physique	25 %
Sciences de la Terre et de l'Univers	20 %

Chacun de ces domaines inclut différents thèmes et chaque thème comporte un ou plusieurs sujets. Chaque sujet est décrit ci-après en termes d'objectifs spécifiques, à savoir les connaissances, les capacités et les compétences attendues. Pour l'évaluation de la classe de quatrième, chaque objectif spécifique est représenté à peu près par le même nombre d'items. Les verbes d'action utilisés pour les objectifs indiquent les performances typiques attendues des élèves de quatrième sans les restreindre à un domaine cognitif particulier. Chaque objectif peut être évalué en s'appuyant sur chacun des trois domaines cognitifs (connaître, appliquer et raisonner).

### Biologie

Au huitième grade (classe de quatrième), les élèves approfondissent les connaissances fondamentales en sciences de la vie, acquises aux grades antérieurs, et développent une compréhension de la plupart des concepts les plus importants en biologie. Le domaine de Biologie inclut 6 thèmes :

- les caractéristiques et les fonctions des organismes
- les cellules et leurs fonctions
- les cycles de vie, la reproduction et l'hérédité
- la diversité, l'adaptation et la sélection naturelle
- les écosystèmes
- la santé humaine

Les concepts appris dans chacun de ces thèmes sont essentiels pour préparer les élèves à des études plus avancées. Les élèves de grade 8 (quatrième) doivent comprendre comment les structures des organismes sont reliées à leurs fonctions. Ils doivent aussi comprendre la structure

et les fonctions fondamentales d'une cellule et les processus de photosynthèse et de respiration cellulaire. À ce niveau, l'étude de la reproduction et de l'hérédité permet de construire un socle, pour des études ultérieures en biologie moléculaire et génétique moléculaire. L'apprentissage des concepts d'adaptation et de sélection naturelle donne les bases pour comprendre l'évolution. La compréhension des processus et interactions au sein des écosystèmes est fondamentale afin que les élèves commencent à réfléchir au développement de solutions aux nombreux défis environnementaux. Enfin, développer une compréhension scientifique de la santé humaine permet aux élèves d'améliorer leurs conditions de vie et celles des autres.

### Les caractéristiques et les fonctions des organismes

1. Différences entre les principaux groupes taxonomiques d'organismes :
  - A. Identifier les caractéristiques qui différencient les principaux groupes taxonomiques d'organismes (c'est-à-dire, plantes, animaux, champignons, mammifères, oiseaux, reptiles, poissons, amphibiens et insectes).
  - B. Reconnaître et catégoriser des organismes qui constituent des exemples de groupes taxonomiques majeurs (c'est-à-dire, plantes, animaux, champignons, mammifères, oiseaux, reptiles, poissons, amphibiens et insectes).
2. Structures et fonctions des principaux systèmes d'organes :
  - A. Localiser et identifier les organes principaux (par exemple, poumons, estomac, cerveau) et les composants des systèmes principaux (par exemple, système respiratoire, système digestif) dans le corps humain.
  - B. Comparer et différencier les organes et les systèmes principaux chez les humains et les autres vertébrés.
  - C. Expliquer le rôle des organes et des systèmes physiologiques principaux dans le maintien de la vie tels que ceux impliqués dans la circulation et la respiration.
3. Processus physiologiques chez les animaux :
  - A. Reconnaître les réactions des animaux aux changements externes ou internes qui permettent le maintien de conditions corporelles stables (par exemple l'augmentation de la fréquence cardiaque durant un exercice, la sensation de soif en cas de déshydratation, la sensation de faim en cas de besoin d'énergie, la transpiration quand il fait chaud, les frissons en cas de froid).

### Les cellules et leurs fonctions

1. Structures et fonctions des cellules :
  - A. Expliquer que les êtres vivants sont constitués de cellules qui assurent les fonctions vitales et se reproduisent par division.

- B. Identifier des structures cellulaires principales (c'est-à-dire la paroi cellulaire, la membrane cellulaire, le noyau, le chloroplaste, la vacuole et la mitochondrie) et décrire les fonctions principales de ces structures.
  - C. Reconnaître que les parois cellulaires et les chloroplastes différencient les cellules végétales des cellules animales.
  - D. Expliquer que les tissus, les organes et les systèmes physiologiques sont formés de groupes de cellules, qui ont des structures et des fonctions spécialisées.
2. Processus de photosynthèse et de respiration cellulaire :
- A. Décrire les processus fondamentaux de la photosynthèse (c'est-à-dire le besoin en lumière, dioxyde de carbone, eau et chlorophylle ; la production de glucose/sucre ; le rejet de dioxygène).
  - B. Décrire les processus fondamentaux de la respiration cellulaire (c'est-à-dire le besoin en dioxygène et glucose/sucre ; la production d'énergie et le rejet de dioxyde de carbone et eau).

### Les cycles de vie, la reproduction et l'hérédité

1. Cycles de vie et modèles de développement :
- A. Comparer et différencier les cycles de vie, les modèles de croissance et de développement de différents types d'organismes (c'est-à-dire mammifères, oiseaux, amphibiens, insectes et plantes).
2. Reproduction sexuée et hérédité chez les plantes et les animaux :
- A. Reconnaître que la reproduction sexuée implique la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde pour produire une descendance similaire mais non identique à chacun des parents ; relier l'hérédité des caractéristiques des organismes à la transmission de matériel génétique des organismes à leur descendance.
  - B. Reconnaître que les caractéristiques d'un organisme sont codées dans son ADN ; reconnaître que l'ADN constitue des informations génétiques localisées dans les chromosomes dans le noyau de chaque cellule.
  - C. Distinguer les caractéristiques héréditaires innées des caractéristiques acquises (ou apprises).

## La diversité, l'adaptation et la sélection naturelle

1. Variation comme base de la sélection naturelle :
  - A. Reconnaître que les variations des caractéristiques physiques et comportementales des individus d'une population donnent à certains individus un avantage pour survivre et transmettre leurs caractéristiques à leurs descendants.
  - B. Relier la survie ou l'extinction d'une espèce à son succès reproductif dans un environnement changeant (sélection naturelle).
2. Preuves de l'évolution de la vie sur Terre au fil du temps :
  - A. Tirer des conclusions sur la durée relative de l'existence de grands groupes d'organismes sur Terre en utilisant des preuves à partir de fossiles.
  - A. Décrire comment les similarités et les différences entre les espèces vivantes et fossiles fournissent des preuves des modifications des êtres vivants au fil du temps et reconnaître que les degrés de similarité des caractéristiques fournissent des preuves d'existence d'ancêtre commun.

## Les écosystèmes

1. Flux d'énergie dans les écosystèmes :
  - A. Identifier et fournir des exemples de producteurs, de consommateurs et de décomposeurs ; dessiner ou interpréter des réseaux alimentaires.
  - B. Décrire le flux d'énergie dans un écosystème (c'est-à-dire la transmission d'énergie des producteurs aux consommateurs et les pertes énergétiques lors des changements de niveaux) ; dessiner ou interpréter des pyramides énergétiques.
2. Cycles de l'eau, du dioxygène et du carbone dans les écosystèmes :
  - A. Décrire le rôle des êtres vivants dans le cycle de l'eau au sein d'un écosystème (c'est-à-dire que les plantes absorbent l'eau du sol et libèrent de l'eau à travers leurs feuilles ; les animaux boivent de l'eau et libèrent de l'eau durant la respiration et l'excrétion).
  - B. Décrire le rôle des êtres vivants dans les cycles du dioxygène et du carbone au sein d'un écosystème (c'est-à-dire que les plantes absorbent le dioxyde de carbone de l'air et libèrent du dioxygène dans l'air lors de la photosynthèse et stockent le carbone dans leurs cellules ; les animaux absorbent le dioxygène de l'air et libèrent du dioxyde de carbone dans l'air au cours de la respiration).
3. Interdépendance des populations d'organismes dans un écosystème :
  - A. Décrire et donner des exemples de compétition entre populations ou organismes dans un écosystème.
  - B. Décrire et donner des exemples de prédation dans un écosystème.
  - C. Décrire et donner des exemples de symbiose entre des populations d'organismes dans un écosystème (par exemple, oiseaux ou insectes pollinisateurs de fleurs, oiseaux mangeant des insectes sur des cerfs ou du bétail).

4. Facteurs affectant la taille de la population dans un écosystème :
  - A. Décrire les facteurs qui affectent la croissance des plantes et des animaux ; identifier les facteurs qui limitent la taille de la population (par exemple, maladie, prédateurs, ressources alimentaires, sécheresse).
  - B. Prédire comment les changements dans un écosystème (par exemple, les changements dans l’approvisionnement en eau, l’introduction d’une nouvelle population, la chasse, la migration) peuvent affecter les ressources disponibles et donc l’équilibre entre les populations.
5. Impact humain sur l'environnement :
  - A. Décrire et expliquer de quelles manières le comportement des êtres humains (par exemple, replanter des forêts, réduire la pollution de l’air et de l’eau, protéger des espèces menacées) peut avoir des effets positifs sur l’environnement.
  - B. Décrire et expliquer comment le comportement des êtres humains (par exemple, en laissant les eaux usées des usines polluer les écosystèmes aquatiques, en brûlant des combustibles fossiles qui libèrent des gaz à effet de serre et des polluants atmosphériques) peut avoir des effets négatifs sur l’environnement; décrire et donner des exemples des effets de la pollution de l’air, de l’eau et du sol sur les êtres humains, les plantes et les animaux (par exemple, la pollution de l’eau peut affecter la vie végétale et animale de l’écosystème aquatique).

## La santé humaine

1. Causes, transmission, prévention, et résistance aux maladies :
  - A. Décrire les causes, la transmission et la prévention des maladies courantes (par exemple, grippe, rougeole, paludisme, VIH).
  - B. Décrire le rôle du système immunitaire du corps dans la résistance à la maladie et la guérison (c’est-à-dire que les anticorps présents dans le sang aident l’organisme à résister aux infections et les globules blancs à lutter contre l’infection).
2. Importance de l’alimentation, de l’exercice et des autres choix de modes de vie :
  - A. Expliquer l’importance du régime alimentaire, de l’exercice et des autres modes de vie pour le maintien de la santé et la prévention des maladies (par exemple, maladie cardiaque, hypertension, diabète, cancer de la peau, cancer du poumon).
  - B. Identifier les sources alimentaires et les rôles des nutriments dans une alimentation saine (c’est-à-dire vitamines, minéraux, protéines, glucides et lipides).

## Chimie

En huitième année (classe de quatrième pour la France), l'étude de la chimie ne se limite pas à la compréhension des phénomènes de la vie quotidienne, mais développe aussi les concepts et principes de base nécessaires à la compréhension des applications pratiques de la chimie et à la poursuite d'études. Le domaine de la chimie comprend trois thèmes :

- la composition de la matière
- les propriétés de la matière
- les transformations chimiques

« La composition de la matière » porte sur la différence entre corps simples, corps composés et mélanges et sur la compréhension de la structure particulière de la matière. Ce thème comprend également l'utilisation du tableau périodique comme principe d'organisation des éléments. À un niveau plus macroscopique, le thème « les propriétés de la matière » a pour objectif de faire la distinction entre les propriétés physiques et chimiques de la matière et de comprendre les propriétés des mélanges, des solutions et des acides et des bases. Le thème « les transformations chimiques » porte sur les caractéristiques des transformations chimiques et la conservation de la matière au cours de ces transformations.

### La composition de la matière

1. Structure des atomes et des molécules :
  - A. Décrire les atomes comme étant constitués de particules subatomiques (des électrons chargés négativement entourant un noyau contenant des protons chargés positivement et des neutrons de charge nulle).
  - B. Décrire la structure de la matière en termes d'entités (atomes et molécules) et décrire les molécules comme des combinaisons d'atomes (par exemple :  $H_2O$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ).
2. Corps simples, corps composés et mélanges :
  - A. Décrire les différences entre les corps simples, les corps composés et les mélanges ; faire la distinction entre les corps purs (les corps simples et les corps composés) et les mélanges (homogènes et hétérogènes) en fonction de leur formation et de leur composition.
3. Le tableau périodique des éléments :
  - A. Reconnaître que le tableau périodique est une classification des éléments connus ; reconnaître et décrire que les éléments sont disposés dans l'ordre croissant du nombre de protons dans le noyau des atomes de chaque élément.
  - B. Reconnaître que les propriétés d'un corps simples (par exemple : métal ou non métal, réactivité) peuvent être prédites à partir de l'emplacement dans le tableau périodique de l'élément qui le constitue (rangée ou période, et colonne ou groupe/famille) et que les corps simples issus d'éléments d'un même groupe ont certaines propriétés en commun.

## Les propriétés de la matière

1. Propriétés physiques et chimiques de la matière :
  - A. Faire la distinction entre les propriétés physiques et chimiques de la matière.
  - B. Mettre en relation les utilisations des matériaux et leurs propriétés physiques (par exemple : point de fusion, point d'ébullition, solubilité, conductivité thermique).
  - C. Mettre en relation les utilisations des matériaux et leurs propriétés chimiques (par exemple : tendance à la corrosion, inflammabilité).
2. Propriétés physiques et chimiques servant de base à la classification de la matière :
  - A. Classer des espèces chimiques selon leurs propriétés physiques données ou mesurées (par exemple : masse volumique, point de fusion ou d'ébullition, solubilité, propriétés magnétiques, conductivité électrique ou thermique).
  - B. Classer des espèces chimiques selon leurs propriétés chimiques (par exemple : si l'espèce est un métal ou un non-métal).
3. Mélanges et solutions :
  - A. Expliquer comment des méthodes physiques peuvent être utilisées pour séparer les mélanges en leurs constituants.
  - B. Décrire les solutions en termes d'espèces chimiques(s) (solutés solides, liquides ou gazeux) dissoute(s) dans un solvant et relier la concentration d'une solution aux quantités de soluté et de solvant présents.
  - C. Expliquer comment la température, l'agitation et la surface en contact avec le solvant affectent la vitesse à laquelle les solutés se dissolvent.
4. Propriétés des acides et des bases :
  - A. Identifier des substances de la vie quotidienne comme étant des acides ou des bases en se basant sur leurs propriétés (par exemple : les acides ont un pH inférieur à 7 ; les aliments acides ont habituellement un goût aigre ; les bases ne réagissent habituellement pas avec les métaux ; les bases sont glissantes au toucher).
  - B. Savoir que les acides et les bases réagissent avec des indicateurs colorés pour produire différents changements de couleur.
  - C. Savoir que les acides et les bases se neutralisent mutuellement.

## Transformation chimique

1. Caractéristiques des transformations chimiques :
  - A. Différencier les transformations chimiques des transformations physiques en termes de transformation (réaction) d'une ou plusieurs espèces chimiques (réactifs) en d'autres espèces chimique (produits).
  - B. Prouver (changements de température, production de gaz, formation de précipité, changement de couleur ou émission de lumière) qu'une transformation chimique a eu lieu.

- C. Savoir que le dioxygène est nécessaire dans les réactions d'oxydation (la combustion, la rouille et le ternissement) et relier ces réactions aux activités quotidiennes (par exemple : brûler du bois, préserver les objets métalliques).
2. Matière et énergie dans les réactions chimiques :
- A. Savoir que la matière est conservée au cours d'une transformation chimique et que tous les atomes présents au début de la transformation sont toujours présents à la fin, mais qu'ils sont réarrangés pour former de nouvelles espèces chimiques.
  - B. Savoir que certaines réactions chimiques libèrent de l'énergie (sous forme de chaleur) tandis que d'autres en reçoivent, et classer les réactions chimiques habituelles (par exemple : la combustion, la neutralisation, le mélange de substances dans une poche froide chimique) comme libérant ou recevant de l'énergie (sous forme de chaleur).
  - C. Savoir que les transformations chimiques se produisent à des vitesses différentes et que la vitesse de réaction peut être affectée par le changement des conditions dans lesquelles la transformation a lieu (la surface de contact, la température et la concentration).
3. Liaisons chimiques :
- A. Savoir qu'une liaison chimique résulte de l'attraction entre les atomes d'un composé et que les électrons des atomes sont impliqués dans cette liaison.

## Physique

Comme dans le domaine de la chimie, l'étude de la physique en huitième année (classe de quatrième pour la France) ne se limite pas à la compréhension des fondements scientifiques liés aux observations quotidiennes fréquentes. Elle s'étend à l'apprentissage d'un grand nombre de concepts fondamentaux de la physique nécessaires à la compréhension des applications pratiques de la physique ou à la poursuite d'études supérieures plus tard dans la formation des élèves. Le domaine de la physique comprend cinq thèmes :

- États physiques et transformations dans la matière
- Conversion et transfert d'énergie
- Lumière et son
- Électricité et magnétisme
- Mouvement et forces

On s'attend à ce que les élèves de grade 8 (classe de quatrième) soient capables de décrire les processus impliqués dans les changements d'état de la matière et de relier les états de la matière à la distance entre les particules et à leur mouvement. Ils doivent également être capables d'identifier différentes formes d'énergie, de décrire des conversions énergétiques simples, d'appliquer le principe de conservation de l'énergie totale dans des situations pratiques et de comprendre la différence entre énergie thermique (chaleur) et température. Les élèves de ce niveau doivent également connaître certaines propriétés fondamentales de la lumière et du son, relier ces propriétés à des phénomènes observables et résoudre des problèmes pratiques liés au comportement de la lumière et du son. Dans le thème de l'électricité et du magnétisme, les élèves devraient être familiers avec la conductivité électrique des matériaux courants, la circulation du courant dans les circuits électriques et la différence entre les circuits simples en série et en dérivation. Ils devraient également être capables de décrire les propriétés et les utilisations des aimants permanents et des électro-aimants. La compréhension du mouvement et des forces par les élèves devrait inclure la connaissance des types et des caractéristiques générales des forces et du fonctionnement de machines simples. Ils doivent comprendre les concepts de pression et de densité et être capables de prédire des changements qualitatifs du mouvement d'un objet en fonction des forces agissant sur celui-ci.

### États physiques et changements dans la matière

1. Mouvement des particules dans les solides, les liquides et les gaz :
  - A. Savoir que les atomes et les molécules de la matière sont constamment en mouvement et connaître les différences de mouvement relatif et de distance entre les particules dans les solides, les liquides et les gaz ; appliquer les connaissances sur le mouvement et la distance entre les atomes et les molécules pour expliquer les propriétés physiques des solides, liquides et gaz (volume, forme, densité et compressibilité).

- B. Mettre en relation les variations de température d'un gaz aux variations de son volume et/ou de sa pression et aux variations de la vitesse moyenne de ses particules ; relier la dilatation des solides et des liquides aux variations de température en termes d'espacement moyen entre les particules.
2. Changements d'état de la matière :
- A. Décrire les changements d'état (fusion, solidification, ébullition, évaporation, condensation et sublimation) résultant d'une augmentation ou d'une diminution de l'énergie thermique.
- B. Mettre en relation la vitesse de changement d'état à des facteurs physiques (par exemple : la surface d'échange, la température de l'environnement).
3. Transformations physiques :
- A. Savoir que les transformations physiques n'entraînent pas la formation de nouvelles substances.
- B. Expliquer que la masse reste constante au cours des transformations physiques (par exemple : changement d'état, dissolution des solides, dilatation thermique).

### Conversion et transfert d'énergie

1. Les formes d'énergie et la conservation de l'énergie :
- A. Identifier les différentes formes d'énergie (par exemple : cinétique, potentielle, lumineuse, sonore, électrique, thermique, chimique).
- B. Décrire les conversions énergétiques qui ont lieu dans les processus courants (par exemple : combustion dans un moteur pour déplacer une voiture, photosynthèse, production d'énergie électrique d'origine hydraulique) ; savoir que l'énergie totale d'un système fermé est conservée.
2. Transfert d'énergie thermique et conductivité thermique des matériaux :
- A. Savoir que la température reste constante pendant la fusion, l'ébullition et la solidification, mais que l'énergie thermique augmente ou diminue pendant un changement d'état.
- B. Mettre en relation le transfert d'énergie thermique d'un objet ou d'une zone à une température plus élevée à un autre à une température plus basse au refroidissement et au chauffage ; reconnaître que les objets chauds se refroidissent et les objets froids se réchauffent jusqu'à atteindre la même température que le milieu extérieur.
- C. Savoir que la conduction, la convection et le rayonnement sont tous des types de transfert d'énergie thermique ; comparer la conductivité thermique relative de différents matériaux.

## Lumière et son

1. Propriétés de la lumière :
  - A. Décrire ou identifier les propriétés de base de la lumière (sa vitesse, la transmission dans différents milieux, la réflexion, la réfraction, l'absorption et la décomposition de la lumière blanche en ses couleurs constitutives) ; relier la couleur apparente des objets à la lumière diffusée ou absorbée.
  - B. Résoudre des problèmes pratiques impliquant la réflexion de la lumière par des miroirs plans et la formation d'ombres ; interpréter des schémas optiques simples pour identifier le trajet de la lumière.
2. Propriétés du son :
  - A. Savoir que le son est un phénomène ondulatoire causé par une vibration et caractérisé par l'intensité sonore (amplitude) et la hauteur (fréquence) ; décrire certaines propriétés de base du son (le besoin d'un milieu de propagation, la réflexion et l'absorption par les surfaces et la vitesse relative du son à travers différents milieux).
  - B. Mettre en relation des phénomènes courants (par exemple échos, entendre le tonnerre après avoir vu des éclairs) aux propriétés du son.

## Électricité et magnétisme

1. Les conducteurs et le courant électrique dans les circuits électriques :
  - A. Classer les matériaux comme conducteurs ou isolants électriques ; identifier les composants ou matériaux électriques qui peuvent être utilisés pour compléter des circuits.
  - B. Identifier les schémas représentant des circuits fermés ; identifier les paramètres qui affectent le courant électrique dans les circuits en série ou en dérivation (par exemple le nombre de piles et/ou d'ampoules).
2. Propriétés et utilisations des aimants permanents et des électro-aimants :
  - A. Mettre en relation les propriétés des aimants permanents (c.-à-d. deux pôles opposés, l'attraction/répulsion et la valeur de la force magnétique qui varie avec la distance) à leur utilisation dans la vie quotidienne (par exemple : une boussole).
  - B. Décrire les propriétés propres aux électro-aimants (c.-à-d. la valeur de force qui varie avec l'intensité du courant, le nombre de spires et le type de métal dans le noyau ; l'attraction magnétique peut être activée et désactivée ; et les pôles peuvent changer) et relier les propriétés des électro-aimants aux utilisations quotidiennes (par exemple : sonnette, usine de recyclage).

## Mouvement et forces

1. Mouvement :
  - A. Reconnaître la vitesse d'un objet comme un changement de position (distance) en fonction du temps et l'accélération comme un changement de vitesse en fonction du temps.
2. Les forces habituelles et leurs caractéristiques :
  - A. Décrire les forces mécaniques communes (par exemple : gravitationnelles, réaction du support, de frottement, élastiques, poussée d'Archimède) ; reconnaître et décrire le poids comme une force due à la gravité ; faire la différence entre les forces de contact et sans contact (par exemple : frottement, gravité).
  - B. Savoir que les forces ont une valeur et une direction ; savoir que pour chaque force d'action il y a une force de réaction égale et opposée ; connaître et décrire la différence dans la force de gravité sur un objet lorsqu'il est situé sur différentes planètes (ou lunes).
3. Effets des forces :
  - A. Décrire le fonctionnement de machines simples (par exemple : leviers, plans inclinés, poulies, engrenages).
  - B. Expliquer la flottaison et la submersion en termes de différences de densité et d'effet de la poussée d'Archimède.
  - C. Décrire la pression en termes de force et de surface ; décrire les effets liés à la pression (par exemple : la pression de l'eau augmente avec la profondeur, un ballon se dilate lorsqu'il est gonflé).
  - D. Prédire les changements qualitatifs unidimensionnels dans le mouvement (vitesse et direction) d'un objet en fonction des forces qui agissent sur lui ; connaître et décrire comment la force de frottement affecte le mouvement (par exemple : la surface de contact entre les surfaces peut augmenter les frottements et empêcher le mouvement).

## Sciences de la Terre et de l'Univers

Les sujets abordés dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences de la Terre s'appuient sur les domaines de la géologie, l'astronomie, la météorologie, l'hydrologie et l'océanographie, et sont liés à des concepts de biologie, chimie et physique. Bien que des cours séparés en sciences de la Terre incluant tous ces sujets ne soient pas enseignés dans tous les pays, les fondamentaux en sciences de la Terre ont dû être inclus dans un programme de sciences couvrant les sciences physiques et les sciences de la vie ou dans d'autres cours tels que la géographie et la géologie. L'évaluation scientifique TIMSS 2019 identifie les thèmes suivants qui sont universellement considérés comme importants à comprendre pour les élèves de grade 8 dans leur apprentissage concernant la planète sur laquelle ils vivent et sa place dans l'Univers :

- la structure et les caractéristiques physiques de la Terre
- les processus, les cycles et l'histoire de la Terre
- les ressources terrestres, leur utilisation et leur conservation
- la Terre dans le système solaire et l'Univers

Les élèves de grade 8 (classe de quatrième) devraient avoir des connaissances générales sur la structure et les caractéristiques physiques de la Terre, y compris la structure interne de la Terre et l'atmosphère.

Les élèves devraient également avoir une compréhension conceptuelle des processus, des cycles et des modèles, y compris les processus géologiques qui ont eu lieu au cours de l'histoire de la Terre, le cycle de l'eau ainsi que les modèles climatiques et météorologiques. Les élèves devraient montrer leurs connaissances des ressources terrestres, de leur utilisation et conservation, mais aussi relier ces connaissances aux solutions pratiques des problèmes de gestion des ressources. À ce niveau, l'étude de la Terre et du système solaire inclut la compréhension que les phénomènes observables sont reliés aux mouvements de la Terre et de la Lune, ainsi que la description des caractéristiques de la Terre, de la Lune et d'autres planètes.

### La structure et les caractéristiques physiques de la Terre

1. Structure et caractéristiques physiques de la Terre :
  - A. Décrire la structure de la Terre (c'est-à-dire la croûte, le manteau et le noyau) et les caractéristiques physiques de ces différentes parties.
  - B. Décrire la répartition de l'eau sur la Terre en fonction de son état physique (c'est-à-dire glace, eau et vapeur d'eau) et eau douce versus eau de mer.
2. Composants de l'atmosphère terrestre et des conditions atmosphériques :
  - A. Reconnaître que l'atmosphère terrestre est un mélange de gaz ; identifier l'abondance relative de ses composants principaux (à savoir le diazote, le dioxygène, la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone), relier ces composants aux processus quotidiens.
  - B. Relier les changements des conditions atmosphériques (c'est-à-dire température et pression) aux changements d'altitude.

## Les processus, les cycles et l'histoire de la Terre

1. Processus géologiques :
  - A. Décrire les processus généraux impliqués dans le cycle de la roche (c'est-à-dire, le refroidissement de la lave, la chaleur et la pression transformant les sédiments en roches, l'altération, l'érosion).
  - B. Identifier ou décrire les modifications de la surface de la Terre (par exemple, l'apparition des montagnes) résultant d'événements géologiques majeurs (par exemple, la glaciation, le mouvement des plaques tectoniques et les tremblements de terre subséquents et les éruptions volcaniques).
  - C. Expliquer la formation de fossiles et de combustibles fossiles; utiliser des preuves tirées des fossiles pour expliquer comment l'environnement a changé sur de longues périodes temporelles.
2. Cycle de l'eau de la Terre :
  - A. Décrire les processus du cycle de l'eau de la Terre (c'est-à-dire évaporation, condensation, transport, précipitation) et reconnaître le Soleil comme source d'énergie pour le cycle de l'eau.
  - B. Décrire le rôle du mouvement des masses de nuages et du flux d'eau dans la circulation et le renouvellement de l'eau douce à la surface de la Terre.
3. Météo et climat :
  - A. Distinguer la météorologie (à savoir, les variations journalières de la température, de l'humidité des précipitations sous forme de pluie ou de neige, de nuages et de vent) du climat (c'est-à-dire des modèles à long terme dans une zone géographique particulière).
  - B. Interpréter des données ou des cartes de modèles météorologiques pour identifier les types de climat.
  - C. Établir une relation entre les variations climatiques et saisonnières des modèles météorologiques et les facteurs globaux et locaux (par exemple, latitude, altitude, géographie).
  - D. Identifier ou décrire des preuves de changements climatiques (par exemple, les changements survenus au cours des périodes glaciaires, les changements liés au réchauffement climatique).

## Les ressources terrestres, leur utilisation et leur conservation

1. Gérer les ressources de la Terre :
  - A. Donner des exemples de ressources terrestres renouvelables et non renouvelables.
  - B. Discuter des avantages et des inconvénients des différentes sources d'énergie (par exemple, la lumière du Soleil, le vent, les courants d'eau, la géothermie, le pétrole, le charbon, le gaz, le nucléaire).
  - C. Décrire les méthodes de conservation des ressources terrestres et les méthodes de gestion des déchets (par exemple, le recyclage).
2. Utilisation des sols et des eaux :
  - A. Expliquer comment les méthodes courantes d'utilisation des sols (par exemple, agriculture, exploitation forestière, exploitation minière) peuvent affecter les sols et les ressources en eau.
  - B. Expliquer l'importance de la conservation de l'eau et décrire des méthodes permettant d'assurer la disponibilité en eau douce pour les activités humaines (par exemple, la désalinisation, la purification).

## La Terre dans le système solaire et l'univers

1. Phénomènes observables sur Terre résultant des mouvements de la Terre et de la Lune :
  - A. Décrire les effets de la révolution annuelle de la Terre autour du Soleil, étant donné l'inclinaison de son axe (par exemple, différentes saisons, différentes constellations visibles à différents moments de l'année).
  - B. Reconnaître que les marées sont causées par l'attraction gravitationnelle de la Lune et relier les phases de la Lune et éclipses aux positions relatives de la Terre, de la Lune et du Soleil.
2. Soleil, étoiles, Terre, Lune et planètes :
  - A. Reconnaître que le Soleil est une étoile qui fournit de la lumière et de la chaleur à chaque élément du système solaire ; expliquer que le Soleil et les autres étoiles produisent leur propre lumière, mais que les autres éléments du système solaire sont visibles à cause de la lumière du Soleil qui est réfléchi.
  - B. Comparer et contraster certaines caractéristiques physiques de la Terre avec celles de la Lune et d'autres planètes (par exemple, présence et composition d'une atmosphère, température moyenne de surface, présence d'eau, masse, gravité, distance au Soleil, période de révolution et de rotation, capacité à avoir de la vie); reconnaître que la force de gravité maintient les planètes et les lunes dans leurs orbites.

## Les domaines cognitifs— Grade 4 (CM1) et 8 (4<sup>e</sup>)

La dimension cognitive est divisée en trois domaines décrivant les différents processus de réflexion que les élèves devraient mobiliser lors de la réalisation des items scientifiques de TIMSS 2019. Le premier domaine, *Connaître*, concerne la capacité de l'élève à se rappeler, reconnaître, décrire et donner des exemples de faits, de concepts et de procédures qui sont nécessaires à l'établissement d'un socle scientifique solide. Le deuxième domaine, *Appliquer*, concerne l'utilisation de ces connaissances pour comparer, différencier et classer des groupes d'objets ou de matériaux ; adapter la connaissance d'un concept scientifique à un contexte spécifique ; expliquer et résoudre des problèmes pratiques. Le troisième domaine, *Raisonner*, comprend l'utilisation de preuves et de compréhension scientifique pour analyser, synthétiser et généraliser, souvent dans des situations inconnues et des contextes complexes.

Ces trois domaines cognitifs sont utilisés aux deux grades, cependant, les pourcentages indicatifs pour chaque domaine sont ajustés entre le quatrième et le huitième grade pour refléter l'accroissement des capacités cognitives, des connaissances, des savoir-faire ainsi que l'étendue et la profondeur de la compréhension des élèves du niveau supérieur.

Le pourcentage d'items impliquant des connaissances est plus élevé au grade 4 qu'au grade 8, alors que le pourcentage d'items qui demandent aux élèves de raisonner est plus élevé au grade 8 qu'au grade 4. Bien qu'il existe une certaine hiérarchie dans les processus de réflexion des trois domaines cognitifs (*Connaître /Appliquer/ Raisonner*), chacun d'entre eux contient des items représentant une gamme complète de difficulté. La figure 2.4 montre les pourcentages indicatifs en termes de temps d'évaluation pour chacun des trois domaines cognitifs aux quatrième et huitième grades.

**Figure 2.4 : Pourcentages indicatifs consacrés aux domaines cognitifs des grades 4 et 8 de l'évaluation scientifique TIMSS 2019**

Domaine cognitif	Pourcentages	
	Grade 4	Grade 8
Connaître	40 %	35 %
Appliquer	40 %	35 %
Raisonner	20 %	30 %

Pour les grades 4 et 8, chaque domaine scientifique comprend des items développés pour les trois domaines cognitifs. Par exemple, le domaine scientifique des sciences de la vie inclut, comme les autres domaines scientifiques, les trois domaines cognitifs *Connaître /Appliquer/ Raisonner*. Les sections suivantes décrivent plus en détail les processus de réflexion qui définissent ces domaines cognitifs.

## Connaître

Les items de ce domaine évaluent les connaissances des élèves sur les faits, les relations, les démarches, les concepts et le matériel scientifique. Des connaissances factuelles précises et générales permettent aux élèves de s'engager avec succès dans les activités cognitives plus complexes essentielles à l'investigation scientifique.

<b>Se rappeler / Reconnaître</b>	Identifier ou énoncer des faits, des relations et des concepts ; identifier les caractéristiques ou les propriétés d'organismes, de matériaux et de processus spécifiques ; identifier l'utilisation appropriée du matériel et des procédures scientifiques ; reconnaître et utiliser le vocabulaire scientifique, les symboles, les abréviations, les unités et les échelles.
<b>Décrire</b>	Décrire ou identifier des propriétés, des structures et des fonctions des organismes et des matériaux, ainsi que les relations entre les organismes, les matériaux, les processus et les phénomènes.
<b>Fournir des exemples</b>	Fournir ou identifier des exemples d'organismes, de matériaux et de processus qui possèdent certaines caractéristiques précises ; illustrer les énoncés de faits ou de concepts à l'aide d'exemples appropriés.

## Appliquer

Les items de ce domaine exigent des élèves qu'ils appliquent leurs connaissances des faits, des relations, des démarches, des concepts, du matériel scientifique et des méthodes dans des contextes familiers dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences.

<b>Comparer / Différencier / Classer</b>	Identifier ou décrire les similitudes et les différences entre des groupes d'organismes, des matériaux ou des processus ; distinguer, classer ou trier des objets, des matériaux, des organismes et des processus en fonction de leurs caractéristiques et de leurs propriétés.
<b>Relier</b>	Relier un concept scientifique à une propriété observée ou inférée, à un comportement ou à une utilisation d'objets, d'organismes ou de matériaux.
<b>Utiliser des modèles</b>	Utiliser un schéma (figure) ou un autre modèle pour attester de l'appropriation des concepts scientifiques, pour représenter un processus, un cycle, une relation, ou un système, ou pour trouver des solutions à des problèmes scientifiques.
<b>Interpréter des informations</b>	Utiliser des concepts scientifiques pour interpréter l'information issue d'un texte, d'un tableau, d'une image ou d'une représentation graphique.
<b>Expliquer</b>	Fournir ou identifier une explication relative à une observation ou un phénomène naturel à l'aide d'un concept ou d'un principe scientifique.

## Raisonner

Les items de ce domaine exigent des élèves qu'ils raisonnent afin d'analyser des données et d'autres informations, tirer des conclusions et utiliser leurs compétences dans de nouvelles situations. Contrairement aux applications plus directes des faits et concepts scientifiques illustrées dans le domaine « Appliquer », les items du domaine « Raisonner » impliquent des contextes moins familiers ou plus complexes. Répondre à ces questions peut impliquer plus de complexité dans l'approche ou la stratégie employées. Le raisonnement scientifique englobe également l'élaboration d'hypothèses et la conception d'investigations scientifiques.

<b>Analyser</b>	Identifier les éléments d'un problème scientifique et utiliser l'information, les concepts, les relations, les modèles et les données pertinents pour répondre aux questions et résoudre les problèmes.
<b>Synthétiser</b>	Répondre à des questions qui exigent la prise en compte d'un certain nombre de facteurs ou de concepts connexes.
<b>Formuler des questions, des hypothèses, des prédictions</b>	Formuler des questions auxquelles on peut répondre par une investigation et prédire ses résultats à partir d'informations sur sa conception ; formuler des hypothèses vérifiables fondées sur la compréhension des concepts et des connaissances issues d'expériences, d'observations et/ou d'analyses d'informations scientifiques ; utiliser des preuves et des concepts pour effectuer des prédictions sur les effets de changements dans les conditions biologiques ou physiques.
<b>Concevoir des investigations</b>	Planifier des investigations ou des procédures appropriées pour répondre à des questions scientifiques ou vérifier des hypothèses ; décrire ou reconnaître les caractéristiques d'investigations bien conçues en termes de variables à mesurer et à contrôler et de relations de cause à effet.
<b>Évaluer</b>	Évaluer différentes explications proposées ; peser les avantages et les inconvénients pour prendre des décisions sur le choix de démarches ou de matériaux alternatifs ; évaluer les résultats d'investigations au regard de la qualité des données pour établir des conclusions.
<b>Tirer des conclusions</b>	Faire des déductions valides à partir d'observations, de preuves, et/ou de compréhension de concepts scientifiques, et tirer des conclusions appropriées qui répondent à des questions ou à des hypothèses et qui démontrent une compréhension des causes et des effets.
<b>Généraliser</b>	Tirer des conclusions générales qui vont au-delà des conditions expérimentales ou des données ; appliquer des conclusions à de nouvelles situations.
<b>Justifier</b>	Utiliser des preuves et des connaissances scientifiques pour établir la rationalité des explications, des solutions aux problèmes et des conclusions à des investigations.

## Pratiques scientifiques dans TIMSS 2019

Les scientifiques s'engagent dans des recherches scientifiques en suivant des pratiques scientifiques clés qui leur permettent d'enquêter sur le monde naturel et de répondre à des questions le concernant. Les élèves en sciences doivent devenir compétents dans ces pratiques afin de développer une compréhension des démarches scientifiques. Ces pratiques incluent des compétences tirées de leur vie quotidienne et de leurs études que les élèves utilisent de manière systématique pour mener des investigations scientifiques. Les pratiques scientifiques sont fondamentales pour toutes les disciplines scientifiques. Cinq pratiques qui sont fondamentales à la recherche scientifique sont représentées dans TIMSS 2019 :

1. **Poser des questions basées sur des observations** - L'investigation scientifique inclut des observations de phénomènes dans le monde naturel. Ces observations, quand elles sont examinées ensemble avec la théorie, aboutissent à des questions qui servent à formuler des hypothèses vérifiables pour aider à répondre à ces questions.
2. **Générer des preuves** - Pour tester des hypothèses, il faut concevoir et exécuter des investigations systématiques et des expériences contrôlées afin de générer des preuves pour valider ou réfuter les hypothèses. Les scientifiques relient leurs théories à des propriétés qui peuvent être observées ou mesurées afin de déterminer les preuves à fournir, le matériel et les procédures nécessaires pour recueillir les preuves et les mesures à enregistrer.

3. **Utilisation des données** - Une fois les données collectées, les scientifiques les résument sous différentes formes visuelles et décrivent ou interprètent les tendances et explorent les relations entre variables.
4. **Répondre aux questions de recherche** - Les scientifiques utilisent des preuves tirées d'observations et d'investigations, ainsi que leurs théories pour répondre aux questions et valider ou réfuter des hypothèses.
5. **Argumenter à partir de preuves** - Les scientifiques utilisent des preuves combinées avec des connaissances scientifiques pour construire des explications, les justifier rationnellement, conclure et transposer ces conclusions à de nouvelles situations.

Ces pratiques scientifiques sont évaluées dans le contexte d'un des domaines scientifiques et en s'appuyant sur l'éventail des processus de réflexion spécifiés dans les domaines cognitifs. Certains items dans l'évaluation scientifique TIMSS 2019 des grades 4 et 8 évaluent une ou plusieurs de ces pratiques scientifiques importantes ainsi que le contenu spécifié dans les domaines de connaissances et les processus de réflexion spécifiés dans les domaines cognitifs.

## Références

Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Goh, S., & Cotter, K. (Eds.). (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>

