

# MOOC CLIMAT

Causes et enjeux du changement climatique



## *Bilan de la première session de cours (Octobre – Décembre 2015)*

*Synthèse à l'attention de l'équipe pédagogique, des inscrits,  
des partenaires financiers, du réseau FUN,  
des établissements membres de l'UVED*



## SOMMAIRE

I. LE CONTEXTE .....	6
I.1. L'UVED .....	6
I.2. La thématique : le changement climatique .....	7
I.3. Les objectifs pédagogiques du cours .....	7
I.4. Les partenaires du cours.....	7
I.4.1. Les partenaires financiers .....	7
I.4.2. Les partenaires de réalisation .....	9
I.4.3. Les partenaires de diffusion .....	9
I.5. La promotion du MOOC .....	10
I.5.1. Le support réalisé .....	10
II. LE COURS.....	10
II.1. Les documents cadres .....	11
II.2. Le référent scientifique .....	11
II.3. L'équipe pédagogique .....	11
II.4. L'hébergement du cours.....	13
III. LA PREMIERE SESSION, DU 19 OCTOBRE AU 14 DECEMBRE 2015 .....	14
III.1. Sources des données .....	14
III.2. Le profil des inscrits .....	14
III.3. Le suivi du cours .....	17
III.3.1. Les motivations .....	17
III.3.2. Les semaines et les vidéos les plus appréciées.....	17
III.3.3. Le forum .....	18
III.3.4. Les quiz.....	19
III.3.5. Les questions-débats .....	19
III.3.6. Les devoirs évalués par les pairs .....	21
III.3.7. L'attestation de suivi avec succès .....	22
III.3.8. La gestion personnelle du temps d'apprentissage.....	22
III.4. L'animation du cours .....	22
III.5. L'appréciation du cours .....	23
III.5.1. L'appréciation des différentes composantes du cours .....	24
III.5.2. Des exemples d'appréciations.....	24
IV. VERS UNE DEUXIEME SESSION EN 2015.....	26
IV.1. Les attentes du point de vue des participants.....	26
IV.2. Les recommandations du point de vue des experts et intervenants.....	26
IV.3. Les recommandations du point de vue des apprenants.....	27
V. LES USAGES HORS CONTEXTE MOOC.....	29
V.1. Principe .....	29
V.2. Usages par les enseignants.....	29
V.3. Valorisation des vidéos sur les chaînes Canal UVED et YouTube UVED.....	32
VI. ANNEXE .....	35
VI.1. Devoir évalué par les pairs n°1 : rendus sélectionnés et commentés par l'expert scientifique.....	35

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Aperçu de la plateforme du cours sur France Université Numérique .....	13
Figure 2 : Sexe des inscrits.....	14
Figure 3 : Âge des inscrits .....	14
Figure 4 : Situation professionnelle des inscrits .....	15
Figure 5 : Niveaux d'étude des inscrits .....	15
Figure 6 : Formations initiales des inscrits : principaux champs disciplinaires .....	15
Figure 7 : Les 10 secteurs d'activité les plus représentés parmi les inscrits .....	16
Figure 8 : Origine géographique des inscrits .....	16
Figure 9 : Motivations des inscrits par rapport au suivi du cours .....	17
Figure 10 : Appréciation des semaines de cours .....	17
Figure 10 : Évolution de l'activité du forum tout au long du cours.....	19
Figure 11 : Exemple d'Attestation de suivi avec succès .....	22
Figure 12 : Appréciation de la progression personnelle suite au suivi du cours .....	23
Figure 13 : Appréciation du cours par les inscrits.....	24
Figure 14 : Intérêt des participants pour les sessions 2 des 5 MOOC d'UVED .....	26
Figure 15 : Principales suggestions de nouveaux contenus pour une session 2 .....	27
Figure 16 : Principales propositions pour l'amélioration des devoirs évalués par les pairs .....	28
Figure 17 : Propositions pour l'amélioration des quiz .....	28
Figure 18 : Propositions pour l'amélioration de l'animation du cours .....	28

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Thèmes, experts et intervenants .....	12
Tableau 2 : Vidéo la plus appréciée pour chacune des semaines de cours .....	18
Tableau 3 : Contributions aux 9 questions-débats .....	21
Tableau 4 : Participation et résultats obtenus aux devoirs évalués par les pairs.....	21

# MOOC UVED « CAUSES ET ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE »

Référent scientifique : **Hervé Le Treut**

Université Pierre et Marie Curie, Institut Pierre Simon Laplace

6

## thématiques abordées

- « Le climat » **Hervé LE TREUT**, UPMC & IPSL
- « Les gaz à effet de serre » **Philippe BOUSQUET**, UVSQ
- « La modélisation du climat » **Pascale BRACONNOT**, CEA et **Laurent BOPP**, CNRS
- « La réduction des émissions de gaz à effet de serre » **Nadia MAIZI**, Mines ParisTech et **Jean-Charles HOURCADE**, CNRS
- « Les impacts régionaux et l'adaptation au changement climatique » **Pierre TULET**, Université de La Réunion & CNRS
- « Le changement climatique à l'épreuve des autres changements environnementaux et sociétaux » **Sylvie JOUSSAUME**, CNRS & GIS Environnement, Climat, Société

36

## intervenants

- issus de **17 établissements**



76

### contenus pédagogiques

- 52 vidéos
- 6 quiz
- 9 questions-débats
- 6 notes de lecture pour approfondir le cours
- 2 devoirs évalués par les pairs
- 1 forum

7470

### inscrits lors de la première session (septembre-décembre 2015)

- 60% des inscrits sont diplômés d'un master, diplôme d'ingénieur ou doctorat
- **Top 3** des secteurs professionnels représentés : Enseignement (27%), Administration publique (12%), Santé et action sociale (8%), Activités scientifiques et techniques (7%)
- 53% de femmes, 47% d'hommes

82%

### des inscrits ont suivi le cours depuis la France

- 10% depuis l'Afrique
- cours suivi depuis 33 pays

44%

### des inscrits suivaient (ou avaient déjà suivi) un autre MOOC de l'UVED

- 92% sont intéressés par le suivi d'un nouveau MOOC de l'UVED

5%

### des inscrits ont obtenu l'Attestation de suivi avec succès

- **Évaluation** par les pairs : participants en moyenne / devoir
- 259 fils de discussion créés

27%

### des inscrits sont intéressés par le suivi d'une 2<sup>ème</sup> session

- **Points forts de la session 1**
  - L'acquisition de connaissances
  - Les contenus scientifiques
  - Les quiz
  - Les conseils bibliographiques
  - Les actualités
- **Points à améliorer en vue de la session 2**
  - Les interactions entre apprenants
  - Les interactions apprenants – intervenants
  - Les questions débats
  - Les devoirs évalués par les pairs

## I. LE CONTEXTE

### I.1. L'UVED

UVED, une des sept Universités Numériques Thématiques (UNT) soutenues par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a pour mission de promouvoir l'usage du numérique au service de l'innovation pédagogique dans le domaine de l'environnement et du développement durable (EDD).

L'UVED favorise l'accès au savoir, l'éducation et la formation de l'ensemble des acteurs du domaine de l'EDD.

Son activité se concrétise par l'identification des besoins de formation et par la production de nouveaux contenus pédagogiques numériques validés scientifiquement dans tous les champs et pour toutes les approches de l'EDD. L'UVED donne également une visibilité nationale et internationale à l'offre de formation et aux productions pédagogiques de ses établissements membres en vue de valoriser le patrimoine pédagogique numérique de ce domaine.

L'objectif est de produire et de mettre à disposition, en libre accès, des compléments de cours directement utilisables par les étudiants, d'offrir aux enseignants et formateurs des e-contenus pour les aider à construire et enrichir leurs enseignements, et d'apporter aux divers acteurs de l'EDD comme au grand public des informations fiables et des contenus pédagogiques labellisés qui contribuent à la formation tout au long de la vie.

Au-delà de cette mission, et afin de mieux répondre aux besoins sociétaux en matière de formation continue et d'éducation tout au long de la vie, UVED a mis à profit sa vocation partenariale en s'engageant dans la production de cours en ligne massifs et ouverts à tous (MOOCs) réunissant plusieurs experts scientifiques issus d'établissements différents. Les cinq premiers MOOCs coordonnés par UVED se rapportent aux grands défis sociétaux en lien avec l'environnement et le développement durable et répondent ainsi aux attentes de la société en permettant à tout apprenant de prendre part à un capital de connaissances en quelques clics.



Des milliers de ressources et outils pédagogiques numériques mutualisés, en libre accès, validés scientifiquement

Des appels à projets pour financer et réaliser des contenus pédagogiques

Fondation partenariale  
15 établissements fondateurs  
30 membres associés  
[www.uved.fr](http://www.uved.fr)

## I.2. La thématique : le changement climatique

La thématique du changement climatique est très importante. La France a été officiellement nommée pays hôte de la 21e conférence climat en 2015 : Paris Climat 2015. La 21ème Conférence des Parties à la CCNUCC et la 11ème session de la réunion des Parties au Protocole de Kyoto se sont déroulées au mois de décembre 2015 sur le site Paris-le Bourget. Selon les experts, «le réchauffement du système climatique est sans équivoque»<sup>1</sup>. Des changements profonds sont désormais inéluctables, bien qu'il existe encore des incertitudes sur leur ampleur. Face à ce changement de climat qui affectera de nombreux secteurs d'activités, l'adaptation de notre territoire et la planète au changement climatique est devenue un enjeu majeur qui appelle une mobilisation nationale et internationale.

L'objectif du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique » est de comprendre comment on est en train de modifier le système climatique, comment ses impacts se font sentir dans des milieux très divers et quels sont les remèdes que l'on peut apporter d'apporter à une situation qui évolue, un peu hors de contrôle depuis quelques décennies.

## I.3. Les objectifs pédagogiques du cours

Le MOOC « Causes en enjeux du changement climatique », produit et coordonné par UVED, vise à répondre aux nombreux besoins de la société en matière de connaissances fondamentales sur ce sujet. Il a pour ambition d'amener les inscrits à :

- connaître l'histoire et l'émergence de cette problématique ;
- acquérir des connaissances de base sur le système climatique et sur sa modélisation ;
- comprendre les stratégies liées à la mitigation et à l'adaptation aux conséquences du changement climatique ;
- participer à des échanges et à des débats sur l'environnement et le développement durable ;
- davantage s'impliquer dans le champ de l'environnement et le développement durable.

## I.4. Les partenaires du cours

### I.4.1. Les partenaires financiers

La réalisation de ce MOOC a été rendue possible grâce au soutien financier de plusieurs partenaires :



La Fondation VEOLIA s'est donné pour mission de soutenir des actions d'intérêt général sans but lucratif qui concourent notamment à la protection de l'environnement. Mais VEOLIA fait aussi de la Recherche. Veolia Recherche & Innovation coordonne l'ensemble des programmes de recherche du groupe qui s'organisent autour des objectifs du développement durable et des activités suivantes du groupe : eau, énergie, propreté.

---

<sup>1</sup> Rapport de synthèse du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2013



Le changement climatique fait partie de l'expertise de l'ADEME qui a été largement impliquée à l'occasion de la COP21, Paris Climat 2015. L'ADEME, par son action en région et ses activités au niveau national et international, possède, collecte ou coordonne un certain nombre de données et d'études.



Etant l'un des principaux financeurs publics internationaux de la lutte contre le changement climatique, l'AFD est particulièrement mobilisée sur ce sujet. Ce premier MOOC francophone sur le changement climatique intervenait dans le contexte de la préparation de la COP21. Le MOOC, dispositif innovant de formation à distance, permettra de toucher un vaste public, et sera disponible dans les pays d'intervention de l'AFD. Il contribuera en outre au développement de ressources pédagogiques sur le changement climatique réutilisables dans d'autres contextes.



La région PACA est un important contributeur au réchauffement climatique et est particulièrement vulnérable aux impacts du changement climatique : la région est très exposée aux risques naturels et aux phénomènes climatiques extrêmes en raison de son profil climatique naturel. De nombreux acteurs sont engagés pour le climat : en 2013, la région PACA s'est dotée d'un Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE). Dans le cadre de celui-ci, les collectivités territoriales (départements, municipalités, intercommunalités, etc.) et les entreprises se sont engagés en faveur de la lutte contre les changements climatiques, notamment au travers de plans climat, de plans de déplacements et de bilans d'émissions de GES.



La Région s'est fixé des objectifs ambitieux pour diminuer l'effet des changements climatiques. La Région Aquitaine fait du changement climatique un défi majeur à relever. Avec un réchauffement de 1,1°C au siècle dernier (0,8°C en Europe), l'Aquitaine est une des régions de France les plus concernées. Face à cet enjeu, la Région s'est fixée des objectifs ambitieux dans le domaine de l'énergie et de la réduction des gaz à effets de serre, et elle travaille à la fois sur l'anticipation et l'adaptation du territoire. La Région Aquitaine a été la première région française à anticiper le changement climatique et à mener un travail en demandant à Hervé Le Treut de rédiger un rapport scientifique sur les impacts du changement climatique en Aquitaine.



#### I.4.2. Les partenaires de réalisation



Le service des usages numériques de l'**Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne** était en charge de la production des ressources audiovisuelles qui ont alimenté le MOOC. Ce service a piloté et organisé la production et la postproduction des vidéos comprenant les actions suivantes : l'habillage graphique des vidéos, le tournage en studio, la postproduction, l'encodage et la validation, le suivi et la coordination.



L'Université de Moncton a pris en charge le tournage des vidéos de Sebastian Weissenberger et d'Omer Chouinard.



La Direction des Usages du Numérique (DUN) de l'Université de La Réunion a pris en charge le tournage des vidéos de Pierre Tulet et de Christelle Barthe.



La Mission d'Appui à la Pédagogie et à l'Innovation de l'Université de Bordeaux a accepté de tourner la vidéo de Gaël Giraud.

#### I.4.3. Les partenaires de diffusion

L'UVED s'est appuyée à la fois sur son réseau et sur divers établissements et sites partenaires pour relayer l'information :

- Les établissements fondateurs et associés de la Fondation UVED ;
- Les réseaux sociaux ;
- France Université Numérique ;
- Les partenaires financiers ;

## I.5. La promotion du MOOC

### I.5.1. Le support réalisé

#### ■ Recto



#### ■ Verso

L'objectif du MOOC "Causes et enjeux du changement climatique", réalisé et coordonné par l'UVED, est de tracer un tableau général du problème du changement climatique, en donnant aux apprenants des éléments suffisants pour être capables d'opposer une réflexion personnelle aux polémiques multiples qui ont entouré ce problème. Il se développera en trois temps, de durées inégales: 1) Qu'est-ce le climat et comment peut-il changer ; 2) Agir en réduisant les émissions de gaz à effet de serre; 3) Agir en s'adaptant aux changements climatiques.

Compte tenu de l'ampleur de la problématique "climat" pour l'ensemble des acteurs de la société, ce MOOC introductif, nécessitant peu de prérequis, est susceptible d'avoir une large audience.

Contact : [mooc@fondation-uvved.fr](mailto:mooc@fondation-uvved.fr)

Avec le soutien de :



- Semaine 1 : **Le climat**  
Hervé LE TREUT (IPSL)
- Semaine 2 : **Les gaz à effet de serre**  
Philippe BOUSQUET (UVSQ)
- Semaine 3 : **La modélisation du climat**  
Pascale BRACONNOT (CEA) / Laurent BOPP (CNRS)
- Semaine 4 : **La réduction des émissions de gaz à effet de serre**  
Nadia MAIZI (MINES ParisTech) / Jean-Charles HOURCADE (CNRS)
- Semaine 5 : **Les impacts régionaux et l'adaptation au changement climatique**  
Pierre TULET (CNRS/Université de La Réunion)
- Semaine 6 : **Changement climatique et interdisciplinarité**  
Sylvie JOUSSAUME (CNRS/GIS Climat Environnement Société)



## II. LE COURS

Afin de garantir une bonne organisation mais aussi pour s'assurer de la qualité scientifique, technique et pédagogique des contenus, UVED s'appuie sur une procédure à la fois complète et rigoureuse.

## II.1. Les documents cadres

Afin de mener à bien ses projets, UVED a rédigé plusieurs documents cadres :

- Les MOOC UVED - Méthodologie générale ;
- Guide de l'expert scientifique d'un MOOC UVED ;
- Guide de l'intervenant d'un MOOC d'UVED ;
- Contrat de cession de droits de Propriété Intellectuelle ;
- Documents d'accompagnement :
  - Fonctionnement du cours
  - Programme
  - Trombinoscope

## II.2. Le référent scientifique

Le MOOC est associé à un référent scientifique qui, en amont du projet, 1) définit le scénario pédagogique du MOOC et les thématiques traitées durant les semaines de cours, 2) sur la base des résultats de l'Appel à Manifestation d'Intérêt lancé par l'UVED au sein de son réseau, arrête la liste des experts scientifiques, et 3) tout au long du projet, est sollicité pour avis et conseils.

**Hervé Le Treut, professeur à l'Université Pierre et Marie Curie et Directeur de l'Institut Pierre Simon Laplace est le référent scientifique du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique ».**

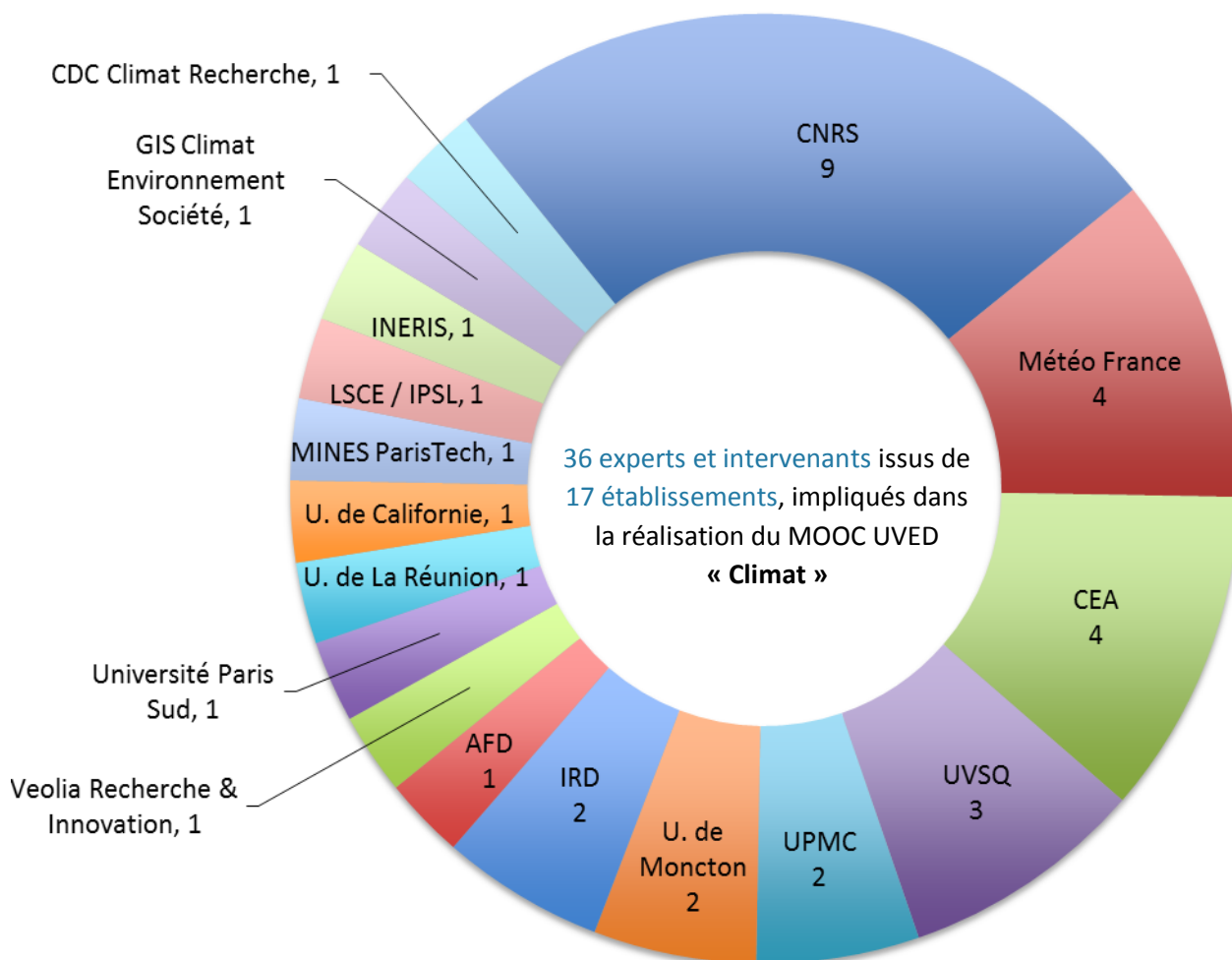
## II.3. L'équipe pédagogique

Semaine	Thème	Expert scientifique	Intervenants complémentaires
1	Le climat	Hervé LE TREUT (UPMC, IPSL)	Katia LAVAL (UPMC) Michael GHIL (UCLA) Jean-Louis DUFRESNE (CNRS) Laurent LI (CNRS) Jean JOUZEL (CEA) Serge PLANTON (Météo-France)
2	Les gaz à effet de serre	Philippe BOUSQUET (UVSQ)	Marielle SAUNOIS (UVSQ) Philippe PEYLIN (CNRS) Laurent BOPP (CNRS) Felix VOGEL (IPSL) Nicolas VUICHARD (CEA)
3	La modélisation du climat	Pascale BRACONNOT (CEA) et Laurent BOPP (CNRS)	Juliette MIGNOT (IRD) Robert VAUTARD (CNRS) Didier PAILLARD (CEA) Olivier BOUCHER (CNRS)
4	La réduction des émissions de gaz à effet de serre	Nadia MAIZI (Mines ParisTech) et Jean-Charles HOURCADE (CNRS)	-
5	Les impacts régionaux et l'adaptation au changement climatique	Pierre TULET (CNRS & Université de La Réunion)	Christelle BARTHE (CNRS) Aude LEMONSU (Météo-France) Fabienne DAVID (Veolia Recherche & Innovation) Eric MARTIN (IRSTEA)

			Guy DELRIEU (CNRS) Laurent BOPP (CNRS) Sebastian WEISSEBERGER (Université de Moncton) Daniel GOETZ (Météo-France)
6	Le changement climatique à l'épreuve des autres enjeux environnementaux et sociétaux	Sylvie JOUSSAUME (CNRS & GIS Environnement, Climat, Société)	Jean-François GUEGAN (IRD) Jean-Paul VANDERLINDEN (UVSQ) Paul LEADLEY (Université Paris Sud) Augustin COLETTE (INERIS) Omer CHOUNARD (Université de Moncton) Gaël GIRAUD (AFD) Guillaume SIMONET (CDC climat)

Tableau 1 : Thèmes, experts et intervenants

Les 8 experts ont fait appel à 28 intervenants (tab.1). Au total, 36 spécialistes issus de 17 établissements ont été impliqués dans la réalisation des contenus scientifiques du MOOC UVED « Causes et enjeux du changement climatique ».



Les contenus pédagogiques réalisés sont les suivants :

- 52 vidéos de cours, représentant 7h de visionnage ;
- 6 quiz, représentant 126 questions ;
- 9 questions-débats ;
- 6 notes bibliographiques « conseils de lecture », représentant près d'une centaine d'articles, de rapports, de livres ou encore de sites web ;
- 2 devoirs évalués par les pairs.

**Toutes les vidéos ont été doublées en anglais. Aussi, pour en assurer l'accessibilité, leurs transcriptions textuelles enrichies des figures les plus importantes ont été proposées, ainsi qu'un sous-titrage en français.**

## II.4. L'hébergement du cours

Ce MOOC est hébergé par France Université Numérique.

The screenshot displays the MOOC interface. On the left, a navigation menu lists course topics such as 'Le climat', 'Objectifs de la semaine', and 'Le système climatique'. The main content area features a video player titled 'Le système climatique' by Hervé Le Treut. The video player includes a play button, a progress bar, and a download link for the video in various resolutions (720p, 512p, 320p). A diagram titled 'VIDÉO SYSTÈME CLIMATIQUE' is visible in the background of the video player, illustrating the climate system components and feedback loops.

Figure 1 : Aperçu de la plateforme du cours sur France Université Numérique

### III. LA PREMIERE SESSION, DU 19 OCTOBRE AU 14 DECEMBRE 2015

#### III.1. Sources des données

**Le questionnaire pré-MOOC à destination des inscrits**, anonyme, composé de 52 questions, a été conçu par Matthieu Cisel, doctorant à l'ENS Cachan et spécialiste des MOOC. Il a été envoyé à tous les apprenants en début de cours afin de mieux les connaître et de comprendre leurs motivations pour suivre ce cours. Seule une partie du questionnaire (635 réponses) est utilisée dans le cadre de cette synthèse, mais une analyse approfondie en est faite par l'auteur.

**Le questionnaire post-MOOC à destination des inscrits**, composé de 41 questions, a été conçu et envoyé à tous les apprenants afin de mieux savoir comment ils avaient suivi et apprécié ce MOOC. Les 260 réponses au questionnaire, anonyme, qui nous sont parvenues nous ont permis d'analyser le mode de suivi du MOOC, ce que les apprenants en ont pensé et leurs avis sur les prochaines sessions.

**Le questionnaire post-MOOC à destination de l'équipe pédagogique**, composé de 9 questions, a été conçu et envoyé à tous les intervenants scientifiques afin de mieux savoir ce qu'ils avaient pensé de cette expérience, ce qu'ils en avaient retiré, et ce qu'ils conseilleraient pour la suite. 20 intervenants ont répondu.

**Les tracking logs**, générées par l'administrateur système (le CINES). C'est la première fois pour UVED que de telles données sont extraites; par conséquent, seule une partie est susceptible d'être utilisée dans le cadre de cette synthèse.

**Le Dashboard FUN** est un espace qui propose quelques statistiques générales (inscriptions, forum, localisation des inscrits, etc.).

**Le forum du MOOC** contient de nombreux messages portant sur les avis des apprenants, les problèmes détectés, les pistes d'améliorations, etc.

#### III.2. Le profil des inscrits

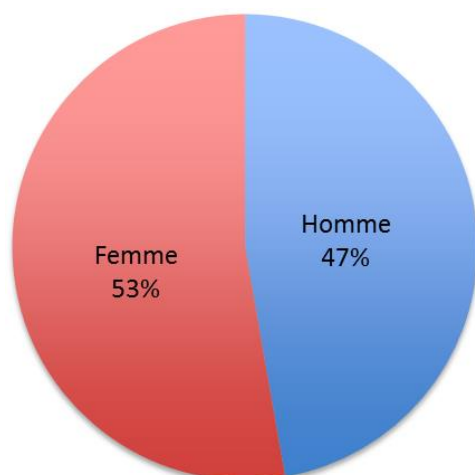


Figure 2 : Sexe des inscrits  
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

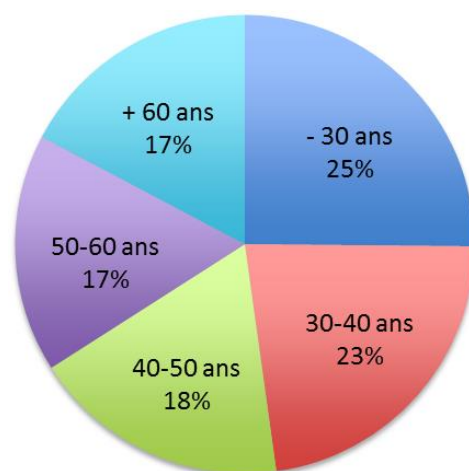


Figure 3 : Âge des inscrits  
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

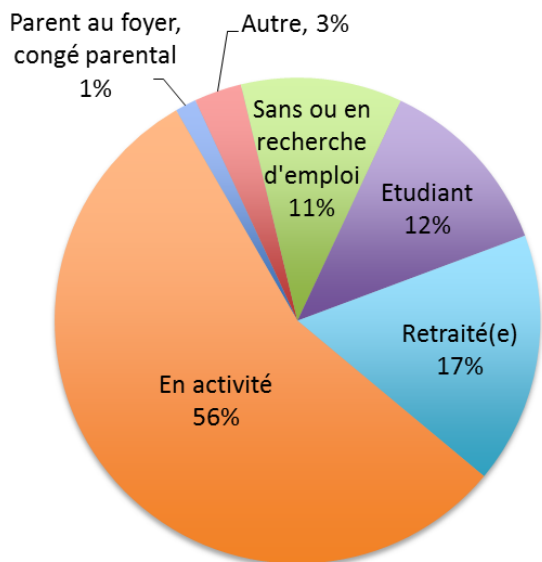


Figure 4 : Situation professionnelle des inscrits  
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

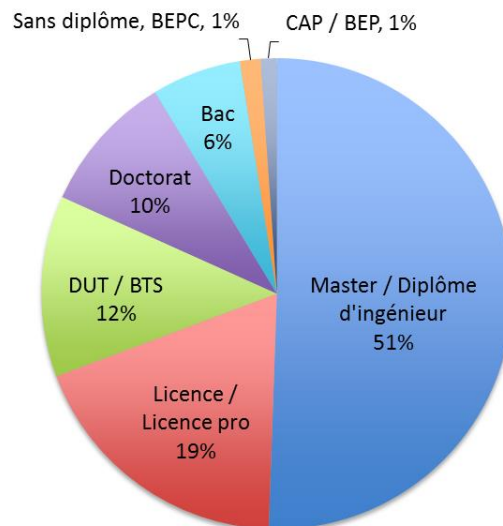


Figure 5 : Niveaux d'étude des inscrits  
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

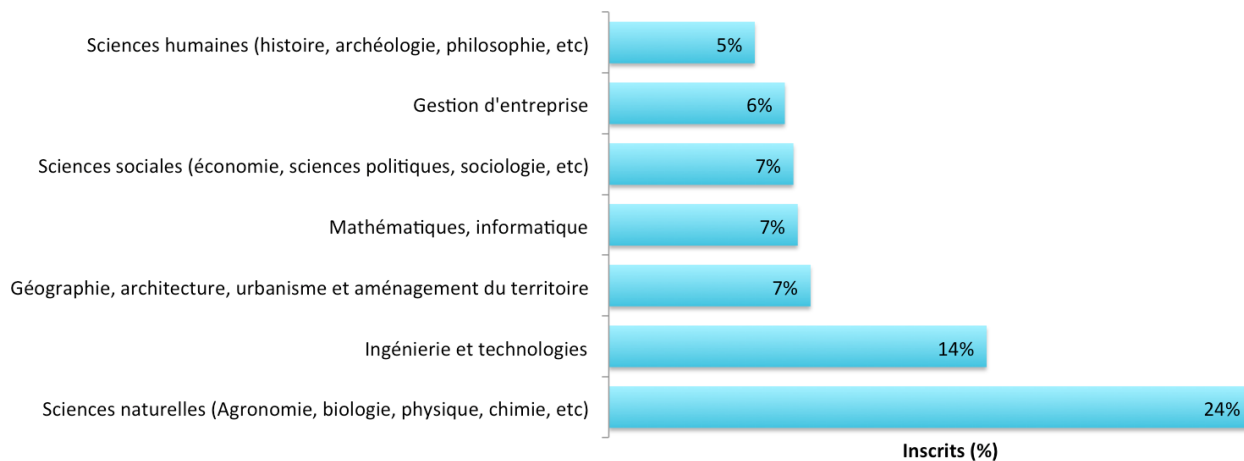


Figure 6 : Formations initiales des inscrits : principaux champs disciplinaires  
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

**Le nombre total d'inscrits : 7470 inscrits**

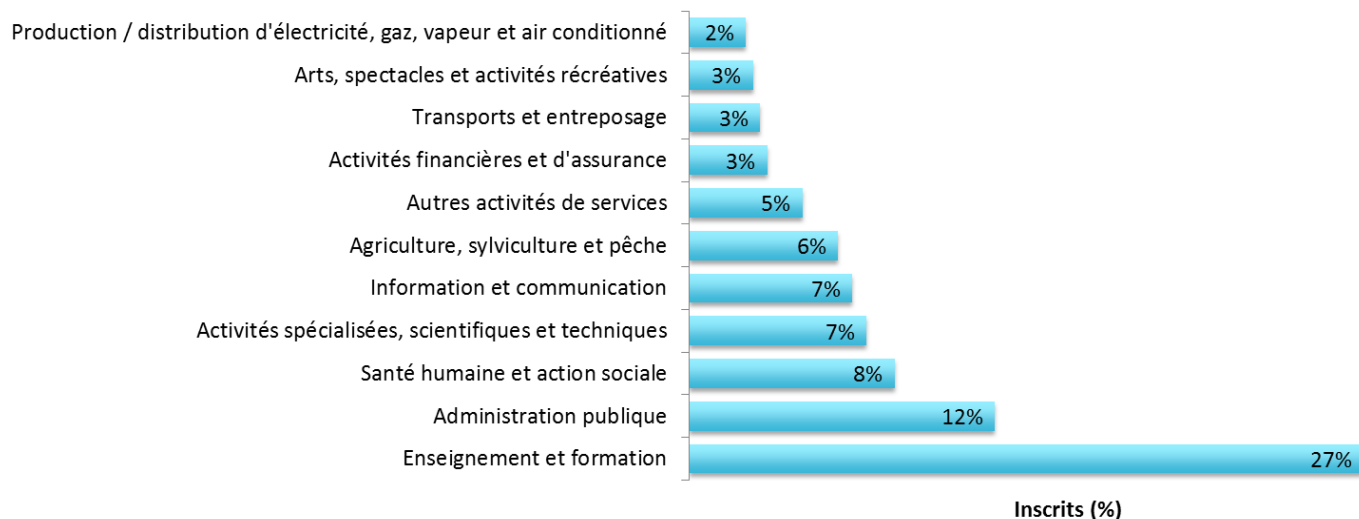


Figure 7 : Les 10 secteurs d'activité les plus représentés parmi les inscrits  
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

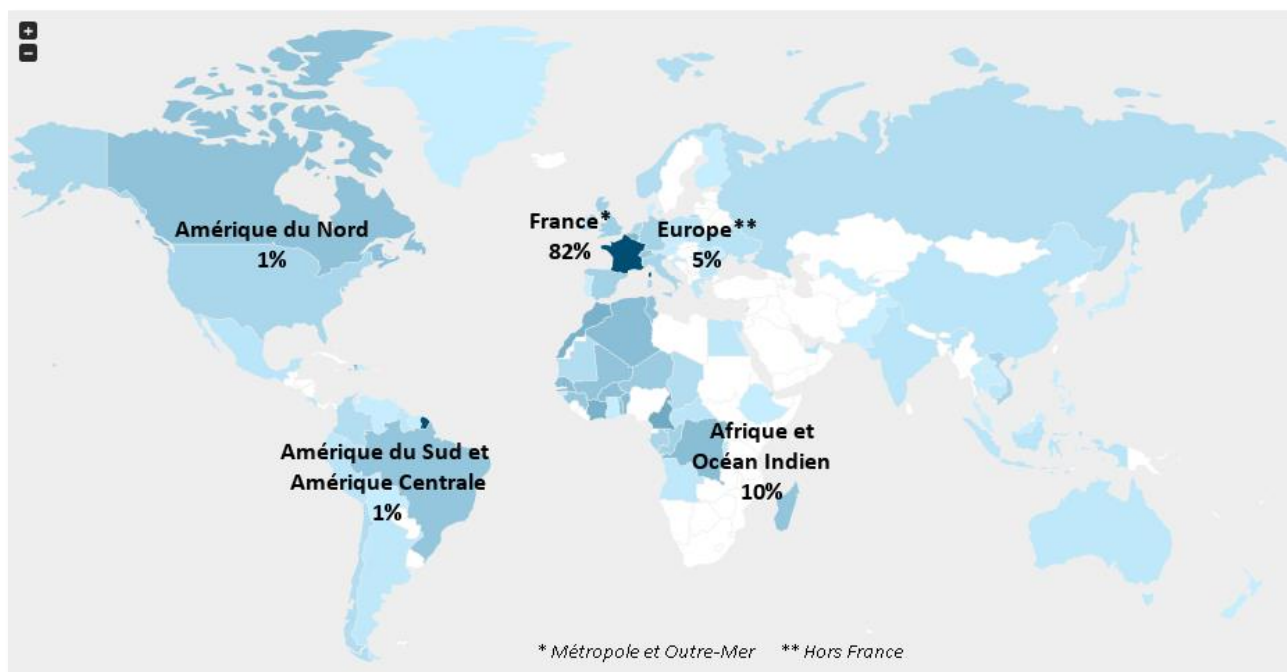


Figure 8 : Origine géographique des inscrits  
(Source : Dashboard FUN & Questionnaire pré-MOOC)



### III.3. Le suivi du cours

#### III.3.1. Les motivations

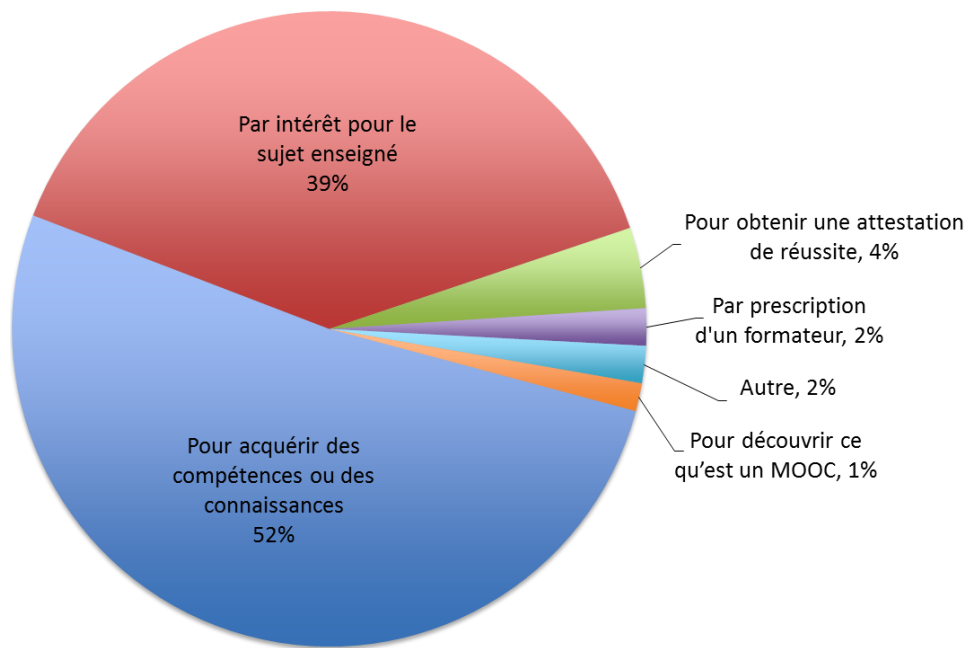


Figure 9 : Motivations des inscrits par rapport au suivi du cours  
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

#### III.3.2. Les semaines et les vidéos les plus appréciées

##### Appréciation des semaines de cours

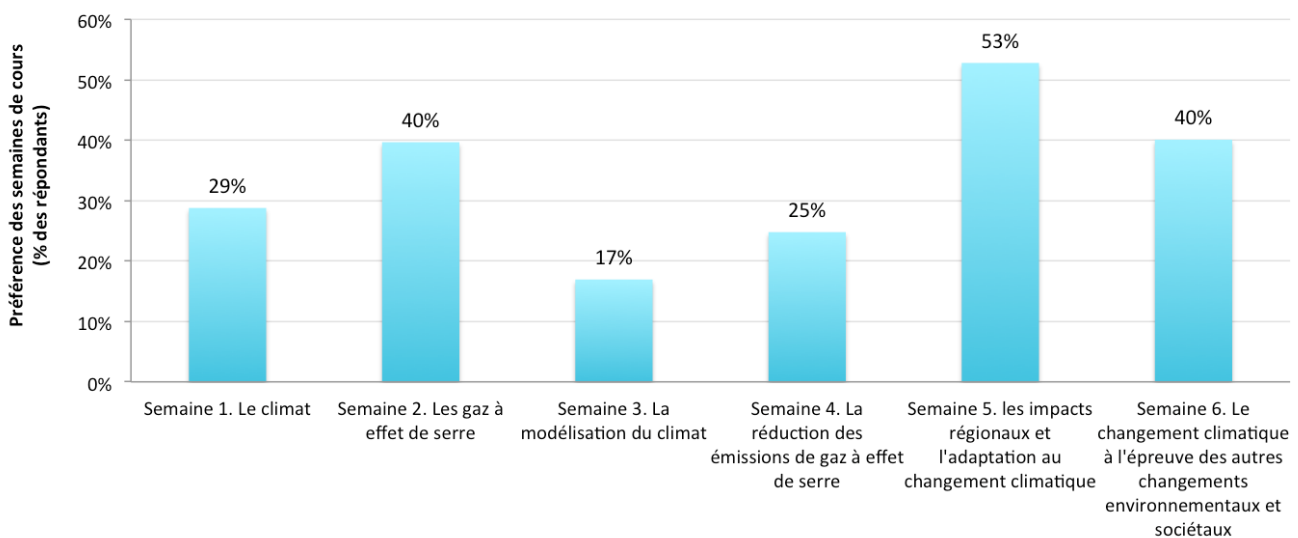


Figure 10 : Appréciation des semaines de cours  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

## Le Top vidéo par semaine de cours

Semaine	Thème	Vidéo la plus appréciée par semaine
1	Le climat	Le système climatique : échelles d'espace et échelles de temps (H.Le Treut)
2	Les gaz à effet de serre	Les gaz à effet de serre : description, sources, et impacts radiatifs (P.Bousquet)
3	La modélisation du climat	Les projections climatiques : cycle de l'eau, cryosphère, océan et carbone (L.Bopp)
4	La réduction des émissions de gaz à effet de serre	Déterminer les engagements compatibles avec l'objectif de 2°C (N.Maïzi)
5	Les impacts régionaux et l'adaptation au changement climatique	Solutions d'aménagements urbains en prévention/adaptation des îlots de chaleur urbains (F.David)
6	Le changement climatique à l'épreuve des autres enjeux environnementaux et sociétaux	Impacts du changement climatique sur les écosystèmes et la biodiversité (P.Leadley)

Tableau 2 : Vidéo la plus appréciée pour chacune des semaines de cours  
(Source : questionnaire post-MOOC)

### III.3.3. Le forum

Un forum était disponible pour favoriser les échanges entre les participants sur les sujets abordés et les activités proposées tout au long du MOOC. Il était organisé, pour chacune des 8 semaines de cours, en plusieurs rubriques: discussion sur les vidéos de la semaine (avec sous parties éventuelles), et éventuellement contributions aux questions-débats et aux exercices proposés. Chaque apprenant avait la possibilité soit de créer un nouveau fil de discussion sur un sujet non abordé par ailleurs, soit de répondre à un fil de discussion ouvert par un autre apprenant, soit d'attribuer un vote ("like") à une contribution qu'il jugeait pertinente.

Ce forum a fait l'objet d'une intense activité, comme en témoigne les **259 fils de discussion** créés à cet effet.

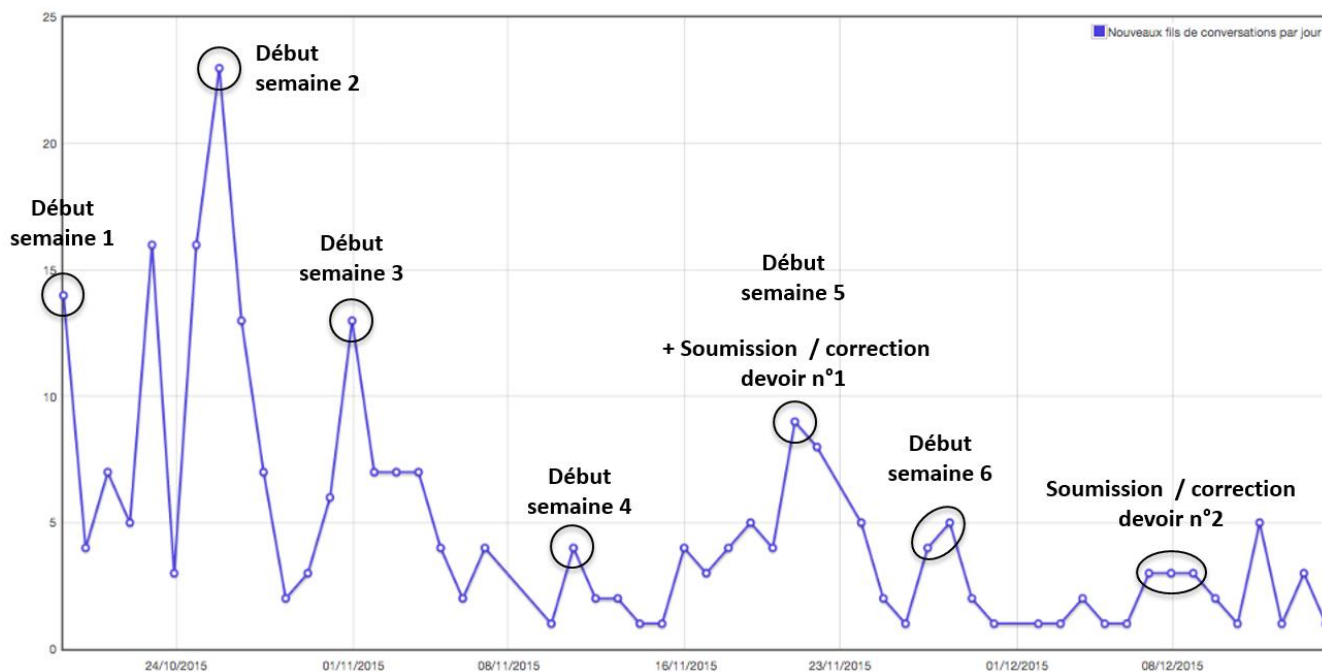


Figure 11 : Évolution de l'activité du forum tout au long du cours (d'après Dashboard FUN, enrichi)

### III.3.4. Les quiz

Lors de chaque semaine, un quiz était proposé aux participants afin de voir s'ils avaient bien assimilé les connaissances apportées par l'intermédiaire des vidéos proposées. Les résultats aux quiz montrent par exemple que **9% des inscrits** ont obtenu un pourcentage de bonnes réponses supérieur ou égal à 50% pour l'ensemble des questions proposées tout au long du cours.

### III.3.5. Les questions-débats

Certains intervenants de l'équipe pédagogique ont accepté de proposer une question qui fait débat sur un sujet en lien avec les contenus qu'ils avaient apportés dans les vidéos du cours. Les apprenants pouvaient alors se rendre sur le forum pour poster une contribution ou commenter la contribution d'autres participants. **9 questions** de ce type étaient proposées tout au long du cours.

Semaine	Question-débat	Fils de discussion
1	<p><u>Le climat au Sahel</u> <i>Katia Laval</i></p> <p>Quelles sont les différentes causes qui peuvent faire évoluer le climat au Sahel ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Le changement de couverture végétale ?</li> <li>2) La variabilité (naturelle ou non) des températures de surface en Atlantique ?</li> <li>3) L'augmentation de l'effet de serre de l'atmosphère ?</li> <li>4) L'effet de fertilisation du CO<sub>2</sub> ?</li> </ol> <p>Justifiez vos réponses.</p>	35
1	<p><u>Responsabilité humaine</u> <i>Serge Planton</i></p>	40

	Le climat a toujours changé alors que l'homme n'était pas présent sur terre, comment peut-on affirmer aujourd'hui que l'homme a une responsabilité quelconque dans le réchauffement climatique ?	
1	<u>Prévisibilité du climat</u> <i>Michael Ghil</i> Quel est le degré de prévisibilité de l'évolution du climat pour les 10 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans à venir ?	19
2	<u>Le Méthane</u> <i>Philippe Bousquet</i> Citez quelques pistes qui vous semblent possibles pour réduire les émissions méthane dans l'atmosphère.	23
2	<u>Considérer tous les gaz à effet de serre</u> <i>Philippe Bousquet</i> Pourquoi faut-il bien prendre en compte l'ensemble des gaz à effet de serre pour atténuer le changement climatique et pas seulement le CO <sub>2</sub> ? Lesquels faut-il privilégier ? Les gaz à durée de vie courte mais à effet réchauffant fort ?	9
3	<u>Les variables endogènes des modèles climatiques</u> <i>Olivier Boucher</i> Les scénarios climatiques reposent sur des modèles socio-économiques, qui, comme tous les modèles, ont des limitations et des incertitudes. On distingue dans ces modèles les variables endogènes (dont l'évolution est déterminée par le modèle lui-même) des variables exogènes (dont l'évolution est imposée au modèle). Cherchez des exemples de variables exogènes dans les modèles socio-économiques de scénarios économiques, et donner les avantages et désavantages d'une telle approche.	6
3	<u>La simulation du climat</u> <i>Pascale Braconnot</i> Les simulations permettent d'étudier le rôle de différentes perturbations externes sur le climat. - Indiquez quels sont les facteurs d'origines naturelles et anthropiques imposés comme conditions aux limites des modèles de climat pour réaliser des simulations du dernier siècle. - Indiquez comment il est possible d'identifier les rôles respectifs de ses différents facteurs et, à partir des résultats de simulations, discutez leur importance relative dans l'évolution du climat du dernier siècle. - Quelle est la principale différence par rapport au climat du dernier millénaire ?	2
5	<u>L'adaptation au risque cyclonique</u> <i>Christelle Barthe</i> Les solutions d'adaptation et de réduction de la vulnérabilité peuvent-elles être utilisées de façon identique dans tous les territoires soumis aux cyclones tropicaux ? Que faut-il prendre en compte ?	4

5	<u>Changement climatique et tourisme</u> <span style="float: right;"><i>Daniel Goetz</i></span>	5
	Quels peuvent être les impacts du changement climatique sur la pérennité de l'industrie du ski, sur le tourisme d'une manière générale ?	

*Tableau 3 : Contributions aux 9 questions-débats  
(Source : UVED)*

*Le nombre de fils de discussion créés en lien avec les questions-débats et les exercices proposés par les intervenants scientifiques du MOOC donne un premier aperçu de l'activité de la communauté d'apprenants. A première vue, plus ce nombre est élevé, plus la communauté s'est mobilisée.*

*Il convient cependant de nuancer cela :*

*Un premier aspect à prendre en compte est le nombre de jours durant lequel chaque activité a été proposée. Alors que certaines - proposées dès les premières semaines de cours - ont été ouvertes pendant 8, voire 9 semaines, d'autres - proposées en fin de cours - ne l'ont été que quelques semaines. La prise en compte de cette fenêtre d'exposition explique en partie les observations et doit être considérée.*

*Un deuxième aspect à prendre en compte est que le nombre de fils de discussion ne traduit pas la qualité, la diversité et la profondeur des contributions. En l'état actuel, le fonctionnement du forum de la plateforme FUN et les pratiques de modération du Community Manager UVED ne sont pas de nature à empêcher la création de fils de discussion redondants et, pour certains, à contenu plutôt pauvre.*

### III.3.6. Les devoirs évalués par les pairs

Les 2 devoirs évalués par les pairs ont débuté respectivement le 27 octobre et le 26 novembre. Les participants avaient une semaine pour rendre leur devoir, puis une semaine pour évaluer au moins 4 autres devoirs sur la base d'une grille d'évaluation validée par les experts scientifiques. Des indications sur le principe et le fonctionnement de cette activité étaient disponibles dans les sous-parties « Devoir évalué par les pairs n°... » du cours.

Intitulé du devoir	Nombre de participants	Moyenne (écart-type)
Peut-on imaginer que l'augmentation de nos connaissances sur le système climatique sera suffisante pour réduire significativement la part d'incertitude qui affecte encore les résultats des modèles en ce qui concerne les évolutions futures du climat, et si oui, à quelle échéance ? (par Hervé Le Treut)	253	13,5 (4,4)
Changement climatique : quelle est la meilleure stratégie pour réduire les risques et la vulnérabilité des sociétés et des écosystèmes ? (Par Sylvie Joussaume et Pierre Tulet)	230	13,4 (3,7)

*Tableau 4 : Participation et résultats obtenus aux devoirs évalués par les pairs  
(Source : UVED)*

### III.3.7. L'attestation de suivi avec succès

Un double dispositif d'évaluation a été mis en place : évaluation continue par QCM avec correction automatique et évaluation des acquis par réalisation de devoirs évalués par les pairs.

En fonction des résultats, une "Attestation de suivi avec succès" a été délivrée conjointement par France Université Numérique et l'UVED.

Il était pour cela nécessaire de réaliser au moins 4 des 6 quiz proposés, 1 des 2 devoirs proposés et obtenir à ces activités un pourcentage de réussite supérieur ou égal à 50%. Si un inscrit réalisait plus de 4 quiz ou de 1 devoirs, alors seuls ses meilleurs résultats étaient conservés pour le calcul de la note finale.



Figure 12 : Exemple d'Attestation de suivi avec succès

**353 inscrits** ont obtenu une attestation de suivi avec succès.

### III.3.8. La gestion personnelle du temps d'apprentissage

86% des inscrits ont suivi le cours sur leur temps libre (source : Questionnaire post-MOOC). Ils ont cherché à suivre tout le cours (96% des inscrits), quitte à prendre parfois du retard et le rattraper lorsqu'ils avaient le temps, en déphasage avec le rythme du cours (45% des inscrits).

## III.4. L'animation du cours

**Le community manager** est intervenu à 100 occasions :

13 e-mails, 13 actus, 54 messages sur le forum, 20 comptes rendus aux intervenants (ou groupes d'intervenants).

**Les intervenants** sont intervenus dans 71 fils de discussion

**11 experts et intervenants scientifiques (sur 36) se sont impliqués dans le forum du cours**, généralement par réponse directe dans les fils de discussion.

- « Le climat » 20 contributions
- « Les gaz à effet de serre » 22 contributions
- « La modélisation du climat » 18 contributions
- « La réduction des émissions de gaz à effet de serre » 3 contributions
- « Les impacts régionaux et l'adaptation au changement climatique » 7 contributions
- « Le changement climatique à l'épreuve des autres enjeux environnementaux et sociaux » 1 contribution

### III.5. L'appréciation du cours

Les répondants ont le sentiment d'avoir progressé en suivant ce cours, puisqu'ils ne sont à la fin qu'une minorité à se sentir "débutant" sur la question des énergies renouvelables, et une majorité à se sentir de niveau "intermédiaire" ou "avancé".

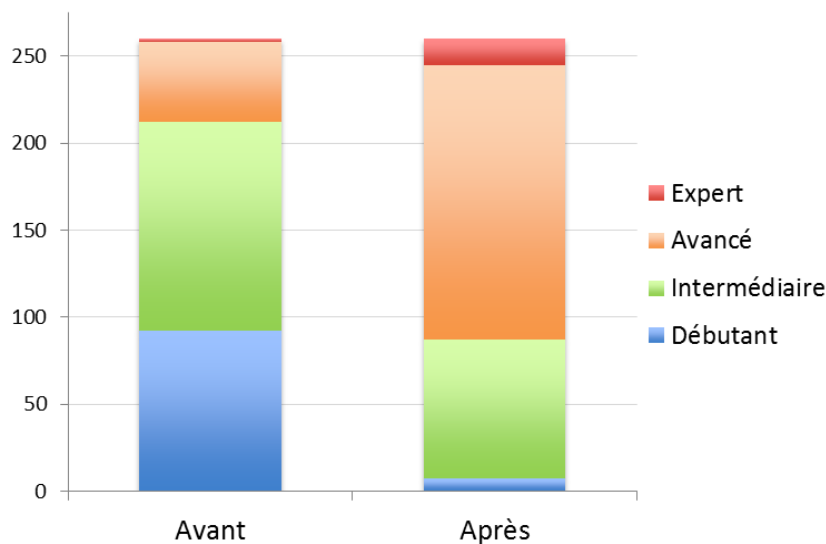


Figure 13 : Appréciation de la progression personnelle suite au suivi du cours  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

### III.5.1. L'appréciation des différentes composantes du cours

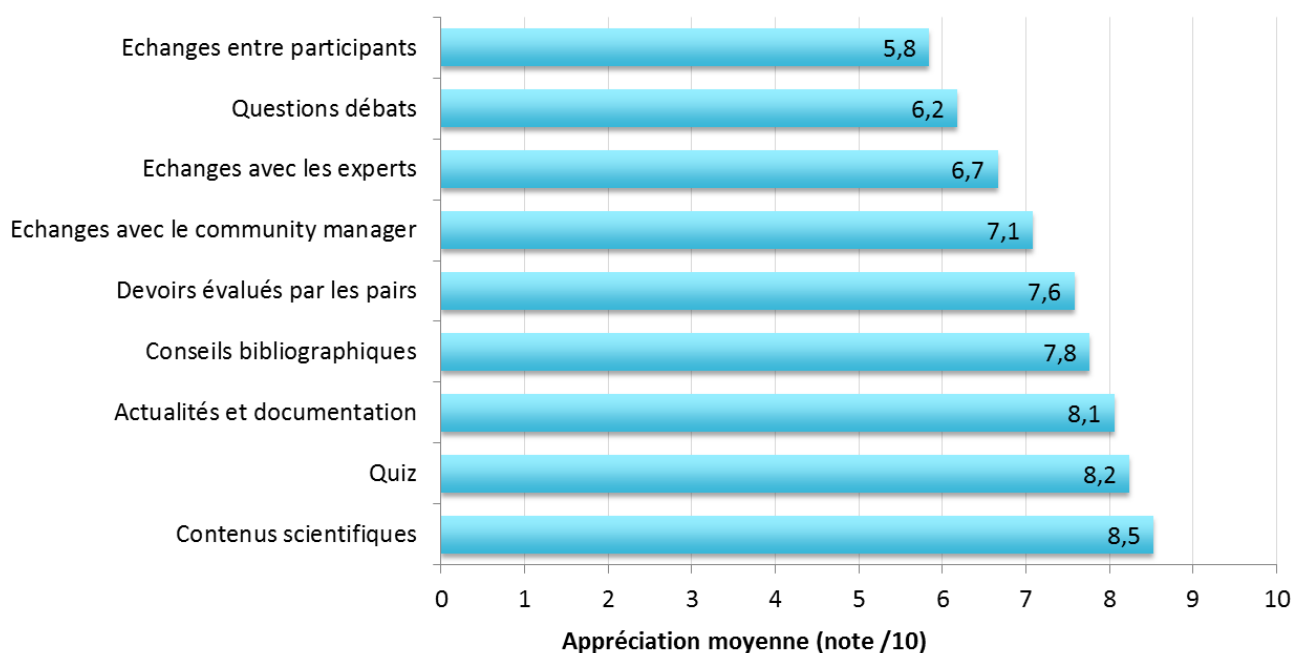


Figure 14 : Appréciation du cours par les inscrits  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

### III.5.2. Des exemples d'appréciations

#### Par les apprenants

(Source : forum du MOOC, sans modification, sans correction)

*Je tenais à remercier l'équipe pédagogique pour la qualité des cours dispensés par UVED. Je sais que c'est un boulot énorme et j'apprécie que des organismes, des universités ou autres passent autant de temps sur ce type de cours. J'ai suivi tous les cours de l'UVED présents sur FUN (en ayant obtenu les attestations à chaque fois, sans prétention de ma part) et je les ai trouvés très intéressants et complémentaires.*

*Je confirme tout l'intérêt de ce cours bourré d'informations (et de pistes pour se cultiver davantage), m'ayant en particulier permis de mieux appréhender les phénomènes, les mécanismes mis en jeu et les solutions potentielles à mettre en œuvre.*

*Bonjour, Je me joins à vous pour remercier toute l'équipe UVED pour ce remarquable panorama scientifique, pour la qualité des présentations et leur suivi du MOOC. En pleine COP 21, ce cycle de conférences tombe à pic pour mieux comprendre l'urgence de la situation.*



*Comparativement aux premiers MOOCs où les exigences pour obtenir l'attestation étaient plus hautes, je trouve que l'UVED a trouvé la bonne mesure pour s'ajuster à la disponibilité des apprenants. Deux devoirs avec un seul obligatoire c'est très bien. Si on n'a pas le temps ou l'intérêt pour l'un des deux, on peut se rattraper sur le second ou faire les deux et garder la meilleure note. J'espère que vous allez nous proposer de nouveaux MOOCs, je ne pense pas me réinscrire sur ceux que j'ai déjà suivis.*

### Par les auteurs-intervenants du MOOC

(Source : questionnaire post-MOOC pour l'équipe pédagogique)

	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart-type</b>
<i>Globalement, êtes-vous satisfait(e) d'avoir collaboré à ce projet ?</i>	8,5	1,4
<i>Êtes-vous satisfait(e) de l'accompagnement par l'UVED tout au long de ce projet ?</i>	8,9	1,4

*C'est une nouvelle façon de faire passer des messages (vidéo d'environ 8 min vs. cours d'1h), donc synthèse maximale du contenu tout en restant pédagogique. Contenu réutilisable.*

*Les avantages ? La visibilité, la rencontre (virtuelle) d'autres collègues, la contribution d'une belle expérience.*

*Les avantages ? Détruire des a priori et des peurs irrationnelles ; converser calmement avec un public intéressé puisqu'il s'inscrit.*

## IV. VERS UNE DEUXIEME SESSION EN 2015

### IV.1. Les attentes du point de vue des participants

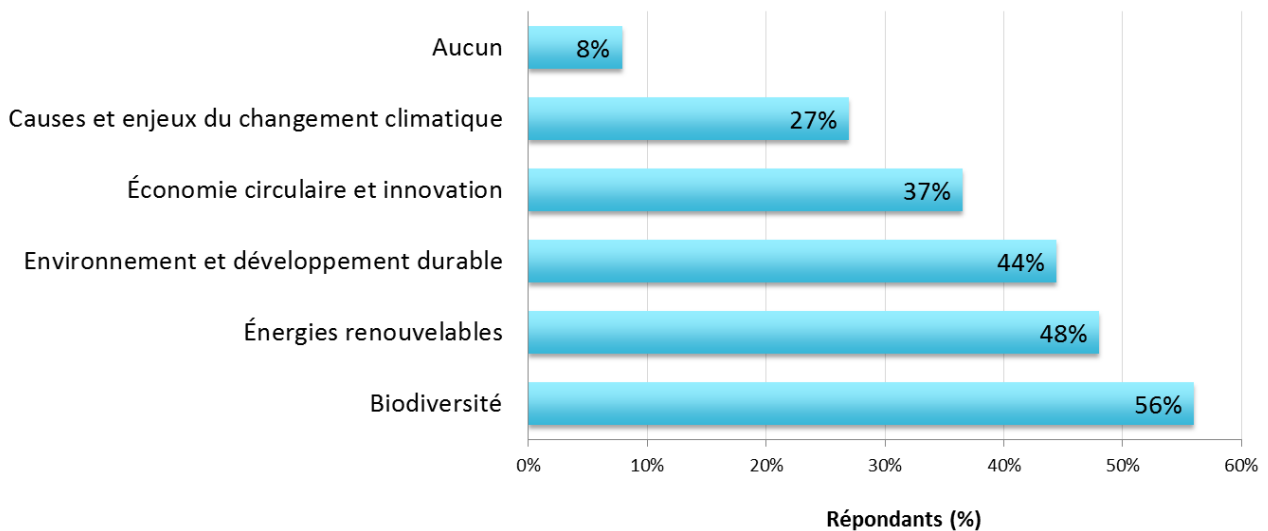


Figure 15 : Intérêt des participants pour les sessions 2 des 5 MOOC d'UVED  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

### IV.2. Les recommandations du point de vue des experts et intervenants

#### La préparation des tournages et l'animation du cours

Pour la plupart des intervenants, il s'agit d'un exercice nouveau, qui nécessite du temps :

*Le temps pour suivre tant le MOOC dans son intégralité que pour interagir avec les étudiants.*

*Difficultés techniques de faire un enregistrement en studio avec écran vert, également un format inusité pour moi en tant que professeur.*

*Les contraintes liées à l'enregistrement du MOOC ? Le fait de devoir faire son intervention d'un jet, sans coupe possible et sans prompteur.*

*Il faut être disponible plusieurs semaines. Les discussions correspondent souvent à une même question posée plusieurs fois.*

*La principale difficulté réside dans le fait que ce MOOC soit tombé pendant la COP21... période au cours de laquelle on est déjà très sollicité...*

*Une meilleure coordination est nécessaire entre les semaines, j'ai été déçu de certaines contributions de mes collègues.*

### La production de nouvelles vidéos

- Etoffer la partie sur l'adaptation
- Approfondir certains points en particulier
- Les perspectives
- Les résultats des derniers travaux

## IV.3. Les recommandations du point de vue des apprenants

### La production de nouvelles vidéos

Plusieurs thématiques reviennent dans les souhaits des apprenants. Sur la forme, les résultats montrent que la durée moyenne des vidéos convient très bien, mais qu'il faut veiller à ne pas trop en proposer (19% des répondants estimant qu'il y a déjà trop de vidéos).

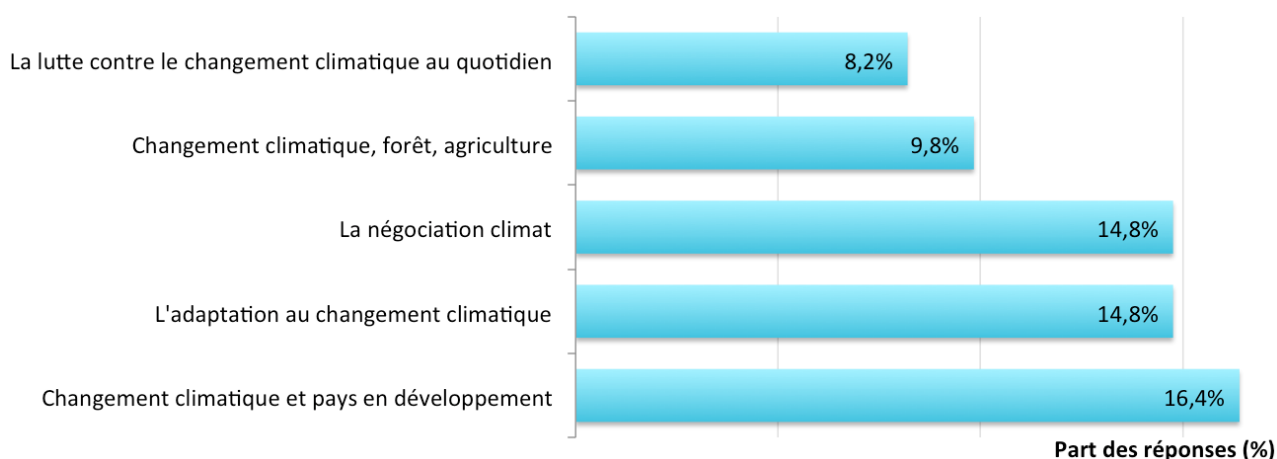


Figure 16 : Principales suggestions de nouveaux contenus pour une session 2  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

## L'évaluation par les pairs

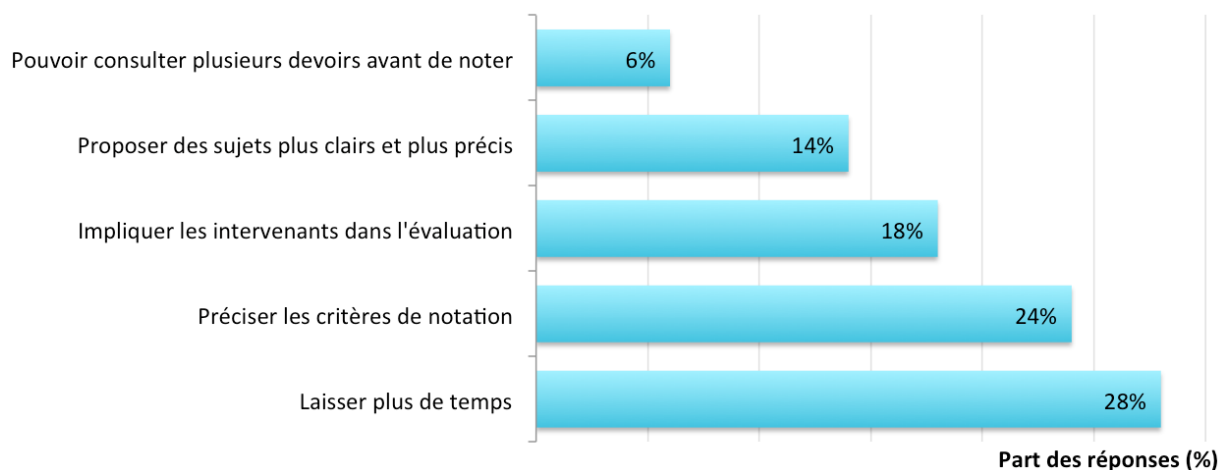


Figure 17 : Principales propositions pour l'amélioration des devoirs évalués par les pairs  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

## Les quiz

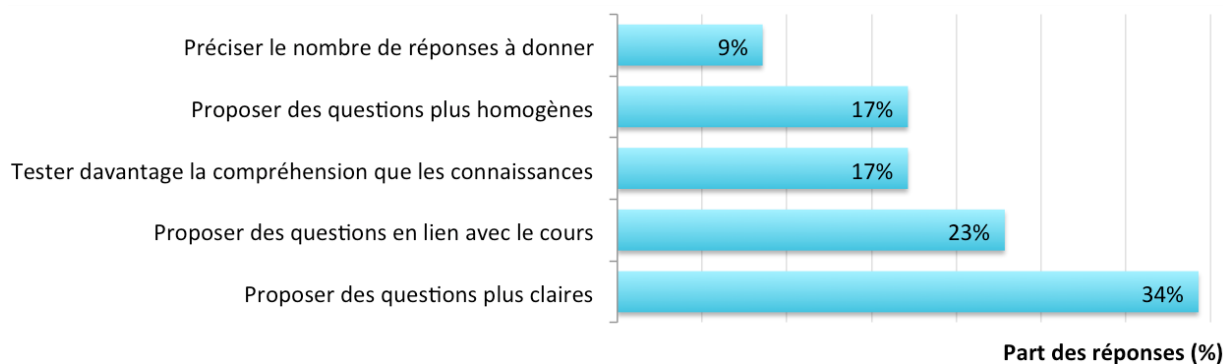


Figure 18 : Propositions pour l'amélioration des quiz  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

## L'animation

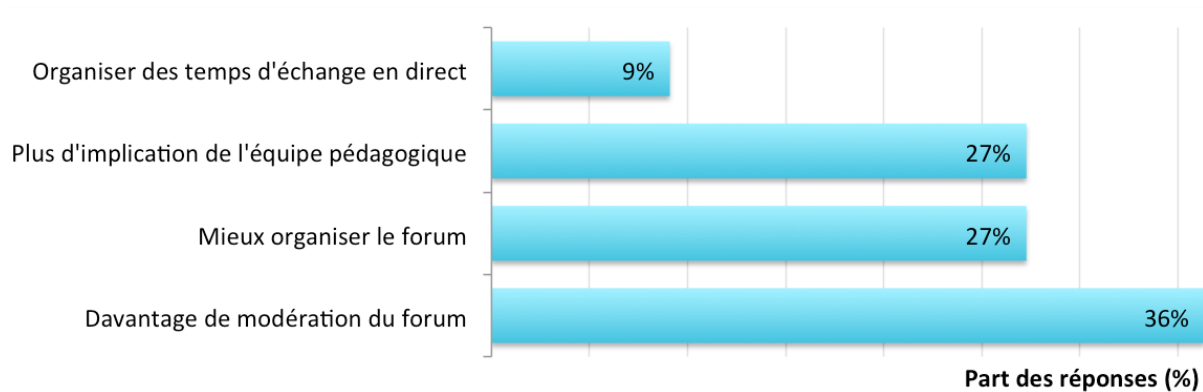


Figure 19 : Propositions pour l'amélioration de l'animation du cours  
(Source : Questionnaire post-MOOC)

## Vers une deuxième session 2016

Points forts de la session 1	Points à améliorer en vue de la session 2
<ul style="list-style-type: none"><li>- L'acquisition de connaissances par les inscrits</li><li>- Les contenus scientifiques</li><li>- Les quiz</li><li>- Les conseils bibliographiques</li><li>- Les actualités et documentation pédagogique</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Les interactions entre apprenants</li><li>- Les interactions apprenants - intervenants</li><li>- Les questions-débats</li><li>- Les devoirs évalués par les pairs</li></ul>

## V. LES USAGES HORS CONTEXTE MOOC

### V.1. Principe

Les vidéos qui ont alimenté le MOOC sont proposées sous Licence Creative Commons de type 3 (BY NC ND - « paternité – pas d'utilisation commerciale – pas de modification »). L'usage de tout ou partie du MOOC n'est possible que dans le cadre d'une activité de formation initiale (hormis pour les établissements dont sont issus les experts, pour les auteurs eux-mêmes et pour les partenaires financiers). Si une structure ou une société (qui n'est pas partenaire financier de ce MOOC) souhaite utiliser les contenus dans le cadre de formations internes ou continues, les modalités d'usage seront à déterminer et une convention devra être établie.

Les vidéos peuvent être valorisées en accord avec les termes de la Licence Creative Commons retenue :

- par les canaux de diffusion de l'établissement partenaire en charge du tournage et de la postproduction des vidéos, notamment Canal-U, iTunesU et l'espace podcast de l'établissement ;
- par les portails respectifs des établissements d'origine des experts ;
- par les auteurs eux-mêmes ;
- par les partenaires financiers.

### V.2. Usages par les enseignants

#### UVED partenaire du Train du Climat

UVED a souhaité être partenaire du Train du Climat qui a circulé pendant trois semaines (du 6 au 25 octobre) et fait étape dans 19 villes de France. Cette exposition itinérante, ludique et pédagogique, conçue par des scientifiques, a permis de sensibiliser un large public aux enjeux, impacts et solutions en faveur du climat.

UVED a contribué à cette initiative par la remise de clés USB personnalisées qui contenaient l'ensemble des vidéos qui composent le MOOC "Causes et enjeux du changement climatique", et par la distribution de prospectus correspondants pour faire la promotion de ce cours en ligne. Les clés ont été remises aux enseignants qui accompagnaient les classes visitant le train ainsi qu'aux invités des inaugurations.

UVED était fière de participer à ce tour de France du Train du Climat, aux côtés des "Messagers du Climat", des scientifiques travaillant dans les différentes disciplines en lien avec le climat présents à bord du Train pendant toute la durée du parcours, et de contribuer ainsi à cette action de sensibilisation et d'information avant la COP 21.

## La clé USB

Des clés USB contenant le teaser, le programme et l'ensemble des vidéos qui composent le MOOC « Causes et enjeux du changement climatique » ont été adressées à tous les intervenants du MOOC, à tous les membres du CA d'UVED, ainsi qu'aux partenaires financiers. Au-delà de la remise de ces clés aux enseignants qui accompagnaient les classes venues visiter le Train du Climat, elles ont également été distribuées lors de la COP21 et continueront d'être remises à des enseignants du supérieur et du secondaire lors d'événements auxquels UVED participera. L'objectif de cette clé est de développer les usages : d'offrir la possibilité aux intervenants d'exploiter librement les 52 vidéos (soit 7h de cours audiovisuels), de les intégrer dans leurs enseignements/formations, dans le cadre de projections publiques, en appui à leurs interventions, ou dans des événements grand public relatifs à la diffusion du savoir universitaire dans ce domaine.



*Recto*



*Verso*

## La fiche de présentation et d'usage

Une fiche de présentation et d'usage du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique » a été créée pour permettre de retrouver en une seule page le programme, l'équipe pédagogique, les informations utiles ainsi que les modalités d'usage de ce cours en ligne.



## CAUSES & ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'objectif du MOOC "Causes et enjeux du changement climatique", produit et coordonné par l'UVED, est de comprendre comment on est en train de modifier le système climatique, comment ses impacts se font sentir dans des milieux très divers et quels sont les remèdes qu'on peut essayer d'apporter à une situation qui est train d'évoluer, un peu hors de contrôle depuis quelques décennies. Ce MOOC a rassemblé 36 experts-scientifiques issus de 17 établissements différents.

Pour plus d'informations : [www.uved.fr/realisation-et-coordination-de-mooc/mooc-causes-et-enjeux-du-changement-climatique.html](http://www.uved.fr/realisation-et-coordination-de-mooc/mooc-causes-et-enjeux-du-changement-climatique.html)

### PROGRAMME

**Référent scientifique :** Hervé Le Treut - Institut Pierre-Simon Laplace, Université Pierre et Marie Curie, École Polytechnique

**Parrain :** Jean Jouzel - CEA

#### Semaine 1 : Le climat

Hervé Le Treut (UPMC, IPSL)

Avec la participation de Laurent Li, Jean-Louis Dufresne (CNRS), Serge Planton (Météo-France), Katia Laval (UPMC), Jean Jouzel (CEA), Michael Ghil (Université de Californie à Los Angeles)

#### Semaine 2 : Les gaz à effet de serre

Philippe Bousquet (UVSQ)

Avec la participation de Marielle Saunois (UVSQ), Félix Vogel (LSCE/IPSL), Philippe Peylin (CNRS), Laurent Bopp (CNRS, LSCE/IPSL), Nicolas Vuichard (CEA)

#### Semaine 3 : La modélisation du climat

Pascale Braconnot (CEA), Laurent Bopp (CNRS, LSCE/IPSL)

Avec la participation d'Olivier Boucher, Robert Vautard (CNRS), Didier Paillard (CEA), Juliette Mignot (IRD)

#### Semaine 4 : La réduction des gaz à effet de serre

Nadia Maïzi (MINES ParisTech), Jean-Charles Hourcade (CNRS)

#### Semaine 5 : Les impacts régionaux et l'adaptation au changement climatique

Pierre Tulet (CNRS, Université de La Réunion)

Avec la participation d'Éric Martin, Aude Lemonsu (Météo-France), Daniel Goetz (Météo-France), Guy Delrieu, Christelle Barthe (CNRS), Fabienne David (Veolia Recherche & Innovation), Sebastian Weissenberger (Université de Moncton)

#### Semaine 6 : Le changement climatique à l'épreuve des autres changements environnementaux et sociétaux

Sylvie Joussaume (CNRS, GIS Climat Environnement Société)

Avec la participation de Jean-François Guégan (IRD), Jean-Paul Vanderlinden (UVSQ), Augustin Colette (INERIS), Gaël Giraud (AFD), Paul Leadley (Université Paris-Sud), Omer Chouinard (Université de Moncton), Guillaume Simonet (CDC Climat Recherche)

Avec le soutien de l'AFD, de l'ADEME, de la Fondation Veolia, de la Région PACA et de la Région Aquitaine  
Avec la collaboration de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

### INFORMATIONS

#### UN MOOC C'EST :

- un cours sous forme de vidéos (doublées en anglais + transcriptions textuelles)
- des activités pédagogiques en ligne : quiz, questions-débats, devoirs évalués par les pairs
- un forum pour échanger entre apprenants et interagir avec les experts scientifiques
- des ressources d'approfondissement

#### PUBLIC

Citoyens, enseignants, chercheurs, agents et élus des collectivités territoriales et/ou de l'État, dirigeants ou salariés de secteurs d'activités impactés par les changements climatiques

#### PRÉREQUIS

Pas de prérequis, MOOC introductif

#### COÛT

Inscription et suivi du cours gratuits

#### CHARGE DE TRAVAIL

2h à 3h de travail hebdomadaire

#### ATTESTATION

Attestation de suivi avec succès délivrée gratuitement en fonction des résultats obtenus

### USAGES

#### PLATEFORME FUN

Inscription et suivi du cours en ligne aux sessions proposées (date de début/de fin)

#### CONTEXTE HORS MOOC

52 vidéos – soit environ 7h de visionnage – accessibles sur Canal-UVED une fois la session terminée

#### FORMATION INITIALE

Possibilité d'utiliser librement les vidéos dans les enseignements

#### FORMATION CONTINUE

Modalités à déterminer avec UVED

### CONTACT

[mooc@fondation-uved.fr](mailto:mooc@fondation-uved.fr)

## Retours d'usage par les intervenants du MOOC

Parmi les 24 intervenants ayant répondu à l'enquête de fin de MOOC, 6 déclarent avoir déjà utilisé (ou prévu d'utiliser) certaines vidéos ou parties du cours pour leurs enseignements.

Christelle Barthe	Usage probable : généralités sur le changement climatique et impacts régionaux
Laurent Bopp	Très belle base pour aller chercher de l'info dans les domaines pour lesquels on aurait besoin d'une bonne intro par des spécialistes.
Jean-Paul Vanderlinden	Cours du Master « Adaptation au changement climatiques »
Omer Chouinard	Usages en niveau Master
Jean-François Guegan	Non précisé
Fabienne David	Utilisation en interne (Veolia Recherche & Innovation) à titre d'information
Augustin Colette	Usage dans le cadre de séminaires master, écoles d'été

## V.3. Valorisation des vidéos sur les chaînes Canal UVED et YouTube UVED

Toutes les vidéos qui composent ce MOOC ont aussi vocation à être utilisées hors contexte MOOC, indépendamment de la plateforme FUN, et sont donc disponibles en libre accès sur le portail d'UVED, sur les chaînes de diffusion Canal-UVED (sur Canal-U, la vidéothèque de l'enseignement supérieur) et YouTube UVED. Retrouvez les 6 collections audiovisuelles du MOOC UVED " Causes et enjeux du changement climatique " :

SEMAINE 1

LE CLIMAT



[Retrouvez les 8 vidéos de la semaine 1](#)

Cette première semaine de cours porte sur la structure et le fonctionnement du système climatique, avec une attention toute particulière portée au mécanisme d'effet de serre. Les évolutions climatiques de ces 800 000 dernières années sont retracées, et analysées du point de vue des facteurs qui en sont à l'origine. Un zoom est proposé sur les évolutions climatiques de ces deux derniers siècles, avec la mise en évidence d'un réchauffement climatique lié aux activités humaines.



**SEMAINE 2****LES GAZ A EFFET DE SERRE**

Cette deuxième semaine de cours porte sur l'identification des gaz à effet de serre et sur l'évolution de leurs concentrations dans l'atmosphère. L'attention porte tout particulièrement sur le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), l'ozone et les composés halogénés. Les dynamiques d'émission et d'absorption de ces gaz sont évoquées, tout comme leur rôle dans l'appréhension des climats futurs.



[Retrouvez les 8 vidéos de la semaine 2](#)

**SEMAINE 3****LA MODÉLISATION DU CLIMAT**

[Retrouvez les 8 vidéos de la semaine 3](#)

Cette troisième semaine de cours porte sur la modélisation du climat, essentielle pour proposer des scénarios de climats futurs. Un premier aspect porte sur la conception même de ces modèles et sur leur évaluation. Puis la question des échelles de temps est considérée, avec la prise en compte du court, moyen et long terme. Enfin, les résultats des projections climatiques sont proposés pour différents aspects comme les températures ou encore le cycle de l'eau, avec la question sous-jacente des mécanismes rétroactifs.

**SEMAINE 4****LA RÉDUCTION DES GAZ A EFFET DE SERRE**

Cette quatrième semaine de cours porte sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (la "mitigation"). Une première partie du cours est consacrée aux scénarios d'émission que l'on peut retrouver dans les engagements des états, afin de voir s'ils sont crédibles et faisables. L'autre partie porte davantage sur la négociation climatique, avec en ligne de mire la COP21, une attention toute particulière étant portée sur les questions de développement et de coûts des politiques climatiques.



[Retrouvez les 9 vidéos de la semaine 4](#)

**SEMAINE 5****LES IMPACTS RÉGIONAUX ET L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

[Retrouvez les 9 vidéos de la semaine 5](#)

Cette cinquième semaine de cours porte sur les impacts régionaux et l'adaptation au changement climatique. Plusieurs types de risques sont considérés comme les canicules, les sécheresses, les pluies intenses, les cyclones ou encore l'érosion de la biodiversité. Un tour d'horizon des enjeux et des solutions d'adaptation est également proposé pour plusieurs types de milieux : les océans, les zones côtières, les zones montagneuses, les régions méditerranéennes ou encore les zones urbaines.

**SEMAINE 6****LE CHANGEMENT CLIMATIQUE A L'ÉPREUVE DES AUTRES CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIÉTAUX**

Cette sixième semaine de cours porte sur les relations entre le changement climatique et d'autres enjeux globaux que rencontrent nos sociétés : la santé, l'érosion de la biodiversité ou encore la sécurité alimentaire. La nécessité de croiser les disciplines pour arriver à répondre au mieux à ces défis est soulignée, tout comme celle d'articuler au mieux monde de la recherche et monde de la décision.



[Retrouvez les 9 vidéos de la semaine 6](#)

## VI. ANNEXE

### VI.1. Devoir évalué par les pairs n°1 : rendus sélectionnés et commentés par l'expert scientifique

**Sujet :** « Peut-on imaginer que l'augmentation de nos connaissances sur le système climatique sera suffisante pour réduire significativement la part d'incertitude qui affecte encore les résultats des modèles en ce qui concerne les évolutions futures du climat, et si oui, à quelle échéance ? » (Hervé Le Treut)

212 personnes ont obtenu la moyenne à ce devoir. 24 personnes ont obtenu la note maximale après appréciation par leurs pairs. Voici la contribution ayant retenu l'attention de l'expert, suivie d'un commentaire.

Auteur de ce premier essai sélectionné par Hervé Le Treut : **etnob50**

*Bien que la climatologie ait réalisé d'énormes progrès au cours de ces trente dernières années, il reste quelques zones d'ombre, en particulier au niveau des marges d'incertitude des résultats des modèles climatiques.*

*Les climatologues ont toujours été attentifs à parfaire la certitude des résultats de leurs recherches. Cette question de l'incertitude (= "degré de connaissance incomplète" d'après définition du glossaire du GIEC) a souvent été avancée par les "négateurs du climat" pour dénigrer la réalité du changement climatique.*

*Il est à noter que le deuxième rapport du GIEC en 1995 établissait à 50% le degré de certitude sur l'origine humaine du réchauffement. La porte restait ouverte à toutes les contestations de la science climatique.*

*Le dernier rapport du GIEC qualifie désormais ce degré de certitude "d'extrêmement probable" (95%) sur cette même origine du réchauffement. Ce haut degré de certitude montre les progrès continus, obtenus par les chercheurs/climatologues et laisse supposer qu'un accroissement des connaissances du système climatique permettra de réduire encore la part d'incertitude des résultats des modèles.*

*Dans certains secteurs de connaissances, le degré d'incertitude est encore trop élevé. C'est le cas par exemple, comme le montre Pascale Braconnot (cf. Evaluation des systèmes climatiques) :*

- Pour les nuages : leur représentation est encore trop imprécise (problème de maillage)
- Pour les précipitations : leur amplitude est encore trop imprécise.
- Le 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC indique :
- La circulation océanique profonde reste difficile à mesurer
- Les cycles du méthane et du protoxyde d'azote sont mal quantifiés.
- Le rapport du GIEC "renforce la certitude sur la croissance des températures de surface globale, mais les questionnements sur les valeurs exactes de ces températures vers la fin du siècle persistent" comme l'indique aussi Michaël Ghil (cf. prévisibilité du climat)

D'autres chercheurs (doc. Greenfacts 2013) remarquent :

- Le degré de confiance dans la capacité du modèle régional est inférieur à celui de grande échelle
- Et la perte de masse par la fonte des glaciers et des calottes glaciaires est encore évaluée de façon insuffisante.

L'amélioration des modèles se fera progressivement par une meilleure prise en compte des facteurs qui affectent leurs résultats :

- 1) le contenu des modèles sous forme d'équations à améliorer
- 2) les paramètres physiques qui doivent encore plus précis
- 3) les perturbations externes que l'on appelle "forçage" à améliorer, même si on a des preuves significatives que le forçage d'origine solaire et les volcans sont exclus comme principaux moteurs du réchauffement climatique depuis 1950.
- 4) les protocoles d'expérience parfois à revoir
- 5) la variabilité interne au système climatique à toujours prendre en considération.

(source Pascale Braconnot, Evaluation des modèles)

Dans les années à venir, les pronostics issus des modèles climatiques seront en permanence améliorés par des algorithmes plus proches des faits réels et

par des mesures encore plus précises. On peut compter pour cela, sur les grandes missions du CNES (centre national d'études spatiales) en rapport avec le climat :

- *MERLIN* : satellite franco-allemand pour la mesure du méthane dans l'atmosphère (cf. Philippe Bousquet, le cycle du méthane)
- *Swot* : coopération entre le CNES et la NASA sur la mesure du niveau des océans
- *IASI-NG* : instrument pour la mesure des profils de température et d'humidité ainsi que de la composition de l'atmosphère.
- *Cfosat* : satellite franco-chinois pour la mesure des vagues et du vent à la surface des océans.

(documentation CNES : climat et satellites)

On peut donc s'attendre dans les années qui viennent à une réduction supplémentaire de l'incertitude qui affecte encore les modèles. Une part d'incertitude se maintiendra, malgré les avancées, car il faut se souvenir des caractères du système climatique : non-linéaire, complexe et hétérogène (cf. Michaël Ghil, *Prévisibilité du climat*).

Toutefois nous ne devons pas conclure que, parce que les résultats ne sont pas certains à 100%, les résultats des modèles climatiques construits par les climatologues ne devraient pas être pris en compte. Ce qu'il faut retenir est que l'état des connaissances est parfaitement suffisant et confirmé (comparaison simulation/observation).

Il faut maintenant prendre des décisions pour empêcher les dérèglements climatiques, déjà en cours et qui se poursuivront dangereusement si nous n'agissons pas. Soyons clair, désormais les incertitudes les plus importantes sont celles qui dépendent des facteurs socio-économiques (cf. Pascale Braconnot, "Evaluation des modèles") et donc des décisions d'ordre politique qui devraient être prises lors de la COP21. Il faut choisir le scénario le plus vertueux.

Si l'on s'arrête sur le document du Giec 2013 cité par Serge Planton montrant pour une période 1951-2000 les incertitudes de nos modèles selon les facteurs naturels externes, naturels internes ou anthropiques, on note

une incertitude modérée des facteurs naturels. En effet, parmi les facteurs naturels influençant sur le climat, certains sont bien documentés ; par exemple grâce à des études paléoclimatiques, des points non controversés ont été dégagés comme les variations de paramètres astronomiques à grande échelle de temps. Mais d'autres points nécessitent davantage de recherche. La géographie des changements est à approfondir. Depuis 30 ans des observations spatiales ont permis d'observer sur la planète les précipitations ou les tourbillons océaniques. On note des différences géographiques importantes sur la planète qu'il convient encore de comprendre et d'exploiter (Source H. Le Treut). Par exemple le phénomène de déplacement du Gulf Stream vers le sud avec l'apport massif d'eau douce dans la région arctique est possible mais encore incertain. Ainsi le relevé massif de données et leur interprétation pourront aider à lever la part d'incertitude sur le climat futur.

Mais l'étude du climat montre aussi la présence de phénomènes de rétroaction positive ou négative et ceux-ci sont très complexes et ne sont ni tous recensés ou ni bien compris.

Par exemple la rétroaction positive de l'albédo n'a pu élucider la désertification du Sahel (source J. Jouzel). Donc de nombreux facteurs naturels méritent l'attention des chercheurs.

Mais comme souligné plus haut, la part d'incertitude des modèles est due aussi aux facteurs anthropiques. Si l'on compare 2 graphes du GIEC 2013 cités par S. Planton sur les incertitudes des simulations avec facteurs naturels seuls ou avec facteurs anthropiques, on constate que ces derniers modèles sont très fiables pour retracer l'évolution du climat de 1860 à 2000. En conséquence il faut mieux tenir compte des activités humaines pour construire des scénarios du futur et c'est dans ce domaine que doivent se concentrer les efforts de recherche.

Là encore de grands pas ont été faits dans la connaissance des gaz à effets de serre, vapeur, d'eau, CO<sub>2</sub> ; méthane, protoxyde d'azote, ozone. (Source: J.-L. Dufresne,.)

Il est admis que l'augmentation du CO<sub>2</sub> fait augmenter la température moyenne sur terre. Mais il reste des zones d'ombre : en premier lieu les rétroactions, les conséquences de cette augmentation sur les autres composantes du système et en second lieu les évolutions des activités humaines qui génère ce CO<sub>2</sub>.

*En effet les comportements humains, notamment l'utilisation des énergies fossiles qui rejette beaucoup de CO<sub>2</sub> sont encore très incertains. Les scénarios de prévisions se basent sur différents modes de développement socio-économiques très aléatoires.*

*La COP21 si elle aboutit à des accords contraignants, réduira peut-être la part d'incertitude.*

*Pour conclure : oui la connaissance scientifique peut augmenter la fiabilité des modèles de prévisions mais à quelle échéance ?*

*La plupart des projections se font à l'horizon 2100 intéressant à l'échelle humaine. Mais certains aimeraient avoir une vision plus proche ; à court terme par exemple 2030. Ce sera possible en affinant nos connaissances avec des mailles géographiques de l'ordre de la dizaine de km et donc de travailler sur des espaces restreints. En conclusion, l'amélioration des connaissances peut donner aux décideurs des outils plus fiables afin qu'ils s'engagent sur la voie garantissant à l'humanité la pérennisation de son mode de civilisation.*

### Commentaire d'Hervé Le Treut

*« Le pari de ce cours était que la juxtaposition d'éléments de description du système climatiques assez variés, permettraient aux étudiants d'appréhender de manière claire où se trouve la ligne de division lentement mouvante qui sépare ce que l'on sait sur les évolutions futures du climat (qui est suffisant pour inciter à l'action) de ce qui demeure (et demeurera peut-être toujours) inconnu. Cette distinction, cette prise de distance par rapport à des informations qui sont nécessairement un peu caricaturées par les médias, est essentielle au moment de prendre des décisions, vis-à-vis d'adaptation à la part inévitable des changements climatiques par exemple. Le devoir qui est cité après, montre, parmi bien d'autres, que les étudiants ont été capable d'opérer eux-mêmes cette synthèse d'exposés qui peuvent paraître très différents, voire peut-être contradictoires - mais qui sont nécessaires pour aborder un système aussi complexe que le système climatique. C'est une très grande satisfaction. »*