

- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies

## Production et Stockage D'Energies

### Données Générales

Programme Académique	<b>Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique</b>		Responsable(s) Module CAILLE Vincent
Type de module : Unité d'Enseignement	<b>Production et Stockage D'Energies (LAIEn08UPrEne)</b>		
Crédits (ECTS)	6		
Effectif maximum	160		
Durée totale : 105h00	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement : Français	

- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies
- Analyse Tecnico-Economique Des Projets Energétiques

## Analyse Tecnico-Economique Des Projets Energétiques

### Données Générales

Programme Académique	Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique		
Type d'EC : Cours	Analyse Tecnico-Economique Des Projets Energétiques (LAIEn08EAnaTechProEner)		
Cours : 18h00 Travail personnel : 10h00 Durée totale: 28h00	Statut Obligatoire	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement : Français

### Acquis d'apprentissage

- 1- Analyser les aspects techniques et économiques d'un projet énergétique
- 2- Reconnaître les principaux facteurs affectant la rentabilité et la faisabilité des projets énergétiques
- 3- Évaluer les enjeux technico-économiques de la production, de la distribution et de la consommation d'énergie.

### Contenu

- Cours 1 (3 heures)
- Structure des systèmes énergétiques
  - Fondamentaux des marchés de l'énergie
  - Transition et tendances du secteur de l'énergie
- Cours 2 (3 heures)
- Réserves de pétrole, de gaz, de charbon et d'uranium
  - Ressources fossiles et transition énergétique
  - Techno-économie Pétrole & Gaz
- Cours 3 (3 heures)
- Projets de production d'électricité
  - Structure de la chaîne électrique
  - Organisation du secteur de l'électricité
- Cours 4 (3 heures)
- Sources et technologies renouvelables
  - Analyse des coûts et évaluation des projets
  - Mécanisme de soutien aux énergies renouvelables
- Cours 5 (3 heures)
- Analyse des coûts et ingénierie
  - Processus d'évaluation des projets
  - Fondamentaux de l'analyse économique
- Cours 6 (3 heures)
- Intégration du coût du CO2 dans les projets énergétiques
  - Impact de l'efficacité sur l'économie du projet
  - Analyse des risques et de la sensibilité des projets énergétiques

### Prérequis

Aucun.

## Bibliographie

IEA World Energy Outlook  
 BP Statistical Review of World Energy  
 Various websites on energy and climate  
 Michaelides E., Alternative Energy Sources, Springer.  
 Stoft S., Power System Economics. Wiley-IEEE press.  
 Ghosh, T.K and Prelas, M.A., Energy Resources and Systems, Springer.  
 Bhattacharyya S.C., Energy Economics: concepts, issues, markets and governance, Springer.  
 Sioshansi F.P., Generating Electricity in a Carbon-Constrained World, Elsevier.  
 IPCC Assessment Report  
 ?

## Évaluation(s)

N°	Nature	Coefficient	Objectifs
1	Tous	1	Contrôle de connaissances sur des questions en rapport avec les problématiques abordées en cours.

- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies
- Chaîne Gazière

## Chaîne Gazière

### Données Générales

Données Générales			
Programme Académique	Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique		
Type d'EC : Cours	Chaîne Gazière (LAIEn08EChaiGaz)		
Cours : 12h00 Durée totale: 12h00	Statut Obligatoire	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement : Français

### Acquis d'apprentissage

Compréhension des enjeux liés à l'utilisation du gaz naturel en tant que ressource énergétique primaire.

### Contenu

- Place actuelle du gaz naturel dans les contextes énergétiques français et mondial.
- Production de gaz : forages conventionnels, gaz de schiste, biogaz.
- Transport : gazoducs/liquéfaction
- Problématique environnementale : impact sur le climat, rejets polluants dans l'atmosphère.
- Perspectives de développement du gaz naturel : méthanisation, "power to gas", nouvelles utilisations dans les transports.

### Prérequis

Aucun.

### Bibliographie

Alexandre Rojey, "Gaz naturel - de la production aux marchés", Editions TECHNIP, 2013.  
 Minh Thong Le, "Gaz naturels dans la transition énergétique", Univ Européenne, 2017.  
 Frédéric Encel, "Gaz naturel, la nouvelle donne ?", Presses Universitaires de France, 2016.

### Évaluation(s)

N°	Nature	Coefficient	Objectifs
1	Devoir écrit	1	Contrôle de connaissances sur des questions actuelles en rapport avec les problématiques actuelles liées à l'exploitation du gaz naturel comme ressource énergétique.



- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies
- Innovation et Transition Energétique

## Innovation et Transition Energétique

### Données Générales

Données Générales			
Programme Académique	Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique		
Type d'EC : Cours	Innovation et Transition Energétique (LAIEn08EInnovTrEne)		
Cours : 12h00 Travail personnel : 10h00 Durée totale: 22h00	Statut Obligatoire	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement : Français

### Acquis d'apprentissage

- 1- Déterminer la situation actuelle de la R&D dans les principaux secteurs énergétiques
- 2 - Identifier les filières en cours de disparation ou en plein développement
- 3- Identifier les nouveaux acteurs des marchés
- 4- Reconnaître les innovations de rupture susceptible de modifier profondément le paysage énergétique dans l'avenir.

### Contenu

- Histoire des innovations majeures dans le domaine énergétique.
- Influence des contextes réglementaires sur le développement des innovations.
- Prospective sur les évolutions futures des consommations énergétiques.
- Influence des contraintes posées par le réchauffement climatique.
- Introduction à l'entrepreneuriat.

### Prérequis

Aucun.

### Bibliographie

- Ressources recommandées :
- Dessus, B. (2014). Déchiffrer l'énergie. Belin.
  - Smil, V. (2011). Vaclav Smil: Energy Myths and Realities: Bringing Science to the Policy Debate. Population and Development Review, 37(4), 799–799. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2011.00465.x>
  - Lachal, B. (2018). Transition énergétique et innovation. ISTE Group.

### Évaluation(s)

N°	Nature	Coefficient	Objectifs
----	--------	-------------	-----------

1	Tous	1	Contrôle de connaissances sur des questions en rapport avec les problématiques abordées en cours.
---	------	---	---

- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies
- Marché de L'Energie

## Marché de L'Energie

Données Générales			
Programme Académique	Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique		
Type d'EC : Cours	Marché de L'Energie (LAIENE08EMarchéEne)		
Cours : 14h00 Durée totale: 14h00	Statut Obligatoire	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement :

- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies
- Centrale Nucléaire

## Centrale Nucléaire

### Données Générales

Programme Académique	Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique		
Type d'EC : Cours	Centrale Nucléaire (LAIEn08ENucl)		
TD : 8h00 Cours : 12h00 Durée totale: 20h00	Statut Obligatoire	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement : Français

### Acquis d'apprentissage

1- Acquérir des bases scientifiques et techniques nécessaires à la compréhension des applications de l'énergie nucléaire
--

### Contenu

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bases physiques de l'énergie nucléaire</li> <li>2. Différents réacteurs nucléaires</li> <li>3. Contrôle commande d'une centrale nucléaire</li> <li>4. Sécurité et protection</li> <li>5. Gestion et traitement des déchets nucléaires</li> <li>6. Fusion nucléaire</li> </ol>
---

### Évaluation(s)

N°	Nature	Coefficient	Objectifs
1		1	Devoir écrit

- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies
- Stockage de Chaleur

## Stockage de Chaleur

### Données Générales

Programme Académique	Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique		
Type d'EC : Cours	Stockage de Chaleur (LAIEn08EStoCha)		
Cours : 10h00 Durée totale: 10h00	Statut Obligatoire	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement : Français

### Acquis d'apprentissage

1- Identifier quels systèmes peuvent bénéficier de l'adjonction d'éléments de stockage de chaleur, quelles technologies, "sensible" ou "latente" peuvent être utilisées dans ce but et estimer les gains énergétiques résultants d'une telle amélioration.

### Contenu

- Aspects scientifiques et technologiques du stockage de chaleur à des températures inférieures ou supérieures à celle de l'ambiance.  
- Matériaux utilisés pour le stockage sensible et latent de la chaleur. Applications pratiques de problèmes de dimensionnement prenant en compte les besoins en énergie et en puissance de tels accumulateurs de chaleur.

### Prérequis

- cours de transferts thermiques du S6  
- cours de thermodynamique du S7

### Bibliographie

Ressources recommandées :  
Dinc,erl., & Rosen, M. (2011). Thermal energy storage : systems and applications. Wiley.  
?P. Odru (2017). Stockage de la chaleur, Techniques de l'Ingénieur, BE8597v1.  
J. P. Dumas (2015). Stockage du froid par chaleur latente, Techniques de l'Ingénieur, BE9775.

### Évaluation(s)

N°	Nature	Coefficient	Objectifs
1	Tous	1	Evaluation par QCM des compétences et des connaissances acquises lors du cours.



- Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique
- Année EEM 4
- Semestre 8
- Production et Stockage D'Energies
- Stockage Electrochimique

## Stockage Electrochimique

### Données Générales

Données Générales			
Programme Académique	Formation ECAM LaSalle - Spécialité Energétique		
Type d'EC : Cours	Stockage Electrochimique (LAIEn08EStoEI)		
TD : 2h00 Cours : 8h00 Durée totale: 10h00	Statut Obligatoire	Periode Semestre 8	Langue d'enseignement : Français

### Acquis d'apprentissage

- 1- Identifier les principes de fonctionnement et les conditions d'utilisation des batteries
- 2- Expliquer les moyens de caractérisation et les enjeux environnementaux des principales batteries de stockage électrique avec une attention particulière sur les batteries au lithium
- 3- Dimensionner un pack de batterie suivant un cahier des charges en tension, courant, puissance et énergie.

### Contenu

- Introduction
- Introduction aux stockages de l'énergie électrique (mécanique, électrique et électrochimique)
  - Définitions utiles à l'étude des batteries : capacité, régime de courant, rendements, SOC, DOD, ...
  - Caractéristiques et répartition des principales technologies suivant les applications
  - Principes de fonctionnement et règles d'utilisation (charge – décharge)
  - Batteries « Plomb »
  - Batteries « NiCd »
  - Batteries « NiMH »
  - Batteries « Lithium »
- Techniques de caractérisation électriques des batteries
- Principes et conditions des caractérisations fréquentielles et temporelles
  - Exemple d'un protocole de caractérisation temporelle et de son exploitation
- Le vieillissement des systèmes de stockage
- Cyclage
  - Calendaire
- Sécurité des batteries « Lithium »
- Règles de sécurité : matériau / construction / utilisation
  - BMS et équilibrage
  - Règles de transport des batteries « Lithium »
- Les technologies du futur pour le stockage électrique et électrochimique
- Les nouveaux matériaux
  - Les composants hybrides
- Introductions aux enjeux environnementaux des batteries « Lithium »
- Besoins d'une approche globale
  - La fabrication des batteries
  - Le recyclage des batteries
  - Exemple d'une phase d'usage : le véhicule électrique.

## Prérequis

Circuits électriques (S5)

## Bibliographie

Ressource recommandée :

Linden, D., Linden, D., Reddy, T., David, L., & Thomas, R. (2002). Handbook of Batteries. McGraw-Hill Professional.

?

## Évaluation(s)

N°	Nature	Coefficient	Objectifs
1	Tous	0,5	Valider des connaissances de bases sur les batteries principalement lithium-ion (définitions de base, enjeux de l'équilibrage, ...). Valider la capacité à dimensionner un pack batterie suivant un cahier des charges simplifié en utilisant des caractéristiques fournies par les constructeurs.
2	Projet	0,5	Sur l'étude d'un cas concret, les étudiants dimensionnent une solution de stockage électrochimique.