

Résumé de cours Contexte international

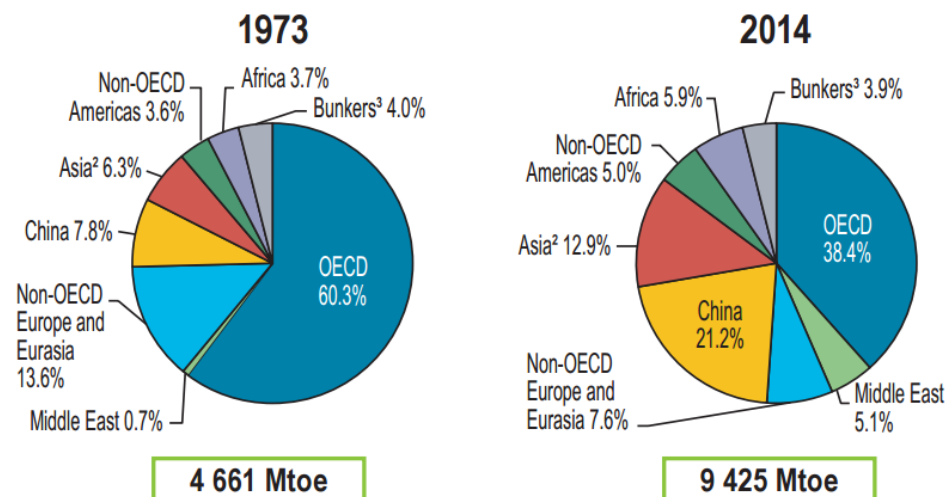
Prof. Massimiliano Capezzali, PhD – HES-SO, Suisse

Les objectifs internationaux autour des questions liées à la durabilité ont un impact majeur dans le domaine énergétique. Alors que la consommation énergétique mondiale continue d'augmenter, il est important de se questionner sur les raisons qui sous-tendent cette tendance et, surtout, de différencier les dynamiques qui devraient s'instaurer, d'une part, dans les pays dits industrialisés et, d'autre part, dans les pays dits en développement. Les pays du bloc BRIC voient également leur consommation exploser littéralement.

Dans ce cours, un bref rappel historique sera proposé, ainsi que les évolutions dans le temps qu'ont connues les différents agents énergétiques jusqu'à notre époque.

Quelques caractéristiques fondamentales de chacun des pays représentés au sein de l'EIE-ENR seront discutées, de même que des tendances de fond importantes comme les agents fossiles dits non-conventionnels et la sortie du nucléaire proposée par trois pays européens ou encore la nécessité de ne pas vouer les bio-carburants aux gémonies.

Sur la base de ces réflexions et d'informations différenciées selon les régions du monde, il sera ainsi possible de se lancer dans des projets concrets avec un background qui soit adapté aux spécificités des différentes régions. Des notions transversales à plusieurs secteurs énergétiques comme le stockage ou la convergence des réseaux seront aussi évoquées, comme lignes de tension futures dans le domaine de l'énergie.



1. Data for biofuels and waste final consumption have been estimated for a number of countries.
2. Asia excludes China and OECD countries of Asia.
3. Includes international aviation and international marine bunkers.



La consommation d'énergie (finale) dans le monde a augmenté entre 1973 et 2014 : mais les pays dits industrialisés perdent de l'importance – Source, <http://www.iea.org>

Résumé de cours

Gisement solaire et installations photovoltaïques

Francis Domain

Le solaire photovoltaïque est actuellement en plein développement avec environ 100 GW installé en 2017 (la moitié en Chine) et un cumule installé fin 2017 de 400 GW dont 130 GW en Chine, la France étant elle a un cumule de 8 GW. A l'heure actuelle, le photovoltaïque produit de l'ordre de 2 % de la consommation mondiale d'électricité et aussi 2 % pour la France. Les experts prédisent que cette part photovoltaïque sera de 25 % en 2040 pour la planète. Il est donc intéressant de connaître l'énergie solaire photovoltaïque pour notre avenir.

Pour cela, ce cours aborde en premier la ressource solaire et sa quantification. Puis une introduction au photovoltaïque va nous permettre de connaître le principe de fonctionnement, les caractéristiques électriques avec la puissance crête. Ensuite l'évolution de la production mondiale et de son coût avec ces avantages et inconvénients. Viendra la description des installations photovoltaïques connectées au réseau électriques (99 % du marché actuel), on verra comment estimer l'énergie électrique produite et le calcul du prix de revient du kWh pour sa rentabilité économique, notamment dans le cas de l'autoconsommation. Enfin, nous verrons des exemples de cas d'installations PV intégré dans des bâtiments.



Résumé de cours

Solaire thermique basse température

Nolwenn Le Pierrès

L'utilisation de l'énergie solaire thermique basse température se définit par la conversion du rayonnement solaire en chaleur, jusqu'à environ 200°C. Un fluide caloporteur absorbe la chaleur solaire et la redistribue à un réseau, par le biais d'un échangeur thermique. Différents types de capteurs solaires existent : les capteurs non vitrés, les capteurs plans ou les capteurs à tubes sous vide, choisis en fonction de la température et de l'application visée. La surface de capteurs nécessaire est variable selon la surface des locaux à chauffer, les besoins d'ECS à satisfaire ou le procédé alimenté.

L'exposé sur le solaire thermique basse température décrira dans un premier temps le principe de fonctionnement des capteurs solaires ainsi que leur caractérisation, puis les réseaux où ils sont mis en œuvre dans leurs principaux domaines d'utilisation. Ces éléments permettront de comprendre l'évolution du rendement des systèmes en fonction du type de capteur et des niveaux de température souhaités.

L'exposé scientifique et technique sera complété par quelques éléments d'analyse technico-économique des systèmes solaires basse température. Un état des lieux de la santé du marché sera dressé avant d'aborder les perspectives de développement pour les années à venir.



Capteurs solaires à tubes sous vide (crédit photo : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16760>)

Résumé de cours

Hydroélectricité

Cécile Münch-Alligné

Aujourd'hui, la force hydraulique produit plus de 16% de l'électricité mondiale et représente près de 80% de la part produite par les énergies renouvelables. En 2014, les centrales hydroélectriques ont fourni plus de 3'800 TWh avec une puissance installée de l'ordre de 1'000 GW. Une grande partie de cette production est réalisée en Chine, au Canada et au Brésil et certain pays comme la Norvège utilise presque exclusivement l'hydraulique pour produire leur électricité.

L'objectif de ce cours est dans un premier temps d'introduire les machines hydrauliques et les centrales hydroélectrique. Un accent particulier sera mis sur la petite hydraulique pour clore cette introduction. Ensuite une partie plus théorique permettra d'aborder les équations et les variables importantes permettant de bien comprendre le fonctionnement d'un aménagement hydroélectrique et estimer le potentiel d'un site. Après un détour par les moyens numériques et expérimentaux permettant le développement de ces technologies, la dernière partie du cours se concentrera sur des études de cas pour estimer le potentiel et les coûts de petits aménagements.





Résumé de cours

Rénovation énergétique des bâtiments

Daniel Pahud

Après une brève introduction du contexte Suisse, quelques notions de bases sont abordées pour traiter des aspects énergétiques et économiques de la rénovation de bâtiments.

La présentation se concentre ensuite sur des exemples pratiques de rénovation, tirés de projets de recherche. Il permet de montrer des scénarios de rénovation sur des immeubles d'habitations.

Résumé de cours

Ateliers Créativité

Mélissa Perez

Atelier 1 : Ce 1er temps de travail est un temps de cadrage, de fondation et d'échange autour de la vision et de la question "Pourquoi les ENR? Quels enjeux? Qu'est-ce que cela évoque pour vous?".

Le cadrage présentera le calendrier, les jalons et les temps de travail possible sur leur projet, les échéances et temps de présentation au public. Une proposition de type jeu coopératif visera à souder le groupe et à créer une dynamique d'entraide détendue. Enfin le temps d'échange me permettre de poser quelques règles de vie de groupe et de purger certains besoins d'expression et d'attention.

Atelier 2 et 3 : Les ateliers 2 et 3 fusionnés (les étudiants seront libres de sortir quand ils le souhaitent) sont une invitation à aller plus loin que la logique, et à puiser dans le sens, les sens, la visualisation, l'émotion etc... au travers d'un atelier argile/pâte fimo.

L'animation passera de tables en tables et collectera les réponses à des questions choisies et les idées qui seront inscrites sur la grande feuille respective de chacun affichée au mur. La proposition sera d'explorer la matière brute librement en musique (playlist constituée ensemble en début de séance) et/ou de produire un petit objet en pâte FIMO, symbole de l'idée/du projet de chacun. (A voir sur place s'il est possible de cuire ces petites pièces). La journée se terminera par un cercle de clôture au cours duquel chacun exprimera s'il a trouvé son idée, s'il souhaite travailler en équipe pour le reste de la semaine et de noter/préparer une question problématique pour lui.

Atelier 4 : Atelier Co-développement.

Ceux qui ont trouvé leur idée la note au mur et indiquent s'ils cherchent à former une équipe. Après quelques minutes où il est possible de rejoindre une équipe, ceux qui ont leur idée se mettent au service de ceux qui la cherchent encore dans un cercle de discussion qui vise à lever les freins et les doutes. Puis nous reformons les cercles de discussions autour des questions/problématiques notées la veille autour du même processus de type co-développement. En fin de séance, toutes les équipes sont formées et échangent pendant 15 minutes sur leur plan d'action pour la semaine.

Résumé de cours

Solaire contexte Africain

Y. Moussa SORO

Jusqu'au début des années 2000, les applications de l'énergie solaire thermique et photovoltaïque en Afrique se limitaient aux petites installations domestiques ou dans quelques villages très éloignés du réseau électrique national. Les installations étaient le plus souvent financées par des ONG pour des populations défavorisées. Aussi, très peu d'entreprises s'intéressaient au business de la vente et de l'installation des équipements de systèmes d'énergie solaire.

Aujourd'hui, la situation s'est totalement inversée. Les équipements solaires se vendent aussi bien dans la chaîne de grands distributeurs que dans les boutiques des petits détaillants au marché. Le marché des équipements d'énergie solaire, surtout photovoltaïque connaît une très grande croissance en Afrique. Cependant, plusieurs questions techniques et réglementaires sont encore pendantes. Il s'agit du contrôle de la qualité des matériels entrant sur le marché africain, la réduction des coûts des équipements, la qualification des installateurs, etc.

L'exposé sera composé de deux grandes parties. La première partie portera une vue d'ensemble des types d'installations solaires (thermique et photovoltaïque) que l'on rencontre sur le continent ainsi que leur adoption par les populations. Dans cette partie, quelques résultats d'études scientifiques réalisées sur le continent et notamment au 2iE seront présentés. Dans la seconde partie, l'exposé se focalisera sur le développement du marché de l'énergie solaire en Afrique. Les atouts et les défis du marché seront exposés concomitamment avec les orientations politiques des pays et des organisations sous-régionales dans le secteur des énergies renouvelables notamment l'énergie solaire.



Centrale photovoltaïque de Zagtoui au Burkina Faso

Résumé de cours

Biomasse dans le contexte Africain

Sayon Sidibé

L'Afrique regorge d'énorme potentialité de ressource en biomasse qui peut être exploitée pour des besoins énergétiques. Les sources de bioénergie sont très nombreuses et réparties de façon disproportionnée entre les pays. Les biomasses les plus utilisées comme source d'énergie sont entre autres le bois, le charbon de bois, le biogaz, les sous-produits de la transformation agro-alimentaire, les sous-produits de l'agriculture et les biocarburants. Les bioénergies sont utilisées pour des besoins de chaleur, de force motrice et dans de rares cas d'électricité.

Le paysage institutionnel des bioénergies est caractérisé, dans tous les pays, par l'importance du nombre d'acteurs, publics comme privés (présidence, ministères, agences publiques, recherche agronomique, instances régionales, organisations de la société civile, entreprises privées, bailleurs de fonds). Cette multiplicité d'acteurs influence souvent négativement le développement des bioénergies par manque de cohérence des visions des acteurs.

La première partie de l'exposé décrira les procédés de transformation de la biomasse en énergie. Dans cette partie sera discuté les différents rendements de transformation, leurs avantages et leurs inconvénients. La seconde partie de l'exposé parlera du contexte énergétique et le gisement de biomasse utilisable dans les pays de l'Afrique Sud Saharienne. Enfin, la troisième partie de l'exposé présentera une analyse technico-économique de trois projets sur les bioénergies en Afrique de l'Ouest.



Résumé de cours

Applications géothermiques basse température

Bernard SOUYRI

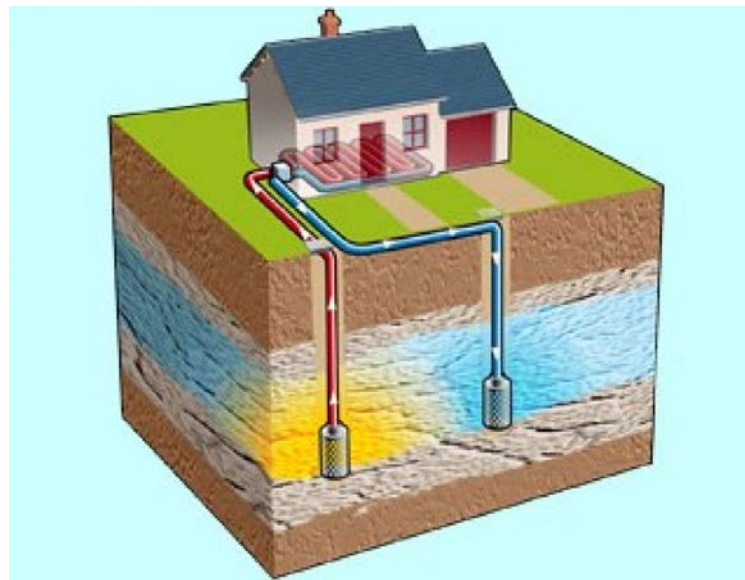
La géothermie est une énergie renouvelable aux gisements multiples et aux nombreuses applications.

Dans un premier temps, sera présentée la classification des ressources géothermales en deux grandes familles : la production d'électricité et la production de chaleur. En fonction de la ressource, de la technique utilisée et des besoins, les applications sont multiples. Le critère qui sert de guide pour bien cerner cette filière est la température. Ainsi, la géothermie est qualifiée de « haute énergie » (plus de 150°C), « moyenne énergie » (90 à 150°C), « basse énergie » (30 à 90°C) et « très basse énergie » (moins de 30°C).

La suite de l'exposé abordera principalement les applications liées à la production de chaleur :

- Sondes géothermiques verticales ;
- Géothermie sur aquifères ;

Enfin, sera présenté l'état du marché des pompes à chaleur géothermiques individuelles en France.



Source : <https://www.batirama.com/>

Résumé de cours

Solaire thermique haute température

Benoit STUTZ

Les centrales solaires haute température appelées aussi centrales solaires à concentration ou centrales solaires thermodynamiques concentrent le rayonnement issu du soleil afin de chauffer un fluide caloporteur à des températures généralement supérieures à 300°C. L'énergie disponible est utilisée pour produire de l'électricité via un cycle thermodynamique de type Stirling ou Rankine. Ce procédé peut être couplé à un système de stockage thermique, permettant de déphaser la phase de production d'électricité de la phase de captation de l'énergie solaire.

L'exposé sur le solaire à concentration décrira dans un premier temps le principe de fonctionnement des centrales solaires thermodynamiques ainsi que les différentes technologies mises en œuvre sur les parties concentration du rayonnement solaire, fluides caloporteurs, stockage thermique hautes températures ainsi que les cycles thermodynamiques. Ces éléments permettront de comprendre l'évolution du rendement des systèmes en fonction du type concentrateur solaire et des niveaux de température atteints.

L'exposé scientifique et technique sera complété par une analyse technico-économique des centrales solaires à concentration. Les contraintes environnementales ainsi que les coûts de production de l'électricité fonction de l'irradiation normale directe (DNI) seront comparés à ceux du photovoltaïque en présence ou non de systèmes de stockage d'énergie. Un état des lieux des installations existantes sera dressé avant d'aborder les perspectives de développement pour les années à venir.

Les enjeux scientifiques et techniques des centrales solaires de nouvelle génération clôtureront l'exposé.



Centrale thermodynamique à tour

Résumé de cours

Les centrales villageoises : un modèle émergent pour la transition énergétique ?

Frédéric Wurtz

L'intervention commencera par montrer que les bâtiments, et en particulier des bâtiments dits intelligents (« smart-buildings »), intégrés dans des réseaux intelligents (« smart-grids »), peuvent significativement contribuer aux objectifs de la transition énergétique. Dans ce cadre, ces bâtiments ont notamment vocation à devenir un producteur majeur d'énergies renouvelables, au sein desquels leurs occupants sont ainsi appelé à avoir un rôle majeur, non seulement en tant que consommateur, mais aussi en tant que producteur d'énergie. Ceci est peut-être l'une des briques d'une évolution majeure des systèmes énergétiques en France et en Europe, qui d'historiquement massivement centralisés, vont très probablement évoluer vers une vision plus décentralisée. Cette évolution s'appuie sur, et appelle, des évolutions techniques que nous rappellerons brièvement (du solaire photovoltaïque performant et efficace, des blockchains, ...), mais appelle aussi à l'émergence de nouvelles organisations sociales, territoriales et économiques, pour aller vers une nouvelle forme de réseau hybride, entre centralisation et décentralisation, comme le concept d'Enernet ou d'Internet de l'énergie peut aider à se le représenter.

A ce titre l'intervention se focalisera en particulier sur le concept de centrale villageoises : il s'agit d'un modèle coopératif d'organisation citoyenne visant à mobiliser les citoyens sous différentes formes (épargne, temps de bénévolat, mise à disposition de toiture, ...) en vue de favoriser la mise en place de moyen de production locale d'énergie renouvelable (de type solaire en toiture avant tout, sans être cependant exclusif). L'intervention fera un bref rappel sur l'émergence de ce modèle au niveau national, avant de se focaliser sur la centrale villageoise du Gresivaudan dans les Alpes Françaises (Gresi21 - <https://gresi21centralesvillageoises.com/>). Une synthèse sera faite sur le déploiement en cours, sur ses perspectives, sur l'identification des freins et des moteurs et sur l'impact potentiel de l'approche pour la transition énergétique. On insistera aussi sur les opportunités d'innovations économiques et techniques qui semblent nécessaires pour accompagner ces initiatives, et comment l'ensemble est étudié dans la structure inter-disciplinaire eco-sesa (voir : <https://ecosesa.univ-grenoble-alpes.fr/>)



Des exemples de centrales photovoltaïques (de 36 kWc et 9 kWc) déployées par la centrale villageoise Gresi21- Plus de 40 installations sont en cours de déploiement

Résumé de cours

Défis architecturaux de la rénovation énergétique

N. Zarkadis, HES-SO

La rénovation énergétique est une composante importante de la transition énergétique permettant de diminuer la consommation énergétique des bâtiments existants de manière significative et de les rendre conformes aux normes actuelles. Toutefois, l'amélioration de la performance énergétique du parc bâti présente de nombreux défis au niveau architectural.

L'exposé décrira les aspects principaux de la rénovation énergétique présentant des défis architecturaux : l'éclairage naturelle et les protections solaires, l'isolation thermique et l'intégration architecturale des panneaux solaires photovoltaïques et thermiques. Une introduction sera donnée sur les solutions alternatives ainsi que sur les nouveaux concepts et techniques avancés et innovants qui permettent d'obtenir un maximum d'efficacité énergétique et de confort thermique et visuel avec une intégration architecturale harmonieuse et fonctionnelle.