

GUIDE D'USAGE

*Valorisation des produits à base de bois en fin
de vie [VALBOIS]*

SOMMAIRE

PRESENTATION DU MODULE	3
<i>Données générales</i>	3
<i>Programme</i>	3
Les cartes conceptuelles et le livre de connaissances.....	4
<i>Le livre de connaissances du projet TeamBois</i>	4
<i>Qu'est-ce qu'une carte conceptuelle ?</i>	5
Pré-requis techniques du module et du livre.....	5
Utiliser le module pour un cours.....	5
<i>Organisation d'un TD</i>	5
<i>Utiliser le livre de connaissances en tant que ressource autonome</i>	6
<i>Accompagner les étudiants</i>	6
Exemple d'usage : l'expérimentation menée à l'Ecole Supérieure du Bois	6
Annexes	8
Corrigé des questions	9
ACTIVITE 3	17
Synthèse de l'enquête de satisfaction d'usage du module UVED Valorisation 20 Novembre 2013	19

AUTEURS

Chef de projet et ressource TICE : Malvina Vieux, Groupe ESB

Auteurs : Franck Michaud, Christophe Belloncle, Mark Irle, Groupe ESB

Technicien informatique : Kevin Cotard, Groupe ESB

CONTACT

Malvina Vieux malvina.vieux@ecoledubois.fr 02 40 18 12 12

PRESENTATION DU MODULE

Données générales

Niveau/Public Cible	Master 1 et 2, Formation initiale et continue.
Temps d'apprentissage proposé	3h20 équivalent présentiel, proposition de répartition : <ul style="list-style-type: none">▪ 1h20 de lecture du cours,▪ 30 minutes exercices intégrés au module,▪ 30 minutes sur l'activité,▪ 1h de travail personnel.
Prérequis	Niveau Licence 3 en physique, chimie, thermodynamique. Des connaissances en sciences du bois peuvent aider à la compréhension.
Notions clés abordées	Valorisation, scénario de fin de vie, bois
Filière où le module peut être utilisé	Formation supérieure en environnement, gestion des déchets et recyclage
Adresses d'accès	Module de formation http://valbois.uved.ecoledubois.fr Livre de connaissances http://livre.ecoledubois.fr/

Programme

Objectifs : A la fin de ce module, l'étudiant sera capable de :

- Caractériser les produits récupérés à base de bois (classification, propriétés...) en vue de définir leur scénario de fin de vie.
- Définir les modes de valorisation appropriés ou potentiels pour les produits à base de bois en fin de vie.

Partie théorique : Cette partie théorique contient le cours à proprement parlé. Quelques questions de vérification de la bonne lecture du cours sont incluses au fur et à mesure. Les cartes sont utilisées pour former l'étudiant à la lecture des cartes dans la partie 1. Dans la partie 2, elles constituent le cours et sont complétées par des apports dans le module.

- Contexte de la filière bois
- Partie 1 Généralités sur les produits à base de bois
- Partie 2 Les types de valorisation : matière et énergétique

Partie Activités : 2 activités sont proposées à l'étudiant pour apprendre à choisir une voie de valorisation en s'aidant du livre de connaissances.

- Problèmes à résoudre à l'aide des cartes
- Une activité inédite est fournie en complément en partie « Annexes » de ce guide.

LES CARTES CONCEPTUELLES ET LE LIVRE DE CONNAISSANCES

Le livre de connaissances du projet TeamBois

L'ensemble des données et des aspects scientifiques de ce module s'appuie sur le travail de recherche mené dans le cadre du projet TeamBois. Ce projet a fait l'objet de plusieurs publications scientifiques (dont une thèse de doctorat). En particulier, l'axe 1 de ce projet a permis la collecte auprès d'experts et la représentation des connaissances scientifiques dans le domaine de la valorisation des produits en fin de vie, avec comme application la réalisation d'un livre de connaissances électronique. Le projet TeamBois est un partenariat entre l'Ecole Supérieure du Bois et l'Ecole des Mines de Nantes et a été financé par la Région Pays de la Loire.

Le livre de connaissances est un outil informatique permettant de gérer et valoriser les connaissances actuelles sur le thème de la valorisation des produits bois. Ce livre est constitué de textes et d'images mis en relations dans des cartes conceptuelles.

Le livre est mis à disposition de l'UVED et ses partenaires via le site internet dédié. Il s'agit de la version 1.0 du livre.

Le **mode d'emploi** sous forme de vidéo tutoriel est intégré au module. Pour rappel voici les fonctionnalités du livre :

Naviguer dans les cartes conceptuelles

Consulter des fiches complémentaires

Rechercher une carte par son contenu et son nom

Enregistrer le chemin parcouru

Adresse : <http://livre.ecoledubois.fr>

Qu'est-ce qu'une carte conceptuelle ?

Une carte conceptuelle est une représentation graphique qui permet de structurer un grand nombre d'informations. Elle se compose de différents concepts reliés. L'utilisation de ces cartes permet une meilleure compréhension et mémorisation de l'information.

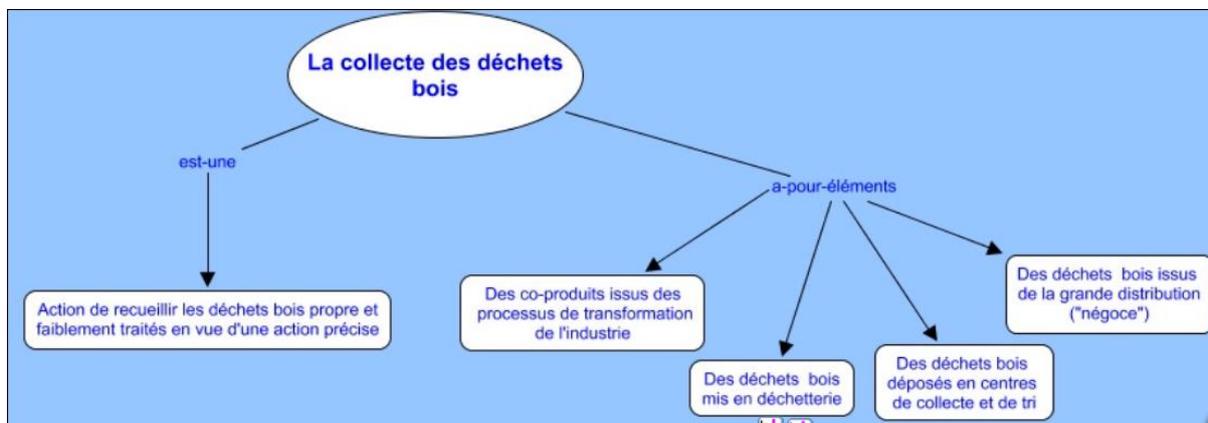


Figure 1 Exemple de carte conceptuelle issue du livre

PRÉ-REQUIS TECHNIQUES DU MODULE ET DU LIVRE

Le **module** est mis à disposition sous forme de site internet accessible depuis tout navigateur.

Sur demande écrite au porteur de projet, il peut être fourni au format SCORM à tout enseignant qui souhaite l'intégrer dans une plateforme pédagogique pour en faire le suivi.

Les vidéos tutoriel et vidéos de correction contenues dans le module sont au format Flash SWF.

Les médias audio intégrés sont au format MP3.

Le **livre de connaissances** est mis à disposition sous forme de site web dans sa version 1.0. Il utilise le format HTML5. Il est compatible uniquement avec les versions de navigateurs suivantes :

- Internet Explorer versions 10+
- Firefox version 20+
- Chrome toutes versions

UTILISER LE MODULE POUR UN COURS

Organisation d'un TD

La ressource proposée est techniquement simple à utiliser en autonomie, mais pour les enseignants qui souhaiteraient l'intégrer dans leur cours, l'organisation d'un TD de présentation peut être judicieuse. En effet, l'expérience menée au sein du Groupe ESB, montre que ce temps est nécessaire.

Prévoyez un temps d'explication de 15 minutes qui pourront être suivies de l'étude du module directement. Le fait de planifier le temps de présentation et d'étude dans l'emploi du temps des

étudiants permet aussi de s'assurer qu'ils démarrent sur de bonnes bases. Ils peuvent ensuite étudier le module par eux-mêmes à un autre moment.

- ▶ Vous devez donc commencer votre cours, par l'explication des objectifs du cours, puis la présentation du module (les différentes parties, l'articulation module/livre) et la présentation du livre de connaissances (les cartes conceptuelles, le fonctionnement du livre, aidez-vous du manuel fourni).

Utiliser le livre de connaissances en tant que ressource autonome

Le module s'appuie sur le livre de connaissances, il n'est donc pas possible d'utiliser seulement le module comme source d'apprentissage. En revanche le livre peut être utilisé seul pour apprendre, mais dans ce cas il n'y a pas d'exercices. L'enseignant peut s'inspirer des activités proposées dans le module, pour construire de nouvelles activités qu'il mettrait à disposition des élèves pour orienter leur navigation dans le livre.

Accompagner les étudiants

Un tutorat pédagogique peut être mis en place, pour répondre aux questions des étudiants. Cela suppose que le tuteur a une bonne connaissance du sujet et du contenu du livre.

EXEMPLE D'USAGE : L'EXPÉRIMENTATION MENÉE À L'ECOLE SUPÉRIEURE DU BOIS

Public cible : 2ème année de formation ingénieur

Temps dédié : TD¹ 1h20 planifié dans l'emploi du temps avec la présence de l'enseignant

Accès au module : intégré dans un espace de cours Moodle (plateforme pédagogique de l'établissement).

Autres ressources mises à disposition : Livre de connaissances en ligne, enquête de satisfaction.

Organisation du cours : *(Note : Lors de l'expérimentation, seule la partie contexte et la partie 1 du module étaient à disposition.)*

Le module a été utilisé dans le cadre du cours présentiel lors d'un TD². Celui-ci fait suite à une première approche d'1h20 en CM. Les groupes TD, sont des groupes de 35 étudiants, ce qui permet à l'enseignant d'être suffisamment disponible pour répondre aux questions.

¹ TD cours en travaux dirigés ; CM Cours magistral

² Le temps d'étude a été planifié et prévu avec l'enseignant, car tous les étudiants de notre école ne sont pas encore habitués à travailler avec des modules e-learning. Comme il s'agissait aussi d'une expérimentation, cela permettait d'expliquer la démarche aux étudiants. Dans un établissement où les étudiants seraient habitués à cette forme d'apprentissage, la planification d'un temps dédié n'est pas obligatoire, mais 15 minutes de présentation sont toutefois recommandées.

L'enseignant est resté à disposition pendant tout le cours pour assurer un support pédagogique et technique. Il n'y a pas eu d'incident technique lié au module et assez peu de questions sur le contenu.

L'enseignant a aussi incité les élèves à échanger entre eux, notamment par binôme, mais les étudiants ont plutôt eu tendance à étudier le module seul. Cela démontre qu'il est tout à fait accessible à une personne souhaitant se former en autonomie.

Enquête : une enquête d'usage a été menée tout de suite après l'expérimentation via la plateforme Moodle. L'enquête a permis aux auteurs de révéler les manques du module et de corriger certaines parties. Notamment, de nombreux ajouts textuels ont été faits pour expliquer les schémas et figures présentés.

La synthèse complète est fournie en annexe avec commentaires du chef de projet.

ANNEXES

Corrigés des questions du module

Activité 3 complémentaire

Synthèse de l'enquête de satisfaction de l'expérimentation à l'Ecole Supérieure du Bois

CORRIGÉ DES QUESTIONS

PARTIE CONTEXTE

Exercice

Quelles sont les trois piliers du Développement Durable ?

Exercice

- Économique
- Écologique
- Patrimonial
- Systémique
- Financier
- Social

Définition de développement durable

Le rapport "Notre Avenir à tous" rédigé en 1987 par la Commission Mondiale des Nations Unies sur l'environnement et le développement qualifiait le développement durable comme un « *développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ». » C'est une définition communément acceptée depuis le Sommet de la Terre qui s'est tenu à Rio en 1992.

Le concept s'articule autour de 3 piliers (économie, écologie et social) qui doivent permettre de "[concilier] l'efficacité économique, l'équité sociale et la protection de l'environnement" (AFNOR AC X30-022 (2006-01-01)).

Aller plus loin sur le concept de Développement durable avec l'UVED

Le développement durable fait l'objet de plusieurs modules sur le site de l'UVED, nous vous conseillons de commencer par une ressource réalisée par près de 80 spécialistes : le module introductif "Hommes, sociétés, institutions acteurs du développement durable". Ce module propose une première approche de la définition du développement durable.

Ce module fait partie de l'Ouvrage numérique introductif aux sciences de l'environnement et au développement durable.

Site :

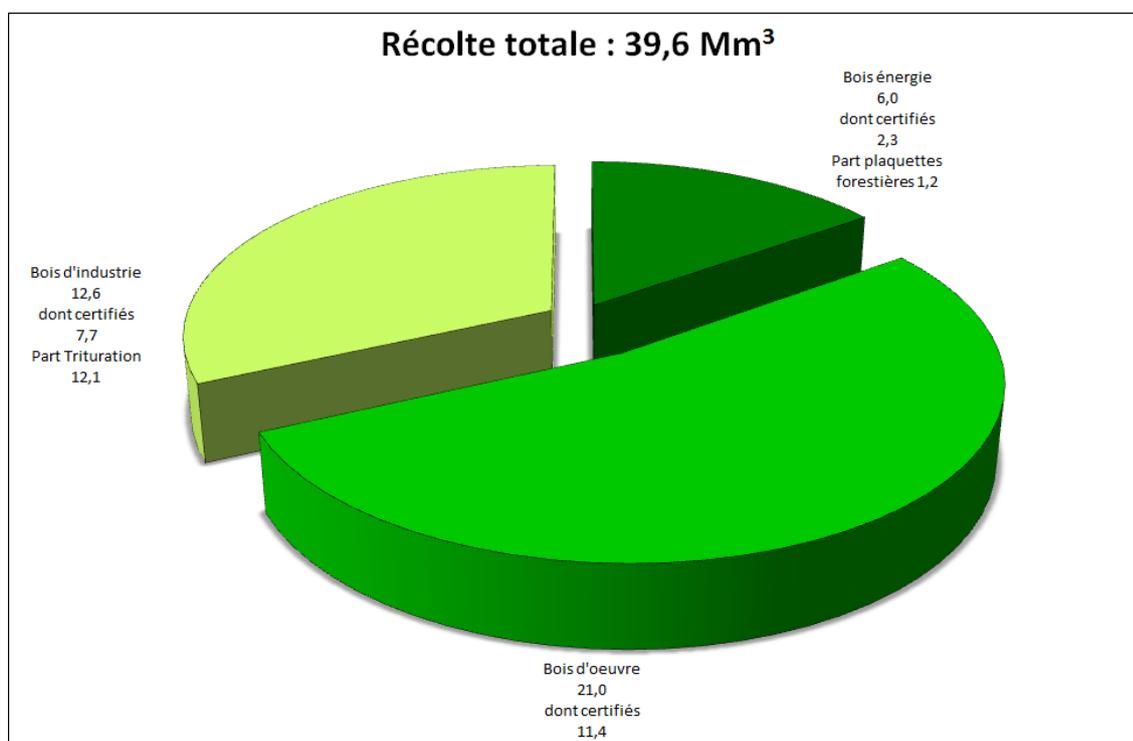
http://www.uved.fr/fileadmin/user_upload/modules_introductifs/module4/site/html/1-approche.html

Exercice

La forêt française exploite chaque année davantage de bois que n'en fournit l'accroissement biologique annuel.

- Vrai
- Faux

Seulement environ 50%, comme on peut le voir sur le graphique ci-dessous.



Récolte commercialisée de l'exploitation forestière en 2011 (volume sur écorce)

Exercice

1 Tonne de bois sec équivaut en moyenne au stockage de 400kg de Carbone.

- Vrai
- Faux

VRAI.

Cycle du carbone dans le bois :

Pour produire 1 m³ de bois

1 t de CO₂ consommé

730 kg de O₂ rejeté

270 kg de C stocké

1t de bois sec = 400 kg de carbone

Le carbone dans un arbre

78% dans le bois (tronc, branches)

6% dans les feuilles

16% dans les racines

(Sources Académie des sciences)

Exercice

La production de bois est la principale source de déforestation

Vrai

Faux

Faux, c'est pour 80% dû à l'élevage

Exercice

Le bois énergie est un secteur d'activités qui fait partie de la seconde transformation du bois.

VRAI

FAUX

Le bois énergie est un secteur d'activité de la première transformation.

Exercice

La menuiserie, l'énergie, la construction et l'ameublement sont les 4 secteurs d'activités principaux des produits bois.

VRAI

FAUX

Il ne s'agit pas de l'énergie mais de l'emballage. Le bois énergie ne génère pas de produits bois.

Exercice

L'industrie du bois de trituration, dont fait partie les panneaux, est d'ores et déjà une voie importante de valorisation de bois recyclés et sous-produits.

Vrai

Faux

PARTIE 1

Exercice

Il existe plusieurs appellations pour les déchets : coproduits, sous-produits en fonction des acteurs concernés. Toutefois le terme "déchet" est défini par le Code de l'environnement et lie directement le déchet à son détenteur.

Vrai

Faux

Exercice

De nombreux produits bois (dérivés du bois comme les panneaux contreplaqués) contiennent un adhésif en quantité assez faible et sont donc des déchets de classe A.

Vrai

Faux

Exercice

Les opérations de transformation du bois génèrent des sous-produits qui sont listés de façon non exhaustive ci-dessous. Parmi ces propositions, cochez celle qui est inexacte :

Les houppiers et branchages pendant la phase d'exploitation forestière

Les produits issus de la non qualité

Les sciures et copeaux issus de la seconde transformation

Les écorces, les plaquettes pendant la phase de seconde transformation

PARTIE 2

Valorisation matière

Exercice

Le recyclage est la seule valorisation matière qui existe ?

Oui

Non

Il existe trois voies : réemploi, recyclage, compostage.

Exercice

L'utilisation des produits recyclés dans l'industrie de panneaux nécessite de respecter certaines exigences dont des seuils limites de concentration en Mercure, Arsenic ou Chrome de ...

25 g/kg de bois recyclé

25 mg/kg bois recyclé

25 microgrammes/kg de bois recyclé

Exercice

A quoi correspond la fermentation aérobie des produits récupérés ?

La méthanisation

Le compostage

La production de pâte à papier

Exercice

Quelles sont les 3 matières les plus collectées en déchetterie en France

- Gravât et inertes
- Papier & carton
- Verre
- Déchets verts
- Bois
- Tout-venant

Gravât et inertes (environ 30%)
Tout-venant (environ 25-30%)
Déchets verts (environ 20-25%)

Exercice

Que représentent les déchets toxiques et le bois en % des quantités collectées en déchetterie

- Bois 3% et déchets toxiques 1%
- Bois 10% et déchets toxiques 5%
- Bois 0.1% et déchets toxiques 0.5%

Bois 3% et déchets toxiques 1% (soit en 1996 120 ktonnes pour le bois)

Valorisation énergétique

Exercice

La pyrolyse est une des possibilités de transformation des PRBB par voie ...

- Thermochimique
- Biochimique

Exercice

Lors de la pyrolyse les premières macromolécules qui se décomposent (par réaction de condensation) à relativement basse température (110 à 200°C) sont ...

- Les hémicelluloses
- La cellulose
- La lignine

Exercice

La couleur verte des huiles de pyrolyse (associée à une odeur caractéristique, vapeur acre) indique une forte teneur en ...

- Cuivre
- Azote
- Oxygène

Exercice

Il existe plusieurs techniques de gazéification du bois dont le moteur à vapeur.

- Vrai
- Faux

Voir la fiche WKS_76 du livre de connaissance

Exercice

Parmi les produits récupérés transformés listés ci-dessous, lequel présente, en moyenne, l'humidité la plus faible pour un usage de combustion ?

- Les granulés bois

- Les écorces
- Les copeaux
- Les plaquettes (forestières)

Les granulés bois 8%

Les écorces 40 à 60%

Les copeaux 10 à 15%

Les plaquettes (forestières) 30 à 50%

Exercice

Quelle que soit la voie de valorisation, il existe une phase de prétraitement des produits récupérés avant la transformation des produits.

- Non, ce n'est pas une étape nécessaire.
- Oui, il s'agit de la collecte.
- Oui, il s'agit du tri.

ACTIVITE 3

(A proposer après les ACTIVITES 1 & 2 du module, en complément)

Cette activité non présente dans le module est fournie en complément aux partenaires UVED.

Les vidéos de corrections sont présentes dans le kit pédagogique.

L'enseignant peut séparer les items en donnant aux étudiants uniquement l'énoncé dans un premier temps. Chaque étape constitue un indice permettant d'avancer dans le raisonnement.

Objectif de l'activité

Vous avez appris dans ce module les éléments de base concernant la revalorisation du bois. Il faut maintenant savoir les combiner pour permettre une utilisation optimale de ces ressources.

Les activités proposées vont vous permettre de faire ce travail.

Bien sûr cela vous apprend également à structurer votre recherche dans le livre de connaissance en ayant un objectif plus concret.

Énoncé

Influence des caractéristiques du gisement sur sa valorisation, son traitement.

A la fin de l'activité, vous aurez appréhendé les raisons de la mesure de la teneur en eau, de la granulométrie, défini les différents paramètres.

- 1) Comment déterminer sa granulométrie initiale ?
- 2) Comment déterminer son taux d'humidité ?
- 3) Existe-t-il des valorisations sans pré-traitement ?
- 4) Est-ce que vous pouvez classer votre matériau pour sa valorisation énergétique si la granulométrie moyenne est de 50mm, son humidité sur brut de 28% ?

Etape 1 : dans caractéristiques, allez à granulométrie !

Les deux items liés à la définition donnent des exemples de granulométrie pour les produits bois, mais aussi les classes qui sont liées à la valorisation énergétique. Cela permettra de revenir rapidement à la question 4...

Pour ce qui est de la détermination, la mesure est donnée par la partie droite de la carte. On remarque bien l'empilage de tamis qui permet d'obtenir la masse des différentes fractions (en fonction de l'ouverture des tamis !)

Attention, l'échantillonnage joue un rôle crucial : plus le gisement est important plus la variabilité est grande. Vous pouvez vous référer à la fiche de prélèvement.

CORRECTION : voir la vidéo sur notre site :
http://valbois.ued.ecoledubois.fr/video_act3/activite_3_granulo.swf

Etape 2 : dans caractéristiques, allez à taux d'humidité !

Il faut bien comprendre la différence entre les deux humidités. L'humidité sur anhydre sert à la profession pour mettre en œuvre les technologies. En effet le bois présente des retraits ou gonflements liés à l'eau important. Le taux sur anhydre permet un calcul très rapide de ses variations dimensionnelles... Mais ce n'est pas l'objet ici !

L'humidité sur anhydre est principalement utilisée pour la valorisation énergétique. Trois méthodes sont données : la méthode par étuve ventilée est la méthode normée.

Et enfin, dans la définition est proposé le classement du gisement en fonction de son humidité.

CORRECTION : voir la vidéo sur notre site : http://valbois.uved.ecoledubois.fr/video_act3/activite_3_humidite.swf

Etape 3 : Commencez par les items sur la valorisation.

Il est évident en parcourant ces items, que des étapes de broyages sont nécessaires pour toutes les applications : les panneaux, la combustion, la gazéification...

Ce n'est pas évident pour le tri... et pourtant. La réglementation est stricte (voir le module) !

De plus le tri s'effectue avec une opération de nettoyage concomitante. Il suffit de regarder la carte pour comprendre la multitude de matériaux que l'on va trouver dans le bois récupéré...

Etape 4 : vous avez déjà la réponse...

Vous trouvez M30 / P63 ...

SYNTHÈSE DE L'ENQUÊTE DE SATISFACTION D'USAGE DU MODULE UVED VALORISATION 20 NOVEMBRE 2013

Cette synthèse est revue avec les commentaires du chef de projet en janvier 2014.

Panel : X étudiants Répondants : 56

Date de l'expérimentation : 20 novembre 2013

Enseignant ayant mené l'expérimentation : Franck Michaud (auteur)

Enseignement Groupe ESB : cours de Valorisation, UE Dérivés du Bois, 2^{ème} année cycle ingénieur

Remarques des auteurs au préalable :

- Seule la partie 1 est soumise à l'expérimentation.
- Il n'y a pas encore de tutoriels d'utilisation du livre de connaissances, l'explication est faite par l'enseignant.
- La partie 2 et les activités sont indiquées mais pas encore réalisées.

Nombre de questions de l'enquête : 10

Analyse pédagogique

Pensez-vous avoir une vision claire et plus globale des types de valorisation du bois et de la notion de produits récupérés à base de bois ? OUI à 88%

Pensez-vous que la progression du module du général vers des aspects plus techniques soit adéquate ? OUI à 87%

Le module comporte de nombreuses illustrations, sont-elles suffisamment explicites et/ou commentées ? NON à 33%

→ Les auteurs seront priés de bien vouloir inclure 1 à 2 lignes d'explication supplémentaires pour chaque figure proposée. → Ok

Les questions posées au fil du module facilitent-elles votre compréhension ? OUI à 96%

Vous avez utilisé un outil innovant : le livre de connaissances. Le potentiel de cet outil vous paraît-il favorable à l'acquisition de connaissances ? OUI à 77%

Le livre a vocation à être utilisé en autonomie, vous pensez-vous capable, à l'issue de cette session de traiter de questions relatives à la valorisation des produits récupérés à base de bois en autonomie (avec le livre à disposition) ? OUI à 75%

Analyse technique

La navigation entre le module UVED sur Wananga et le livre de connaissances vous a-t-elle parue aisée ? Oui à 82%

Les consignes d'utilisation du livre de connaissances sont-elles suffisamment explicites ? NON à 41%

Il manque effectivement un tutoriel d'explications en début de module, cela sera corrigé dans la version finale → ok tutoriel vidéo ajouté dans la partie à propos

Avez-vous remarqué des erreurs ou incohérence dans le contenu du module ? Si oui, veuillez préciser ci-dessous.

Erreur sur le diagramme dans le rôle de la forêt	A corriger	Erreur non trouvée
Définition de écosystème signalée mais non complétée	Pb déjà connu, il s'agissait d'un test sur l'insertion de référence	Définition retirée
Lien vers la carte « Valorisation énergétique » ne fonctionne pas	Pb signalé avant l'expérimentation	Ok
Partie Valorisation énergétique/question : "Il existe plusieurs techniques de gazéification du bois parmi lesquelles le moteur à vapeur. Vrai/Faux" peu explicite	Sera revue	Ok
Fautes d'orthographe dans le livre de connaissances	Sera revu en fonction des informations fournies par les créateurs du livre	Ok un maximum de cartes ont été corrigées
Partie Contexte/Introduction : Coquille sur le titre du tableau <i>Croissance de l'énergie</i> (manque un espace)	Tableau à refaire	Tableau non modifiable il s'agit d'une image
Explication des sigles notamment BTS CCA	Ok les auteurs proposeront une liste à mettre en lexique	Non réalisé
Erreur date de décret 1941 au lieu 1994	Ok sera corrigé	Ok
Graphiques trop petits	Ok figures à agrandir dans Opale	Ok
Manque d'explication sur les graphiques	Déjà signalé, mais les auteurs fourniront 1 à 2 lignes supplémentaires.	Ok

Commentaires/Suggestions principales

Augmenter le nombre de questions, d'exercices de cours → prévu en partie Activités ok

Explication du livre de connaissances nécessaire → tutoriel à réaliser ok

Plus de vidéos et d'images, de chiffres clés → vidéos compliquées à ajouter dans le temps imparti pour le projet UVED, images possible, et chiffres clés aussi → quelques vidéos sont proposées dans la partie « Aller plus loin »

Rendre le livre plus attrayant → impossible à réaliser dans le cadre du projet UVED, car nécessite trop de travail sur un objet qui ne fait partie de la commande

Faciliter l'accès aux cartes avec l'ouverture d'une nouvelle fenêtre → peut-être inhérent à l'usage dans la plateforme moodle, voir avec la technique ok

Proposer des résumés en fin de partie → non prévu mais peut être ajouté non réalisé V2

Faire plus de liens vers des sources complémentaires, articles et approfondissements → ok sera indiqué aux auteurs pour qu'ils complètent ok