

# Bioraffinerie : du pétrole à la biomasse

*Emergence des matières premières renouvelables*

## **Préambule**

Cette fiche, à destination du professeur, a pour objectif de synthétiser les contenus qui seront abordés lors de la visite du stand et des idées d'exploitation après la visite. Il s'agit lors de la visite de créer un effet de surprise sur le contenu et les informations de cette fiche. Par conséquent, les éléments de cette fiche ne doivent pas être divulgués aux élèves avant la visite.

Cette fiche est accompagnée d'une « fiche élève » qui a pour objectif de faire réfléchir sur le thème abordé lors de la visite du stand sans en dévoiler le contenu.

### **Activité proposée**

AVANT LA VISITE

#### 1ère étape :

Le professeur distribue la « fiche élève ». Les élèves prennent connaissance du texte ainsi que de la problématique et du questionnement de cette fiche. Les élèves sont invités à noter un support papier leurs réflexions.

#### 2ème étape :

Le professeur demande aux élèves de se mettre en petits groupes et de comparer leurs réponses. Les élèves sont invités à dégager les idées communes à tous et les idées moins communes. Le groupe produit un écrit sur support papier. A ce stade, le professeur pourra également s'appuyer sur le numérique où les élèves seraient amenés à chercher de l'information pour alimenter leurs idées.

#### 3ème étape :

Il s'agit de mettre en commun dans la classe les idées. On pourra demander à un représentant élève de chaque groupe de présenter à la classe le contenu des discussions du groupe : accords et désaccords. Il s'agit alors pour la classe de produire un document sur les idées communes et les points de désaccord. Les élèves ont alors ce document comme référence en amont de la visite.

Remarque : Nous avons proposé une activité où les élèves ne travaillent que sur la thématique du stand présenté dans cette fiche : travail sur une seule thématique en amont de la visite mais les élèves voient tous les stands ou une partie lors de la visite. Il est également tout à fait possible de faire travailler les élèves sur les différentes thématiques des stands qu'ils découvriront pendant la visite.

# Fiche enseignant

---

## APRÈS LA VISITE

### 4ème étape :

Il s'agit de travailler avec la classe toute entière ou en sous-groupes sur les changements à amener au(x) document(s) produit(s) par la classe avant la visite. Le professeur pourra demander aux élèves de mettre en valeur l'évolution de leurs idées sur la(les) thématique(s) travaillée(s) avant la visite. Un travail de restitution pourra être également fait sur les métiers et les parcours de formation associés suite à la visite (à partir de la présentation en fin de visite et également après discussion avec les doctorants qui présentent les thématiques des stands).

Dans la suite de cette fiche nous présentons les laboratoires, les partenariats, la problématique, la description du projet, des éléments sur le fil conducteur commun à tous les stands de l'exposition, des mots clés. Nous avons également inclus des liens avec les programmes ainsi que des idées de questionnement et de situations « déclenchantes » à aborder après la visite.

### Laboratoires

- Unité de Catalyse et de Chimie du Solide UMR 8181 (UCCS)

### Partenariats

- Communauté Européenne *via* le projet Eurobioeref
- Institut de Transition Energétique SAS Pivert
- Centre de Recherches IFMAS
- Pôle de compétitivité Matikem
- Pôle de compétitivité IAR

# Fiche enseignant

---

## Problématique

La problématique que l'on souhaite résoudre avec le développement des bio-raffineries est liée à la diminution immuable des ressources fossiles (*i.e.* pétrole, gaz et charbon). Le problème est double. En effet, lorsque l'on parle de diminution des ressources fossiles, on imagine rapidement les problèmes énergétiques (*e.g.* pénuries de carburants pour les véhicules, chauffage, etc...) mais il apparaît moins clairement les problèmes liés aux matières premières pour l'industrie chimique, plastique, etc... Et pourtant, alors que le premier peut être résolu grâce au nucléaire, à l'éolien, au solaire ou au développement des véhicules électriques, le second nécessite absolument une source de carbone, inexistante dans les solutions énergétiques. L'idée du développement des bioraffineries est donc de substituer, autant que faire se peut, les énergies fossiles par des sources de carbone renouvelables (*e.g.* utilisation de plantes dédiées, valorisation des déchets forestiers, etc...).

## Description du projet

Le projet Eurobioref a été financé par l'union européenne. Il a regroupé 29 partenaires venant à la fois du monde industriel que du monde académique issus de 15 pays européens (Figure 1).

## Fiche enseignant



Figure 1 : consortium du projet Eurobioref

Le but de ce projet était de définir les bioraffineries intégrées de demain. Pour ce faire, il a fallu en premier lieu étudier les plantes à usage non alimentaire potentiellement utilisables au sein d'une bioraffinerie pour obtenir différents synthons transformables et utilisables dans différents process. Le but ultime était de produire du carburant (*i.e.* Jetfuel), différents produits chimiques et des plastiques au sein d'une industrie ou d'un pool d'industries localisées dans un même lieu géographique. Un schéma globale (figure 2) a été élaboré après 48 mois de recherches.

## Fiche enseignante

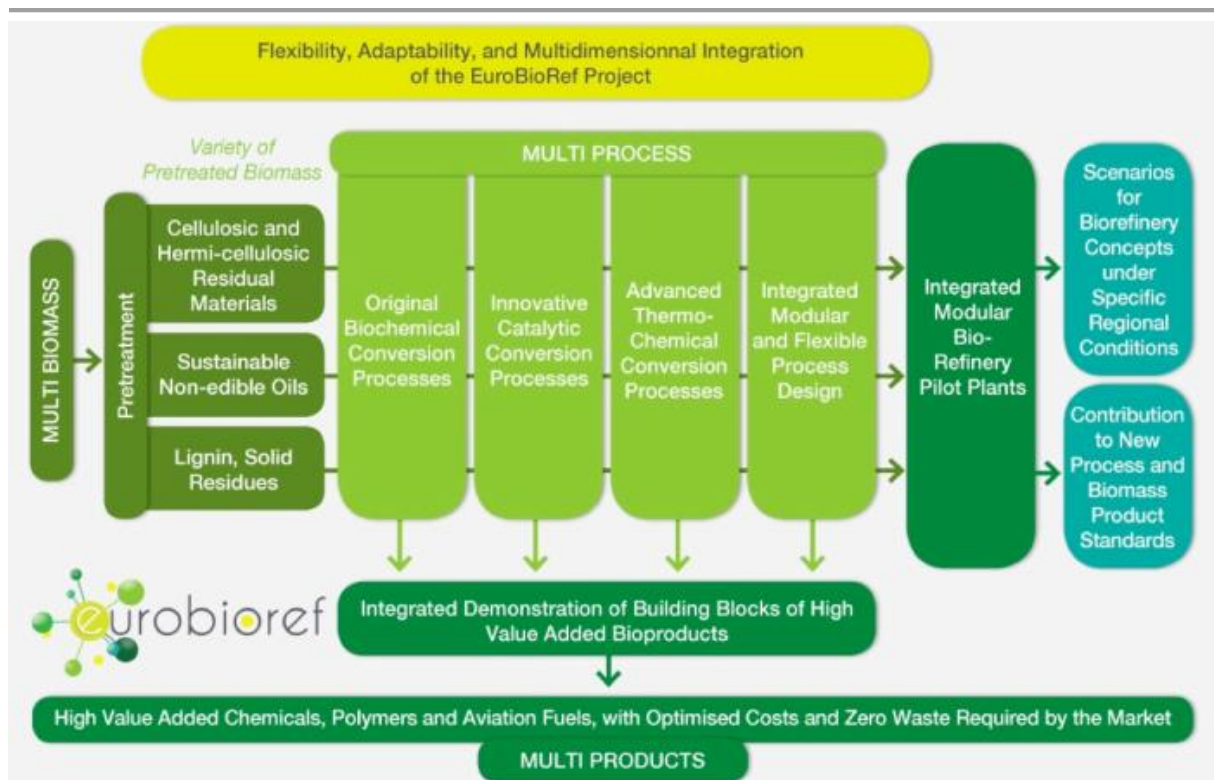


Figure 2: schéma de principe d'une bioraffinerie lignocellulosique intégrée établi suite au projet Eurobioref

Le projet a permis de déposer de nombreux brevets et de soumettre un grand nombre de publications scientifiques sur les différentes étapes du process, que ce soit en amont sur le choix des plantes, le développement des engins agricoles qu'en aval sur le développement de nouvelles voies de synthèses de molécules d'intérêts obtenues jusque-là via la transformation de ressources fossiles.

### Mots clés

Valorisation de la biomasse, bioraffinerie, substitution des ressources fossiles, ...

### Fil conducteur Itinéraire – Impact sociétal

L'impact de ce projet et plus généralement du développement des bioraffineries et de la valorisation de la biomasse « non alimentaire » est primordiale à la fois pour éviter le réchauffement climatique mais aussi pallier la raréfaction des ressources fossiles.

Xperium saison 2

Quels défis pour Rêv3r ? - Des innovations pour un monde durable et connecté

5/15

# Fiche enseignant

## Liens avec les programmes d'enseignement

Parties de programmes référencées dans le BO et en lien avec la thématique de cette fiche (sera renseigné par les collègues professeurs de lycées).

SECONDE

Discipline : Physique-chimie	
Thème : La santé / Le sport	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
Espèces chimiques, corps purs et mélanges.	Extraire et exploiter des informations concernant la nature des espèces chimiques citées dans des contextes variés.
Formules et modèles moléculaires. Formules développées et semi-développées. Isomérisie.	Représenter des formules développées et semi-développées correspondant à des modèles moléculaires. Savoir qu'à une formule brute peuvent correspondre plusieurs formules semi-développées. Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de représentation.
Espèces chimiques naturelles et synthétiques. Groupes caractéristiques.	Comprendre le rôle de la chimie de synthèse. Repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule développée.
Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques. Aspect historique et techniques expérimentales.	Interpréter les informations provenant d'étiquettes et de divers documents. Élaborer et mettre en œuvre un protocole d'extraction à partir d'informations sur les propriétés physiques des espèces chimiques recherchées.
Synthèse d'une espèce chimique.	Mettre en œuvre un protocole expérimental pour réaliser la synthèse d'une molécule et son identification.
Système chimique. Réaction chimique. Écriture symbolique de la réaction chimique : équation de la réaction chimique.	Décrire un système chimique et son évolution. Écrire l'équation de la réaction chimique avec les nombres stœchiométriques corrects. Étudier l'évolution d'un système chimique par la

*Xperium saison 2*

## Fiche enseignant

	caractérisation expérimentale des espèces chimiques présentes à l'état initial et à l'état final.
Matériaux naturels et synthétiques. Molécules simples ou complexes : structures et groupes caractéristiques. Formules et modèles moléculaires. Formules développées et semi-développées. Isomérisation.	Savoir que certains matériaux proviennent de la nature et d'autres de la chimie de synthèse. Repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule développée. Représenter des formules développées et semi-développées correspondant à des modèles moléculaires. Savoir qu'à une formule brute peuvent correspondre plusieurs formules semi-développées. Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de représentation.

**Discipline : enseignement d'exploration Création et innovation technologiques / sciences de l'ingénieur**

Thème : L'énergie - Les énergies renouvelables, le stockage et la distribution, ...

**Discipline : enseignement d'exploration Sciences et laboratoire**

Thème : Utilisations des ressources de la nature - Les agro-ressources, production et utilisation : Agro-carburants, biopolymères

Thème : Enjeux énergétiques contemporains : stockage de l'énergie, énergies renouvelables

**Discipline : SVT**

**Thème : Thème 1 La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée**

**Partie : La nature du vivant**

<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
Les êtres vivants se caractérisent par leur matière carbonée et leur richesse en eau.	Mettre en oeuvre un processus (analyse chimique et/ou logiciel de visualisation moléculaire et/ou pratique documentaire) pour repérer quelques caractéristiques des molécules du vivant.
<b>Thème : Thème 2 Enjeux planétaires contemporains : énergie, sol</b>	

*Xperium saison 2*

Quels défis pour Rêv3r ? - Des innovations pour un monde durable et connecté

7/15

## Fiche enseignant

<b>partie : Le soleil : une source d'énergie essentielle</b>	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<p>La lumière solaire permet, dans les parties chlorophylliennes des végétaux, la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone.</p> <p>Ce processus permet, à l'échelle de la planète, l'entrée de matière minérale et d'énergie dans la biosphère.</p>	<p>Établir, à l'aide d'arguments expérimentaux, les grands éléments de bilan de la photosynthèse.</p> <p>Recenser, extraire et organiser des informations pour prendre conscience de l'importance planétaire de la photosynthèse</p>
<p>La présence de restes organiques dans les combustibles fossiles montre qu'ils sont issus d'une biomasse.</p> <p>Dans des environnements de haute productivité, une faible proportion de la matière organique échappe à l'action des décomposeurs puis se transforme en combustible fossile au cours de son enfouissement.</p> <p>La répartition des gisements de combustibles fossiles montre que transformation et conservation de la matière organique se déroulent dans des circonstances géologiques bien particulières.</p> <p>La connaissance de ces mécanismes permet de découvrir les gisements et de les exploiter par des méthodes adaptées.</p> <p>Cette exploitation a des implications économiques et environnementales.</p>	<p>Repérer dans la composition et les conditions de gisement les indices d'une origine biologique d'un exemple de combustible fossile.</p> <p>Manipuler, modéliser, extraire et exploiter des informations, si possible sur le terrain et/ou modéliser pour comprendre les caractéristiques d'un gisement de combustible fossile (structure, formation, découverte, exploitation).</p>
<p>L'utilisation de combustible fossile restitue rapidement à l'atmosphère du dioxyde de carbone prélevé lentement et piégé depuis longtemps. Brûler un combustible fossile, c'est en réalité utiliser une énergie solaire du passé.</p> <p>L'augmentation rapide, d'origine humaine de la concentration du dioxyde de carbone dans l'atmosphère interfère avec le cycle naturel du carbone.</p>	<p>Manipuler, modéliser, extraire et exploiter des informations pour repérer dans une archive géologique simple les indices d'une variation d'origine humaine de la teneur en dioxyde de carbone atmosphérique.</p> <p>Représenter un cycle du carbone simplifié mais quantifié pour comprendre en quoi l'utilisation des combustibles fossiles constitue un enjeu planétaire.</p>



## Fiche enseignant

<p>[Limites. Les conséquences climatiques de la variation du dioxyde de carbone atmosphérique ne seront qu'évoquées en seconde et seront étudiées ultérieurement.]</p>	
<p><b>Thème</b> : Thème 2 Enjeux planétaires contemporains : énergie, sol  <b>partie</b> : Le sol : un patrimoine durable ?</p>	
<p><u>Connaissances</u></p>	<p><u>Capacités ou compétences</u></p>
<p>La biomasse végétale produite par l'agriculture est une source de nourriture mais aussi une source de combustibles ou d'agro carburants. Ces deux productions entrent en concurrence.</p>	<p>Comprendre les éléments d'un débat. Manifester un intérêt pour la vie publique et les grands enjeux de la société à l'échelle planétaire.</p> <p>Modéliser, recenser, extraire et organiser des informations afin de comprendre comment l'homme intervient sur les flux naturels de biomasse et les détourne partiellement à son profit.</p>

<p><b>Discipline</b> : Géographie</p>	
<p><b>Thème</b> : Thème 2 : Gérer les ressources terrestres</p>	
<p><u>Connaissances</u></p>	<p><u>Capacités ou compétences</u></p>
<p>Les ressources énergétiques sont multiples, mais leur disponibilité est très variable dans le temps et dans l'espace, et les besoins des territoires diffèrent selon leur degré de développement.</p> <p>[...]</p> <p>Les dimensions géostratégiques et les impacts écologiques ont une importance croissante dans l'élaboration des politiques énergétiques.</p> <p>[...]</p> <p>La gestion des énergies débouche donc sur une réflexion en matière de développement durable.</p> <p>[...]</p>	<p>Non applicable en géographie mais toute cette partie peut être utilisée.</p>

PREMIÈRE L-ES

*Xperium saison 2*

Quels défis pour Rêv3r ? - Des innovations pour un monde durable et connecté

9/15

## Fiche enseignant

<b>Discipline : Sciences</b>	
<i>Première L-ES</i>	
Thème : Le défi énergétique	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<p>Besoins énergétiques engendrés par les activités humaines : industries, transports, usages domestiques.</p> <p>Quantification de ces besoins : puissance, énergie.</p>	<p>Exploiter des documents et/ou des illustrations expérimentales pour mettre en évidence différentes formes d'énergie.</p> <p>Connaître et utiliser la relation liant puissance et énergie.</p> <p>Rechercher et exploiter des informations sur des appareils de la vie courante et sur des installations industrielles pour porter un regard critique sur leur consommation énergétique et pour appréhender des ordres de grandeur de puissance.</p>
<p>Ressources énergétiques et durées caractéristiques associées (durée de formation et durée estimée d'exploitation des réserves).</p> <p>Ressources non renouvelables :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fossiles ;</li> <li>- fissiles.</li> </ul> <p>Ressources renouvelables.</p> <p>Le Soleil, source de rayonnement.</p>	<p>Rechercher et exploiter des informations pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- associer des durées caractéristiques à différentes ressources énergétiques ;</li> <li>- distinguer des ressources d'énergie renouvelables et non renouvelables ;</li> <li>- identifier des problématiques d'utilisation de ces ressources.</li> </ul>
Conversion d'énergie.	Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les transformations d'énergie en termes de conversion et de dégradation.
<p>Centrale électrique thermique à combustible fossile ou nucléaire.</p> <p>Réaction de combustion.</p> <p>Réaction de fission.</p> <p>Réaction de fusion.</p> <p>Le Soleil, siège de réactions de fusion nucléaire.</p> <p>Exploitation des ressources renouvelables.</p>	<p>Identifier les différentes formes d'énergie intervenant dans une centrale thermique à combustible fossile ou nucléaire.</p> <p>Exploiter les informations d'un document pour comparer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les énergies mises en jeu dans des réactions nucléaires et dans des réactions chimiques ;</li> <li>- l'utilisation de différentes ressources énergétiques.</li> </ul>

PREMIERE ET TERMINALE S

*Xperium saison 2*

Quels défis pour Rêv3r ? - Des innovations pour un monde durable et connecté

10/15

## Fiche enseignant

<b>Discipline : Physique-chimie</b>	
<i>Première S</i>	
Thème : AGIR	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<b>Convertir l'énergie et économiser les ressources</b> Ressources énergétiques renouvelables ou non ; durées caractéristiques associées.	Recueillir et exploiter des informations pour identifier des problématiques : - d'utilisation des ressources énergétiques ; - du stockage et du transport de l'énergie. Argumenter en utilisant le vocabulaire scientifique adéquat.
Stockage et conversion de l'énergie chimique. Énergie libérée lors de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un alcool.	Recueillir et exploiter des informations sur le stockage et la conversion d'énergie chimique. Écrire une équation de combustion. Argumenter sur l'impact environnemental des transformations mises en jeu.
<b>Synthétiser des molécules et fabriquer de nouveaux matériaux</b> Synthèses de matières plastiques.	Recueillir et exploiter des informations pour relier les propriétés physiques d'un matériau à sa structure microscopique.
<b>Créer et innover</b> Culture scientifique et technique ; relation science-société. Métiers de l'activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc.).	Réinvestir la démarche scientifique sur des projets de classe ou de groupes. Comprendre les interactions entre la science et la société sur quelques exemples. Communiquer sur la science par exemple en participant à des actions de promotion de la culture scientifique et technique. Recueillir et exploiter des informations sur l'actualité scientifique et technologique, sur des métiers ou des formations scientifiques et techniques en lien avec des ressources locales.
<i>Terminale S</i>	
Thème : Comprendre	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<b>Transformation en chimie organique</b>	Reconnaître les groupes caractéristiques dans les

## Fiche enseignant

<p>Aspect macroscopique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique.</li> <li>- Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination.</li> </ul>	<p>alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.</p> <p>Utiliser le nom systématique d'une espèce chimique organique pour en déterminer les groupes caractéristiques et la chaîne carbonée.</p> <p>Distinguer une modification de chaîne d'une modification de groupe caractéristique.</p> <p>Déterminer la catégorie d'une réaction (substitution, addition, élimination) à partir de l'examen de la nature des réactifs et des produits.</p>
Thème : Agir	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<p><b>Enjeux énergétiques</b></p> <p>Nouvelles chaînes énergétiques. Économies d'énergie.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur des réalisations ou des projets scientifiques répondant à des problématiques énergétiques contemporaines.</p>
<p><b>Apport de la chimie au respect de l'environnement</b></p> <p>Agro ressources</p>	<p>Extraire et exploiter des informations en lien avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la chimie durable,</li> <li>- la valorisation du dioxyde de carbone pour comparer les avantages et les inconvénients de procédés de synthèse du point de vue du respect de l'environnement.</li> </ul>
<p><b>Créer et innover</b></p> <p>Culture scientifique et technique ; relation sciencesociété. Métiers de l'activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc.).</p>	<p>Rédiger une synthèse de documents pouvant porter sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'actualité scientifique et technologique ;</li> <li>- des métiers ou des formations scientifiques et techniques ;</li> <li>- les interactions entre la science et la société.</li> </ul>

**Discipline : SVT**

*Première S*

**Thème : Thème 2 B- Enjeux planétaires contemporains : Nourrir l'humanité**

**Partie : La production végétale : utilisation de la productivité primaire**

*Xperium saison 2*

Quels défis pour Rêv3r ? - Des innovations pour un monde durable et connecté

12/15

## Fiche enseignant

<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<p>L'agriculture repose sur la constitution d'agrosystèmes gérés dans le but de fournir des produits (dont les aliments) nécessaires à l'humanité.</p> <p>Un agrosystème implique des flux de matière (dont l'eau) et d'énergie qui conditionnent sa productivité et son impact environnemental.</p> <p>L'exportation de biomasse, la fertilité des sols, la recherche de rendements posent le problème de l'apport d'intrants dans les cultures (engrais, produits phytosanitaires, etc.).</p> <p>Le coût énergétique et les conséquences environnementales posent le problème des pratiques utilisées. Le choix des techniques culturales vise à concilier la nécessaire production et la gestion durable de l'environnement.</p>	<p>Étudier un exemple de culture végétale pour montrer comment des techniques variées permettent une production quantitativement et qualitativement adaptée aux besoins.</p> <p>Faire preuve d'esprit critique en étudiant la conduite d'une culture quant à son impact sur l'environnement.</p> <p>Recenser, extraire et exploiter des informations, notamment sur le terrain, utiliser des bases de données et des logiciels pour comparer les bilans d'énergie et de matière (dont l'eau) d'un agrosystème de production végétale et d'un écosystème peu modifié par l'homme.</p> <p>Concevoir et réaliser un protocole pour mettre en œuvre une culture et analyser ses caractéristiques et/ou utiliser des logiciels modélisant une culture, ses bilans et sa gestion.</p>
<p>À l'échelle globale, l'agriculture cherche à relever le défi de l'alimentation d'une population humaine toujours croissante. Cependant, les limites de la planète cultivable sont bientôt atteintes : les ressources (eau, sol, énergie) sont limitées tandis qu'il est nécessaire de prendre en compte l'environnement pour en assurer la durabilité.</p>	<p>Recenser, extraire et exploiter des informations, utiliser des bases de données et des logiciels pour comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'impact global des pratiques alimentaires ;</li> <li>- la gestion de populations et/ou de peuplements naturels ;</li> </ul> <p>Recenser, extraire et exploiter des informations sur la variété des agro-systèmes mondiaux et leurs caractéristiques.</p> <p>Recenser et comparer différentes pratiques culturales, du point de vue de leur durabilité (bilan carbone, bilan énergétique, biodiversité, etc.).</p> <p>Recenser, extraire et exploiter des informations sur les recherches actuelles permettant d'améliorer la production végétale dans une logique de développement durable.</p> <p>Utiliser des systèmes d'information géographique(Sig) pour déterminer l'importance des besoins (énergie, matière, sol, etc.) de la production mondiale agricole actuelle (et son évolution récente).</p>
<i>Terminale S</i>	
Thème :	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>

## Fiche enseignant

--	--

PREMIERE ET TERMINALE STI2D

<b>Discipline : Physique-chimie</b>	
<i>Première STI2D</i>	
Thème :	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<i>Terminale STI2D</i>	
Thème :	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>

PREMIERE ET TERMINALE STL

<b>Discipline : Physique-chimie</b>	
<i>Première STL</i>	
Thème :	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>
<i>Terminale STL</i>	
Thème :	
<u>Connaissances</u>	<u>Capacités ou compétences</u>

**Exemples d'idées d'exploitation (questionnement, situations « déclenchantes ») de la thématique après la visite**

Seconde	<b>SVT :</b>
---------	--------------

*Xperium saison 2*

Quels défis pour Rêv3r ? - Des innovations pour un monde durable et connecté

14/15

## Fiche enseignant

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formation du pétrole et impact de sa combustion rapide.</li> <li>2. Concurrence alimentation/biocarburants</li> <li>3. Origine du Carbone dans les végétaux</li> </ol>
Cycle L	Niveau première :
	Niveau Terminale :
Cycle ES	Niveau première :
	Niveau Terminale :
Cycle S	<p><b>Niveau première : SVT :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Quantifier les flux d'énergie et de matière dans l'agrosystème de production végétale (qualitativement - polluants compris - et quantitativement). Cette étude permet de présenter les principes de la réflexion qui conduisent à une pratique raisonnée de l'agriculture</i></li> <li>2. <i>mettre en relation les pratiques locales et leurs implications globales</i></li> </ol>
	Niveau Terminale :
Cycle STI2D	Niveau première :
	Niveau Terminale :
Cycle STL	Niveau première :
	Niveau Terminale :