

« Allons vivre sur Mars »



**Exemple de démarche d'investigation en classe
de seconde : ateliers scientifiques
pluridisciplinaires et travail collaboratif**



Objectifs pédagogiques

- ✓ **Donner du sens à l'enseignement de la science :**
 - en montrant les liens entre la science qui se fait et celle qui s'enseigne en classe de seconde.
 - en plaçant les élèves dans une démarche d'investigation
 - en les confrontant à l'expérimentation de haut niveau.
- ✓ **Faciliter l'appropriation des savoirs :**
 - en décloisonnant les enseignements par l'exercice de compétences transversales.
- ✓ **Encourager la recherche documentaire, le travail en équipe, l'utilisation des nouvelles technologies.**



L'organisation

- ✓ **Deux classes de seconde (70 élèves) :**
 - Options : MPI / Arts Plastiques ; ISI / IGC

- ✓ **Disciplines concernées :**
 - SVT, Sciences physiques
 - Arts Plastiques et Lettres.

- ✓ **Organisation horaire :**
 - Projet mené sur l'ensemble de l'horaire de sciences
 - Une heure « d'atelier scientifique » hebdomadaire



Le scénario

- ✓ Raconter une histoire autour de laquelle s'articulent les contenus des programmes officiels de seconde de SVT et de Physique-Chimie.
- ✓ L'histoire est celle de l'installation de l'Humanité sur une planète proche de la Terre (Mars).

Bo Sciences physiques	Bo Chimie	Histoire : Allons vivre sur Mars Problématiques associées au projet	BO SVT
<p>II - L'Univers en mouvements et le temps (4 TP, 8 heures en classe entière)</p> <p><i>1 - Mouvements et forces</i></p> <p><i>2 - Le temps</i></p>	<p>II - Constitution de la matière (4 TP, 8 heures en classe entière)</p> <p><i>1 - Des modèles simples de description de l'atome</i></p> <p><i>2 - De l'atome aux édifices chimiques</i></p> <p><i>3 - La classification périodique des éléments</i></p>	<p>On veut envoyer d'abord une sonde et plus tard un vaisseau habité.</p> <p>Action des rayonnements sur les êtres vivants. Mutations Non contamination, asepsie Comment se nourrir sur Mars et pendant le voyage ? Géocentrisme, héliocentrisme. Comment le mouvement de Mars vu depuis la Terre a-t-il permis de comprendre l'organisation du système solaire ? La gravitation, moteur du système solaire. Répartition des éléments chimiques sur Terre et sur Mars. Noyau atomique – isotopies – existence de noyaux radioactifs (émission de rayonnement) Aller sur Mars, « échapper » à l'attraction terrestre. Propulsion. Le temps sur Terre, le temps sur Mars... durée du jour et de l'année.</p> <p>La sonde est posée sur Mars et envoie des données Des échantillons sont ramenés Observation au microscope optique, électronique, à la loupe binoculaire Structures moléculaires et ioniques De la vie sur Mars ? Les éléments chimiques de l'Univers</p>	<p>II - Cellule, ADN et unité du vivant (11 semaines)</p> <p><i>La cellule fonde l'unité et la diversité du vivant.</i></p> <p><i>Parenté et diversité des organismes.</i></p>

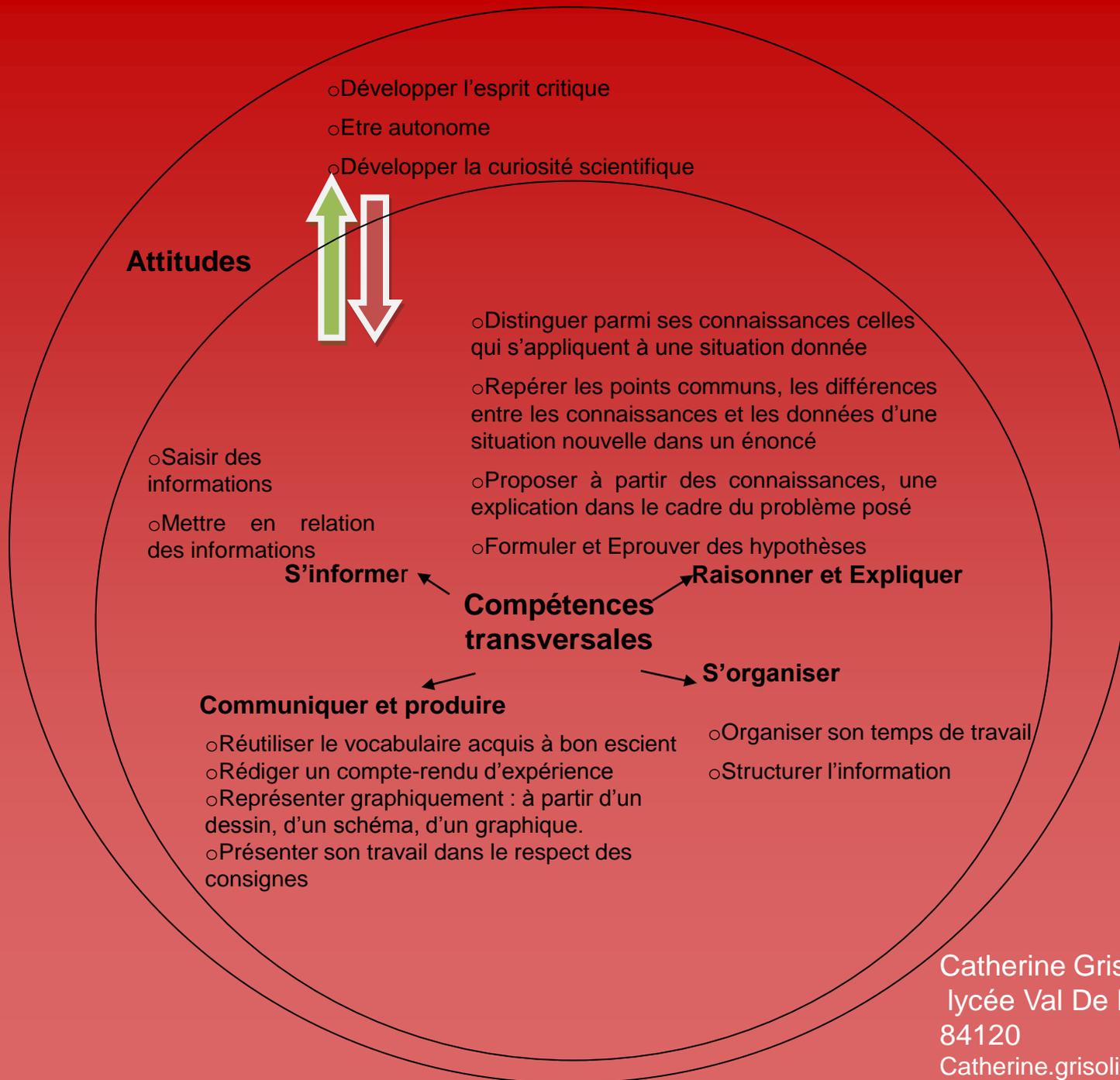


L'innovation pédagogique

- ✓ **Un travail sur les compétences transversales**
- ✓ **Des découloissements des groupes classes**
- ✓ **Des progressions coordonnées en sciences physiques et en SVT**
 - Rythmées par un questionnaire

Un questionnaire ...

- Comment explore-t-on le système solaire?
- Comment communique-t-on avec les sondes ?
- Comment évaluer à distance les caractéristiques martiennes?
(nature du sol, présence d'eau, forme de vie)
- Comment se protéger du rayonnement lors du voyage?
- Comment entretenir la forme physique de l'équipage lors du voyage? Comment le nourrir?
- ...





L'ouverture : le partenariat

- ✓ **Travailler en partenariat avec des scientifiques de haut niveau**
 - Des chercheurs participent à des manipulations au lycée, dans leur laboratoire, lors des ateliers...



Observatoire de Provence.
Visite du grand télescope



Sources d'énergie
sur Mars



Effets de l'apesanteur
sur les organismes



Observatoire du
Paranal
Visioconférence



Mesure de la vitesse de
la lumière au lycée



Analyse et observation
atomique d'un échantillon



Les ateliers scientifiques



La vie dans l'espace
Le spationaute, JF Clervoy



Cultures hydroponiques dans
l'espace .Terra-formation.



Télé-Microscopie à
balayage



Rayonnement et radioprotection
sur Terre et lors de vols spatiaux
Énergie de fusion et vols spatiaux



Productions attendues

Chaque atelier a donné lieu à :

- des présentations sous forme de diaporamas et de posters
- des réalisations techniques (constructions de lunettes astronomiques, élaboration de maquettes à l'échelle) ou artistiques (fabrication des décors pour la conférence finale, réalisation de sols martiens ou de « valises-souvenirs » pour le voyage)
- ✓ Ecriture, mise en scène et présentation d'une conférence scénarisée qui raconte le voyage virtuel vers Mars en s'appuyant sur le contenu des ateliers scientifiques

Motivation



Comment nourrir l'équipage pendant le voyage et les habitants de la base martienne ?

La production de nourriture et de dioxygène par la photosynthèse



Comment optimiser la photosynthèse?

Principe

Les milieux de culture



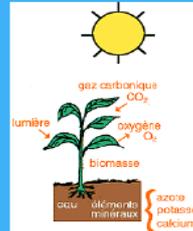
La solution nutritive

• Les plantes sont arrosées de solutions nutritives composée de nitrate, phosphate, fer et d'oligo-éléments



• L'arrosage se fait par capillarité.

• La pièce est équipée d'un brumisateur qui augmente l'humidité.



La lumière

- Quantité reçue
 - Qualité de la lumière (bleu, Rc (660nm)/Rs(730nm))
 - Durée ou photopériode
- ⇒ détermine la production photosynthétique (biomasse)



- La compétition pour la lumière
- ⇒ détermine la densité de plante dans la culture

Les phytotrons et les chambres de cultures sont équipées avec des rampes de tubes.

Le taux de CO₂



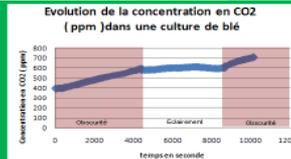
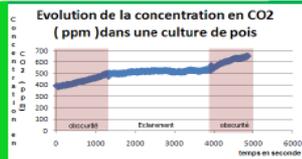
En 30 min l'augmentation de deCO₂ est ramenee à la valeur de consigne. Les végétaux ont donc consommé une quantité de CO₂ équivalente à la quantité injectée.

Quel végétal choisir légumineuse ou Céréale?

Experiance et résultats



- Deux cultures : blé et pois
- Mesure du taux de CO₂ en continu
- Support : vermiculite
- Solution nutritive : KNOP
- Alternance éclairciment (2X100W) / Obscurité.
- Température : 20°C



CO₂ consommé par le pois : 0,1 ppm.s⁻¹

CO₂ consommé par le blé : 0,05 ppm.s⁻¹

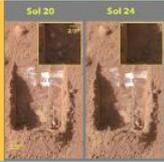
La production de glucose
= 4g.m⁻².24h⁻¹ pour la culture de blé
= 8g.m⁻².24h⁻¹ pour la culture de pois.

Conclusions

- Le jardinage des premiers martiens humains se fera en hydroponie, sur des supports de remplacement. Le CO₂ viendra de la respiration, l'arrosage se fera à partir de l'eau recyclée.
- Notre expérience semble montrer que les légumineuses sont plus productives que les céréales. Mais le soja, le céleri, les carottes, la laitue, les tomates, le riz ont déjà été sélectionnés.

Production d'un atelier avec mise en œuvre d'un protocole expérimental élaboré par les élèves après une visite au laboratoire du vivant au CEA Cadarache.

Objectif



Simuler l'arrivée d'une sonde sur Mars, afin d'évaluer une méthode permettant de détecter la présence d'eau gelée dans le sol.



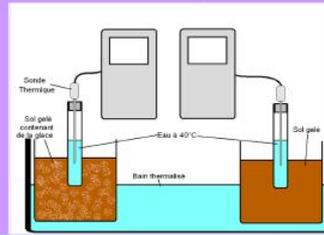
Hypothèse

Une sonde arrivant de l'espace et chauffée par la traversée de l'atmosphère se refroidit plus vite à son atterrissage sur un sol contenant de la glace que sur un sol n'en contenant pas.

Protocole

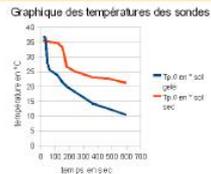
1. Les deux sols « Martiens », préalablement portés à la température de Mars (-5°C) sont placés dans un bac rempli d'eau froide pendant le temps de l'expérience afin limiter l'impact de la température de la salle.
2. Les tubes sont bouchés avec des bouchons percés dans lesquels nous insérons les thermomètres. Des tubes à essais, préalablement placés dans les sols, sont remplis d'eau chaude. L'ensemble représente les sondes chaudes arrivant sur Mars.
3. La température est mesurée toutes les 15 secondes jusqu'à 1 minute, puis toutes les 30 secondes jusqu'à 4 minutes puis toutes les minutes jusqu'à 10 minutes.

Expérience



Résultats

Temps en sec	Tp // en "sol sec	Tp // en "sol gelé
15	37	35,8
30	36,7	35,6
45	26	35,3
60	25,7	35,1
120	23,6	34,7
150	21,6	33,3
180	20	26,7
240	18,2	25,1
360	14,3	23,1
480	12,4	22,6
600	10,4	21,2



La différence de température captée par les sondes thermométriques est d'environ 11°C au bout de 10 min. La sonde dans le sol contenant de l'eau gelée se refroidit plus rapidement que la sonde dans le sol sec gelé

Conclusions

Les sondes refroidissent plus vite dans un sol contenant de la glace. En effet dans un sol, la glace comble tout espace vide isolant, augmentant ainsi la conduction thermique.

Le refroidissement d'une sonde arrivant à la surface de Mars sera plus rapide si le sol contient de l'eau.

Cette méthode peut-être utilisée pour déceler la présence d'eau dans le permafrost martien



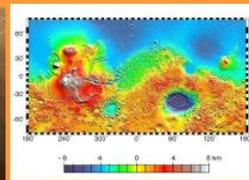
Des arguments en faveur de l'existence d'eau sur Mars



Vallée creusée par l'eau il y a des milliards d'années sur Mars



Calotte de glace au pôle sud de Mars



Le relief de Mars semble témoigner de l'existence d'anciens océans sur la planète.



L'hématite se forme habituellement par l'action érosive de l'eau, ce qui suppose la présence, d'eau en surface sur Mars.

Production d'un atelier avec conception et réalisation d'un protocole motivé par un questionnement qui émergeait du cours



Lunettes astronomiques
Serres sous atmosphère
contrôlée

Réalisations techniques

Productions d'ateliers



Maquettes à l'échelle

Réalisations artistiques



L'évaluation

Des élèves:

- Mise en place d'une évaluation formative intégrée au cours qui visait à juger de la maîtrise des compétences et des connaissances.
- La validation des compétences en fin de projet par l'évaluation de la production finale

Du projet :

- Motivation des élèves et les résultats à l'orientation en première
- Impact sur le lycée
- Réussite aux concours académiques (Faites Des Sciences et Prix du journalisme scientifique)
- Evaluation par le LAMES (Laboratoire Méditerranéen de Sociologie)



Contraintes et Optimisation

✓ Contrainte de financement:

- un budget prévisionnel le plus exhaustif possible.
- un soutien technique de l'équipe administrative.

✓ Contrainte de ressources humaines :

- une forte interaction entre membres de l'équipe (un coordonateur coopté).
- des espaces numériques dédiés.

✓ Contrainte de temps :

- attribution d'heures supplémentaires effectives.
- utilisation d'un gestionnaire de tâches.
- mise en place d'outils de régulation.



Conclusions

Le projet « Allons vivre sur Mars » a :

- ✓ permis de placer les élèves en situation d'acteurs de leur apprentissage.
- ✓ développé l'autonomie et l'initiative des élèves en les responsabilisant.

La vision qu'ils avaient du monde de la recherche et de la Science a été enrichie.

La réalisation du projet a mis en évidence l'existence de contraintes.

D'une pédagogie linéaire et parallélisée où les savoirs sont empilés et les matières cloisonnées on s'oriente vers une pédagogie spiralaire où les notions sont décroisonnées et élaborées progressivement.



Remerciements

Une équipe

- **SVT** : Martine Badal ; Catherine Grisolia
- **Physique chimie** : Eric Ferrant ; Isabelle Tarride
- **Lettres** : Mme Jullien ; **Arts Plastiques** : M.Poveda

Des partenaires



De solides soutiens

- **C. Le-Guillou** : Inspecteur pédagogique régional SVT
- **A. Capion** : Proviseur du lycée Val de Durance
- **Académie d'Aix-Marseille**
- **Région PACA**
- **Ville de Pertuis**

Catherine Grisolia lycée Val De Durance Pertuis 84120
Catherine.grisolia@ac-aix-marseille.fr