

**Grille : Construction d'un modèle numérique simplifié du cycle du carbone**

**Résumé**

Les réponses des élèves à la question «D'où vient et où va le CO<sub>2</sub> produit par les activités humaines ? » ont permis d'émettre des hypothèses sur les conceptions des élèves sur le cycle du carbone. Pour tous les élèves, le CO<sub>2</sub> d'origine anthropique s'accumule dans l'atmosphère. Seuls quelques élèves envisagent un flux sortant vers les végétaux, aucun ne propose un flux vers les océans. Le modèle qui fait consensus dans la classe est donc un modèle à un compartiment, l'atmosphère. L'objectif de cette séance est d'éprouver ce modèle simplifié du cycle du carbone à un seul compartiment. Les élèves construisent un modèle numérique de ce modèle à l'aide du logiciel Vensim. La simulation avec ce modèle et la comparaison entre les teneurs en CO<sub>2</sub> mesurées sur le terrain et celles calculées par leur modèle permet d'identifier la nécessité d'un flux sortant.

**Durée :** 2h00

**Auteur :** Michèle Prieur [michele.prieur@inrp.fr](mailto:michele.prieur@inrp.fr)

Réchauffement climatique et cycle du carbone

SVT

		type de travail (individuel, groupe...)	rôle du prof (P) /rôle de l'élève (E)	Gestion du temps	ressources
<b>1. problématisation/dévolution</b>					
<b>Articulation avec les séances précédentes</b>	- L'étude des conceptions des élèves sur le cycle du C a fait émerger un modèle possédant un seul compartiment : l'atmosphère.  - les élèves ont étudié au cours des séances précédentes les caractéristiques du flux entrant de CO <sub>2</sub> ainsi que celles du compartiment atmosphère (voir connaissances nécessaires)	Collectif	Le professeur permet de mobiliser des résultats et connaissances obtenus au cours de séances précédentes et permettant de motiver l'intérêt de la construction d'un modèle numérique du cycle du carbone.  Formulation du problème par le professeur	10 mn	- Graphe de l'étude de la température et des émissions de CO <sub>2</sub> en fonction du temps.  - Schéma bilan des mécanismes de l'effet de serre.  - <a href="#">Affiche présentant le modèle du cycle du C qui fait consensus dans la classe : un réservoir (atmosphère), un flux entrant (émissions de CO<sub>2</sub> liées aux activités</a>
<b>Motivation</b>	Être capable de calculer la teneur de l'atmosphère en CO <sub>2</sub> pour des périodes futures et ainsi pouvoir faire des prévisions sur le réchauffement climatique.				
<b>Formulation du problème -</b>	Comment calculer l'évolution de la teneur de l'atmosphère en CO <sub>2</sub> pour une période donnée ?				

## Réchauffement climatique et cycle du carbone

SVT

<b>Délimitation du problème à résoudre</b>	Construire un modèle numérique du cycle du carbone pour une période restreinte : 1991 – 2000.				
<b>Explicitation du/des modèles scientifiques en jeu</b>	Le cycle du carbone met en jeu un modèle à compartiments (réservoirs et flux)				
<b>2. Recueil et traitement d'information</b>					
<b>Activités d'investigation</b>	1. <u>Paramétrer le modèle</u> : Identifier les données nécessaires à la construction du modèle (teneur initiale de l'atmosphère en CO <sub>2</sub> , émission de CO <sub>2</sub> pour la période étudiée), rechercher ces données dans des travaux menés précédemment et les organiser dans le cahier de bord.	Groupe de 4 Puis bilan collectif	L'enseignant rappelle que les élèves ont toutes les données nécessaires au travail de paramétrage dans les travaux conduits précédemment, les élèves ont en charge de les retrouver.	20 mn	Cahier de bord et documents accessibles depuis le site de travail collaboratif :  - <a href="#">bdd des émissions de CO2 entre 1780 et 2000</a> - <a href="#">Teneur de l'atmosphère en CO2 entre 1991 et 2000 en différents points du globe</a> - <a href="#">convertisseur masse de C (Gt) – teneur en CO2 (ppm)</a>

## Réchauffement climatique et cycle du carbone

SVT

	<p><u>2. Construire le modèle avec le logiciel Vensim et simuler pour éprouver le modèle</u></p>	<p>Groupe de 4 : 2 binômes possédant chacun un ordinateur</p> <p>Collectif</p>	<p>Le binôme construit <a href="#">son modèle numérique</a> et identifie les problèmes soulevés par cette construction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cohérence des unités.</li> <li>- nécessité de confronter les valeurs de la simulation aux valeurs mesurées sur le terrain pour valider le modèle.</li> </ul> <p>Le professeur laisse le temps aux élèves de se confronter aux problèmes soulevés et de chercher des éléments de solution.</p> <p>Les solutions sont décidées collectivement.</p>	<p>50 mn</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Logiciel Vensim</li> <li>- <a href="#">Fiche technique d'utilisation du logiciel</a></li> <li>- cahier de bord : valeurs nécessaires au paramétrage du modèle</li> </ul>
	<p><u>3. Modifier le modèle</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en forme les résultats de la simulation : légender et titrer le graphe.</li> <li>- Proposer une hypothèse explicative aux écarts observés entre les valeurs calculées et mesurées.</li> </ul>	<p>Groupe de 4 : (2 binômes- 2 ordinateurs)</p>	<p>Les groupes travaillent en autonomie pour s'approprier les résultats de la simulation et émettre une hypothèse, puis pour modifier leur modèle numérique.</p>	<p>30 mn</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Impression des courbes obtenues : valeurs de CO<sub>2</sub> mesurées et calculées pour la période entre 1991 et 2000</a></li> <li>- modèle à 1 compartiment construit avec le logiciel</li> </ul>

## Réchauffement climatique et cycle du carbone

SVT

	- Modifier en conséquence le modèle dans Vensim	Collectif	Des bilans intermédiaires permettent d'effectuer des choix collectifs argumentés.		Vensim - Fiche technique
<b>Eléments permettant l'autocontrôle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confrontation du travail réalisé par les 2 binômes au sein d'un groupe de 4 élèves.</li> <li>- Résultats des simulations :</li> <li>- si le modèle est mal paramétré le logiciel refuse la simulation : choix cohérent des unités, oubli de paramétrage.</li> <li>- <a href="#">La modification du modèle</a> doit permettre d'obtenir une simulation qui réduise l'écart entre les valeurs calculées par le modèle et les valeurs mesurées sur le terrain.</li> </ul>				
<b>connaissances nécessaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation technique du logiciel Vensim</li> <li>- Formalisation d'un modèle à compartiments : notion de réservoirs (ou compartiment), de flux ... Connaissance construite au préalable par <a href="#">l'étude du remplissage d'une baignoire avec ou sans flux sortant.</a></li> </ul>				

Réchauffement climatique et cycle du carbone

SVT

3. production/communication					
<b>Type de production</b>	Modèle numérique du cycle du C construit avec le logiciel Vensim qui permette de simuler l'évolution de la teneur de l'atmosphère en CO <sub>2</sub> pour la période étudiée.				
<b>Type de destinataire</b>	Etapas intermédiaires : autre binôme du groupe.  Final : Professeur				
<b>Critères de réussite</b>	Le modèle numérique doit permette de simuler l'évolution de la teneur de l'atmosphère en CO <sub>2</sub> pour la période étudiée. L'écart entre les valeurs calculées par le modèle et les valeurs mesurées sur le terrain doit être le plus faible possible.				
4. Institutionnalisation					
<b>bilan intermédiaire</b>	Durant les différentes activités d'investigation, des bilans intermédiaires permettent de valider des				

## Réchauffement climatique et cycle du carbone

SVT

	propositions d'élèves et de faire des choix collectifs.	collectif	Elève et professeur		
<b>Bilan final</b>	Le CO <sub>2</sub> émis par les activités humaines ne s'accumule pas en totalité dans l'atmosphère. Il existe un flux sortant de CO <sub>2</sub> qui représente environ la moitié du CO <sub>2</sub> entrant.			10 mn	