

**Document
d'accompagnement
du référentiel de
formation**

Enseignement agricole
Formations grandeur nature



Inspection de l'Enseignement Agricole

Classe :
Seconde générale et technologique

Enseignement :
Sciences de la vie et de la terre (SVT)

Ce document d'accompagnement est destiné aux professeurs de Biologie-Ecologie qui enseignent les SVT dans les classes de secondes GT des établissements d'enseignement agricole. Il reprend pour partie le document élaboré par le groupe SVT des Inspecteurs Généraux de l'Education Nationale à partir du travail mené par des Inspecteurs d'Académie-Inspecteurs Pédagogiques Régionaux et des professeurs de SVT de plusieurs académies.

L'enseignement du programme de SVT doit s'articuler avec celui du module d'exploration **Écologie, agronomie, territoire et développement durable, ou EATDD**. Pour ce faire, il convient de structurer les enseignements de façon à permettre une complémentarité des exemples et des méthodes lors de la mise en œuvre de l'item « *La biodiversité, résultat et étape de l'évolution* » du thème 1 de SVT et de l'objectif 4 « *Caractériser des écosystèmes dans ce territoire* » de l'EATDD.

Principes généraux du nouveau programme de SVT de seconde GT

- Une place importante laissée à la thématique de l'évolution. Il s'agit, selon les moments, soit d'un sujet d'étude en tant que tel, soit d'un outil explicatif indispensable pour comprendre la biologie en général.
- Une volonté d'associer dans la motivation des élèves les intérêts scientifiques fondamentaux et les préoccupations personnelles plus appliquées. C'est ainsi que les trois grandes thématiques qui organisent l'écriture du programme déclinent trois motivations :
 - **La science et l'envie de comprendre** pour le thème « *la Terre dans l'univers, la vie et l'évolution du vivant* » ;
 - **L'environnement planétaire dans une perspective de développement durable** pour le thème « *grands enjeux planétaires contemporains* » avec, en plus de la préoccupation culturelle pour tous, une perspective vers l'univers-métier de l'aménagement et de la gestion de l'environnement ;
 - **Le propre corps et la santé** pour le thème « *corps humain et santé* » avec en plus de la préoccupation culturelle pour tous, une perspective vers l'univers-métier des professions de la santé.
- Le souci de rendre plus stable que par le passé la maîtrise des fondamentaux au sortir du lycée. Pour cela, le choix est fait de construire les concepts progressivement, afin de pouvoir revenir sur un même sujet, en le précisant davantage à chaque fois. En présentant un panorama assez large, le programme de SVT de seconde GT permet de plus aux apprenants de stabiliser un certain nombre de fondamentaux étudiés au collège. D'une façon générale, la continuité des apprentissages avec le collège est affirmée notamment par la référence au socle commun.
- L'affirmation de l'ouverture de la discipline sur les autres champs de connaissance, scientifiques ou non.
- Un affichage des spécificités de l'enseignement de SVT dans le préambule, dont l'importance doit être notée.

Parts respectives de la nouveauté et de la stabilisation des acquis antérieurs

Le tableau ci-dessous présente les parts respectives de la stabilisation des acquis du collège et de la nouveauté dans le nouveau programme de SVT de seconde GT.

	Stabilisation des acquis du collège	Nouveautés
Les conditions de la vie, une particularité de la planète Terre		Présentation très générale. Il ne peut être question de traiter la planétologie comme dans le précédent programme.
Nature du vivant	Stabiliser les connaissances de biochimie simple du collège. Métabolisme : réactions chimiques de la cellule. Cellule observée au microscope optique, ordre de grandeur. Génome dans le noyau, ADN.	Mutant (phénotype) pour discussion génotype / milieu. Mutant = variant d'ADN (sans analyse moléculaire); existence d'un code; double hélice. Introduction des particularités cellulaires visibles au microscope électronique, ordres de grandeur.
Biodiversité, résultat et étape de l'évolution	Définition biodiversité. Modification au cours du temps et influence de l'homme. Sélection des plus adaptés.	Existence d'outils de détermination (approche naturaliste). Dérive et combinaison avec la sélection (simple présentation).
Le soleil : une source d'énergie indispensable	Nutrition des végétaux	Bilan de la photosynthèse. Importance à l'échelle planétaire. Relation biomasse / combustible fossile. Relation science / exploitation Combustion / cycle du carbone Devenir global de l'énergie solaire.
Le sol : un patrimoine durable	Le sol milieu vivant, origine mixte	Lenteur de formation, rapidité et facilité de dégradation. Notion de quantité limitante / facteur limitant Agriculture = utilisation de la photosynthèse, des sols, de l'eau pour satisfaire des besoins de l'être humain.
Des modifications physiologiques à l'effort	Effort / augmentation de la consommation de O ₂ et de la fréquence cardiaque, débit ventilatoire / consommation de nutriment et d'O ₂ . Organisation anatomique cœur et circulation Santé	VO ₂ / VO ₂ max Paramètre supplémentaire : PA Quantification plus précise.
Une boucle de régulation nerveuse		Notion de boucle à partir de la seule boucle barorécepteur / centre / fréquence cardiaque Échappement à l'effort
Pratiquer une activité physique en préservant sa santé	Idées simples sur le muscle.	Éducation à la santé

La majeure partie **des objectifs cognitifs** de ce nouveau programme vise à assurer une stabilisation des acquis du collège. L'atteinte **des objectifs de formation intellectuelle** nécessite la mise en œuvre des méthodes propres aux sciences, comme la démarche d'investigation ou la pratique expérimentale.

Le professeur établit la programmation annuelle de son choix, en veillant à ce qu'elle lui permette d'atteindre l'ensemble des objectifs de formation. Il organise les séquences comme il le souhaite, en choisissant les aspects qu'il présente plus rapidement et ceux pour lesquels il met en œuvre une démonstration argumentée détaillée. Bien qu'il n'y ait plus de thème au choix, la latitude de l'enseignant se retrouve dans la possibilité de développer plus ou moins l'argumentation sur tel ou tel point.

Afin que les trois thématiques soient abordées de façon équilibrée, leur durée respective de mise en œuvre ne sera pas inférieure à un quart de l'année.

Liste des activités pratiques possibles

Les séances de travaux pratiques sont des séances d'enseignement à part entière. Elles ont plusieurs objectifs :

- **Des objectifs de savoir-faire**, qui leur sont spécifiques ;
- **Des objectifs de savoirs** ;
- **Des objectifs de savoir-être**.

Lors d'une séance de travaux pratiques, l'apprenant est mis en présence d'un objet d'étude qu'il aborde concrètement en mettant en œuvre **une démarche d'investigation présentée** (voir annexe). Cette approche est susceptible d'éveiller curiosité et intérêt et constitue à ce titre une entrée motivante à l'acquisition des savoirs. Quelle que soit l'activité choisie, il ne s'agit pas pour l'apprenant d'appliquer simplement des consignes, mais aussi de démontrer qu'il comprend le cheminement suivi. C'est la condition nécessaire à une réelle construction individuelle des connaissances et à un enrichissement des compétences méthodologiques et techniques.

La séance de travaux pratiques étant intégrée à l'enseignement, elle donne lieu à une trace écrite, élaborée et conservée par l'élève, qui rend compte du travail réalisé et consigne les notions dégagées sous forme d'un bilan élaboré de façon collective. Pour limiter la redondance et permettre une construction harmonieuse des savoirs et des savoir-faire, les différents points à acquérir sont répartis entre les activités et les réflexions réalisées en commun. Les différents écrits se complètent, mais ne se répètent pas. Les écrits bilans font référence aux résultats obtenus lors des travaux pratiques, qui servent ainsi de base aux synthèses élaborées collectivement.

Au cours des séances de travaux pratiques, le travail est le plus souvent réalisé en binôme, ce qui permet réflexion commune et confrontation. Cela ne justifie cependant pas la réalisation d'un compte-rendu unique par binôme : cette pratique ne permet pas d'apprécier les difficultés individuelles, que ce soit sur le fond ou sur les aspects rédactionnels.

La liste ci-dessous propose un ensemble d'activités pouvant être mises en œuvre avec les apprenants. Il est évident qu'il est hors de question de se fixer pour objectif de les mettre toutes en œuvre. Cet inventaire, évidemment non exhaustif, a pour but de montrer que les possibilités d'activités pratiques sont très nombreuses et variées. Certaines activités pourront être mise en œuvre sous forme d'**ateliers**, ou de **séances mosaïques**¹.

Thème 1 - La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée

Les conditions de la vie : une particularité de la Terre ?

Utilisation de banques de données numériques

- Place de la Terre dans le système solaire
Réalisation d'un graphique à 3 variables, distance au Soleil, densité, taille, avec un tableur pour mettre en évidence les 2 groupes de planètes et situer la Terre parmi les planètes telluriques.
Recherches documentaires "internet" par thèmes : 1 atelier par thème. Constitution d'un rapport numérique.
Présentation à la classe. Débat-bilan.
Utilisation du logiciel VUE pour découvrir les principaux objets du système solaire et les classer selon la méthode d'emboîtement.
- Modélisation de la relation entre énergie reçue et distance de la source
Mesure EXAO à l'aide d'un luxmètre.
Mise en évidence de la relation entre énergie reçue et distance de la source, puissance lumineuse émise, nature du rayonnement.
- Facteurs conditionnant la température de surface d'une planète
Construction avec un tableur la courbe des températures de surface réelles en fonction de la distance au soleil et confronter les résultats à la courbe théorique.
Mise en évidence de l'influence de l'atmosphère et de l'effet de serre.
- Relation atmosphère-gravité :
Utilisation d'un tableur pour calculer la gravité de différentes planètes puis confrontation des résultats théoriques à la pression atmosphérique réelle.

Utilisation de protocoles expérimentaux

- États de l'eau
Réalisation d'une expérience montrant que les états de l'eau dépendent de la pression et de la température.
- Modélisation de l'effet de serre
Expérience ExAO possible, **souvent peu fiable, critiquable et en limite du programme**. Cela peut être l'occasion de développer le sens critique des élèves.

¹ Lors d'une **séance mosaïque**, chaque apprenant, ou groupe d'apprenants, ne réalise qu'une partie du travail d'investigation. Les résultats obtenus sont ensuite mis en commun : leur mutualisation permet de proposer une réponse à la problématique initiale. Les investigations réalisées par chaque apprenant, ou groupe d'apprenants, testant une même compétence, les acquis méthodologiques et techniques sont les mêmes pour tous.

La nature du vivant : Les éléments chimiques des êtres vivants

Utilisation de banques de données numériques

- Particularités des éléments chimiques constituant les êtres vivants
Étude comparative de quelques molécules composant les êtres vivants à l'aide du logiciel Rastop : silicates, glucides lipides protides, eau, CO₂.
Catégorisation d'échantillons de molécules.
Production de documents numériques composites associant résultats graphiques et captures d'images de modèles moléculaires.

Utilisation de protocoles expérimentaux et observation

- Mise en évidence expérimentale
Comparaison de la matière inerte et de la matière vivante animale ou végétale : mesure de la masse fraîche, de la masse sèche, de la masse après minéralisation, expression graphique des résultats obtenus avec Excel.
Mise en évidence des différentes sortes de molécules dans des cellules à l'aide de réactifs spécifiques
Caractérisation de la présence d'azote et de soufre dans les protéines à l'aide de réactions spécifiques.

La nature du vivant : Les cellules : unités de fonctionnement et de structure

Utilisation de protocoles expérimentaux et de banques de données numériques

- Métabolisme contrôlé par le patrimoine génétique et l'environnement
Utilisation du kit de levures ADE+/- : mise en évidence des deux phénotypes, mise en évidence de l'influence de l'environnement, comparaison de la séquence du gène ADE+ / ADE- avec le logiciel Anagène.

Utilisation de banques de données numériques

- Parenté des êtres vivants déduite de l'ultra structure des cellules :
Exploitation des modèles moléculaires numériques obtenus précédemment.
Utilisation du logiciel VUE pour esquisser une classification en groupes emboîtés.
Mise en perspective possible avec un arbre construit avec **phylogène**.

Utilisation de protocoles expérimentaux

- Métabolisme contrôlé par le patrimoine génétique
Cultures de levures en milieu liquide : *Saccharomyces* c. LAC- et *Saccharomyces boulardii* LAC+, manipulation ExAO possible.
Petits pois ridés / petits pois lisse : description du phénotype macroscopique, observation microscopique lugol, lien entre phénotype macroscopique et phénotype métabolique = capacité à synthétiser de l'amidon.
- Le métabolisme contrôlé par l'environnement
Cultures d'euglènes dans deux conditions, lumière et obscurité, puis expérience ExAO montrant des métabolismes différents : autotrophie et hétérotrophie.
- Échanges de matière au travers des membranes cellulaires
Étude de la turgescence et de la plasmolyse.
Utilisation d'acétate d'ammonium avec les cellules à anthocyanes
- Mise en évidence du contrôle du métabolisme par le patrimoine génétique
Cultures de levures "petites" et "grandes".
- Mise en évidence des transformations chimiques dans la cellule
Culture de levures sur milieu minéral ou organique, mesure des populations par EXAO ou par comptage, lien entre les résultats obtenus et le milieu de culture.
- Échange d'énergie et activité métabolique des cellules :
Mesure de la température au sein de cultures de levure en milieu aérobie et anaérobie.

Observations

- Échanges de matière au travers des membranes cellulaires
Étude de la turgescence et de la plasmolyse.
- Diversité et unité au niveau cellulaire
Réalisation de préparations microscopiques, observation de cellules variées.
Vidéo microscopie, traitement d'images, détourages pour identifier des caractères communs et des spécificités.
- Mise en évidence de l'activité métabolique cellulaire
Vert janus et bleu de méthylène sur levures.
Nitrate d'argent sur cellules chlorophylliennes.

La nature du vivant : Information génétique et ADN

Utilisation de banques de données numériques

- Mutations
Utilisation d'ANAGENE pour comparer deux allèles, dont un muté, d'un même gène.
- Universalité de l'ADN

Utilisation de Rastop pour identifier les caractères invariants et variants de l'ADN extrait de différents êtres vivants, mettre en évidence la variabilité de la séquence, ou structure primaire, et la constance de la structure secondaire de la molécule d'ADN.

Construction d'une maquette à l'aide de modèles moléculaires.

Réalisation d'une schématisation par dessin vectoriel.

Utilisation de protocoles expérimentaux

- Expérience de transgénèse
Utilisation d'un kit, comme le Kit APBG, si les conditions réglementaires de sécurité sont respectées.
- Atelier à l'École de l'ADN
- Participation à une séance permettant de réaliser une transgénèse ou une empreinte génétique.
- Participation au projet « *génom*e à l'école » en développement dans le cadre de l'opération sciences à l'école.
- Extraction de l'ADN de plusieurs êtres vivants pour mettre en évidence leurs propriétés communes : mise en place d'une activité mosaïque.

La biodiversité, résultat et étape de l'évolution

Utilisation de banques de données numériques

- Évaluation de la biodiversité locale ou régionale
Utilisation de bases de données naturalistes en ligne, comme celles disponibles sur le site du MNHN, contribution à ces bases de données, étude de la biodiversité d'une région.
- Groupes zoologiques fondés sur les ressemblances
Réalisation d'arbres phylogénétiques ou de groupes emboîtés avec Phylogène, ou VUE pour les groupes emboîtés.
- Dérive génétique:
Jeux de simulation : modèles numériques de multiplication d'entités numériques et/ou réelles.

Utilisation de protocoles expérimentaux

- Impact de l'activité humaine sur la biodiversité
Comparaison de la microfaune d'un sol forestier et d'un sol agricole.
Mise en évidence de l'influence des haies en milieu agricole.
Bilan des travaux d'éco ingénierie dans des parcs nationaux.
Autres activités locales ou régionales.
- Plans d'organisation communs
Séance mosaïque de dissection de différents vertébrés et d'un représentant d'un extragroupe, arthropode ou échinoderme, puis identification de caractères communs aux vertébrés.
- Dérive génétique
Utilisation d'un modèle analogique à base de tirage aléatoire de jetons de couleurs.
- Dérive génétique et sélection naturelle
Étude du cas du grillon champêtre et du grillon polynésien, dont le mâle ne stridule pas.
- Évolution de la biodiversité en fonction des changements climatiques
Extraction et identification des pollens d'une colonne de tourbe, avec comparaison à deux niveaux de prélèvement.
Réalisation, à l'aide d'un tableur, de diagrammes polliniques à partir de banques de données.
Suivi de l'évolution de la répartition des espèces méditerranéennes en Europe au cours de l'ère quaternaire.

Observations

- Biodiversité à l'échelle locale
Sortie sur le terrain, inventaire floristique et faunistique
Évolution de la biodiversité d'une mare au cours du temps, comptage.
- Diversité génétique au sein des espèces
Étude statistique de la répartition des deux phénotypes, rose et blanc, de *Centranthus ruber*.
Étude des phénotypes des individus d'une collection de coléoptères actuels
Étude des phénotypes des individus d'une collection de coquilles de gastéropodes, participation au projet *Cepea* du MNHN.

Thème 2 - Enjeux planétaires contemporains : énergie, sol

Le soleil : une source d'énergie essentielle

Utilisation de banques de données numériques

- Mise en évidence de l'augmentation récente du CO₂ atmosphérique
Exploitation de banques de données relatives à l'évolution de la teneur atmosphérique en CO₂ puis réalisation d'un graphique à l'aide d'un tableur. Travail possible en ateliers : utilisation des données différentes pour chacun des groupes.

- Étude de la transformation de différents sucres en alcool par fermentation alcoolique
Mise en évidence d'une fermentation alcoolique à partir de sucres fermentescibles comme le glucose (*Saccharomyces*) ou non fermentescible comme l'amidon (*Schwanniomyces*) ou la cellulose : réalisation des mesures, à l'aide d'un dispositif ExAO ou autre, traitement des résultats à l'aide d'un tableur informatique.
- Étude des particularités de la circulation générale des masses d'air
Analyse d'images satellitaires dans différentes longueurs d'onde de façon à identifier les contrastes thermiques, les mouvements de masse d'air.
Construction d'un modèle global de circulation atmosphérique auquel les circulations océaniques peuvent être intégrées.
- Mise en évidence du couplage courants océaniques / atmosphériques
Détermination de la direction et du sens d'un courant marin superficiel par exploitation de données GPS. Confrontation avec direction et sens du vent, avec exploitation d'animations satellitaires.
Analyse d'une image satellitaire montrant un upwelling dynamique : effet du mistral sur les eaux de surface par exemple.

Utilisation de protocoles expérimentaux

- Mise en évidence de la production de matière organique
Mise en évidence de production d'amidon au niveau de feuilles vertes ou de feuilles panachées, en présence ou absence de lumière, dans une atmosphère riche, ou dépourvue, en CO₂.
Mise en culture d'algues chlorophylliennes dans différentes conditions de milieu, mesure de la croissance des cultures à l'aide d'une sonde spectrophotométrique ExAO ou par comptage par densité optique au microscope. Traitement des mesures à l'aide d'un tableur informatique.
- Exploitation de cartes géologiques
Étude de cartes de bassins houillers français.
Modélisation analogique de la subsidence en distension.
Mise en évidence de l'importance du jeu des failles normales.
- Mise en évidence des particularités des roches combustibles fossiles
Extraction des spores et/ou des grains de pollens d'un combustible fossile
Séparation des constituants d'un échantillon de pétrole ou de liquide de suintement de schistes bitumineux par chromatographie d'adsorption.
Mesures de la porosité de différentes roches sédimentaires afin de déterminer la nature pétrographiques des roches susceptibles de constituer des réservoirs à hydrocarbures.
Modélisation analogique de la détection des roches réservoirs à hydrocarbures par les variations de vitesse de propagation des ondes acoustiques enregistrées et mesurées à l'aide d'un dispositif ExAO : capteurs piézométriques-logiciel Audacity.
Détermination des conditions nécessaire à la fabrication d'hydrocarbures : réalisation d'une expérience de fermentation lente, d'une durée d'une semaine minimum, en mettant des débris végétaux sous couche argile + eau. Mise en évidence des gaz et des hydrocarbures produits.

Modélisation de pièges à pétrole à l'aide de cuves transparentes contenant du sable imbibé de pétrole à lampe coloré au bleu de méthylène, recouvert d'argile ou de pâte à modeler.

Combustion de fusain dans l'air ou dans le dioxygène, combustion du pétrole ou du charbon dans l'air. Recueil et identification de certains gaz libérés. Recueil et caractérisation des goudrons.

- Mesure des capacités calorifiques de biomasses
Combustion dans un dispositif approprié de biomasses dans différents états d'évolution ou de transformation.
- Modélisation de l'inégale répartition de l'énergie solaire
Utilisation d'un globe terrestre et d'un faisceau lumineux : estimation de la quantité d'énergie reçue par unité de surface, variant selon la latitude.
Analyse de l'énergie reçue en surface terrestre sur une maquette analogique avec EXAO.
- Mise en évidence de l'origine solaire des mouvements des enveloppes fluides
Modélisations analogiques des courants de convection entre deux masses, d'air ou d'eau, de températures différentes.

Observations

- Observations microscopiques
Cellules chlorophylliennes cultivées dans différentes conditions. TP mosaïque possible.
Mise en évidence de différentes molécules organiques dans les organes de réserve des végétaux.
Mise en évidence de différentes molécules organiques dans les tissus végétaux : observation de coupes de tiges et/ou de racines.
- Caractéristiques d'un gisement de biomasse fossiles
Sortie sur le terrain, visite de musée d'anciennes mines de charbon.
Identification de failles normales sur le terrain. Mesure du rejet à l'aide de la croix du bucheron. Observation des différents éléments d'un cyclothème d'un bassin paralic ou limnique : grès – charbon.
- Origine biologique des combustibles fossiles
Identification de restes organiques fossiles dans des échantillons de lignite et/ou de charbon.
- Comparaison de la flore tropicale actuelle et de celle du crétacé supérieur et du carbonifère
Étude des empreintes ou restes de végétaux du lignite et du charbon. Identification des groupes végétaux concernés.

Reconstitution des paléoenvironnement ayant présidé à la genèse des gisements de combustibles fossiles : introduction du principe de l'actualisme.

- Conservation et la transformation de la matière organique
Réalisation et/ou observation de carottes de tourbe ou de boues sapropéliques dans une vasière ou un marécage.

Le sol : un patrimoine durable ?

Utilisation de banques de données numériques

- Recherche puis confrontation de données SIG, système d'information géographique, sur la répartition des sols cultivables et de l'eau.
- Travail à l'aide du site www.education-developpement-durable.fr donnant accès à des ressources relatives à « La biomasse végétale = une source de nourriture et d'agro carburants ».

Utilisation de protocoles expérimentaux

- Les constituants d'un sol
Mise en évidence des fractions minérales et organiques d'un sol par déshydratation, combustion et pesée.
- Relation entre roche mère et fraction minérale du sol
Comparaison, à partir d'une étude de terrain et d'observations au laboratoire, de la nature de la fraction détritique minérale d'un sol avec la composition minéralogique de la roche mère. Émission d'hypothèses sur la formation d'un sol.
Identification des principaux ions présents dans le sol étudié précédemment, confrontation des résultats à l'étude de la composition minéralogique de la roche mère. Émission d'hypothèses sur les réactions d'altération de la roche mère.
Ce travail peut être fait sous forme mosaïque, en étudiant plusieurs sols.
- Importance de l'eau
Action de l'eau chargée ou dépourvue en CO₂ sur les carbonates. Relation à établir avec des observations locales : érosion de paysages calcaires, argiles de décalcification.
Mesure de la porosité et de la perméabilité de différents sols.
Détermination du potentiel hydrique d'un sol, comparaison du potentiel hydrique d'un sol argileux et d'un sol sableux.
- Importance de la microflore et de la microfaune d'un sol
Mise en évidence la dégradation de la matière organique sous l'action des bactéries du sol.
- Propriétés d'un sol cultivable
Détermination des propriétés des sols cultivables : aération, capacité de rétention, complexes argilo-humiques.

Observations

- Importance de la microflore et de la microfaune d'un sol
Étude et détermination de la microfaune avec l'appareil de Berlèse.
Observation de la microflore du sol : mycélium sur les feuilles.

Thème 3 - Corps humain et santé : l'exercice physique

Des modifications physiologiques à l'effort

Utilisation de banques de données numériques

- Quantifier l'effort et en évaluer le coût énergétique
Estimation du travail réalisé et de la puissance développée lors de l'effort : flexions, déplacement d'haltères.
Estimation du rendement énergétique à partir de l'excès de V.O₂ consommé (ExAO).
Lien entre l'augmentation de la consommation de dioxygène lors d'un effort et la dépense énergétique supplémentaire, à l'aide du coefficient thermique de l'oxygène.
Comparaison entre la dépense énergétique supplémentaire occasionnée par une activité physique et l'apport énergétique de certains aliments, ou certaines boissons, à l'aide d'un tableur.
- Mise en évidence des modifications physiologiques liées à l'effort
Mise en relation des modifications des échanges respiratoires et de la fréquence cardiaque au cours de l'effort : suivi de la consommation d'O₂, mesure des volumes d'air inspirés, mesure de la fréquence cardiaque dans des situations variées à l'aide d'un dispositif ExAO.
Mise en relation des modifications de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle au cours de l'effort : mesures fréquence cardiaque et pression artérielle au repos et dans des situations d'activité variées, à l'aide d'un dispositif ExAO et/ou d'un sphygmomanomètre (voir sur le site <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/pressio.htm>) et/ou avec un tensiomètre de poignet.
Mesure de l'indice de Ruffier à l'aide du site <http://www.didier-pol.net/1COEUR.html>
Utilisation possible de logiciels dédiés proposés par les fournisseurs spécialisés.
Évaluation de la vitesse maximale aérobie (VMA) par des tests d'endurance.

- Calculer ou estimer les paramètres énergétiques liés à l'effort
Calcul du coût énergétique d'un effort à l'aide du site : <http://entrainement-sportif.fr/calories.htm>.
Calcul de la puissance d'un exercice à l'aide du site : http://www5.ac-lille.fr/~svt/exaojmm/Default_prog.htm.
Détermination d'une ration énergétique en fonction du travail physique à l'aide du logiciel gratuit disponible à l'adresse suivante : <http://wwwppeda.free.fr/logiciels/mcdo.htm>

Une anatomie permettant de répondre à l'effort

Utilisation de banques de données numériques

- Exploitation d'outils de simulation physiologique.
Simulation du fonctionnement du cœur humain et de la circulation sanguine : <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/perez/coeur/coeurpp.htm>
Simulation du fonctionnement de l'appareil pulmonaire humain : <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/perez/pulmo/pulmo.htm>
<http://www.ac-nice.fr/svt/productions/2ao/respi/respi.swf>
<http://pagesperso-orange.fr/jourdan.eric/log/anatomie.htm>
Simulation de prises de sang : <http://ww2.ac-poitiers.fr/svt/spip.php?article414>
Simulation d'affections cardiovasculaires et pulmonaires : <http://pagesperso-orange.fr/jourdan.eric/log/anatomie.htm>

Utilisation de protocoles expérimentaux

- Dissection du cœur complétée d'expériences d'injections
<http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/coeurmouton/mouton.html>
- Utilisation de modèles anatomiques et de maquette de circulation en série et en parallèle.

Observations

- Observer le réel :
Dissection d'un cœur,
Observation d'un ensemble cœur/poumon,
Observation microscopique de coupes de vaisseaux sanguins.

Une boucle de régulation nerveuse

Utilisation de banques de données numériques

- Rôle du système nerveux dans le contrôle de la fréquence cardiaque
Étude de l'automatisme cardiaque chez l'embryon de poule : comparaison de la fréquence au 3^e et au 6^e jour d'incubation, soit avant et après la maturation du système nerveux.
Traitement mathématiques des mesures obtenues à l'aide d'un tableur.
- Contrôle nerveux de la fréquence cardiaque
Exploitation de logiciels de simulations des effets de sections, de stimulations.
Réalisation par étapes d'un schéma numérique fonctionnel.
- Exploitation d'outils de simulation physiologique
Cédérom « la Pression artérielle » (CNED) http://svt.ac-dijon.fr/logisvt/article.php3?id_article=57
Animation « la régulation du fonctionnement cardiaque »
http://www.ac-creteil.fr/biotechnologies/doc_heartregulation.htm
Simulation de la régulation du rythme cardiaque <http://svt.ac-creteil.fr/spip.php?article630>
Simulation de la régulation de la pression artérielle
<http://appli-etna.ac-nantes.fr:8080/peda/disc/svt/regulation/>
- Histoire d'un raisonnement
Historique de la mesure de la pression artérielle : <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/PA/ensPA.htm>
Découverte de la circulation : <http://www.svt.ac-aix-marseille.fr/outils/experimentation/harvey.htm>

Utilisation de protocoles expérimentaux et observation

- Mise en évidence d'une voie nerveuse
Dissection visant à mettre en évidence le nerf pneumogastrique chez la souris.

Pratiquer une activité physique en préservant sa santé

Utilisation de banques de données numériques

- Utiliser des fichiers moléculaires
Mettre en relation la structure de molécules dopantes, comme la THG, de molécules biologiques, comme les hormones sexuelles, et de récepteurs hormonaux associés pour comprendre le mode d'action des dopants.

- Explorer l'imagerie médicale et scientifique.
Observation d'images de la rotule atteinte ou non de différentes pathologies : <http://www.lecosp.fr/genou/instabilite-rotule-main.htm>.
Observation microscopiques de la contraction de fibres musculaires de criquet, avec ou sans CaCl₂ : site You Tube
Contraction musculaire criquet [vidéo 1](#) + [vidéo 2](#).
Compréhension des mécanismes de la contraction musculaire :
<http://prevost.pascal.free.fr/theorie/muscle/contraction.htm>
- S'informer sur les pratiques inadaptées ou dangereuses
Compréhension des effets de l'EPO : <http://www.volodalen.com/23dopage/dopage5.htm>.
compréhension des effets des stéroïdes :
<http://www.irbms.com/rubriques/Dopage/steroides-anabolisants.php>.
Site d'information médicale <http://www.nantes-mpr.com/index.html>.
Site d'information sportive <http://entrainement-sportif.fr/>
- Adopter une attitude responsable face aux pratiques inadaptées ou dangereuse
Recherche d'informations sur les sites suivants :
Agence mondiale anti-dopage <http://www.wada-ama.org/fr/>.
Site du ministère de la santé et des sports <http://www.santesport.gouv.fr/index.htm>.
Agence française de lutte contre le dopage <http://www.afld.fr/index.php>
DVD « le trivial prévention » <http://www.trivial-prevention.fr/15-trivial-prevention-dopage>
Malette pédagogique de l'agence mondiale anti-dopage
<http://www.wada-ama.org/fr/Sensibilisation/Mallettes-educatives/>
- Envisager les métiers du sport et de la santé
Recherche d'informations sur le site de l'ONISEP :
<http://www.onisep.fr/onisep-portal/portal/group/gp/page/accueil.espace.metiers>

Utilisation de protocoles expérimentaux et observations

- Caractériser l'organisation des structures concernées
Observation de l'articulation d'une patte de bœuf ou de mouton.
Dissection d'une cuisse de grenouille ou de lapin.
Dilacération d'un muscle, observation microscopique de fibres musculaires.
Observation de la contraction de fibres musculaires du crabe au microscope.
- Réalisation d'un modèle analogique
Conception d'un modèle analogique de l'effet de la contraction du muscle sur les segments osseux.
Utilisation du modèle ainsi conçu.
Conclusion sur les faits ainsi mis en évidence.

Bibliographie, sitographie et vidéographie

Informations générales

- **Programmes de sciences de la vie et de la Terre** pour les classes de sixième, de cinquième, de quatrième et de troisième du collège, Bulletin officiel de l'Éducation Nationale, numéro spécial n° 6 du 28 août 2008.
- **Site national « outil pour les activités pratiques »** : ce site propose des ressources utilisables pour la réalisation de ces activités pratiques au quotidien soit en cours d'apprentissage, soit en fin de formation. La banque proposée ne contient pas de démarches de séance de travaux pratiques, celles-ci restant pour leur part de la seule responsabilité des enseignants. Les supports mis en ligne cherchent à favoriser des stratégies d'apprentissage conduisant à une meilleure acquisition des compétences, une plus grande autonomie et une responsabilisation des apprenants.
Adresse du site :
<http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/1svtacc.php>, rubrique « outils pour les activités pratiques
- **Site national « Risques et sécurité au laboratoire de SVT et de Biologie Écologie »** : ce site propose aux enseignants des ressources relatives à la mise en œuvre de la biologie Écologie et des SVT dans des conditions optimales de sécurité.
Adresse du site :
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/labo/securite_svt/
- **Sites académiques de SVT** : chacun de ces sites propose aux enseignants des ressources pédagogiques en lien avec le programme de SVT de seconde GT, et les autres programmes de SVT, conçues par des enseignants et validées par les Inspecteurs d'Académie, Inspecteurs Pédagogiques Régionaux.

THEME 1

Item 1

Bibliographie

Le Soleil, la Terre... la vie. La quête des origines, R. Pascal, H. Martin, M. Gargaud, éd Belin

Les météorites, M. Gounelle, éd PUF 2009

Les météorites de France: Guide pratique, P. Pelé, éd Hermann 2005

Les Météorites, B. Zanda and M. Rotaru, éd Bordas et Muséum National d'Histoire Naturelle 2006

Sitographie

Les planètes du système solaire :

- Site Planeto d'Educnet : <http://www.educnet.education.fr/planeto/>

- Site de la NASA (Planet Quest) : http://planetquest.jpl.nasa.gov/atlas/atlas_index.cfm ;

Site dédié à l'exploration de Mars :

- Mars express : http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express/index.html

- Mars rover : <http://marsrovers.nasa.gov/home/index.html>

- Mission Cassini/Huygens : <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/323-cassini-huygens.php>

Site du CNES : <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/6919-cnes-tout-sur-l-espace.php>

Site obterre : <http://www.educnet.education.fr/obter/>

Site de la revue ciel et espace : <http://www.cieletespace.fr/>

Site météorologie et enseignement : <http://www.educnet.education.fr/meteo/>

Sites sur les exoplanètes : <http://www.insu.cnrs.fr/r16.t0.exoplanetes.actualites.html>

CNES : <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/7909-des-etoiles-plein-les-yeux-4.php> ;

<http://www.cnes-multimedia.fr/fdis2009/index.html>

Société française d'exobiologie : <http://www.exobiologie.fr/>

Item 2

Bibliographie

Principes de biochimie, A Lehninger et all, éd Flammarion Médecine Sciences, 4^{ième} édition

Biochimie, L. Styer et all, éd Flammarion Médecine Sciences, 4^{ième} édition

Sitographie

RCSB Protein data bank : <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>

WWPDB : <http://www.wwpdb.org/>

Librairie de molécules : <http://www.librairiedemolecules.education.fr/>

Site vie : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/>

Site de Didier Pol : <http://www.didier-pol.net/>

site RASTOP : <http://acces.inrp.fr/acces/logiciels/externes/rastop>

site JMOL : <http://jmol.sourceforge.net/websites/>

Item 3

Bibliographie

Biologie moléculaire de la cellule, Darnell et al, éd Vigot Décarie

Sitographie

Conseil national de recherche Canada : <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/education/biologie/galerie/index.html>

Site Bmédia : http://www.edu.upmc.fr/biomedie/rubrique_2/banque_images/histologie/index.html

Serimedis : <http://www.serimedis.inserm.fr/index.cgi>

Les sciences de la vie au lycée : <http://www.cnrs.fr/cnrs-images/sciencesdelavieaulyce/cellule/intro.htm>

Sagascience : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doscel/accueil2.htm>

Institut européen de Chimie et de biologie : <http://www.cellbiol.net/cbe/multimedia.php>

CERIMES : http://www.cerimes.fr/e_doc/cellule/index_flash.htm#%20

Virtual cell : <http://www.life.illinois.edu/plantbio/cell/>

Cella live : <http://www.cellsalive.com/>

Web atlas : <http://www.itg.uiuc.edu/technology/atlas/>

Site de microscopie de NIKON : <http://www.microscopyu.com/articles/livecellimaging/index.html>

Inside the cell : <http://publications.nigms.nih.gov/insidethecell/>

Vidéographie

CNRS : Au cœur du vivant, la cellule (DVD 45 euros) ;

Marius explore la cellule : <http://www.bioclips.com/>

Voyage inside the cell : <http://www.sinauer.com/voyage/video.php>

La cellule sur canal U :

http://www.canal-u.tv/producteurs/science_en_cours/dossier_programmes/la_cellule_vivante/

Biointeractive : <http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/index.html>

Puissance de 10 : http://www.dailymotion.com/video/x2zuqa_puissances-de-dix-powers-of-ten_shortfilms

Item 4

Sitographie

Site BIOTIC INRP : <http://www.inrp.fr/Acces/biotic/genetic/adn/accueil.htm>

Site SNV Jussieu : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/transgen.htm>

École de l'ADN : http://www.ecole-adn.fr/WEB_F/home.html

Banques de séquences ADN : <http://www.ebi.ac.uk/embl/> ; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=nucleotide> ;

<http://getentry.ddbj.nig.ac.jp/>

Transgenic Fly lab : http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/transgenic_fly/index.html

Site DNA interactive : <http://www.dnai.org/>

Item 5

Bibliographie

Carnets de voyages et d'expédition

- Carnets de voyage en Suède, Carl Von Linné, éd Michel de Maule 2008
- Christophe Colomb : Journal de Bord 1492-1493, éd imprimerie nationale 1988
- Ces merveilleux carnets de voyages, éd Sélection du Reader's digest 2004
- Les explorateurs de l'île planète : SANTO, éd Ed Belin 2007

Histoire naturelle

- Parures d'océan du comte Lacépède, éd Assouline 2006
- Les gravures de l'Histoire naturelle, Buffon illustré, éd MNHN 2007
- Petite histoire des animaux dans les livres d'école, éd Hypolais 2006
- L'école de la nature : les planches Deyrolle, éd Hoëbeke 2004
- Dictionnaire universel d'histoire naturelle de Charles d'Orbigny, éd Fage. 2007

Bestiaires

- Les merveilles du monde ou les secrets de l'histoire naturelle, éd Anthèse 1996
- Le bestiaire marin, Histoires et légendes des animaux des mers, éd Plume de carotte 2008
- Bêtes et Hommes dans le monde médiéval, Le bestiaire des Clercs, éd Brepols 2000

Faunes et flores variées

Biodiversité

- Biodiversité, R. Barbault, Coll Les fondamentaux, éd Hachette supérieur 1997
- Les biodiversités : objets, théories, pratiques, éd CNRS 2005
- La biodiversité : dynamique biologique et conservation, C.Lévêque et JC. Mounolou, éd Dunod 2001
- Les enjeux de la biodiversité, C. Aubertin et F. D. Vivien, éd Economica 1998
- Biodiversité de la Réunion, éd MNHN 2008

Écologie des milieux

- Écologie, R.Ricklefs et Miller, éd Tec et Doc
- Écologie : Approche scientifique et pratique, C.Faurie, C.Ferra, JL Hemptinne et al, éd Lavoisier 2003
- Écosystèmes : structure, fonctionnement, évolution, S.Frontier et Al, Dunod Ed, 2004
- Manuel complet d'écologie, W. Nentwig, S. Bacher, R. Brandl, Vuibert Ed, 2009
- Écologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère, R. Barbault, éd Dunod 2000
- Écologie comportementale : cours et questions de réflexion, E.Danchin, L-A. Giraldeau, F.Cezilly, éd Dunod
- Écologie : de l'écosystème à la biosphère, C.Lévêque, éd Dunod 2001
- Éléments d'écologie- Écologie fondamentale, F. Ramade, éd Dunod 2009
- Éléments d'écologie- Écologie appliquée, F. Ramade, éd Dunod 2004
- Introduction à l'écologie : des écosystèmes naturels à l'écosystème humain, E.Angelier, éd Tec et Doc 2002
- La naissance de l'écologie, P. Matagne, éd Ellipses 2009
- L'écologie en ville, éd Fides 2006
- Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire, Cahiers d'habitats Natura 2000, éd La documentation Française
- Développement durable – Avenirs incertains, C.Lévêque et Y.Sciama, éd Dunod 2005
- Prendre soin de la Nature ordinaire, C.Mougenot, Coll. Natures sociales, éd INRA 2003
- Les Atlas
- Atlas mondial du développement durable éd Autrement 2002

Sitographie

Bases de données sur la biodiversité

- Herbar national : <http://coldb.mnhn.fr/Consultation?catalogue=1>
- GBIF (Global Biodiversity information facility) : <http://www.gbif.org/>
<http://data.gbif.org/welcome.htm;jsessionid=CF727671FCE21AC721777ED8DBC3D60>

Graines d'explorateurs : <http://acces.inrp.fr/evolution/biodiversite/graines/lyon> ;

<http://acces.inrp.fr/acces/formation/formations/formavie>

Expéditions scientifiques : <http://acces.inrp.fr/santo>

BRGM : <http://www.brgm.fr/>

NatureParif : <http://www.natureparif.fr/>

CNRS sagascience : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.html>

INRA : http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/apprendre_experimenter/monde_microbien

2010 année internationale de la biodiversité : <http://www.biodiversite2010.fr/#panel-4>

UNESCO : http://www.mab-france.org/fr/Prog_MAB/C_prog_mab.html ;

http://portal.unesco.org/science/en/ev.php-RL_ID=4794&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

EDUCNET : <http://www.educnet.education.fr/obter/appliee/obter4.htm>

Biodiversité et crises : <http://www.mnhn.fr/mnhn/geo/biodiversite-crisis/index.htm>

NASA : http://earthobservatory.nasa.gov/Features/index_topic.php?cat_id=4

Vidéographie

Espèce d'espèces

Films d'expéditions scientifiques (Mers australes, SANTO 2006...)

Item 6

Sitographie

Dissection virtuelle : <http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/svt/applic/dissect/souris/souris18.htm>

Understanding evolution : http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0_0_0/similarity_hs_03

Gallica : <http://gallica.bnf.fr/?lang=fr>

Visiblehumanproject : <http://visiblehuman.epfl.ch/intapplet.php>

Item 7

Bibliographie

Classification phylogénétique du vivant, G. Lecointre et H. Leguyader, éd Belin

Comprendre et enseigner la classification phylogénétique, M.L. Bonnet, F. Cariou, A. Duco, G. Guillot, C. Lebas, G. Lecointre, P. Mardelle, E. Nicol, éd Belin 2004

Guide critique de l'évolution, G. Lecointre et al, éd Belin 2009

L'évolution, H. Le Guyader et al, Dossier éd Pour la Science 1997

Le paléontologue et l'évolution, P. Tassy, coll. « quatre à quatre », éd Le Pommier 2000

L'arbre à remonter le temps, P. Tassy, éd Christian Bourgeois 1991

Le message des fossiles, P. Tassy, éd Hachette 1991

La théorie de l'évolution, une logique pour la biologie, S. Samadi et P. David, Champs Université éd Flammarion 2006

Les avatars du gène, P. Gouyon, JP Henry et J. Arnould, collection Regards sur la science, éd Belin 1997

Sitographie

La science, l'évolution et le créationnisme http://www.academie-sciences.fr/enseignement/Darwin_260108.pdf

Understanding evolution : <http://evolution.berkeley.edu/evosite/evohome.html>

Modélisation

- Modèles multiagents (Netlogo <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/>) ;
<http://evolution.berkeley.edu/evosite/evohome.html> ;
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/run.cgi?Evolution.1361.567.0>
- Sélection naturelle : <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/community/>
- Dérive génétique : http://www.ac-limoges.fr/svt/accueil/html/select-nat-foucher/derive_genetique_bis.html

Banque de données alléliques :

- ALFRED : <http://alfred.med.yale.edu/alfred/index.asp> ;
- EHSTRAFD : <http://www.ehstrafd.org/>

Site Darwin : <http://darwin-online.org.uk/>

THEME 2

Item 1

Bibliographie

Géodynamique pétrolière –genèse et répartition des gisements d'hydrocarbures, A. Perrodon, éd Masson 1985

Géologie de la matière organique, F. Baudin, N. Tribollard et J. Trichet, Société géologique de France -VUIBERT 2007

Le pétrole en 2030 : la transition nécessaire, Cahier spécial La Recherche n° 447 mars 2008

La genèse du pétrole, B. TISSOT, La recherche n° 77 avril 1977

La répartition mondiale des combustibles fossiles, B. Tissot, La recherche n° 104 octobre 1979

Les nouveaux pétroles, B. Tissot, La recherche n° 129 janvier 1982

Quel pétrole demain ? A. Perrodon, éd Technip 1999

Environnements géologiques et activités humaines, H. CHAMLEY, Vuibert 2002

La flore houillère d'Europe de l'Ouest, J. DELAX, Les Ages de la Terre p.51, Brochure du Muséum d'Histoire Naturelle PARIS 1999

Sitographie

La photosynthèse

Ressource INRP pour l'étude de la photosynthèse au niveau global

[Analyse des échanges Biosphère-Atmosphère](#) ;

http://accés.inrp.fr/accés/terre/CCCIC/ccc/biosphere/bio_etape1

http://accés.inrp.fr/accés/terre/CCCIC/ccc/biosphere/bio_etape2

Université de Jussieu : <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/metabo/photosynthese/index.htm>

Cité des Sciences :

http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/planete/portail/labo/carbone/photosyntese.html

Site SNV Jussieu : expériences sur la photosynthèse

<http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/expPS2/ExAO/ExAO.htm>

Site SVT Montpellier : la forêt méditerranéenne

<http://pedagogie.ac-montpellier.fr:8080/disciplines/svt/spip/spip.php?article35>

Site NASA Earth Observations pour la productivité primaire <http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/Search.html>

Combustibles fossiles

Sites généraux

- Société géologique de France : <http://sgfr.free.fr/>
- INRP : les ressources énergétiques fossiles :
http://accés.inrp.fr/eedd/climat/dossiers/energie_demain/fossile
- Site planète énergie : <http://www.planete-energies.com/site/fr/homepage.html>
- Éléments de sédimentologie et de pétrologie sédimentaire :
<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/sedim/sedimentologie.htm>
- Formation du pétrole, gaz, charbon. http://www.manicore.com/documentation/formation_petrole.html

Sites concernant le charbon.

- Les ressources en charbon
http://accés.inrp.fr/eedd/climat/dossiers/energie_demain/energiemonde/les%20ressources%20en%20charbon.ppt
- Charbonnage de France : http://www.charbonnagesdefrance.fr/accueil.php?id_articleDuJour=766
- Planète énergie : <http://www.planete-energies.com/contenu/charbon/exploitation.html>
- Montceau les mines (patrimoine industriel, technique, humain...) :
<http://www.montceau-les-mines.com/>
- Élaboration des plans miniers des préventions des risques :
http://www.ineris.fr/guide-pprm/fr_page_garde.htm
- ENS Lyon :
http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/img_sem/XML/db/planetterre/metadata/LOM-Img86-2004-06-14.xml

- Site lithothèque PACA : principaux affleurements géologiques de roches carbonées en région PACA : http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/Affleurements_PACA/charbons_PACA/charbons_PACA_index.htm
- Exploitation de lignite lithothèque PACA : http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/Affleurements_PACA/13_bassin_arc/bassin_arc_geol_homme_exploitations_lignite.htm
- Ancien gisement de charbon : lithothèque Besançon http://artic.ac-besancon.fr/svt/lithotheque/chez_vous/dep70/schistes_houillers_ronchamp/index.htm
- Site Lithothèque Languedoc-Roussillon :
Faisceau houiller Grand Baume : <http://pedagogie.ac-montpellier.fr/svt/liho/Pontil/index.htm> ;
Graissessac <http://pedagogie.ac-montpellier.fr/svt/liho/graissessac/index.htm>

Sites concernant le pétrole

- Site Cité des Sciences : Formation et extraction du pétrole : http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/planete/portail/labo/index.php?prov=6&afficher=2
- Formation du pétrole, beaucoup d'illustrations et une foule de donnée sur les réserves estimées et/ou réelles : http://www.ulb.ac.be/sciences/dste/sediment/pages_perso/Preat_fichiers/Waterloo2.pdf
- Université de Strasbourg : <http://science-citoyen.u-strasbg.fr/dossiers/petrole/index.html>
- L'or noir : une aventure géologique de plusieurs millions d'années : des schémas intéressants à exploiter : <http://www.legeologue.com/2010/01/1/%E2%80%99or-noir-une-aventure-geologique-de-plusieurs-millions-d%E2%80%99annees/>
- Planète énergie : <http://www.planete-energies.com/contenu/petrole-gaz/gisements/roche-mere.html>
- Bassins pétroliers français – <http://www.industrie.gouv.fr/energie/petrole/beph-bassins-petroliers.html>
- Lithothèque d'Alsace : un puits historique http://www.crdp-strasbourg.fr/mini_cr/lithotheque/category/pres-de-chez-vous/bas_rhin_nord/pechelbronn
- Lithothèque Bourgogne et indice de roche réservoir : http://svt.ac-dijon.fr/ressreg/lithotheque/recif_oxfordien/index.htm
- La problématique des réserves : <http://www.unctad.org/infocomm/francais/petrole/descript.htm>
- Publication de Bernard TISSOT : rapport sur les choix énergétiques http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/pdf/rapport_energie_07_07.pdf

Énergies fossiles, cycle du carbone et atmosphère terrestre

Sites de référence

- ADEME : <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12563>
- CNRS (Lettre du changement global) : <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/biblio/piqbsom.htm>
- Site Institut français du pétrole : <http://www.ifp.fr/espace-decouverte-mieux-comprendre-les-enjeux-energetiques/les-cles-pour-comprendre/les-sources-d-energie>
- IPEV (Institut Polaire Paul Emile Victor) : <http://www.institut-polaire.fr/>
- Fac Jussieu (Cycle du carbone) : <http://cycleducarbone.ipsl.jussieu.fr/>
- ENS Lyon (pour les enseignants) : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/>
- INSU (Institut National des Sciences de l'Univers) : <http://www.insu.cnrs.fr/>
- Population Data (nombreuses cartes sur tout...) : <http://www.populationdata.net/index2.php?option=sujet&sid=2&nom=thematique>
- FAO (Food and Agriculture Organization) : <http://www.fao.org/climatechange/en/>

Sites sur le cycle du carbone

- Ressources INRP : http://accés.inrp.fr/accés/terre/CCCIC/activiteCycle/modelisation_climatique
http://accés.inrp.fr/accés/terre/CCCIC/ccc/atmosphere/atm_etape2
http://accés.inrp.fr/accés/terre/CCCIC/ressources/exao_synth1
- "Tout sur le carbone" : <http://lecarbone.com/>
- America.gov (cycle du C) : <http://www.america.gov/carbon.html>
- GIEC : <http://www.ipcc.ch/>
- Global Carbon Project: <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/index.htm>
- Site Planet-terre : Variation CO₂ dans l'atmosphère : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-co2-atm-temp.xml>
- Site Gapminder : Rejet de CO₂ par habitants <http://www.gapminder.org/world/>
- Site SVT Montpellier : Cycle du carbone <http://pedagogie.ac-montpellier.fr:8080/disciplines/svt/spip/spip.php?article253>

Sites sur l'acidification des océans

- EPOCA (European Project on Ocean Acification) : <http://www.epoca-project.eu/>
- NOAA (National Ocean & Atmospheric Administration) : <http://www.esrl.noaa.gov/>

Sites sur le ciment

- IFIPS (Institut Formation Ingénieurs Paris Sud) : <http://lebeton.free.fr/ciment.html>
- InfoCiments : <http://www.infociments.fr/ciments-chaux-hydrauliques>

Sites généralistes

- Manicore (site de JM. Jancovici) : <http://www.manicore.com/>
- Planète terre : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-themes-convergence.xml#Energie2>

- Banque de données sur les gaz à effet de serre, fichiers permettant de tracer l'évolution de la teneur en CO₂, CH₄, etc. à l'échelle historique : <http://gaw.kishou.go.jp/wdogg/wdogg.html>
- Banque de données concernant les forages glaciaires, fichiers permettant de tracer l'évolution du taux de CO₂ au cours du temps : <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/indexice.html>

Les biocarburants

- Dossier biocarburants : <http://svt.ac-creteil.fr/spip.php?rubrique50&from=193>
- Études de cas : agrocarburants au Brésil, les agroécosystèmes et ressources permettant au professeur de créer sa séance : www.education-developpement-durable.fr
- Site Géoconfluence : Brésil (déforestation / agrocarburants)
<http://geoconfluences.ens-lsh.fr/doc/etpays/Bresil/BresilDoc.htm>

L'énergie solaire est inégalement répartie à la surface de la planète

- Bilan énergétique et satellites – NASA : <http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/Search.html>
- Site Nasa World Wind Scientific Studio <http://svs.gsfc.nasa.gov/>
- Exploitation du logiciel NEO, Nasa Earth Observation :
<http://www5.ac-lille.fr/~svt/svt/articles.php?lng=fr&pg=467>
- NASA - Images satellites météorologiques (cartes en infrarouge) :
<http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/GOES/>
- Météorologie et enseignement : <http://www.educnet.education.fr/meteo/>
- Masses d'air en mouvement, animations et schémas :
http://svt.ac-rouen.fr/tice/animations/massesair/masses_air.htm
- Comprendre la circulation atmosphérique (animation flash) :
<http://www.svt.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article143>
- Accès à des images météorologiques : <http://www.sat.dundee.ac.uk/>
- Observatoire des énergies renouvelables : http://www.energies-renouvelables.org/accueil_observ-er.asp
- INRP, modélisation du cycle de l'eau: <http://acces.inrp.fr/eduterre-usages/hydro/cycleau/modelisation>
- Site SVT Rennes :
http://espace-svt.ac-rennes.fr/cartelec/cartelec_lyc/seconde/planete/circulation-eaux/circulation-eaux.htm ;
http://espace-svt.ac-rennes.fr/cartelec/cartelec_lyc/seconde/planete/saisons/saisons.htm
- Site SVT Montpellier : <http://pedagogie.ac-montpellier.fr:8080/disciplines/svt/spip/spip.php?article58>
- Site EducTice INRP : Jeu Energies renouvelables
<http://eductice.inrp.fr/EducTice/projets/geomatique/jeu-et-apprentissage/jeuset/data/>

Vidéographie

- Vidéos et diaporamas powerpoint du colloque « Les géosciences au service de l'humanité » :
<http://acces.inrp.fr/acces/formation/formations/confs/geosciences-au-service-de-humanite-actes/>

Item 2

Bibliographie

Concernant les sols une bibliographie complète est consultable sur le site de l'Association Française pour l'Étude du Sol
<http://www.afes.fr/>

Petit lexique de pédologie, D. Baize, éd INRA 2004

Chimie de l'environnement: air, eau, sols, déchets, C. Bliefert et R. Perraud, éd De Boeck 2008

Le monde secret du Sol- De la roche mère à l'humus, P. Touyre, éd Delachaux et Niestlé 2001

Abrégé de pédologie, sol, végétation, environnement. P. Duchaufour, éd Masson. 1997

Les bases de la production végétale, D. Soltner, Collection sciences et techniques agricoles

- Tome I : Le Sol et son amélioration, 2005

- Tome II : Le climat. Météorologie – Pédologie – Conservation des sols, 1999

Méthodes d'analyse des sols, G. Aubert, CRDP Marseille 1978

Gestion durable des sols, L. Citeau et A. Bispo, éd QUAE 2008

Les principaux sols du monde, C. MATHIEU, éd Lavoisier 2009

Le sol, Dossier de l'INRA 2009

Sols et Environnements, M. C. Girard, C. Walter, J. C. Rémy, J. Berthelin, J. L. Morel, éd Dunod 2005

Sol : interface fragile, P. Stengel, S. Gelin, éd INRA

Sitographie

Association Française pour l'Étude du Sol. Site remarquable et très complet avec bibliographie, ressources didactiques, photographies : <http://www.afes.fr/>

Banque de données de la FAO : pour télécharger des cartes et des données statistiques à traiter avec les élèves :
<http://www.fao.org/corp/statistics/fr/>

Banque de donnée européenne sur l'occupation des sols: <http://sd1878-2.sivit.org/>

Exemple d'exploitation pédagogique des données du site ci-dessus :

<http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/1236467019210/0/ficheressourcepedagogique/&RH=SVT>

BRGM eduterre : sites et sols pollués, eau : http://eduterre.brgm.fr/ressources_thematiques/index.htm

Ressource INRP pour l'étude du système sol-eau, modélisation réalisée avec le logiciel Vensim et une piste d'application pédagogique : <http://eduterre.inrp.fr/eduterre-usages/hydro/cycleau/leau-dans-le-sol>

Site Éducation au développement durable <http://www.education-developpement-durable.fr/>

Site Université Picardie : Les propriétés d'un sol <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/sol.htm>

Site Sols Rhône-Alpes <http://www.rhone-alpes.chambagri.fr/sira/>

Site Sols européens (Land Management & Natural Hazard Units)

http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/ESDBv3/GoogleEarth/index.cfm

Université de Picardie <http://www.u-picardie.fr/~beaucham/mst/sol.htm>

Université de Grenoble : <http://iga.ujf-grenoble.fr/cours-en-ligne/CoursPedo2006.pdf>

THEME 3

Bibliographie

Anatomie et physiologie

Bases d'anatomie fonctionnelle en 3D + DVD, P. Thiriet, éd De Boeck Université 2008

Biochimie et nutrition des activités physiques et sportives, P. Pilardeau, collection Abrégés, éd Masson 1995

Biochimie des activités physiques, J. R. Poortmans, N. Boisseau, Collection : Sciences et pratiques du Biomécanique, R. Lepers, A. Martin, éd Ellipses Marketing 2007

Médecine du sport, H. Monod, J. F. Kahn, R. Amoretti, J. Rodineau, éd Masson 2005 Physiologie de l'exercice musculaire, G. Millet, S. Perrey, éd Ellipses Marketing 2005

Physiologie du sport et de l'exercice, Adaptations physiologiques à l'exercice physique, D. L. Costill, J. H. Wilmore, éd De Boeck Université 2006

sport, éd De Boeck Université 2004

Précis de physiologie de l'exercice musculaire, P. Astrand, K. Rodhal, éd Masson 1994

Physiologie du sport, Bases physiologiques des activités physiques et sportives, H. Monod, H. Vandewalle, R. Flandrois, éd Masson 2007

Traité de physiologie de l'exercice et du sport, P. Cerretelli, éd Masson 2002

L'adaptation du muscle à l'entraînement, Pour la Science n° 276

Nutrition

Nourrir l'endurance, Alimentation et nutrition des sportifs d'endurance, M. Ryan, éd De Boeck Université 2007

Nutrition et performances sportives, W. Mc Ardle, F. I. Katch, V. L. Katch, éd De Boeck Université 2004

Nutrition du sportif, Y. Guezennec, X. Bigard, éd Masson 2007

Nutrition et bioénergétique du sportif, N. Boisseau, Collection : STAPS, éd Masson 2005

Santé

Activités physiques et santé, P. Laure, éd Ellipses Marketing 2007

Vieillesse et condition physique, T. Paillard, éd Ellipses Marketing 2009

Le sport après 50 ans, P. Sprumont, C. M. Thiebault, éd De Boeck Université 2005

Sport et santé, Quelle activité physique pour quelle santé ?, J. C. Chatard, Publications de l'Université de Saint-Etienne Mars 2005, en cours de réimpression

Entraînement

Méthodologie de l'entraînement, G. Dupont, L. Bosquet, éd Ellipses Marketing 2007

La préparation physique, Optimisation et limites de la performance sportive, D. Le Gallais, G. Millet, éd Masson 2007

Physiologie et méthodologie de l'entraînement, De la théorie à la pratique, V. Billat, éd De Boeck Université 2003

Cyclisme et optimisation de la performance, Science et méthodologie de l'entraînement, éd De Boeck Université 2005

Dopage

Revue Staps, Numéro spécial sport et dopage, numéro 70 avril 2005

Sitographie

Physiologie et médecine

Ressources pédagogiques

- Sciensport© au carrefour des sciences du sport et de l'entraînement : <http://prevost.pascal.free.fr/>
- Université Virtuelle en sciences du sport de Lille : http://www.uv2s.fr/index2.php?page=ress_peda
- Université Littorale Côte d'opale : cours en ligne <http://visio.univ-littoral.fr/c-theunynck/c-theunynck.htm>
- Universités de Lyon 1 : cours et documents en ligne <http://spiral.univ-lyon1.fr/entree.asp?id=6169&objet=base&id2=62678>
- Université de Lille 2 : site sur l'entraînement http://campusport.univ-lille2.fr/ressource_gym/co/Prepa_physique_web.html

Supports de cours

- Université de Rouen, genou : http://www.uv2s.fr/ress_ext/ress_rouen/ress_1/genouuvss.pps
- Université de Lille 2, vieillissement et sédentarité :
<http://campusport.univ-lille2.fr/documents/apa/master%20vieillissement.pdf>
- Université de Lille 2 : sport, santé et éducation physique
partie 1 : http://www.uv2s.fr/ress_ext/sante/sante1_pelayo.pdf
partie 2 : http://www.uv2s.fr/ress_ext/sante/sante2_pelayo.pdf
partie 3 : http://www.uv2s.fr/ress_ext/sante/sante3_pelayo.pdf
partie 4 : http://www.uv2s.fr/ress_ext/sante/sante4_pelayo.pdf
- Université de Lyon 1, muscle : <http://physiologie.univ-lyon1.fr/recherche/equip3.html>

Dépenses énergétiques

Faculté de médecine de Grenoble, besoins nutritionnels du sportif, aspects théoriques <http://www.sante.ujf-grenoble.fr/sante/corpus/disciplines/medsport/medcinedusport/111b/lecon111b.htm>

INRA Clermont-Ferrand, dépenses énergétiques et activités physiques :

<http://www.chups.jussieu.fr/polys/dus/dusmedcinedusport/dunutrisport/moriodepenseenergetique05/vermorelmoriodepensesenergetiques.pdf>

Site FIFA, besoins énergétiques, alimentation du joueur de football :

http://fr.fifa.com/mm/document/afdeveloping/medical/4.3.energydemandsp8-11french_6372.pdf

La dépense énergétique du nageur : <http://www.natationpourtous.com/entrainement/nutrition-depenses.php>

Notions d'énergétique et relations entre Vo^2 max et performance sportive :

<http://www.cb-pneumo.org/effortetrentra/energetiquesportive.htm>

Dépenses énergétiques : <http://www.cb-pneumo.org/effortetrentra/depensesenergetiques.htm>

Nutrition

La ration alimentaire du nageur : http://www.natationpourtous.com/entrainement/composition_repas.php

Santé

Sport, santé et préparation physique : http://sess-staps.univ-paris12.fr/servlet/com.univ.collaboratif.util.LectureFichiergw?CODE_FICHER=1197992074006&ID_FICHE=136342

Entraînement

Les analyses métaboliques dans le contrôle biologique de l'entraînement : <http://www.caim.info/revue-staps-2001-1-p-77.htm>

Détermination de l'intensité d'un exercice aérobic : http://www.savoir-sport.org/savoir_sport/index_f.aspx?ArticleID=160

Entraînement par intervalles : http://www.savoir-sport.org/savoir_sport/index_f.aspx?ArticleID=746

Dopage

Sites généralistes

Quelques liens sur le dopage sportif, CHU Rouen : <http://www.chu-rouen.fr/ssf/anthrop/dopagesportif.html>

Médecins du sport et lutte contre le dopage :

<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/984001917/index.shtml>

Conférence « Sport, dopage, performance: le corps et ses limites » :

<http://www.univ-lyon1.fr/34244763/0/ficheactualite/&RH=1194850884293>

Site de l'Agence mondiale anti-dopage : <http://www.wada-ama.org/fr/>

Dopage sur le site du Ministère de la jeunesse et des sports :

<http://www.santesport.gouv.fr/index.html>

Sport, dopage et conduites addictives : <http://www.lecrips.net/webpaca/Publications/sportdopage/sportdopage.htm>

Le dopage et son histoire : <http://www.irbms.com/rubriques/Dopage/histoire-dopage.php>

Site anti-dopage suisse : <http://www.antidoping.ch/fr/>

La librairie de molécules : <http://librairiedemolecules.education.fr/>

Données relatives à l'EPO

Cité des sciences, l'EPO court toujours : http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/question_actu.php?langue=fr&id_article=8423

L'érythropoïétine : <http://www.dopage.com/cas-dopage/erythropoietine-85-73-5.html>

La grande saga de l'EPO : http://www.doctissimo.fr/html/forme/mag_2000/mag2306/fo_1895_epo_depistage.htm

L'EPO, une hormone stupéfiante : <http://www.expasy.ch/prolune/dossiers/002/>

Posters du Laboratoire Suisse d'Analyse du Dopage : http://www.doping.chuv.ch/lad_home/lad-recherche-developpement/lad-recherche-developpement-publications/lad-recherche-developpement-publications-posters.htm

L'EPO, détournée de son usage initial : <http://tempsreel.nouvelobs.com/actualites/sport/20050823.OBS7175/lepo.html>

La CERA, EPO de 3e génération ? <http://www.irbms.com/rubriques/Dopage/cera-epo-troisieme-generation.php>

Données sur les stéroïdes anabolisants

Site Cité des Sciences : http://www.cite-sciences.fr/lexique/definition1.php?lang=fr&set_idexpo=25&idmot=402&rech_lettre=S

Stéroïdes anabolisants : <http://www.irbms.com/rubriques/Dopage/steroides-anabolisants.php>

Stéroïdes androgéniques anabolisants du Laboratoire Suisse d'Analyse du Dopage :

http://www.doping.chuv.ch/lad_home/lad-prestations-laboratoire/lad-prestations-laboratoire-liste-methodes/lad-prestations-laboratoire-liste-methodes-steroides-anabolisants.htm

Dopage : l'affaire du THG <http://www2.cnrs.fr/presse/thema/243.htm>

Annexe

Mettre en œuvre une démarche d'investigation

La démarche d'investigation, qui constitue l'unité de l'enseignement des sciences, permet d'expliquer le réel à partir de :

- L'observation de phénomènes perceptibles à différents niveaux d'organisation ;
- La réalisation de manipulations, d'expérimentations ou de modélisations permettant d'éprouver des **hypothèses explicatives**.

La connaissance est ainsi construite et non appliquée. A tout moment de la démarche, l'apprenant perçoit ce qui fonde la recherche et identifie le sens de ce qu'il est en train de réaliser.

La mise en œuvre d'une démarche d'investigation s'appuie sur le questionnement, basé autant que faire se peut sur l'observation, l'expérimentation ou l'action sur le réel, des apprenants. Les investigations réalisées débouchent sur **l'acquisition de savoirs** nettement identifiés, de **savoir-faire** et de **savoir-être**. Lors de l'activité, l'apprenant construit lui-même sa connaissance. Il perçoit ce qui fonde la recherche et donne du sens de ce qu'il est en train de réaliser. Il se familiarise peu à peu avec l'idée qu'il n'y a pas toujours des certitudes dans les sciences expérimentales, mais souvent seulement des possibilités de valider les explications proposées pour un phénomène naturel en l'étudiant dans des conditions parfaitement connues.

A chaque étape de la scolarité, les acquis notionnels et les acquis méthodologiques participent à la construction du système de référence des apprenants.

Les principales étapes d'une démarche d'investigation

Il est possible d'identifier sept étapes essentielles dans la mise en œuvre d'une démarche d'investigation. Leur ordre ne constitue en aucun cas une démarche type, stéréotypée, devant être appliquée à chaque situation : **en fonction de sa stratégie pédagogique, l'enseignant détermine la, ou les étapes, mises en œuvre lors d'une séance.**

Étape 1 : choix d'une situation - problème par le professeur

Cette étape permet de :

- Repérer les acquis initiaux des apprenants,
- Identifier les conceptions ou les représentations des apprenants, ainsi que les difficultés persistantes : repérage des obstacles cognitifs et des erreurs,
- Aménager le projet d'enseignement en fonction de l'analyse de ces différents éléments.

Cette étape aboutit parfois à une remise en cause des conceptions initiales des apprenants, ce qui est déstabilisant pour eux.

Étape 2 : appropriation du problème par les apprenants

Pour rendre les apprenants actifs et acteurs de leurs savoirs et de leurs savoir-faire, il importe de susciter leur curiosité et leur donner envie de s'exprimer tant à l'oral que par écrit. Pour cela :

- Le professeur utilise un document d'appel qui initie le dialogue de début de séance, prépare la suite du travail et permet de mobiliser les pré requis et les représentations initiales des apprenants,
- Le problème est identifié à l'issue de ce dialogue initial. Il est souhaitable qu'il soit formalisé par les apprenants. Le travail peut être guidé par l'enseignant qui, éventuellement, aide à reformuler les questions pour s'assurer de leur sens, à les recentrer sur le problème à résoudre qui doit être compris par tous. Le guidage par le professeur a pour objectif de faire naître le questionnement, il n'amène en aucun cas à occulter les conceptions initiales des apprenants,
- Des éléments de solution proposés par les apprenants, qui peuvent ainsi travailler sur leurs conceptions initiales, notamment par confrontation de leurs éventuelles divergences pour favoriser l'appropriation par la classe du problème à résoudre, émergent alors.

Étape 3 : formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles

- Formulation orale ou écrite de conjectures ou d'hypothèses par les apprenants ou les groupes.
- Élaboration éventuelle d'investigations, destinées à valider ces hypothèses.
- Communication à la classe des conjectures ou des hypothèses et des éventuels protocoles expérimentaux proposés.

Étape 4 : investigation ou résolution du problème

Cette étape est conduite par les apprenants, c'est un moment de débat interne au groupe. Elle nécessite la description et la réalisation de l'investigation : expérimentation, recherche documentaire, utilisation d'un modèle. Elle aboutit à :

- La description et à l'exploitation des méthodes et des résultats,
- La recherche d'éléments de justification et de preuve,
- La confrontation avec les conjectures et les hypothèses formulées précédemment.

Pour permettre l'investigation, le professeur propose des activités permettant de résoudre le problème et de préparer l'élaboration de la trace écrite bilan en s'appuyant sur des documents qui ne sont pas obligatoirement tous distribués aux apprenants.

Étape 5 : échanges argumentés autour des propositions élaborées

Cette phase aboutit à :

- La communication au sein de la classe des solutions élaborées, des réponses apportées, des résultats obtenus, des interrogations qui demeurent,
- La confrontation des propositions, débat autour de leur validité, recherche d'arguments.

Étape 6 : identification et structuration des connaissances

- Mise en évidence, avec l'aide de l'enseignant, de nouveaux éléments de connaissance (notion, technique, méthode) utilisés au cours de la résolution.
- Confrontation avec le savoir en respectant des niveaux de formulation accessibles aux apprenants, donc inspirés des productions auxquelles les groupes sont parvenus.
- Recherche des causes d'un éventuel désaccord, analyse critique des investigations menées et proposition d'investigations complémentaires.
- Reformulation écrite par les apprenants, avec l'aide du professeur, des connaissances nouvelles acquises en fin de séquence.

La trace écrite bilan peut prendre des formes diversifiées, elle ne suit pas une progression stéréotypée, reconductible d'une séance à l'autre. Elle est élaborée de façon participative. Elle est structurée par un plan significatif et son contenu fait clairement référence aux activités. La simple succession de la trace des différentes activités est à rejeter.

Étape 7 : opérationnalisation des connaissances

- Exercices permettant d'automatiser certaines procédures, de maîtriser les formes d'expression liées aux connaissances travaillées : formes langagières ou symboliques, représentations graphiques.
- Nouveaux problèmes permettant le réinvestissement des acquis dans de nouveaux contextes.
- Évaluation des connaissances et des compétences méthodologiques.