

# Livret pédagogique de l'APP Climat 2021

## Parcours « Eau et Environnement » de la deuxième année de formation MFEE

O. Thual, L. Cassan, P. Duru, O. Liot, O. Praud, H. Roux et D. Astruc

Version du 15 février 2021

<b>1. Introduction .....</b>	<b>2</b>
1.1 Un enseignement de type « Apprentissage Par Projets » (APP) .....	2
1.2 Acquis des apprentissages visés .....	2
1.3 Contexte et finalité du projet.....	2
1.4 Contenu du livret .....	2
<b>2. Activités principales de l'APP .....</b>	<b>3</b>
2.1 Cours magistraux et séances encadrées .....	3
2.2 Familiarisation avec « La Fresque du Climat » .....	3
2.3 Création de mini-fresques.....	4
2.4 Création d'une ressource pédagogique numérique ouverte .....	5
<b>3. Création d'une « Conférence Active Multimédia » (CAM) .....</b>	<b>6</b>
3.1 Livrable L1 : Mini-Fresque sur Mural .....	6
3.2 Livrable L2 : Wiki associé à la mini-fresque .....	6
3.3 Livrable L3 : Diaporama de la Conférence Active Multimédia (CAM) .....	6
3.4 Livrable L4 : Vidéo de présentation des acquis d'apprentissage et contenus.....	6
3.5 Livrable L5 : Questionnaire à Choix Multiple (QCM) .....	7
3.6 Livrable L6 : Ressource pédagogique numérique Scenari Opale.....	7
<b>4. Séance de restitution et évaluation par les pairs.....</b>	<b>7</b>
4.1 Organisation des ateliers de restitution .....	7
4.2 Évaluation par les pairs et grille critériée.....	8
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>9</b>
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>9</b>
Enjeux climat-énergie, fresques et mini-fresques.....	9
Rapports du GIEC.....	9

## 1. Introduction

### 1.1 Un enseignement de type « Apprentissage Par Projets » (APP)

Bienvenue dans l'enseignement « APP Climat » qui combine plusieurs formules pédagogiques :

- Enseignement Transmissif Traditionnel (ETT) : les enseignant·e·s exposent un savoir
- Apprentissage Par Projet (APP) : les étudiant·e·s construisent leur savoir en étant actifs
- Progresser En Groupes (PEG) : le travail collectif permet d'apprendre plus efficacement
- Cours renversé : les groupes d'étudiant·e·s apprennent en préparant des contenus pédagogiques

Le présent livret doit être vu comme le mode d'emploi, le guide ou encore le règlement de cet enseignement. Il est essentiel de le lire dans son intégralité dès la première séance.

### 1.2 Acquis des apprentissages visés

À l'issue des 17 séances de 1h45 de l'APP Climat, les élèves ingénieurs seront capables de :

- Décrire les phénomènes prédominants du cycle de l'eau et de la circulation atmosphérique
- Expliquer les mécanismes responsables du changement climatique et de ses impacts
- Organiser un enchaînement de processus à l'aide de diagrammes conceptuels
- Intégrer des informations multiples issues de documentations scientifiques
- Choisir des faits marquants pour expliquer des concepts scientifiques complexes
- Générer des ressources pédagogiques facilement utilisables par d'autres scientifiques

### 1.3 Contexte et finalité du projet

La prise de conscience des conséquences physiques et humaines du changement climatique a conduit les étudiant·e·s et les enseignant·e·s à revoir leur approche de la formation d'ingénieur qu'ils ou elles suivent ou dispensent. Considérés comme de simples applications de la mécanique des fluides, les cours présentant la météorologie ou l'hydrologie comme renforts de la boîte à outil de l'ingénieur « eau et environnement » répondent désormais à une attente croissante d'information sérieuse sur enjeux socio-écologiques et la place de l'ingénieur dans les prochaines décennies.

La prise en compte des enjeux climat-énergie dans la formation d'ingénieur, telle que le préconise un rapport du « Shift Project » ([1]), pourrait être considérablement accélérée par des initiatives de co-construction de module d'enseignement entre étudiant·e·s et enseignant·e·s. Le travail proposé dans cet enseignement de type « Apprentissage Par Projet » (APP) vise à construire des matériaux pédagogiques facilement réutilisables pour permettre une rapide diffusion des connaissances, à l'instar du jeu sérieux « La Fresque du Climat » dont la conception pédagogique et la portabilité ont permis une diffusion exponentielle de connaissances sur les enjeux du changement climatique. La notion de « Conférence Active Multimédia » (CAM) est développée et expérimentée dans ce projet.

### 1.4 Contenu du livret

Ce livret détaille l'organisation et déroulement de l'enseignement « APP Climat ». La programmation des 17 séances est détaillée. Le projet à réaliser s'appuyant fortement sur la création d'une mini-fresque, ce concept est explicité en se basant sur le jeu sérieux « La Fresque du Climat ». L'exemple de la ressource pédagogique numérique présentant les mini-fresques de l'APP Climat 2020 est indiqué pour mieux situer les six livrables constituant le projet. L'organisation des soutenances et le processus d'évaluation par les pairs sont explicités.

## 2. Activités principales de l'APP

### 2.1 Cours magistraux et séances encadrées

Le Tableau 1 présente le programme des 17 séances de l'APP Climat. Les deux premières séances sont regroupées en une demi-journée pour une présentation de l'enseignement, suivie d'une formation à l'animation de La Fresque du Climat. Les deux dernières séances, également regroupées en une demi-journée, sont consacrées à des créneaux de « cours renversés », au cours desquels des trinômes présentent à un groupe d'étudiant·e·s la synthèse des « Conférences Actives Multimédias » qu'ils ont construites. Entre ces deux demi-journées, les séances combinent des conférences par des enseignants et des ateliers de travaux de groupes bénéficiant de l'encadrement de ces experts.

Créneau		Séquencement des séances	LC	PD	OL	OP	HR	OT	Total
TD	1	Présentation de l'APP Climat et mise en œuvre de l'atelier "La Fresque du Climat"						1	1
TD	2							1	1
CM	3	Effet de serre additionnel						1	1
CM	4	Perturbation du cycle de l'eau					1		1
CM	5	Forçage radiatif						1	1
CM	6	Crues	1						1
CM	7	Submersions			1				1
CM	8	Ressources en eaux douces	1						1
CM	9	Cyclones				1			1
CM	10	Cycle du Carbone (trois cartes)		1					1
CM	11	Aérosols		1					1
CM	12	Hausse de la température de l'air						1	1
CM	13	Fontes des glaces (trois cartes)			1				1
CM	14	Hausse de la température de l'eau			1				1
CM	15	Amphi inversé pour les soutenances						1	1
TD	16	Soutenances des projets de "Conférences Pédagogiques Multimedia" et mini-fresques						1	1
TD	17							1	1
<b>TOTAL</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>17</b>

Tableau 1 : Déroulement des 17 séances de 1h45 de l'APP Climat

### 2.2 Familiarisation avec « La Fresque du Climat »

La première activité du cours est une formation à l'animation de « [La Fresque du Climat](#) », que la plupart des étudiant·e·s ont eu l'occasion de découvrir à l'occasion de [La Rentrée Climat](#) de Toulouse INP. Ce jeu sérieux, d'une durée de trois heures, permet une visualisation globale des mécanismes physiques responsables du changement climatique ainsi que de leurs impacts. L'atelier consiste à disposer, sur une feuille de 2 m<sup>2</sup> en présentiel, ou un tableau virtuel (MURAL) à distance, un enchaînement de 42 cartes reliées par des flèches reliant les causes aux conséquences (Figure 1). Les étudiant·e·s qui souhaitent devenir animateurs de « La Fresque du Climat » pourront suivre les formations qui sont régulièrement organisées au sein de Toulouse INP.

Un certain nombre de ressources pédagogiques associées à ce jeu sont disponibles :

- Une fiche synthétique par carte décrivant les flèches entrantes et sortantes
- Des fiches détaillées décrivant les bases scientifiques des phénomènes évoqués
- Un quizz composé de questions testant la compréhension de la fresque
- Des réseaux sociaux permettant des discussions scientifiques
- Une bibliographie permettant d'approfondir les points scientifiques

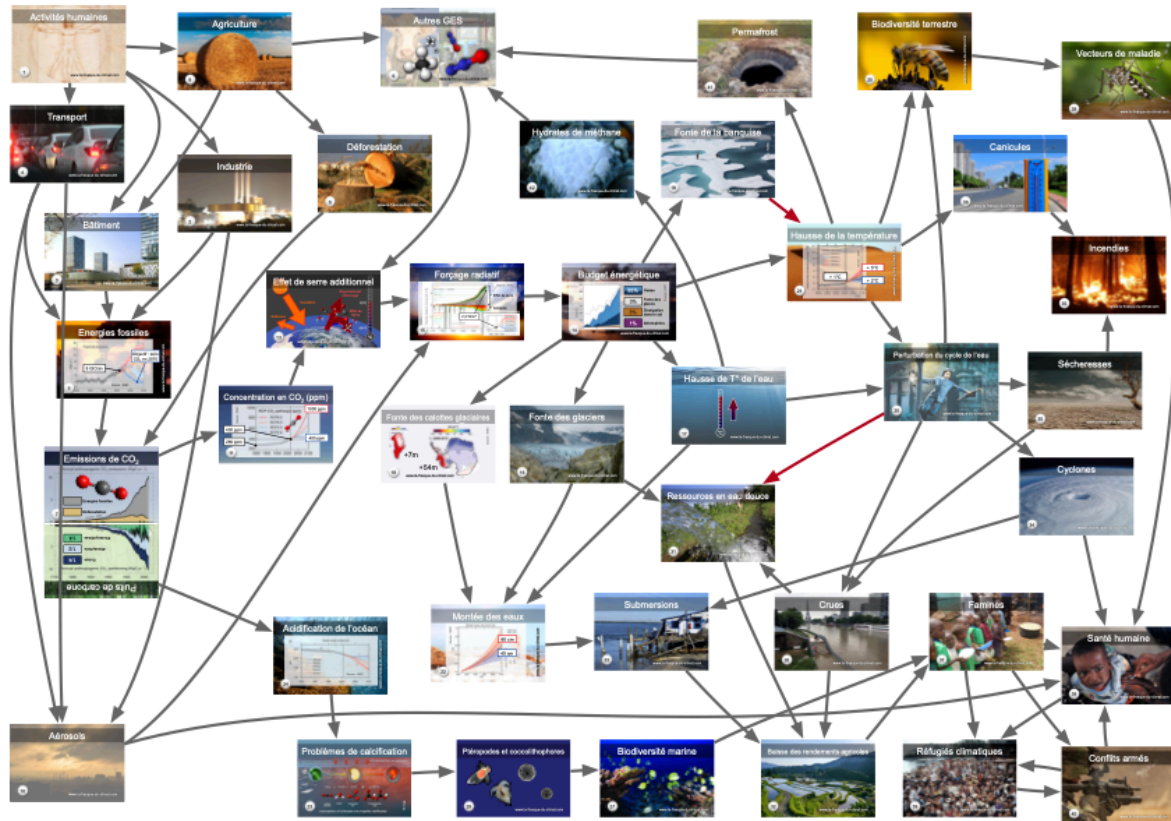


Figure 1 : Exemple de correction de La Fresque du Climat

Un des principes moteurs de l'APP Climat est de s'inspirer de ce jeu sérieux et de son environnement pour en approfondir un ou plusieurs thèmes. L'objectif est de construire une « Conférence Active Multimédia » (CAM) traitant d'un thème particulier, pouvant faire l'objet d'un cours renversé présenté par d'autres personnes, étudiant·e·s ou enseignant·e·s, en leur fournissant tous les éléments leur permettant d'assimiler le contenu et de l'exposer. De même que le jeu sérieux « La Fresque du Climat » doit son succès à la portabilité de son contenu, en se basant sur une pédagogie active, la conférence sera conçue dans l'optique d'une insertion facilitée dans les formations d'ingénieurs.

### 2.3 Création de mini-fresques

À l'instar du jeu sérieux « La Fresque du Climat », les étudiants, par groupes de trois, auront comme projet de créer des mini-fresques, adossées à une ou plusieurs cartes de « La Fresque du Climat ». La Figure 2 donne un exemple d'une mini-fresque comportant 5 cartes issues du jeu original de 42 cartes et 7 cartes détaillant des relations de cause à conséquence issues de la carte représentant l'émission d'aérosols. Les cartes doivent comporter un titre, une illustration (conçue par ordinateur ou à la main), et comporter une légende synthétique. Les phénomènes physiques mis en jeu feront l'objet de fiches détaillées rassemblées dans un wiki, à l'instar du jeu sérieux original. Ces mini-fresques doivent s'appuyer sur une recherche documentaire approfondie et les sources doivent être citées dans la bibliographie de chaque fiche. Le jeu sérieux « La Fresque du Climat » s'appuie essentiellement sur les rapports du GIEC (voir la [Bibliographie](#)) et cette source d'information devra être privilégiée. Les enseignants sont également à la disposition des étudiants pour apporter des informations scientifiques.

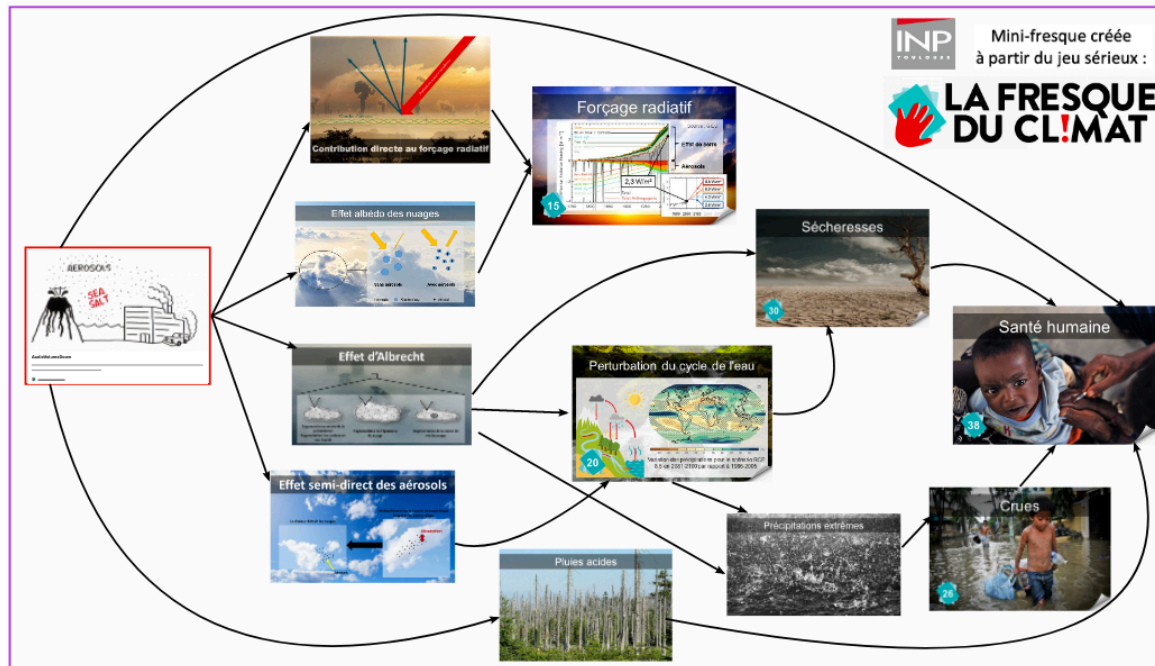


Figure 2 : Exemple de mini-fresque « Les aérosols », adossée à La Fresque du Climat

## 2.4 Création d'une ressource pédagogique numérique ouverte

Les livrables de l'APP Climat 2020 étaient réduits à la construction d'une mini-fresque et de fiches documentaires associées à chaque carte à l'image du wiki de La Fresque du Climat ([3]). La Figure 3 reproduit l'introduction d'une ressource pédagogique numérique construite, avec l'outil Scenari Opale, pour rassembler tous ces travaux. La construction d'une telle ressource est maintenant prévue dans les livrables de cet enseignement.

Figure 3 : Introduction de la ressource présentant les mini-fresque de l'APP Climat 2020

### 3. Création d'une « Conférence Active Multimédia » (CAM)

Constitués en trinômes, les étudiants ont pour objectif la construction d'une « Conférence Active Multimédia » (CAM) visant à approfondir et élargir les thèmes abordés par la Fresque du Climat. À l'instar de ce jeu sérieux, qui peut être animé à l'issue d'une courte formation, cette CAM doit pouvoir être facilement utilisable par d'autres personnes, dans le but de faciliter la diffusion des connaissances qui y sont synthétisées.

#### 3.1 Livrable L1 : Mini-Fresque sur Mural

Les groupes devront créer des mini-fresques incluant une ou plusieurs cartes du jeu sérieux « La Fresque du Climat ». Ces mini-fresques seront construites avec sur le mural principal mis à disposition du groupe, avec une sauvegarde régulière sur un mural secondaire. Le mural principal doit comporter une correction pouvant être cachée par une étiquette et un espace permettant à un groupe de jouer de reconstruire la mini-fresque. Le lien du mural de jeu sera accessible à partir de la ressource pédagogique numérique Scenari Opale sur le serveur MyScenari mis à disposition de la promotion. Chaque carte doit comporter un titre, une illustration et une légende. Un double clic de chacune des nouvelles cartes doit conduire au wiki (L2) intégrée dans la ressource pédagogique numérique (L3).

#### 3.2 Livrable L2 : Wiki associé à la mini-fresque

Chaque carte de la mini-fresque, représentant un phénomène dans une chaîne de causes et de conséquences, doit faire l'objet d'une fiche contenue dans un wiki, hébergé dans une ressource pédagogique Scenari Opale sur le serveur MyScenari mis à disposition de la promotion. La fiche, issue d'un travail documentaire approfondi, effectue une synthèse des informations scientifiques recueillies et doit présenter une bibliographie consistante et présentée en respectant les règles de citation documentaires. Les cartes considérées comme causes ou conséquences dans la mini-fresque doivent être mentionnées. L'illustration et la légende de chaque carte devront figurer dans la fiche associée, à l'instar du [wiki de La Fresque du Climat](#). Cette activité nécessite un travail de recherche documentaire intensif. Il est recommandé de se baser, en priorité, les informations issues des rapports du GIEC ([10]-[13]).

#### 3.3 Livrable L3 : Diaporama de la Conférence Active Multimédia (CAM)

Un diaporama sera construit dans la perspective d'une conférence d'environ 90 mn, comprenant l'exposé de connaissance et l'animation de la mini-fresque. Tout autre initiative permettant d'accroître l'efficacité du « cours renversé », s'il est animé par des étudiants, ou du « cours transporté », s'il est utilisé par un·e enseignant·e pourra être intégrée dans le diaporama. Le format source doit être choisi de manière à permettre à un nombre raisonnable de personnes de se l'approprier et de le modifier. Les sources (images, planches...) seront intégrées dans la ressource pédagogique ainsi que la version pdf du diaporama.

#### 3.4 Livrable L4 : Vidéo de présentation des acquis d'apprentissage et contenus

Une capsule vidéo de quelques minutes sera construite pour présenter les acquis d'apprentissage visés par la Conférence Active Multimédia (CAM). Une présentation des informations clés du contenu développé par la mini-fresques pourra être intégrée. La vidéo pourra être déposée sur un site de diffusion de vidéo grand public (YouTube, Dailymotion, Vimeo...) ou sur le serveur MyScenari mis à la disposition de la promotion.

### 3.5 Livrable L5 : Questionnaire à Choix Multiple (QCM)

Un questionnaire à choix unique ou multiple sera construit avec l'outil Scenari Opale, sur le serveur MyScenari, pour valider les acquis d'apprentissage de la Conférence Active Multimédia (CAM). Une dizaine de questions, au minimum, doivent permettre d'explorer les faits marquants exposés. Des exemples de questions peuvent être trouvés dans la ressource pédagogique numérique de l'APP Climat 2020 ([5]).

### 3.6 Livrable L6 : Ressource pédagogique numérique Scenari Opale

Un ressource pédagogique numériques construite avec Scenari Opale sur le serveur MyScenari sera construite pour synthétiser toutes les livrables : capture d'écran de la correction de la mini-fresque, lien vers le Mural de la mini-fresque (L1), fiches du wiki (L2), version pdf du diaporama et téléchargement des sources (L3), lien vers la vidéo (L4), questionnaire à choix multiples (L5), introduction et conclusion. Un exemple de structuration des fiches du wiki peut être trouvées dans la ressource pédagogique numérique de l'APP Climat 2020 ([5]). L'ensemble des matériaux pédagogiques regroupés dans cette ressource sera publiée sous licence CC BY-SA.

## 4. Séance de restitution et évaluation par les pairs

Les deux dernières séances, regroupées en une demi-journée, font l'objet de « cours renversés » au cours desquels un trinôme présente sa conférence et anime sa mini-fresque auprès de deux autres trinômes. Une évaluation par les pairs basée sur une grille critériée précise est organisée.

### 4.1 Organisation des ateliers de restitution

Chaque trinôme dispose de 30 mn pour animer sa mini-fresque et présenter sa Conférence Active Multimédia devant deux autres trinômes. Sur les 240 minutes que représente la demi-journée, chaque trinôme animera deux ateliers et assistera à quatre ateliers. À titre d'exemple, le Tableau 2 présente la programmation d'une promotion divisée en six groupes intitulés A, B, C, D, E et F.

Créneau 1 : 14h-14h30		Créneau 2 : 14h40-15h10		Créneau 3 : 15h20-15h50	
Animateurs	Participants	Animateurs	Participants	Animateurs	Participants
A	C	C	E	E	A
	D		F		D
B	E	D	A	F	B
	F		B		C
Créneau 4 : 16h-14h30		Créneau 5 : 14h40-15h10		Créneau 6 : 17h20-18h50	
Animateurs	Participants	Animateurs	Participants	Animateurs	Participants
A	E	C	A	E	B
	F		B		C
B	C	D	E	F	A
	D		F		D

Tableau 2 : Exemple de programmation des ateliers pour 6 groupes A,B...F.

## 4.2 Évaluation par les pairs et grille critériée

À mi-parcours de l'enseignement, les trinômes déposeront sur une activité « atelier » de Moodle le titre de la Conférence Active Multimédia en cours de préparation, ainsi que le lien vers une publication préliminaire de la ressource. Chaque trinôme sera chargé d'évaluer les quatre trinômes dont il aura suivi les ateliers, ainsi que son propre travail. La grille critériée présentée dans le Tableau 3 sera utilisée pour attribuer une note et sera téléversée dans l'activité atelier. La note globale sera saisie avec une décimale et un commentaire pourra être rédigé par les évaluateurs. La pertinence de l'évaluation sera évaluée, par comparaison avec les notes attribuées par les autres trinômes ainsi que celle des enseignants, dont le poids sera important. La note attribuée pour l'évaluation comptera pour 20% dans la note finale.

N°	Critères	Points 0	Points 1	Points 3	Points 4	Note sur 20	Coef (%)
<b>Mini-Fresque de la Conférence Active Multimédia (CAM)</b>							
1	Attractivité ludique de la minifresque et logique de sa construction.	La construction du jeu ne permet pas de s'y investir sérieusement	Des imperfections compliquent le jeu et nuisent à l'attention	Les participants se prennent au jeu et s'impliquent	Le jeu sérieux passionne les participant-e-s	20	6%
2	Choix des images et qualité artistique de la correction.	Les images peinent à illustrer concepts de manière attirante	Des images auraient pu être mieux choisies ou agencées.	Les images illustrent correctement les concepts	Les images sont belles, pertinentes et bien agencées	20	5%
3	Légendes des cartes pour décrire les phénomènes représentés.	Les légendes sont imprécises et donnent peu d'indications	Certaines légendes auraient pu être améliorées	Les légendes décrivent bien les phénomènes	Les légendes sont très claires et facilitent la construction du jeu	20	6%
4	Ergonomie sur le tableau virtuel partagée (MURAL).	La mise en oeuvre technique du jeu souffre de lacunes	Des améliorations sont à apporter pour rendre le jeu portable	Les liens sur le wiki sont valides et le jeu est prêt à l'emploi	Tout a été prévu pour que jeu soit mis en oeuvre plusieurs fois	20	5%
<b>Wiki associé aux cartes de la mini-fresque</b>							
5	Pertinence du contenu scientifique des pages du wiki	De nombreuses pages sont difficiles à lire ou inconsistantes	La rédaction de certaines pages gagnerait à être revue	Les pages fournissent des informations nécessaires et lisibles	Toutes les pages sont informatives et très bien rédigées	20	10%
6	Références bibliographiques des pages du wiki	La bibliographie est mal construite ou souffre de lacunes	Il manque quelques références pour citer les sources	Une bibliographie permet de vérifier les sources d'information	La bibliographie est riche, pertinente et accessible	20	7%
7	Quantification du travail de documentation et de synthèse	Le temps consacré aux pages du wiki semble insuffisant	Les pages auraient pu synthétiser un peu plus d'informations.	Le contenu est le résultat d'un travail conséquent	Le contenu est riche et profond, tout en restant synthétique	20	10%
<b>Autres supports pédagogiques de la Conférence Active Multimédia (CAM)</b>							
8	Diaporama de présentation des concepts essentiels à retenir	Le diaporama est trop difficilement portable en raison de lacunes	Le diaporama doit être amélioré : clarté, contenu, pertinence...	Le contenu du diaporama complète bien la mini-fresque	Le diaporama est clair, synthétique, informatif et portable	20	8%
9	Vidéo de présentation des acquis d'apprentissage et de quelques contenus	La vidéo ne permet pas de cerner les objectifs visés	Certains objectifs ou contenus auraient pu être ajoutés	Les objectifs sont compréhensibles et la vidéo est informative	La vidéo présente brillamment les objectifs et un contenu riche	20	8%
10	Questionnaire à Choix Multiple de validation des acquis d'apprentissage	Les questionnaire ne répond pas à l'objectif de validation	Le questionnaire gagnerait à être amélioré par endroits	Le questionnaire explore bon nombre de connaissances	Le questionnaire parcourt complément les connaissances	20	8%
<b>Mise en oeuvre et portabilité de la Conférence Active Multimédia (CAM)</b>							
11	Ressource pédagogique numérique (Scenari Opale) intégrant les livrables	L'accès à certaines information est difficile ou inexistant	Quelques obstacles existent mais toute l'information est là	La ressource réunit les livrables de manière cohérente et utile	Le titre, l'agencement et le contenu sont remarquables	20	7%
12	Présentation orale de la mini-fresque et des autres livrables	La mini-fresque et le cours renversé n'ont pas convaincu	La mise au point du cours renversé doit être améliorée	La prestation du groupe était réussie et convainquante	Les livrables ont été brillamment mis en valeur par le groupe	20	14%
13	Portabilité de la Conférence Active Multimedia (CAM)	Un travail conséquent reste à faire pour s'approprier la CAM	La conférence n'est pas portable sans un travail supplémentaire	La plupart des livrables demandés sont réutilisables	Toutes les conditions sont réunies pour un portage réussi	20	6%
<b>Total sur 20 :</b>						<b>20,0</b>	<b>100%</b>

Tableau 3 : Grille critériée pour l'évaluation des projets de l'APP Climat



## 5. Conclusion

L'enseignement « APP Climat » est basé sur une approche pédagogique de type « Apprentissage Par Projet » (APP) dans laquelle l'étudiante ou l'étudiant construit ses connaissances à travers la réalisation d'un projet dont les objectifs sont précisément spécifiés. Si le choix du sujet est laissé à l'initiative de chaque trinôme en charge de son projet, le cadre est fixé par le jeu sérieux « La Fresque du Climat » qui fait office de référence pour cet enseignement. La motivation principale de ces projets est de pouvoir transmettre les supports pédagogiques d'une « Conférence Active Multimédia » pouvant être rapidement assimilée et utilisée par d'autres personnes, à l'instar des animateurs des ateliers de la Fresque du Climat capable de propager ce jeu sérieux à l'issue d'une courte formation.

Les livrables des projets de trinômes ont été conçus pour répondre à cet objectif de portabilité et de transmissibilité : jeu sérieux de type mini-fresque pour une pédagogie active, fiches documentaires (wiki), capsules vidéo et questionnaire, publication sous forme de ressource pédagogique numérique ouverte et transmission des sources.

Des pistes d'amélioration de ce scénario pédagogique pour les années suivantes pourront être discutées au cours de son déroulement, dans le cadre d'une co-construction entre les étudiants et les enseignants.

## 6. Bibliographie

### Enjeux climat-énergie, fresques et mini-fresques

- [1] Former les ingénieurs du XXIème siècle, The Shift Project, <https://theshiftproject.org/former-les-ingenieurs-a-la-transition>
- [2] La Fresque du Climat, <https://fresqueduclimat.org/>
- [3] Wiki de La Fresque du Climat, <https://fresqueduclimat.org/wiki>
- [4] O. Thual, La construction de mini-fresques au service d'une pédagogie active, *J. Pratiques Pédago. INP* **0912** (2020) pp. 11. [[format pdf](#)] et [[diaporama](#)]
- [5] E. Di Maria, O. Thual, l'équipe enseignante de l'APP Climat et la promo 2MFEE EE 2020, *Mini-Fresques, l'APP Climat 2020*, Éd. Ress. Pédago. Ouv. INP **0525** (2020) 20h

### Rapports du GIEC

- [6] [Page d'accueil du site du GIEC URL](#)
- [7] [Sept 2019: Report The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate URL](#)
- [8] [Aug 2019: Climate Change and Land URL](#)
- [9] [Oct 2018: Global Warming of 1.5°C URL](#)
- [10] [Oct 2014: AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014 URL](#)
- [11] [Apr 2014 : AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change URL](#)
- [12] [Mar 2014: AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability URL](#)
- [13] [Sept 2013: AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis](#)