



MOOC ENERGIES RENOUVELABLES

Bilan de la première session de cours (Septembre – Décembre 2015)

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



SOMMAIRE

I. LE CONTEXTE	6
I.1. UVED.....	6
I.2. La thématique: Les énergies renouvelables	7
I.3. Les objectifs pédagogiques du cours.....	7
I.4. Les partenaires du cours.....	7
I.4.1. <i>Le partenaire financier</i>	7
I.4.2. <i>Les partenaires de réalisation</i>	7
I.4.3. <i>Les partenaires de diffusion</i>	8
I.5. La promotion du MOOC	8
I.5.1. <i>Le support réalisé</i>	8
II. LE COURS	9
II.1. Les documents cadres	9
II.2. Le référent scientifique	9
II.3. L'équipe pédagogique	9
II.4. L'hébergement du cours.....	11
III. LA PREMIERE SESSION, DU 28 SEPTEMBRE AU 6 DECEMBRE 2015	12
III.1. Sources des données	12
III.2. Le profil des inscrits.....	12
III.3. Le suivi du cours	15
III.3.1. <i>Les motivations</i>	15
III.3.2. <i>Les semaines et les vidéos les plus appréciées</i>	15
III.3.3. <i>Le forum</i>	16
III.3.4. <i>Les quiz</i>	16
III.3.5. <i>Les questions-débats</i>	17
III.3.6. <i>Les devoirs évalués par les pairs</i>	18
III.3.7. <i>L'attestation de suivi avec succès</i>	19
III.3.8. <i>La gestion personnelle du temps d'apprentissage</i>	20
III.4. L'animation du cours	20
III.5. L'appréciation du cours	20
III.5.1. <i>L'appréciation des différentes composantes du cours</i>	21
III.5.2. <i>Des exemples d'appréciations</i>	21
IV. VERS UNE DEUXIEME SESSION EN 2015	22
IV.1. Les attentes du point de vue des participants	22
IV.2. Les recommandations du point de vue des experts et intervenants.....	23
IV.3. Les recommandations du point de vue des apprenants.....	24
V. LES USAGES HORS CONTEXTE MOOC.....	25
V.1. Principe.....	25
V.2. Usages par les enseignants	26
V.3. Valorisation des vidéos sur le portail d'UVED, sur les chaînes Canal-UVED et YouTube UVED. 28	
VI. ANNEXES.....	31
VI.1. Devoir évalué par les pairs n°1 : rendus sélectionnés et commentés par l'expert scientifique	31
VI.2. Témoignage du major du MOOC « ENR »	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Aperçu de la plateforme du cours sur France Université Numérique.....	11
Figure 2 : Sexe des inscrits.....	12
Figure 3 : Âge des inscrits	12
Figure 4 : Situation professionnelle des inscrits.....	13
Figure 5 : Niveaux d'étude des inscrits.....	13
Figure 6 : Formations initiales des inscrits : principaux champs disciplinaires	13
Figure 7 : Les 10 secteurs d'activité les plus représentés parmi les inscrits	14
Figure 8 : Origine géographique des inscrits	14
Figure 9 : Motivations des inscrits par rapport au suivi du cours	15
Figure 10 : Appréciation des semaines de cours.....	15
Figure 12 : Évolution de l'activité du forum tout au long du cours.....	16
Figure 12 : Exemple d'Attestation de suivi avec succès	19
Figure 13 : Appréciation de la progression personnelle suite au suivi du cours.....	20
Figure 17 : Appréciation du cours par les inscrits	21
Figure 18 : Intérêt des participants pour les sessions 2 des 5 MOOCs UVED	22
Figure 19 : Suggestion de nouveaux contenus pour une session 2 du MOOC Énergies renouvelables.....	24
Figure 20 : Propositions pour l'amélioration des devoirs évalués par les pairs	24
Figure 21 : Propositions pour l'amélioration des quiz.....	25
Figure 22 : Propositions pour l'amélioration de l'animation du cours.....	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Thèmes, experts et intervenants.....	10
Tableau 2 : Vidéo la plus appréciée pour chacune des semaines de cours	16
Tableau 3 : Contributions aux questions-débats.....	18
Tableau 4 : Participation et résultats obtenus aux devoirs évalués par les pairs	19

MOOC UVED « ÉNERGIES RENOUVELABLES »

Référent scientifique : **Xavier PY**

Université de Perpignan Via Domitia

8

thématiques abordées

- « La transition énergétique » **David GIBAND**, UPVD
- « L'énergie solaire » **Didier MAYER**, Mines ParisTech
- « L'énergie éolienne » **Jacky BRESSON**, UPVD
- « L'énergie hydraulique » **François COLLOMBAT**, EDF
- « Les énergies marines » **Jean-Yves PRADILLON**, ENSTA Bretagne
Jean-Frédéric CHARPENTIER, École Navale
- « Géothermies » **Sandrine PINCEMIN**, EPF
Jean SCHMITTBUHL, CNRS & Université de Strasbourg
- « La biomasse » **Gilles VAILLINGOM**, CIRAD
- « Le mix énergétique » **Xavier PY**, UPVD

32

intervenants

- issus de **15 établissements**



107

contenus pédagogiques réalisés

- 76 vidéos
- 8 quiz
- 12 questions - débats
- 8 notes de lecture pour approfondir le cours
- 2 devoirs évalués par les pairs
- 1 forum

8471

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

- 58% des inscrits sont diplômés d'un master, diplôme d'ingénieur ou doctorat
- Top 3 des secteurs professionnels représentés : Enseignement (18%), Activité scientifique et technique (11%), Administrations publiques (9%), Énergie (9%)
- 68% d'hommes, 32% de femmes

75%

des inscrits ont suivi le cours depuis la France

- 16% depuis l'Afrique
- cours suivi depuis 52 pays

40%

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 : 400 participants en moyenne / devoir
- 540 fils de discussion créés

33%

des inscrits sont intéressés par le suivi d'une 2^{ème} session

- Points forts de la session 1
 - L'acquisition de connaissances par les inscrits
 - Les contenus scientifiques
 - Les quiz
 - Les devoirs évalués par les pairs
 - Les conseils bibliographiques
 - Les actualités
- Points à améliorer en vue de la session 2
 - Le lieu de tournage des vidéos
 - La réalisation des vidéos
 - Les questions débats
 - L'inclusion de nouvelles thématiques
 - La durée du MOOC
 - Les échanges entre apprenants

I. LE CONTEXTE

I.1. 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).

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. 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 parfaire ses 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

1.2. La thématique: Les énergies renouvelables

Les politiques de maîtrise de la consommation d'énergie et de lutte contre l'effet de serre sont intimement liées ; les enjeux climatiques et énergétiques sont donc indissociables. Pour 2020, des objectifs européens en matière d'énergie et de climat ont été adoptés en 2008 : l'ambition est très forte sur l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables.

1.3. Les objectifs pédagogiques du cours

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

- mieux comprendre le contexte qui fonde la nécessité d'une transition énergétique ;
- découvrir les différentes énergies renouvelables ;
- découvrir les différents moyens de les exploiter ;
- comprendre les enjeux sociaux, économiques et environnementaux de cette exploitation ;
- participer à des échanges et à des débats sur les énergies renouvelables ;
- davantage s'impliquer dans le champ de la transition énergétique.

1.4. Les partenaires du cours

1.4.1. Le partenaire financier

La réalisation de ce MOOC a été rendue possible grâce au soutien financier de l'ADEME.



L'ADEME soutient les énergies renouvelables dans une perspective de développement durable. Son intervention vise à favoriser leur développement, tout en améliorant la connaissance de leurs bénéfiques et éventuels impacts. L'action de l'ADEME se situe tant sur l'amont de la chaîne de valeur (soutien à des programmes de recherche) que sur l'aval (soutien au déploiement).

1.4.2. Les partenaires de réalisation



Le service PI@tinium+ de l'Université de Perpignan Via Domitia était en charge de la réalisation des vidéos 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.



Le pôle Audiovisuel & Multimédia de l'Université de Nantes a participé au tournage des vidéos liées aux semaines sur les énergies marines et sur l'énergie hydraulique.

1.4.3. Les partenaires de diffusion

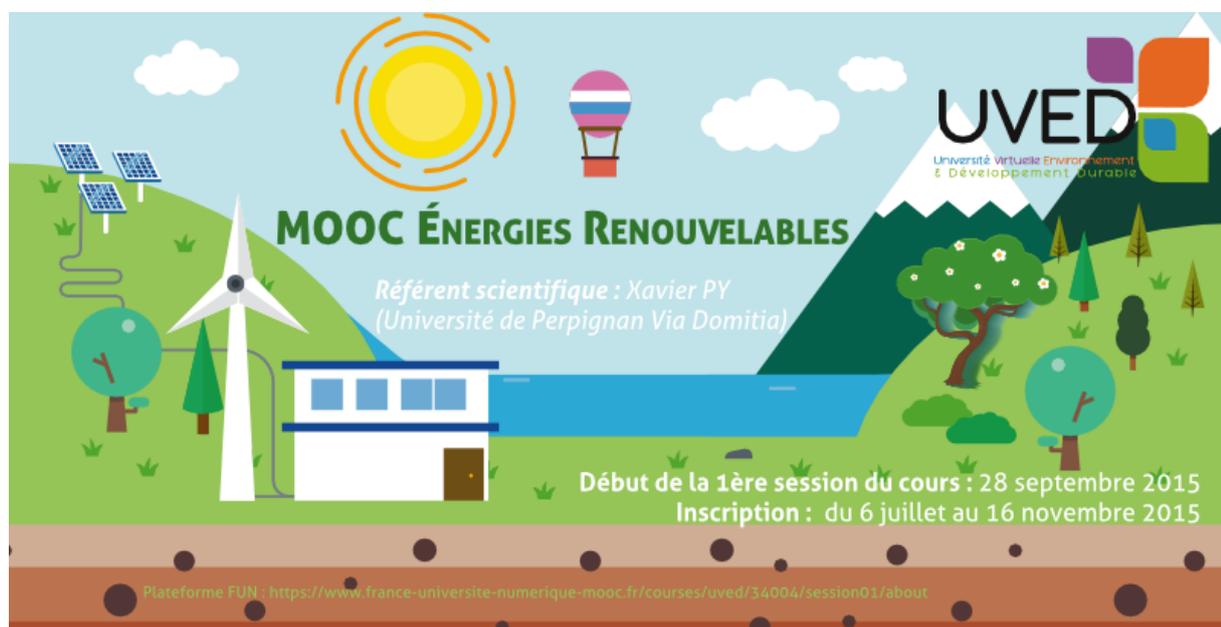
L'UVED s'est appuyée à la fois sur son réseau et sur divers établissements et sites partenaires pour relayer l'information :

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

1.5. La promotion du MOOC

1.5.1. Le support réalisé

- Recto



- Verso

A mener les apprenants à mieux comprendre les grands enjeux du 21^{ème} siècle en matière de transition énergétique ainsi que les moyens d'exploiter les différentes sources d'énergies renouvelables (soleil, vent, eau, chaleur du sol, biomasse), tel est l'objectif du MOOC "Énergies renouvelables".

La vocation de ce cours en ligne, produit et coordonné par l'Université Virtuelle Environnement et Développement durable (UVED), en partenariat avec l'Université Perpignan Via Domitia (UPVD), est de renforcer les connaissances générales d'un large public sur la question des énergies renouvelables, d'accroître les capacités d'implication des personnes dans les grandes décisions relatives à la production et/ou à l'utilisation d'énergies renouvelables et de susciter l'émergence de nouveaux projets.

Contact : mooc@fondation-uvved.fr

Avec le soutien financier de :



Semaine 1 : La transition énergétique
David GIBAND

Semaine 2 : L'énergie solaire
Didier MAYER

Semaine 3 : L'énergie éolienne
Jacky BRESSON

Semaine 4 : L'énergie hydraulique
François COLLOMBAT

Semaine 5 : Les énergies marines
Jean-Yves PRADILLON - Jean-Frédéric CHARPENTIER

Semaine 6 : Géothermies
Sandrine PINCEMIN - Jean SCHMITTBUHL

Semaine 7 : La biomasse
Gilles VAÏTLINGOM

Semaine 8 : Le mix énergétique
Xavier PY



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.

Xavier Py, professeur à l'Université de Perpignan Via Domitia est le référent scientifique du MOOC « Énergies renouvelables ».

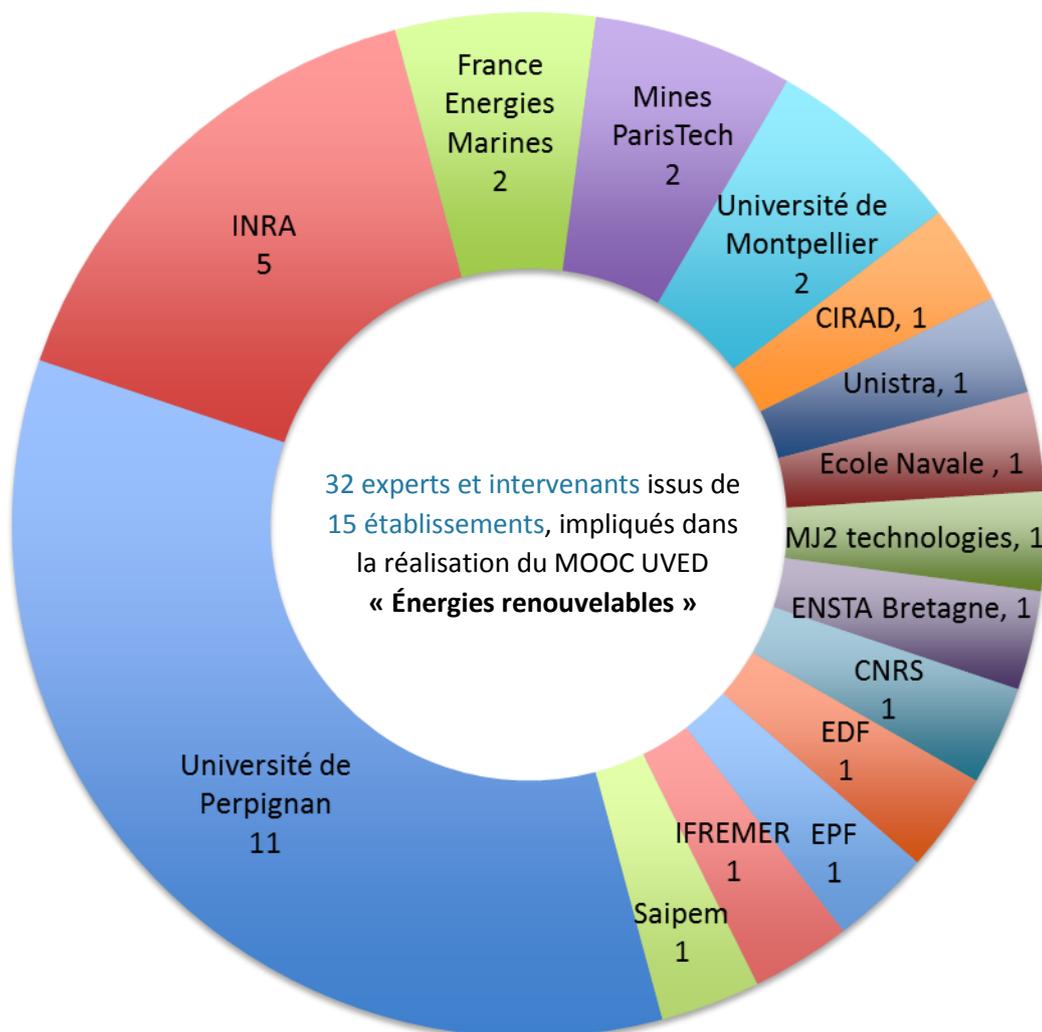
II.3. L'équipe pédagogique

Semaine	Thème	Expert scientifique	Intervenants complémentaires
1	La transition énergétique	David GIBAND (UPVD)	Jacques PERCEBOIS (Université de Montpellier) Francesco RICCI (Université de Montpellier) Karine GRIJOL (UPVD) Sylvain RODE (UPVD) Marie-Anne LEFEVRE (UPVD) Régis OLIVES (UPVD)
2	L'énergie solaire	Didier MAYER (Mines ParisTech)	Daniel LINCOT (CNRS) Philippe BLANC (Mines ParisTech) Quentin FALCOZ (UPVD) Jean-Marie MANCAUX (UPVD) Gaël PLANTARD (UPVD)
3	L'énergie éolienne	Jacky BRESSON (UPVD)	Didier DUCLOS (UPVD)
4	L'énergie hydraulique	François COLLOMBAT (EDF)	Jacques FONKENELL (MJ2 Technologies)
5	Les énergies marines	Jean-Yves PRADILLON (ENSTA Bretagne)	Yann-Hervé DE ROECK (France Energies Marines)

		Jean-Frédéric CHARPENTIER (ÉCOLE NAVALE)	Jean-François FILIPOT (France Energies Marines) Jacques RUER (SAIPEM) Gérard VERON (IFREMER)
6	Géothermies	Sandrine PINCEMIN (EPF) Jean SCHMITTBUHL (CNRS & Université de Strasbourg)	-
7	La biomasse	Gilles VAITILINGOM (CIRAD)	Jean-Philippe DELGENES (INRA) Jean-Philippe STEYER (INRA) Lucile CHATELLARD (INRA) Izabel KRONENBERG (INRA) Antoine ESNOUF (INRA)
8	Le mix énergétique	Xavier PY (UPVD)	-

Tableau 1 : Thèmes, experts et intervenants

Les 10 experts ont fait appel à 22 intervenants (tab.1). Au total, 32 spécialistes issus de 15 établissements ont été impliqués dans la réalisation des contenus scientifiques du MOOC UVED « Énergies renouvelables ».



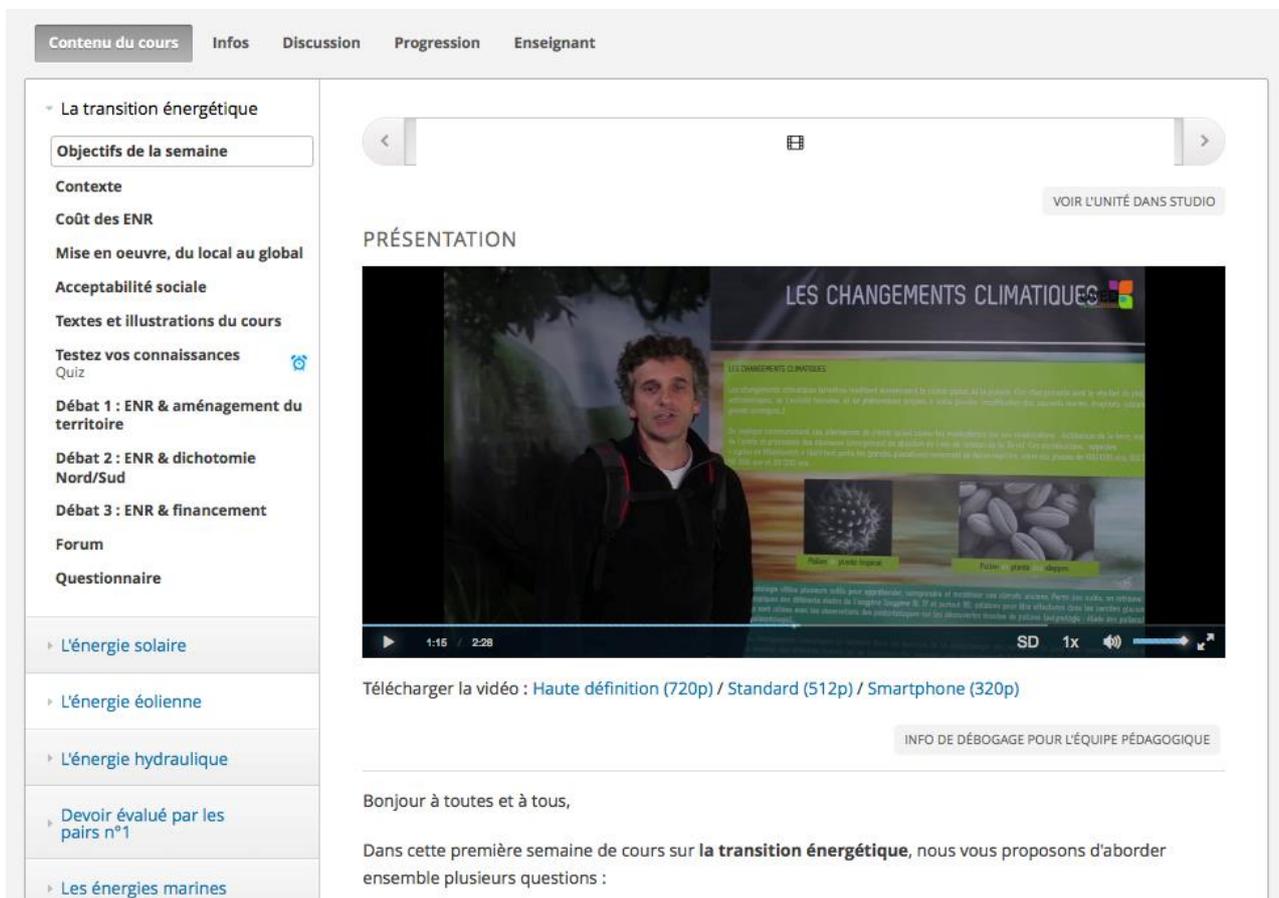
Les contenus pédagogiques réalisés sont les suivants :

- 76 vidéos de cours, représentant 10h de visionnage ;
- 8 quiz, représentant 156 questions ;
- 12 questions-débats ;
- 8 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.

Pour assurer l'accessibilité de toutes les vidéos, leurs transcriptions textuelles enrichies des figures les plus importantes ont été proposées.

II.4. L'hébergement du cours

Ce MOOC est hébergé par France Université Numérique.



The screenshot displays the MOOC platform interface. On the left, a sidebar menu lists course content under the heading 'La transition énergétique'. The main area features a video player titled 'PRÉSENTATION' with a video thumbnail showing a man and a slide titled 'LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES'. Below the video player, there are download options and a text block starting with 'Bonjour à toutes et à tous, Dans cette première semaine de cours sur la transition énergétique, nous vous proposons d'aborder ensemble plusieurs questions :'. The interface includes navigation tabs at the top: 'Contenu du cours', 'Infos', 'Discussion', 'Progression', and 'Enseignant'.

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

III. LA PREMIERE SESSION, DU 28 SEPTEMBRE AU 6 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 est utilisée dans le cadre de cette synthèse, mais une analyse approfondie en est faite par l'auteur dans le cadre de sa thèse. 1193 personnes y ont répondu.

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 520 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. 23 intervenants y 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

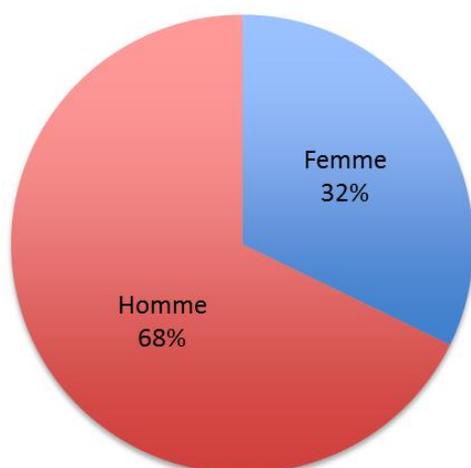


Figure 2 : Sexe des inscrits
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

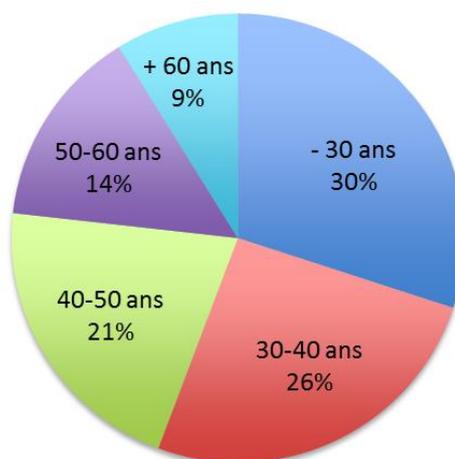


Figure 3 : Âge des inscrits
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

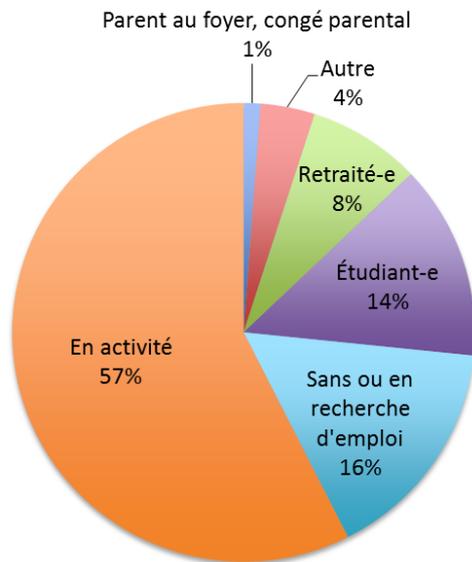


Figure 4 : Situation professionnelle des inscrits
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

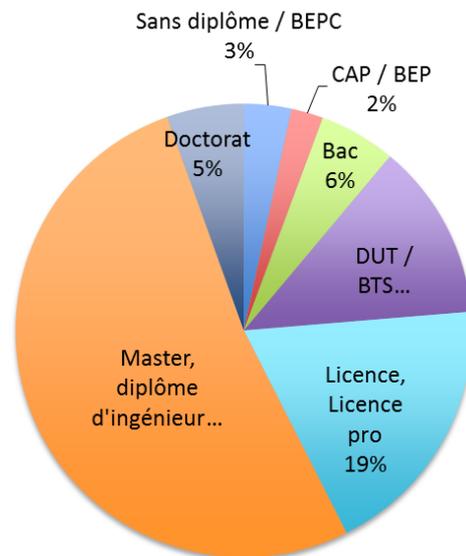


Figure 5 : Niveaux d'étude des inscrits
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

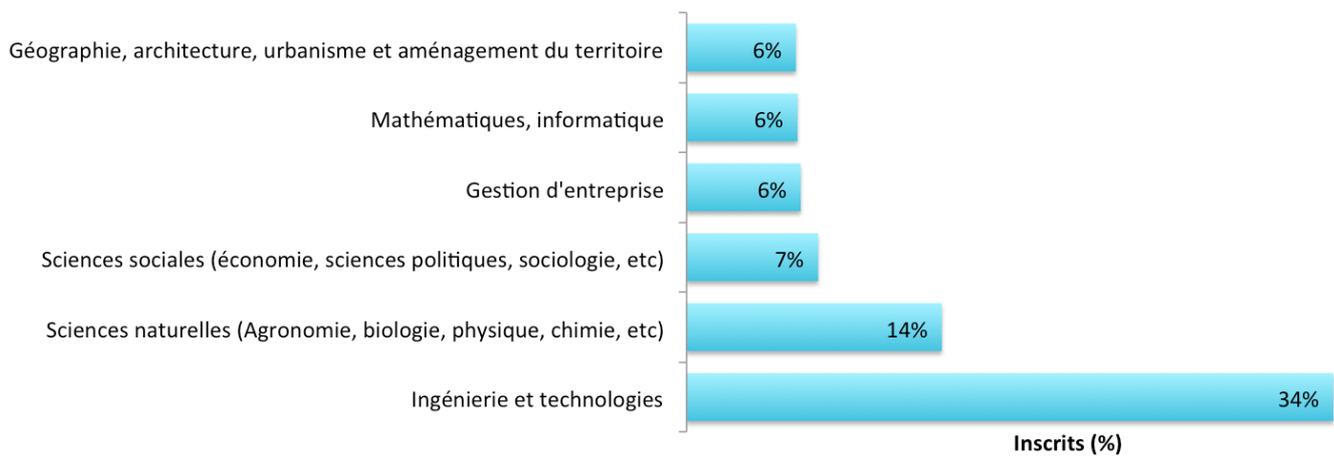


Figure 6 : Formations initiales des inscrits : principaux champs disciplinaires
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

Le nombre total d'inscrits : 8471 inscrits

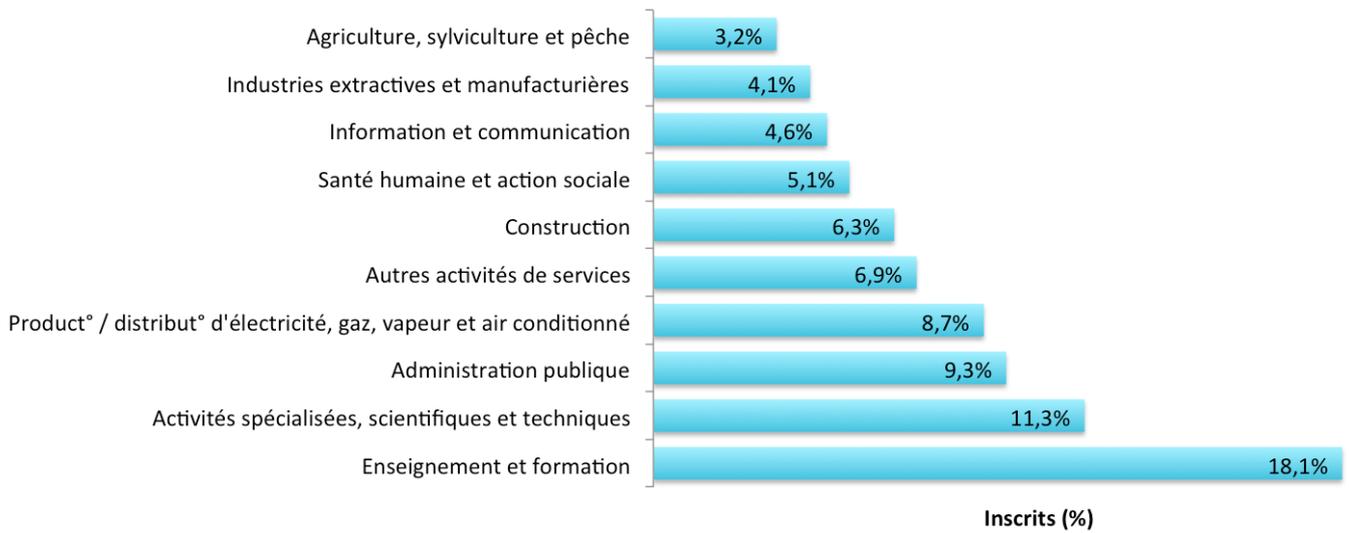


Figure 7 : Les 10 secteurs d'activité les plus représentés parmi les inscrits
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

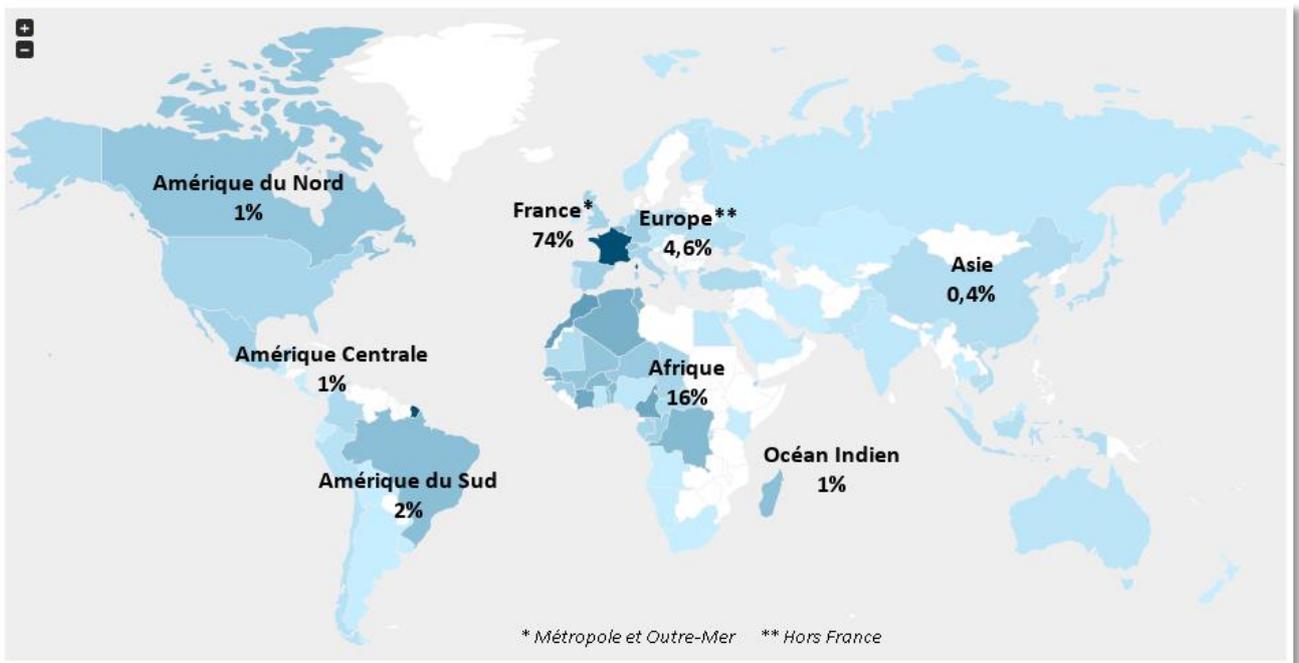


Figure 8 : Origine géographique des inscrits
(Source : Dashboard FUN & Questionnaire pré-MOOC)

III.3. Le suivi du cours

III.3.1. Les motivations

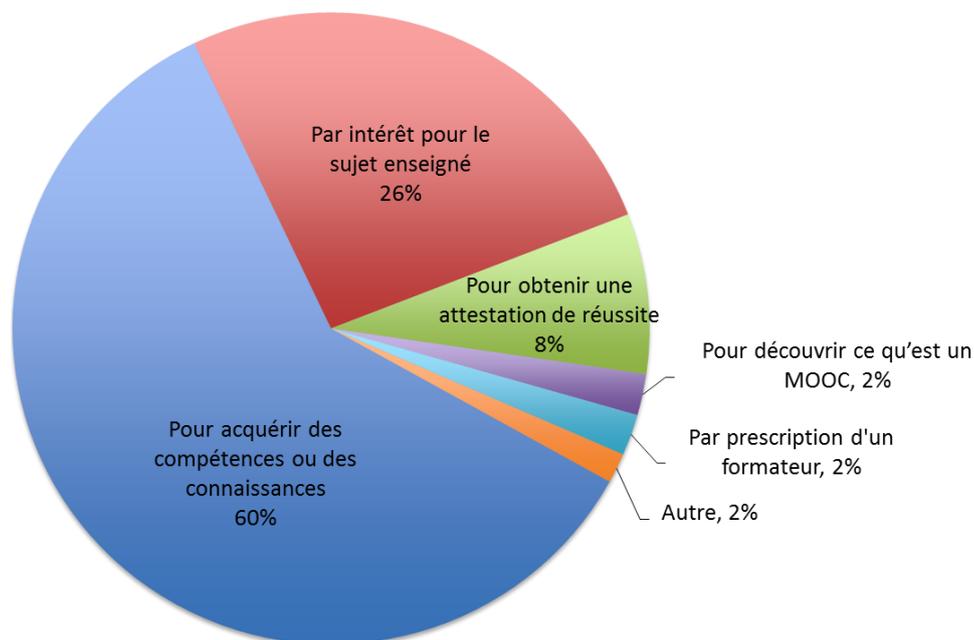


Figure 9 : Motivations des inscrits par rapport au suivi du cours
(Source : Questionnaire pré-MOOC)

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

Appréciation des semaines de cours

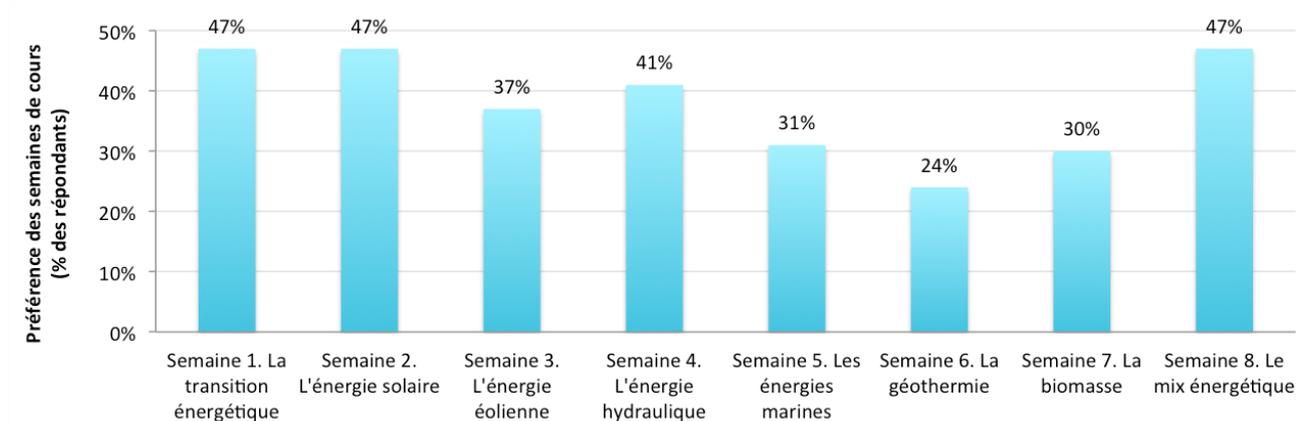


Figure 10 : Appréciation des semaines de cours
(Source : questionnaire post MOOC)

Le Top vidéo par semaine de cours

Semaine	Thème	Vidéo la plus appréciée par semaine
1	La transition énergétique	Villes et énergies renouvelables (Rode, S.)
2	L'énergie solaire	La conversion photovoltaïque de l'énergie solaire (Lincot, D.)

3	L'énergie éolienne	Le potentiel éolien (Bresson, J.)
4	L'énergie hydraulique	Energie hydraulique: caractéristiques fondamentales (Collombat, F.)
5	Les énergies marines	Contexte technologique des énergies marines renouvelables (Pradillon, J.-Y.)
6	Géothermies	Les différents types de géothermie et leur maturité (Schmittbuhl, J.)
7	La biomasse	Carburants de la biomasse: la cogénération (Vaitilingom, G.)
8	Le mix énergétique	Généralités sur le stockage de l'énergie (Py, X.)

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), discussion sur les quiz de la semaine, et éventuellement contributions aux questions-débats 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 témoignent les **540** fils de discussion créés à cet effet.

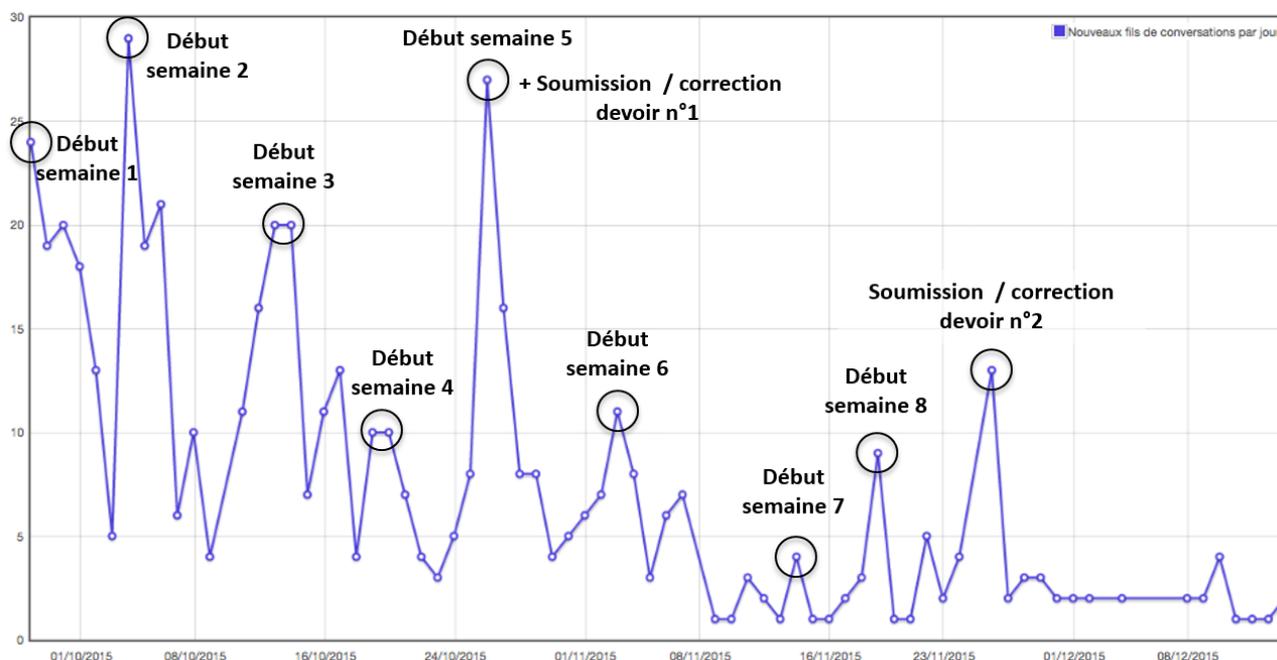


Figure 11 : Évolution de l'activité du forum tout au long du cours
(D'après Dashboard FUN, enrichi)

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 considérés sur les 8 semaines de cours montrent par exemple que **12% 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. **12** questions de ce type étaient proposées tout au long du cours.

Semaine	Question-débat	Fils de discussion
1	<u>ENR & aménagement du territoire</u> <i>Karine Grijol</i> Développement éolien et territoires ruraux : quels facteurs de blocages ?	79
1	<u>ENR & dichotomie Nord/Sud</u> <i>David Giband</i> Comment dépasser les dichotomies Nord / Sud en matière de développement des ENR dans le monde ?	29
1	<u>ENR & financement</u> <i>Jacques Percebois</i> Quel mécanisme de soutien aux énergies renouvelables vous paraît préférable du point de vue collectif ?	35
2	<u>Facteur de charge et développement</u> <i>Didier Mayer</i> Le solaire : un facteur de charge très faible et malgré tout un développement très prometteur	20
2	<u>Traitement des eaux usées</u> <i>Gaël Plantard</i> Pollution des eaux : origines, moyens actuels de traitement et performance, intérêts de la photocatalyse et piste de progrès.	16
2	<u>Solaire à concentration</u> <i>Quentin Falcoz</i> Solaire à concentration : relation entre puissance, niveau de température et facteur de concentration.	11
3	<u>Le potentiel éolien</u> <i>Jacky Bresson</i> Avant d'installer une éolienne, comment peut-on estimer le potentiel éolien d'un site ?	17
3	<u>Les types d'éoliennes</u> <i>Jacky Bresson</i> Quels sont les facteurs qui peuvent justifier le choix de tel ou tel type d'éolienne (horizontale, verticale, monopale, bipale, tripale, etc.) sur un site donné ?	15
5	<u>Rentabilité</u> <i>Jean-Yves Pradillon</i> Certains experts prévoient que l'éolien flottant dépassera l'éolien posé à l'horizon 2050. La plupart d'entre eux seront assez éloignés des côtes : le raccordement à la côte est un point crucial pour la rentabilité financière des parcs (de 500 K€ à 3 M€ le kilomètre de câble de transport). Y a-t-il d'autres possibilités pour rendre ces parcs lointains	9

	rentables ? Quelles pourraient être les perspectives de co-activité en mer pour pallier les difficultés économiques de ces parcs ?	
5	<u>Robustesse</u> <i>Jean-Frédéric Charpentier</i> La maintenance et la robustesse des systèmes en mer est un point clé du développement des technologies EMR. Doit-on développer des systèmes très robustes qui ne nécessiteront peu ou pas de maintenance ou imaginer des systèmes complexes capables de faciliter la maintenance (tolérance aux défauts, prédiction d'apparition des défauts, systèmes d'extraction des dispositifs) ? Quel sera l'impact de ces développements sur les coûts (conception, fabrication, maintenance, démantèlement) et la viabilité économique des EMR ?	6
6	<u>La géothermie profonde</u> <i>Jean Schmittbuhl</i> Comment mieux intégrer la géothermie profonde dans le mix énergétique ?	8
6	<u>La géothermie très basse température</u> <i>Sandrine Pincemin</i> Les verrous au développement de la géothermie très basse température.	4

*Tableau 3 : Contributions aux 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 20 octobre et le 19 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)
1. Comment peut-on penser plus efficacement la question du mix énergétique dans les territoires ? (D. Giband)	410	13,0 (4,1)
2. La transition énergétique à l'échelle mondiale est-elle réaliste ? (X. Py)	400	13,6 (4,3)

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 5 des 8 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 5 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

595 inscrits ont obtenu une attestation de suivi avec succès.

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

89% des inscrits ont suivi le cours sur leur temps libre (source : Questionnaire post-MOOC). Ils ont cherché à suivre tout le cours (95% des inscrits), quitte à prendre parfois du retard et le rattraper lorsqu'ils avaient le temps, en déphasage avec le rythme du cours (55% des inscrits).

III.4. L'animation du cours

Le community manager est intervenu à 150 occasions :
15 e-mails, 15 actus, 90 messages sur le forum,
30 comptes rendus aux intervenants (ou groupes d'intervenants)
Les intervenants sont intervenus dans 95 fils de discussion

20 experts et intervenants scientifiques (sur 32) se sont impliqués dans le forum du cours, par réponse directe dans les fils de discussion.

- « La transition énergétique » 18 contributions
- « L'énergie solaire » 23 contributions
- « L'énergie éolienne » 20 contributions
- « L'énergie hydraulique » 9 contributions
- « Les énergies marines » 9 contributions
- « Géothermies » 9 contributions
- « La biomasse » 3 contributions
- « Le mix énergétique » 4 contributions

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".

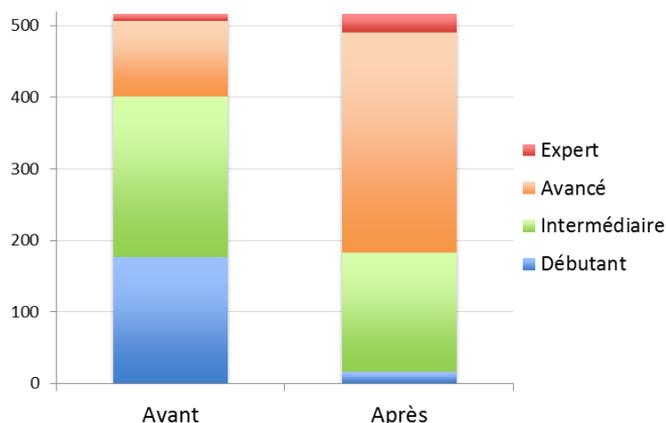


Figure 13 : Appréciation de la progression personnelle suite au suivi du cours
(Source : Questionnaire post-MOOC)

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

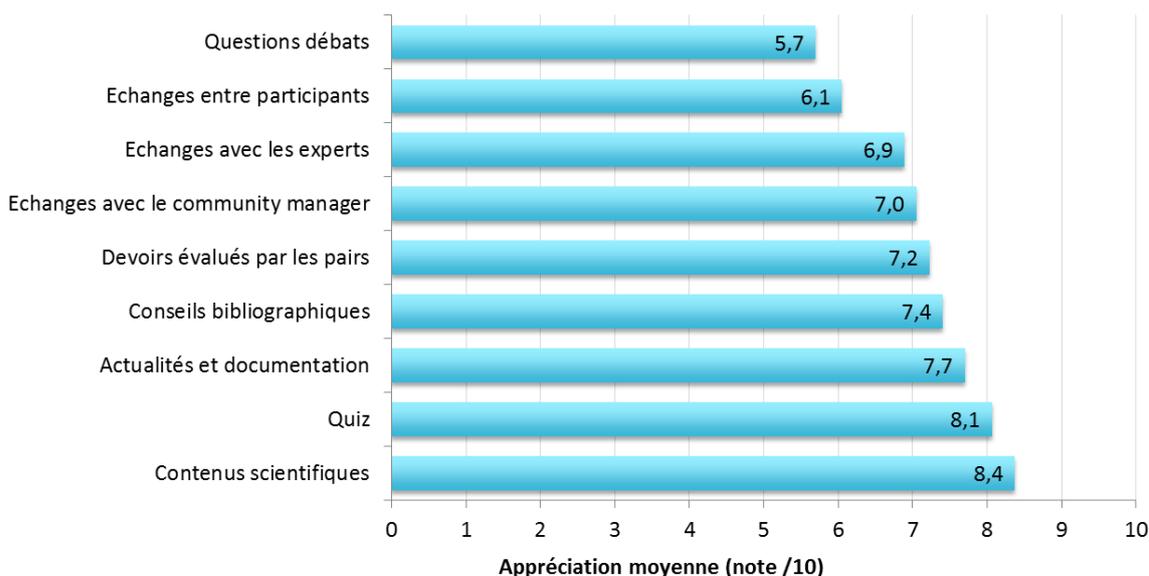


Figure 14 : Appréciation du cours par les inscrits
(Source : Questionnaire post-MOOC)

III.5.2. Des exemples d'appréciations

Par les apprenants

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

Retrouvez en annexe le [témoignage de Daniel Patard](#), major du MOOC avec un score de 9,4/10. Voici également d'autres témoignages, extraits du forum du MOOC ou de l'enquête de fin de MOOC (sans modification, sans correction) :

Je vois que, comme d'autres, je suis avec plus ou moins de bonheur les différentes semaines de cours. Puisque le premier devoir est l'occasion d'un premier bilan, je voudrais en profiter pour exprimer ma reconnaissance au corps enseignant pour le temps et l'énergie qu'il a dû consacrer à la réalisation de ce MOOC. Je trouve que, malgré d'inévitables soucis techniques et la difficulté d'adapter le cours aux niveaux et envies de tous, nous avons beaucoup de chance d'avoir à notre disposition tous ces outils, à la fois gratuits et de qualité. J'espère que les inévitables critiques que les utilisateurs pourront apporter au fil des semaines seront avant tout constructives, et qu'ils auront aussi envie de vous remercier !!

Merci à tous les intervenants, aux MOOCs en général mais évidemment à ceux de celui-ci en particulier, pour cet investissement dans le partage de la connaissance !

Ce MOOC est très convivial avec les vidéos, clarté des interventions, chacun peut y trouver son compte selon son niveau.

Ce MOOC propose un rythme soutenu, des contenus au niveau de l'expertise, un bon ciblage du domaine étudié, l'envie de poursuivre, de très bonnes équipes pédagogiques à l'écoute.

Parfait pour un ingénieur désireux de cerner les enjeux des EnR.

Par les intervenants

	Moyenne	Ecart-type
Globalement, êtes-vous satisfait(e) d'avoir collaboré à ce projet ?	8,2	1,9
Êtes-vous satisfait(e) de l'accompagnement par l'UVED tout au long de ce projet ?	7,8	2,3

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

A la question des avantages retirés de la participation au projet, l'expérience de **production audiovisuelle**, le **travail en équipe** et la **diffusion** des savoirs à un large public arrivent en tête (source : questionnaire post-MOOC à destination des intervenants scientifiques) :

Accès à des supports pédagogiques de qualité qui pourront enrichir la formation dans laquelle je travaille.

Expérience enrichissante, notamment la partie enregistrement des vidéos même si ma prestation est à améliorer.

Participer en équipe à un projet d'enseignement à grande diffusion.

Avoir découvert et expérimenté un mode nouveau d'enseignement, avoir réalisé une contribution à plusieurs voix/vidéos.

IV. VERS UNE DEUXIEME SESSION EN 2015

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

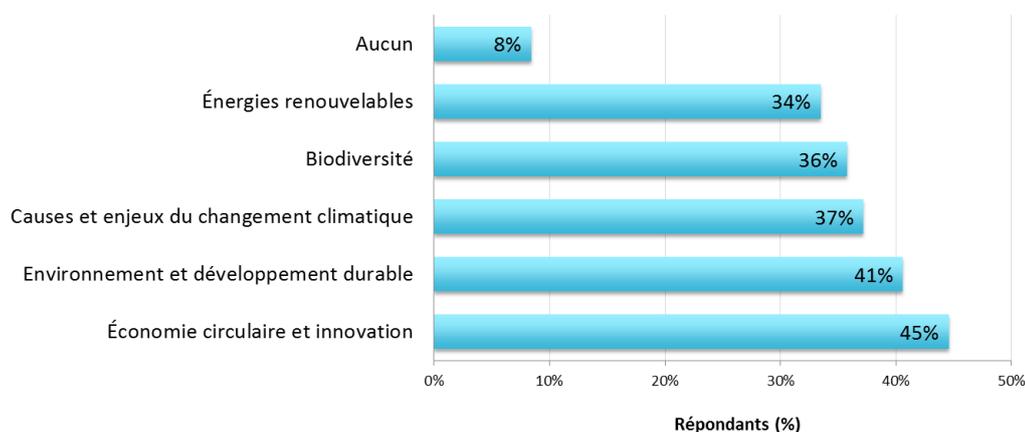


Figure 15 : Intérêt des participants pour les sessions 2 des 5 MOOCs UVED

(Source : Questionnaire post-MOOC)

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

La préparation des tournages

Pour la plupart des intervenants, il s'agit d'un exercice nouveau ce qui pose plusieurs difficultés :

Beaucoup de travail en amont et travail différent du travail d'enseignant classique.

L'absence de rémunération.

La non prise en charge d'animations basiques des powerpoints lors des montages vidéo est dommage. Ces montages auraient pu être mieux synchronisés avec le discours.

Les vidéos et donc les enseignements ont une portée limitée (durée des interventions, interactivité uniquement après-coup, donc difficulté à répondre aux attentes des participants...) ; la nécessité de résumer tout un domaine technologique ou scientifique en quelques minutes oblige à certains raccourcis qui peuvent rendre la compréhension plus difficile ; les objectifs et le public visé doivent être davantage explicités aussi bien pour les intervenants que pour les participants (cela évite une hétérogénéité des présentations).

Les explications préalables sur les conditions du tournage vidéo et, pour les mails concernant l'animation, la signification des termes forum, débats, etc.

Dans ce contexte, il apparaît encore nécessaire d'enrichir la documentation et les exemples fournis lors de cette phase de préparation. La question des illustrations, qui pose encore souvent problème « *La conception des vidéos et supports a demandé du temps (notamment le fait d'avoir à gérer les droits d'auteurs sur les photos)* » doit aussi faire l'objet de consignes et de conseils supplémentaires (où aller chercher des images ? qu'est-ce qui est autorisé ? etc.).

Parmi les autres recommandations, nous retrouvons la nécessité de mettre en place une « *réunion de coordination avec les responsables des autres semaines de cours (but : éviter les redondances mais aussi les lacunes et thèmes oubliés)* ».

La production de nouvelles vidéos

- Economie circulaire
- Témoignages de professionnels
- Aspects économiques propres à chaque ENR
- Aspects réglementaires propres à chaque ENR
- Solaire : ACV et recyclage
- Alimentation des sites isolés
- Intégration au réseau des ENR
- Power to Gas

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

La production de nouvelles vidéos

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). Plusieurs thématiques reviennent malgré tout dans les souhaits des apprenants pour la production de nouvelles vidéos :

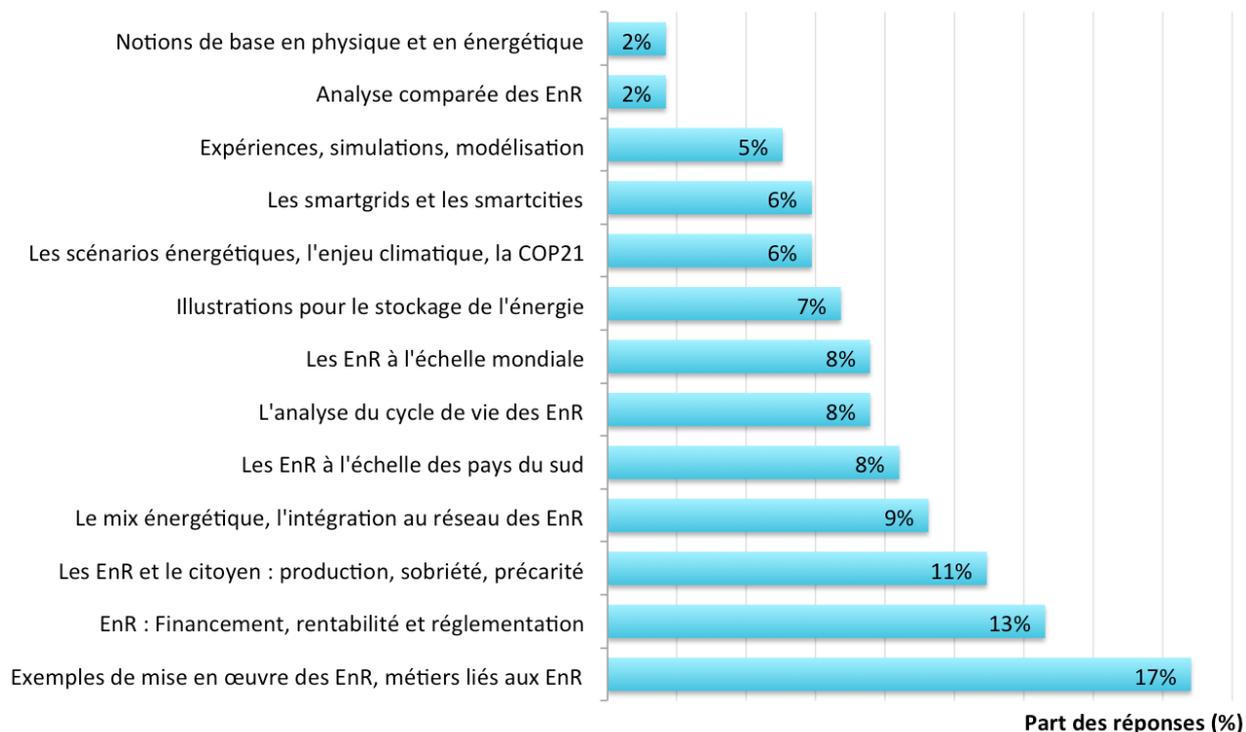


Figure 16 : Suggestion de nouveaux contenus pour une session 2 du MOOC Énergies renouvelables (Source : Questionnaire post-MOOC)

L'évaluation par les pairs

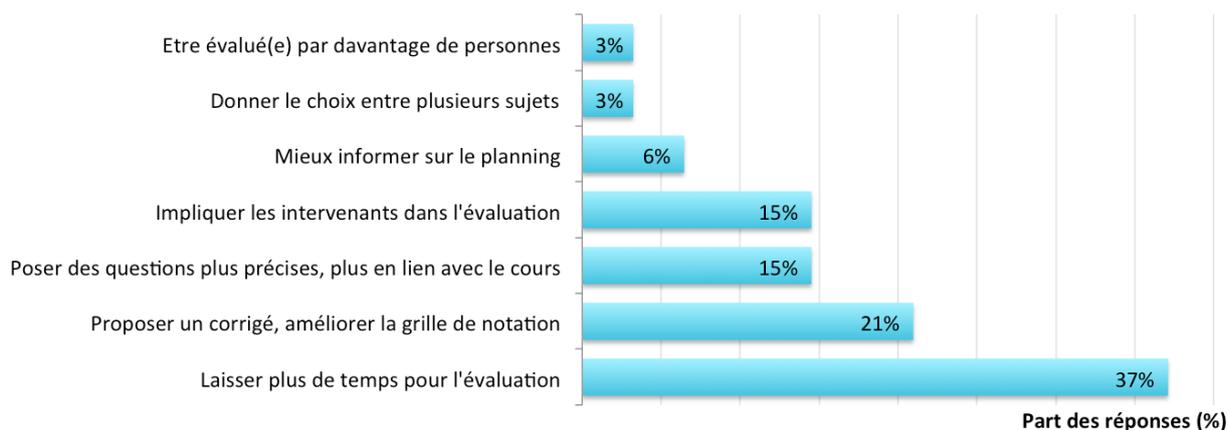


Figure 17 : Propositions pour l'amélioration des devoirs évalués par les pairs (Source : Questionnaire post-MOOC)

Les quiz

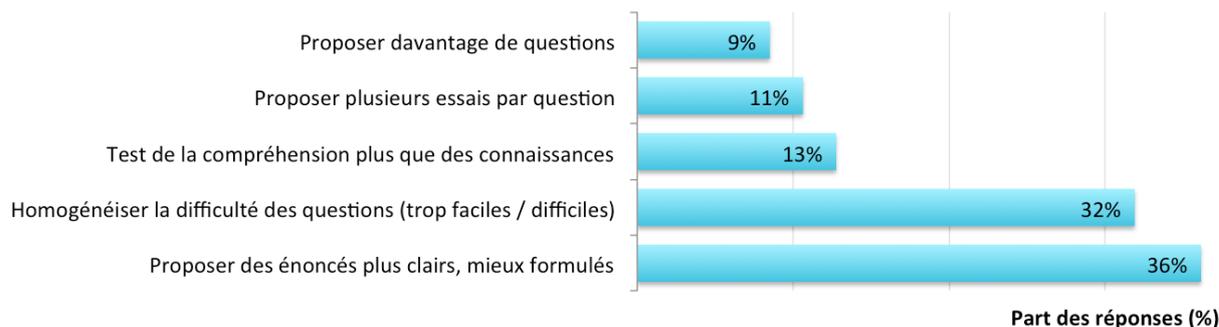


Figure 18 : Propositions pour l'amélioration des quiz
(Source : Questionnaire post-MOOC)

L'animation

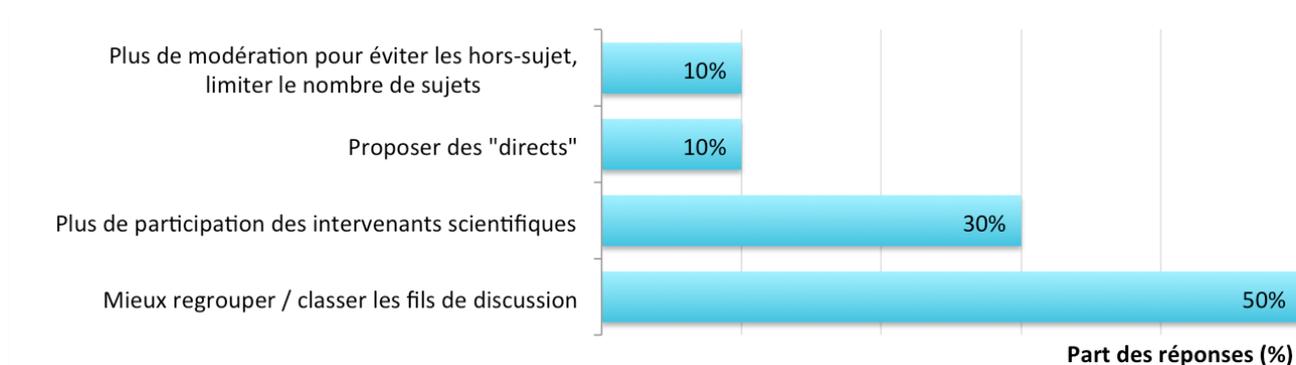


Figure 19 : Propositions pour l'amélioration de l'animation du cours
(Source : Questionnaire post-MOOC)

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">- L'acquisition de connaissances par les inscrits- Les contenus scientifiques- Les quiz- Les devoirs évalués par les pairs- Les conseils bibliographiques- Les actualités et documentation pédagogique	<ul style="list-style-type: none">- Le lieu de tournage des vidéos- La réalisation des vidéos (illustrations, son, animations)- Les questions débats- L'inclusion de nouvelles thématiques (économie, réglementation, social)- La durée du MOOC (à raccourcir)- Les échanges entre apprenants

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 un établissement 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

La clé USB

Des clés USB contenant le teaser, le programme et l'ensemble des vidéos qui composent le MOOC « Énergies renouvelables » ont été adressées à tous les intervenants du MOOC, à tous les membres du CA d'UVED, ainsi qu'aux partenaires financiers. 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 d'offrir la possibilité aux intervenants d'exploiter librement les 75 vidéos (soit 10h 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 « Énergies renouvelables » 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.



L'objectif du MOOC UVED "Énergies renouvelables" est d'amener les apprenants à mieux comprendre les grands enjeux du 21^{ème} siècle en matière de transition énergétique ainsi que les moyens d'exploiter les différentes sources d'énergies renouvelables (soleil, vent, eau, chaleur du sol, biomasse). Sa vocation est d'accroître les capacités d'implication des personnes dans les grandes décisions relatives à la production et/ou à l'utilisation d'énergies renouvelables et de susciter l'émergence de nouveaux projets. 32 experts-scientifiques issus de 15 établissements différents ont collaboré à la réalisation de ce MOOC.

Pour plus d'informations : www.uved.fr/realisation-et-coordination-de-mooc/mooc-energies-renouvelables.html

PROGRAMME

Référent scientifique : Xavier Py - Université de Perpignan Via Domitia

- Semaine 1 : La transition énergétique**
David Giband (UPVD)
Avec la participation de Régis Olivès, Marie-Anne Lefèvre, Sylvain Rode, Karine Grijol (UPVD), Jacques Percebois, Francesco Ricci (Université de Montpellier)
- Semaine 2 : L'énergie solaire**
Didier Mayer (Mines ParisTech)
Avec la participation de Philippe Blanc (Mines ParisTech), Jean-Marie Mancaux, Quentin Falcoz, Gaël Plantard (UPVD), Daniel Lincot (CNRS)
- Semaine 3 : L'énergie éolienne**
Jacky Bresson (UPVD)
Avec la participation de Didier Duclous (UPVD)
- Semaine 4 : L'énergie hydraulique**
François Collombat (EdF)
Avec la participation de Jacques Fonkenell (MJ2 Technologies)
- Semaine 5 : Les énergies marines**
Jean-Yves Pradillon (ENSTA Bretagne)
Jean-Frédéric Charpentier (École Navale)
Avec la participation de Yann-Hervé de Roeck, Jean-François Filipot (France Énergies Marines), Jacques Ruer (SAIPEM), Gérard Véron (Ifremer)
- Semaine 6 : Géothermies**
Jean Schmittbuhl (Université de Strasbourg, CNRS)
Sandrine Pincemin (EPF Montpellier)
- Semaine 7 : La biomasse**
Gilles Vaitilingom (CIRAD)
Avec la participation de Jean-Philippe Delgenès, Lucile Chatellard, Maria Kronenberg, Jean-Philippe Steyer, Antoine Esnouf (INRA)
- Semaine 8 : Le Mix énergétique**
Xavier Py (UPVD)

*Avec le soutien de l'ADEME
Avec la participation de l'Université de Perpignan Via Domitia*

INFORMATIONS

UN MOOC C'EST :

- un cours sous forme de vidéos (+ retranscriptions 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

Étudiants, enseignants, acteurs économiques et institutionnels, citoyens

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

75 vidéos d'environ 8' – soit 10h 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

Retour d'usage par les intervenants du MOOC

Parmi les 20 intervenants ayant répondu à l'enquête de fin de MOOC, 7 déclarent avoir déjà utilisé (ou prévu d'utiliser) certaines vidéos ou parties du cours pour leurs enseignements.

Sandrine Pincemin	Usage sous la forme d'une session d'introduction aux thématiques abordées à l'école
Gaël Plantard	Usage pour le cours sur le traitement des eaux pour les LP
Jean-Frédéric Charpentier	Usage sur les parties introduction de mon cours sur les ENR
Jean-Philippe Delgenès	Usage dans le cours Polytech ENR Montpellier
Jean Schmittbuhl	Usages dans la formation ingénieur EOST, fête de la science, site web
Sylvain Rode	Quelques éléments sont mobilisés dans le cadre d'un cours de Master

V.3. Valorisation des vidéos sur le portail d'UVED, 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-MOOC, et sont donc disponibles en libre accès sur le portail d'UVED, sur les chaînes de diffusion Canal-UVED et YouTube UVED. Retrouvez les 8 collections audiovisuelles du MOOC UVED « Énergies renouvelables » :

SEMAINE 1 LA TRANSITION ÉNERGETIQUE



[Retrouvez les 9 vidéos de la semaine 1](#)

Cette première semaine de cours porte sur la transition énergétique de nos sociétés. L'objectif est de bien comprendre le contexte international et historique dans lequel cette transition se met en place, mais aussi d'en observer les modalités de mise en œuvre, que ce soit au niveau local, national ou international. Les questions de politiques publiques, de faisabilité économique et d'acceptabilité sociale sont notamment abordées.

[Clip pédagogique de la semaine 1](#)

SEMAINE 2 L'ÉNERGIE SOLAIRE

Cette deuxième semaine de cours porte sur l'énergie solaire. Après une présentation de la ressource solaire sur Terre, de sa répartition, et de ses moyens de caractérisation, plusieurs voies d'utilisation de cette énergie sont évoquées. En complément de la production de chaleur et d'autres procédés comme le traitement des eaux usées, la production d'électricité fait l'objet d'une attention toute particulière, à travers l'étude de la conversion photovoltaïque, de la performance de ces systèmes, mais aussi de technologies comme l'exploitation de l'énergie solaire sous concentration.

[Clip pédagogique de la semaine 2](#)



[Retrouvez les 7 vidéos de la semaine 2](#)

SEMAINE 3 L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

ÉLÉMENTS D'UNE ÉOLIENNE DE PUISSANCE



Vitesse de rotation du rotor
environ 20-30 tr/min
Vitesse de rotation en sortie de
multiplicateur
1500 tr/min



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

Cette troisième semaine de cours porte sur l'énergie éolienne. Après une présentation de la ressource éolienne sur terre, de sa répartition et de ses moyens de caractérisation, plusieurs systèmes d'exploitation de cette énergie sont évoqués, comme les éoliennes à axe horizontal et à axe vertical. Un effort tout particulier est fait pour bien comprendre les notions d'aérodynamique qui permettent d'appréhender la structure et le fonctionnement de ces différents types d'éolienne. En complément, les notions de performance, de technologie, de conversion en énergie électrique et d'impacts environnementaux sont abordées.

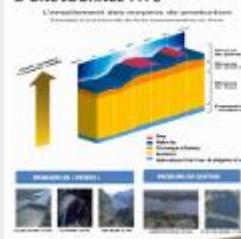
[Clip pédagogique de la semaine 3](#)

SEMAINE 4 L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE

Cette quatrième semaine de cours porte sur l'énergie hydraulique. Après une présentation de l'histoire de son exploitation, des éléments sont apportés pour quantifier la quantité d'énergie qui peut être extraite des cours d'eau. Plusieurs types d'aménagements hydrauliques vous sont montrés ; vous découvrirez où ils sont installés, ce que sont leurs éléments constitutifs, comment ils sont exploités, et la place de l'hydraulique dans le mix énergétique. Ils sont enfin appréhendés au travers des risques qu'ils présentent pour les personnes et l'environnement, et des moyens mis en œuvre pour les réduire.

[Clip pédagogique de la semaine 4](#)

LA COURBE DE PRODUCTION D'UNE JOURNÉE TYPE



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

SEMAINE 5 LES ÉNERGIES MARINES



L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS
Caractéristiques et usages
- Machine thermodynamique en cycle fermé (Rankine)
- Puissance de 30 MW à 30 MW
Projets
- Martinique et Réunion (DCE) (DCEM)
- Asses (site de France de NEGUS)

[Retrouvez les 10 vidéos de la semaine 5](#)

Cette cinquième semaine de cours porte sur les énergies marines. Dans un contexte national et international de transition énergétique, les intérêts de cette ressource sont mis en avant surtout au regard de son importante disponibilité. Les différents types d'énergies marines, marées, houle, vent, température, etc., sont caractérisés puis mis en relation avec les aménagements qui permettent de les exploiter au mieux. Les contraintes techniques liées à ces aménagements et les questions d'exploitation sont ensuite abordées tout comme les risques qu'ils font peser sur l'environnement.

[Clip pédagogique de la semaine 5](#)

SEMAINE 6 GÉOTHERMIES

Cette semaine de cours porte sur la géothermie. La caractérisation de cette ressource en fonction de la température permet d'identifier plusieurs types de géothermies, chacune étant associée à des usages, à des technologies, à des risques et à des niveaux de maturité variables. Après une présentation des géothermies très basse température et basse/moyenne température, une attention importante est portée à la géothermie haute température, notamment à la non-conventionnelle, à ses expérimentations actuelles et à ses enjeux en matière de développement.

[Clip pédagogique de la semaine 6](#)



LA SISMICITÉ INDUITE
- Facteurs clés de l'impact de la sismicité induite lors de chaque stimulation hydraulique
- Risques et enjeux associés à la sismicité induite
- Magnitude maximale
- 2000 : 2.4
- 2001 : 2.4, 2.7
- 2004 : 2.9
- 2007 : 2.4
- Une progression marquée de l'Algarve

[Retrouvez les 12 vidéos de la semaine 6](#)

SEMAINE 7 LA BIOMASSE



CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE DANS LE MONDE (2012)

Énergie finale: 14 371 Mtoe

3 479 Mtoe

3 120 Mtoe

2 595 Mtoe

2 081 Mtoe

6 606 Mtoe

32 % de pertes (conversion et procédés)

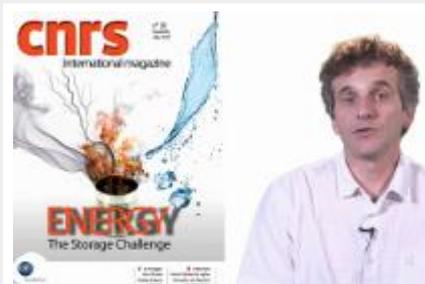
[Retrouvez les 11 vidéos de la semaine 7](#)

Cette semaine de cours porte sur la biomasse. Après une caractérisation de cette ressource, deux grandes voies d'utilisation sont présentées. D'une part la voie thermodynamique pour laquelle les mécanismes fondamentaux sont présentés, une attention toute particulière étant donnée à la pyrolyse et à la gazéification. D'autre part la voie biologique, qui réunit une grande diversité de procédés d'exploitation, comme les piles microbiennes, la méthanisation ou encore la production d'hydrogène. En complément, un focus est proposé sur les carburants de la biomasse, leur historique, leur utilisation actuelle et aussi sur l'intérêt de la cogénération pour une meilleure exploitation de cette ressource.

[Clip pédagogique de la semaine 7](#)

Cette semaine de cours porte sur la question du mix énergétique à partir d'énergies d'origine renouvelable. Deux axes tout à fait complémentaires sont explorés : d'une part l'hybridation et la cogénération, et d'autre part le stockage de l'énergie. C'est sur ce second point, dont l'intérêt est rappelé, que porte l'essentiel du propos, à travers l'étude des différentes voies de stockage : chaleur latente, chaleur sensible, stockage chimique, stockage mécanique, stockage électrochimique. Un état des connaissances et des développements en cours est proposé pour chacune d'entre elles.

[Clip pédagogique de la semaine 8](#)



[Retrouvez les 9 vidéos de la semaine 8](#)

VI. ANNEXES

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

Sujet : « Comment peut-on penser plus efficacement la question du mix énergétique dans les territoires ? » (David Giband)

Auteur de ce premier essai sélectionné par David Giband : **sheriff88**

La mise en œuvre d'un mix énergétique constitue un élément de la transition énergétique en valorisant d'avantage les énergies renouvelables (S. Rode). Comment envisager une mise en œuvre efficace de celui-ci dans les territoires ?

D'un point de vue général, il serait souhaitable de casser l'effet de niche engendré par les dispositifs incitatifs actuels (feed-in-tariffs, J. Percebois) : ceux-ci montrent leur limitent et font peser une charge à la collectivité. Ces dispositifs orientent également la production d'électricité vers une solution unique (souvent le photovoltaïque, énergie intermittente), on est donc loin d'un mix.

Concernant le contexte spécifiquement urbain (qui consomme 70 % de l'énergie, S. Rode), il conviendrait de mettre en œuvre des solutions type smart-grid (ville connectée et intelligente, S. Rode). Cela permet un partage accru de l'énergie produite au plus près de son lieu de consommation, en proposant divers mode de production complémentaires (solaire, éolien,

biomasse...). Cette mise en commun au niveau local des diverses productions d'énergie devrait permettre de palier à l'intermittence de la production (éolien, solaire).

Toutefois, il s'agit d'un changement en profondeur (création de réseaux) et qui ne peut donc s'entrevoir que lors d'importantes rénovations urbaines (qui doivent également intégrer un volet économies d'énergies, tels que les territoires à énergie positive comme le démonstrateur de Perpignan).

Le volet transport constitue également un poste important de consommation d'énergie (carburants fossiles générateur de pollution atmosphérique), en constante augmentation depuis près de 50 ans. Outre la mise en place de plans de déplacements dans le cadre des plans de protection de l'atmosphère, c'est à nous tous de réfléchir à nos actes de consommateurs en privilégiant des circuits courts.

La question du mix énergétique dans les territoires nécessite donc un approche globale (multifactorielle) mais avec des solutions locales (adaptées au contexte, concertées par les acteurs du territoire).

Passer à des échelles plus restreintes devrait également permettre une meilleure acceptation sociale du développement des énergies renouvelables : de petites éoliennes type américaines ou Savonius peuvent mieux s'intégrer au paysage et servent d'abord aux locaux.

In fine, l'approche territorialisée doit être pensée multi-échelles (quartier, ville, inter-communalité, région...) en distinguant ce qui revêt un caractère urbain ou rural. Les solutions doivent être locales mais permettre néanmoins le changement d'échelles (ne pas être isolées, s'interconnecter à différents niveaux) : l'énergie doit passer d'un type centralisé à une version décentralisée (D. Giband). Cette dimension multi-scalaire se retrouve dans les différents dispositifs réglementaires (PPA, SRCAE, PCET) mis en place aux différents niveaux d'organisation (commune et PLU, SCOT).

Commentaire de David Giband

« Ce devoir est intéressant pour plusieurs raisons. D'abord, il poursuit ce qui a été vu en cours tout en sortant des sentiers battus, n'hésitant pas à introduire des exemples inédits. Ensuite, ce devoir pose de façon judicieuse la question centrale des ENR et plus largement du développement durable qui réside moins dans le mix pour le mix mais dans l'utilisation économe et rationnelle des sources d'énergie disponible, seul vecteur de durabilité. Par ailleurs, il aborde un autre élément clef des ENR, le stockage (et les évolutions attendues) qui est un élément central dans la gestion et l'adaptation entre consommation et production d'ENR. Enfin le

devoir met l'accent sur les ENR comme levier de développement local dans les zones rurales par exemple ou les territoires en déclin économique. »

Auteur de ce deuxième essai sélectionné par David Giband : **Patrice Leterrier**

Comme l'affirme l'avis du conseil économique, social et environnemental « la transition énergétique s'affirme comme la seule réponse possible aux défis du changement climatique, de la raréfaction des ressources naturelles facilement accessibles et à l'évolution de la demande en énergie ».

Dès lors que ce constat est fait, se pose en particulier la question " Comment peut-on penser plus efficacement la question du mix énergétique dans les territoires ? "

L'objectif de cette réflexion est à la fois de participer à l'effort global tel qu'exprimé par l'avis du conseil économique, social et environnemental mais également comme le souligne David Giband d'en faire « un formidable outil de développement local pour les collectivités territoriales ».

En premier lieu il ne faut pas oublier l'objectif de sobriété énergétique qui a le double avantage de diminuer les coûts de chauffage des habitations mais aussi de créer des emplois locaux non délocalisables pour équiper qu'ils s'agissent des bâtiments collectifs et publics ou des habitations anciennes ou nouvelles.

Il faut également intégrer de la dimension des transports « en accélérant le développement dans les transports de l'usage des moteurs électriques, hybrides ou à gaz naturel puis renouvelable, et en favorisant les nouvelles mobilités, en s'appuyant sur les changements de consommation des consommateurs » (conseil économique, social et environnemental) puis en accélérant l'électrification des moyens de transports individuels et collectifs.

En ce qui concerne le déploiement de nouvelles sources d'énergies renouvelables les pouvoirs publics doivent « préserver dans le mix énergétique un service à coût réduits pour ne pas grever le budget des ménages et augmenter la précarité » (conseil économique, social et environnemental).

La définition d'un plan d'aménagement en énergie nouvelle d'un territoire doit tenir compte des particularités du territoire notamment comme l'ensoleillement, les vents dominants ou encore « l'intérêt de pouvoir disposer d'une production locale de certaines énergies (biomasse avec réseau de chaleur, géothermie...) adaptée à une consommation locale » (conseil économique,

social et environnemental), avant de prévoir des équipements qui pourraient s'avérer inadaptés.

Si l'intervention de l'état est capitale pour mettre en place les incitations notamment fiscales pour faciliter la mise en place des énergies renouvelables, c'est bien au niveau territorial que le passage d'un mix extrêmement centralisé, où le nucléaire joue le rôle comme l'indique François Collombat dans son cours de « moyen de base » en assurant aujourd'hui 75% de la ressource en électricité, vers un mix beaucoup plus équilibré et décentralisé où la source d'énergies majoritairement renouvelable sera collectée à terme près du lieu de consommation.

La réalisation de « smart city » et le développement des réseaux électriques intelligents (ex. projet Nice Grid à Nice) montre la voie d'une nouvelle conception de la production et de la distribution d'énergie électrique qui participe au défi, au niveau territoriale, de l'atteinte de l'objectif 3*20% engagement pris par l'Etat français depuis le Grenelle de l'environnement pour 2020.

C'est aussi au niveau local que la chasse au gaspillage peut générer ces « négawatts » indispensables pour atteindre les objectifs de réduction de consommation.

Il est bon aussi de rappeler l'importance considérable en France de la Houille blanche, dont une grande qualité est de pouvoir être mobilisée sans délai pour ajuster l'offre à la demande, puisque contrairement à l'idée reçue, la France et l'Allemagne font à peu près appel à la même proportion d'énergies renouvelable mais en France l'énergie hydraulique représente près de 70% des énergies renouvelables alors qu'en Allemagne c'est majoritairement réalisée par la biomasse, l'hydraulique et dans une moindre mesure l'éolien.

Notons aussi en matière d'aménagement territoriale le développement des turbines VLH (very low head Jacques FONKENELL) permet d'envisager de nouveaux équipements hydrauliques à faible investissement au fil de l'eau avec des hauteurs de chute très faible (inférieur à 4 mètres) avec une bonne intégration dans l'environnement et sans impact sur les poissons.

Dans les aménagements prévus il convient aussi de veiller à l'équilibre environnemental par des études d'impact appropriées comme le rappelle François Collombat.

Commentaire de David Giband

« Ce devoir a retenu mon attention car il revient sur des questions fortes et structurantes concernant la place des ENR dans les territoires en prenant notamment l'exemple des transports. Par cet exemple, le devoir situe de façon pertinente les enjeux des ENR tant du point de vue environnemental, aménageur, économique que social. Par ailleurs, le devoir fait une place utile aux ENR dans les pays du Sud tout en conservant une approche aux différentes échelles. »

Auteur de ce troisième essai sélectionné par David Giband : fndjakal

Le mix énergétique des territoires correspond à la répartition de l'ensemble des sources d'énergies primaires présentes sur le territoire dans la consommation énergétique finale de celui-ci. Il s'agit donc essentiellement des énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon), mais également du nucléaire, et d'énergies renouvelables (bois, solaire, éolien, hydroélectricité...). Les objectifs fixés par l'Europe et le Grenelle de l'environnement sont autant de directions données au développement des territoires afin d'atteindre les objectifs fixés.

Dans ce sens, l'Etat s'est doté de nombreux outils permettant d'une part de planifier dans le temps les orientations de développement des énergies renouvelables d'un territoire donné (PECT, SCOT, Agenda 21...), mais il s'est également doté des moyens de rendre ces orientations effectives (CEE, CPE, OPAH...). Comme l'indique David Giband dans son cours intitulé : « énergies renouvelables et aménagement du territoire : des enjeux renouvelés », les ENR « représentent un formidable outil de développement local pour les collectivités territoriales » tant en terme d'opportunités de développer un nouveau bassin d'emploi, que d'opportunité de dynamiser de nouveaux usages (sociétaux, touristiques, économiques...).

Pour autant le cadre de légal offert par ces dispositifs n'est pas sans poser de problème notamment compte tenu de la multiplicité des acteurs qui peut amener à un manque de cohérence d'ensemble. Une vision globale avec une planification issue de diagnostics fins est un préalable. Les collectivités territoriales garantes de la cohérence des politiques engagées sont confrontées à des intérêts privés qui tentent de tirer profit de ces nouvelles données géopolitiques et souhaitent garantir les retombées de leurs potentiels investissements. La présence d'un arbitre représentant de l'Etat est donc également un préalable à la mise en œuvre de ces orientations et à la coordination des intérêts en place tout en œuvrant pour le bien commun.

Bien que celui-ci puisse être perçu différemment par les futurs destinataires de ces politiques. En effet, parfois se pose le problème de l'acceptabilité

sociale de certaines énergies renouvelables, c'est notamment le cas exposé dans le cours de Karine Grijol : « les énergies renouvelables sources de conflits ». Celle-ci nous invite à réfléchir dans le cadre de projet éolien, sur le rôle d'arbitre de l'Etat qui tout en demeurant le chef d'orchestre de la mise en œuvre de l'intérêt général à l'échelle du territoire, doit pouvoir garantir la protection de ce même intérêt commun en « organisant la planification, en stabilisant la législation et en réalisant des études d'impacts indépendantes (...) ».

Anticiper les problématiques posées demeure nécessaire tant les enjeux sont importants et complexes. A l'échelle des territoires, mais plus globalement du pays voire de la planète... Les enjeux sont tant locaux qu'internationaux, ils concernent l'économie des territoires, mais également par extrapolation la géopolitique des nations. Des intérêts divergents peuvent être un frein au développement des ENR. La dichotomie Nord Sud est accentuée par ces problématiques. La technologie demeure un frein au développement de certaines sources d'énergie dans les pays émergents. C'est notamment le cas de l'énergie solaire en Afrique Subsaharienne. Pour autant les pays d'Asie telle que l'Inde qui maîtrisent ces techniques constituent des partenaires économiques qui pèsent de plus en plus à l'échelle internationale, et bouleverse par ailleurs ces anciens rapports économiques.

On le voit donc la notion de prospectives demeure indispensable à la mise en œuvre du mix énergétique. Des réflexions sont par ailleurs menées afin de déterminer des scénarios de développement pour ce mix énergétique. Ainsi en France différentes études ont été menées pour imaginer les scénarios possibles à l'horizon 2050 qui ont pour objectifs de prévoir les conséquences des changements d'orientations en termes de répartitions des différentes sources d'énergies actuellement utilisées. Par exemple augmenter la production des ENR et réduire l'impact du nucléaire, quelles seraient les incidences tant économiques que sociétales d'un tel scénario ?

Par conséquent, la prise en compte efficace du mix énergétique des territoires passe avant tout par une bonne anticipation de celui-ci sur le long terme. Elle passe également par un arbitrage raisonné de l'Etat qui doit tant maîtriser les outils que faciliter la mise en œuvre de la démocratie participative afin que ces directives soient adaptées à la réalité du territoire. Celui-ci doit maîtriser les enjeux économiques et sociétaux de la politique de mix énergétique afin qu'elle devienne un outil efficace de développement durable des territoires.

Commentaire de David Giband

« Ce travail est intéressant car il est l'un des seuls à resituer les enjeux au travers des dimensions institutionnelles (position de l'Etat, limites de la décentralisation) et de questionner l'approche du secteur privé. Il pointe intelligemment les incohérences de l'Etat notamment sur la question des éoliennes. Ce travail aborde également la dimension géopolitique en interrogeant l'émergence de nouveaux acteurs (Inde par exemple) sur la scène des ENR et les changements que cela ne manquera pas de produire. »

VI.2. Témoignage du major du MOOC « ENR »

Daniel Patard, major du MOOC « Énergies renouvelables » avec un score de 9,4/10, témoigne.

Pour quelles raisons avez-vous suivi ce MOOC sur les ENR ? Ce MOOC vous a-t-il permis d'avancer dans vos réflexions, dans vos actions ? Envisageriez-vous de le compléter par d'autres formations ?

« Je suis en phase de reconversion professionnelle suite à un licenciement économique intervenu en 2015, faisant lui-même suite à la restructuration des organisations d'élevage de Haute Savoie, dont j'assurais la direction.

Très sensible au réchauffement climatique et à ses conséquences annoncées, j'ai décidé de réorienter ma carrière vers cette thématique. La réflexion que j'ai menée autour de mon nouveau projet professionnel m'a permis d'afficher mes atouts (Management d'équipe, gestion économique et financière, gestion de projets) mais également de mettre en évidence mes lacunes techniques dans le domaine visé.

C'est pourquoi j'ai décidé de me former avant de rechercher un nouvel emploi.

J'ai découvert les MOOC, en suivant la session « Développement et durabilité » de l'UPMF Grenoble en juin. A l'issue de cette formation, je me suis rapidement inscrit à votre MOOC « EnR ».

Dans le même temps, j'ai également fait le choix de suivre une formation "diplômante" de « Chargé de projet bâtiment et énergie durable », dispensée par l'ASDER (Association Savoyarde pour le Développement des Energies Renouvelables) à Chambéry. Cette formation a démarré le 16 novembre et se terminera le 16 septembre 2016.

Votre MOOC a, sans aucun doute, confirmé mon projet. Il m'a permis de découvrir le panorama des EnR, de mesurer leur potentiel et la contribution qu'elles peuvent avoir dans la maîtrise du réchauffement. J'ai été également très intéressé par tous les travaux de recherche menés pour développer et exploiter de nouvelles ressources, montrant là aussi l'étendue des possibilités. »

Comment s'est passé pour vous le suivi de ce cours, comment vous êtes-vous organisé ? Quelles ont été vos interactions avec les autres apprenants ?

« Dans mon emploi du temps, ce cours devait trouver sa place aux côtés d'une formation en anglais, assez soutenue, et avant le démarrage de ma formation « chargé de projet ». Je connaissais les contraintes du calendrier avant de démarrer, et j'ai programmé les choses, pour rester dans le tempo, seule façon pour moi de suivre tous les cours. Cela m'a permis de rester à l'heure de tous les rendez-vous que vous avez fixés. Le MOOC était une réelle activité, que je tenais à mener du mieux possible ; J'ai donc réservé du temps et programmé mon travail.

Malgré cette programmation, je n'ai pas pu profiter de toutes les possibilités offertes. Je n'ai notamment que très peu valorisé les liens « pour aller plus loin » et je regrette de ne pas avoir contribué au forum.

La géométrie variable du MOOC en fait un outil accessible à beaucoup, c'est une force. On peut venir y chercher quelques informations ciblées, comme en faire un outil d'apprentissage riche. Dans le deuxième cas,

qui était plutôt le mien, il est indispensable d'y consacrer du temps et de l'énergie, pour escompter un résultat probant. »

Quelles pourraient-être les pistes pour une prochaine session ? En matière d'animation, de programme, de contenus ?

« Je tiens dans un premier temps à rappeler la grande qualité de cette session, du contenu, des intervenants... et j'adresse toutes mes félicitations et mes remerciements à l'équipe.

Comme je l'ai dit plus haut, je ne suis pas parvenu à utiliser toutes les fonctionnalités offertes, et ne me trouve pas très à l'aise pour apporter des critiques.

Je me permets cependant de dresser une liste de points pour la plupart positifs, et quelques sujets à réflexion.

- *Intrinsèquement, la méthode demande un accès internet. Après quelques difficultés liées à la vitesse de ma connexion, j'ai décidé de télécharger les cours, ce qui a réglé mes soucis initiaux. Par ailleurs j'ai lu vos « alertes » sur des problèmes de serveurs (enregistrement de quizz, édition des attestations...), je n'ai moi-même jamais été inquiété avec cela.*
- *Lorsque les cours étaient accompagnés de diapositives, elles étaient parfois décalées par rapport aux propos de l'intervenant ; petite synchro à améliorer ? Dans ce domaine les interventions ne sont pas toutes traitées de la même manière. J'apprécie de suivre visuellement les propos et la présence sur l'écran de l'intervenant n'est pas indispensable continuellement. L'écran pourrait probablement être mieux valorisé par de l'écrit, des schémas, des animations.*
- *Le volume des connaissances mis à disposition, couplé au rythme imposé demande une bonne assiduité, dont j'ai parlée plus haut. La géométrie variable permet de s'adapter, certes. Néanmoins, votre présentation « commerciale » me semble un peu « trompeuse » quant à cet investissement. Sans me souvenir exactement du temps que vous évoquiez, il me semble qu'il est insuffisant. Peut-être pourriez-vous aborder les choses avec plusieurs niveaux d'investissement et de résultats escomptés ?*
- *Compte tenu de ma situation –faut-il le rappeler je recherche un emploi–, j'apprécierais maintenant de pouvoir réfléchir aux opportunités qu'offre le secteur. Le MOOC EnR laisse augurer d'énormes potentiels, mais il ne m'a pas encore permis de trouver mon avenir professionnel. Peut-être était-ce trop tôt, ou n'est-il pas conçu dans cet objectif ? Peut-être pourriez-vous rajouter un module « les métiers de l'EnR ».*
- *L'exercice de la correction « par les pairs » est difficile, parce nous ne sommes pas habitués à l'exercice, mais également parce qu'elle est engageante vis-à-vis des collègues. Mais comment pratiquer du fait du grand nombre de copies ? Je n'ai pas de meilleure proposition. Disposer des 4 copies à la fois permettrait peut-être de se faire un mini référentiel. »*