

# Enseignement technologique transversal dans la série STI2D

## FICHES RESSOURCES

### Objectif de ces fiches

Les programmes des enseignements technologiques, qu'il s'agisse de l'enseignement transversal ou des enseignements de spécialité, sont décrits sous forme de compétences relativement généralistes, ainsi qu'en connaissances. A celles-ci sont associés les niveaux taxonomiques correspondants.

Néanmoins la lecture qui en a été faite par les équipes pédagogiques a conduit à des pratiques très différentes. Pour cette raison il est apparu pertinent de rédiger un document destiné à définir les contours des savoirs à construire.

Ce document est appelé à évoluer, en particulier à partir de l'analyse des sujets de l'épreuve relative aux enseignements technologiques transversaux.

Un second document, du même type que celui-ci, relatif aux enseignements de spécialité, devrait être élaboré afin d'assurer une cohérence globale des enseignements. Cependant, il convient de garder à l'esprit qu'il y a UN enseignement de STI2D, et non un enseignement transversal et des enseignements de spécialité « juxtaposés ». L'essentiel des apports de connaissance est réalisé par l'enseignement technologique transversal. Certaines connaissances sont approfondies lors des enseignements de spécialité mais ceux-ci ont principalement pour objet de permettre une contextualisation dans un champ précis.

## Remarques pour une bonne lecture de ce document :

- Il a pour objectif de délimiter les savoirs à construire en ETT et de les illustrer en proposant des activités élèves et des contextes :
  - o quoi faire ? items : « ce que l'on attend de l'élève », « ce que ne doit pas faire l'élève »
  - o comment le faire ? items : « approches pédagogiques possibles », « Exemples d'activités », « activités détaillées »
- Il est certes perfectible, mais nous avons préféré le transmettre dans sa version actuelle plutôt que l'affiner encore et retarder sa diffusion.
- Il fait une entrée par connaissances en suivant le programme. Il est évident que la mise en œuvre pédagogique génère des liens entre les chapitres pour donner du sens à l'ensemble.
- Quasiment tous les points du programme ont été traités.
- Toutes les connaissances n'ont pas fait l'objet du même degré de détail faute de temps et de recul mais le volume horaire est là pour rappeler les limites.
- La lecture doit se faire en parallèle avec les documents officiels non intégrés afin de ne pas alourdir ces pages.
- Les volumes horaires viennent du document d'accompagnement (p 121) ; les niveaux taxonomiques sont ceux du programme.
- Les ressources, loin d'être exhaustives, sont à destination des enseignants mais le plus souvent directement exploitables avec les élèves. Les références aux formations académiques sont majoritairement celles déployées avec la vague 2, plus finalisées que pour la vague 1.

Les collègues ayant participé à la rédaction de ce document :

*Patrice Bagagli, Serge Bezpalko, Pascal Boedec, Régis Boulard, Joël Brisset, Patrick Brizais, Jean-Claude Chabot, Olivier Commenge, Fabrice Fala, Yohann Girard, Roger Godin, Eric Jego, Denis Laffray, Philippe Leray, Jean-Christophe Olivier, Jean-Louis Petraud, Jean-Paul Peyrussan, Stéphane Simoneau, Franck Soulon, Sébastien Sopena, Virgile Valette.*

Version du 3 avril 2013

Coordination : Denis Laffray – JJ Baton

## 1.1 COMPETITIVITE ET CREATIVITE (16h)

### 1.1.1 Paramètres de la compétitivité (1<sup>ère</sup>, Niveau 2)

Importance du service rendu (besoin réel et besoin induit)

Innovation (de produit, de procédé, de marketing)

Recherche de solutions techniques (brevets) et créativité, stratégie de propriété industrielle (protection du nom, du design et de l'aspect technique), enjeux de la normalisation

#### Ce qu'on attend de l'élève :

Importance du service rendu (besoin réel et besoin induit)

- Identifier pour un produit donné le service à rendre (exploitation d'un diagramme de cas d'utilisation et/ou le diagramme des exigences pour identifier le ou les besoins réels)
- Identifier les besoins induits lors de la phase d'utilisation d'un produit : consommables, pièces d'usure, "accessoires"
- Justifier l'adéquation produit/besoin par une analyse des performances

Innovation (de produit, de procédé, de marketing)

- Mettre en relation les évolutions d'un produit au fil du temps et leurs principales causes (besoin, possibilités technologiques, économiques, tendances sociétales)
- Identifier les éléments novateurs d'un produit ou d'un service en regard de l'existant (marketing, commercial, développement, industrialisation, communication).
- Repérer l'avancement du développement d'un produit sur un schéma de cycle en V

Recherche de solutions techniques (brevets), stratégie de propriété industrielle (protection du nom, du design et de l'aspect technique), enjeux de la normalisation

- Identifier le type de propriété intellectuelle (marque, brevet, dessin et modèle)
- En présence du produit réel, identifier les éléments qui concrétisent le brevet
- Identifier les étapes clés d'une démarche d'inventeur depuis l'idée jusqu'au prototype
- Repérer, dans un panel de produits ceux relevant d'un même brevet
- Extraire et classer à partir d'un SysML les fonctions répondant à des standards, à des normes, celles relevant de la sécurité des biens, des personnes.

#### Approches pédagogiques possibles :

- Les analyses peuvent pour partie s'appuyer sur des produits largement connus des élèves et dans ce cas non nécessairement présents dans les laboratoires.
- S'appuyer sur des ressources issues des médias grand public (presse, reportages télé)
- Les heures d'ETLV1 sont propices à l'acquisition de ces connaissances sans prérequis en début de première.
- Les élèves peuvent proposer des produits à étudier dans le cadre d'une thématique imposée par l'enseignant

#### Exemples d'activités :

- On donne la courbe en cloche de diffusion d'un produit au moment du début du déclin, en déduire la date de fin de vie et le volume des ventes restantes.
- Suite : on donne le cycle en V du produit qui le remplacera et la date à laquelle ce produit doit atteindre son volume de croisière, en déduire la date à laquelle il faudrait lancer le développement
- On donne un numéro de brevet et un produit l'exploitant, on demande de relever les éléments relatifs à l'innovation sur le réel (schéma et commentaires) puis d'exploiter l'idée clé pour d'autres domaines d'application (transport, santé, etc.)
- Justifier l'arrivée sur le marché de concurrents au système de café en dosettes en analysant les dates caractéristiques du brevet. Identifier les nouvelles solutions concurrentes (dosettes recyclables, réutilisables). Enoncer les avantages et les inconvénients des dosettes à faire soi-même pour l'utilisateur et classer leurs points forts/points faibles dans les 3 champs du DD.
- Retracer l'évolution de rasoirs, téléphones, vélos et préciser à chaque étape le caractère

novateur au regard du contexte sociétal, économique et technologique.

### **Ressources et supports possibles**

- consultation des brevets : <http://fr.espacenet.com/>
- site BOPI
- Innovations : d'usage ou technologique (Guide d'accompagnement p30-31),
- Fo. académiques : V1 ETT6 - Eolienne de toit Weebee (pairform@nce ET402)
- Fiche Bordeaux 112 sur le cycle économique de vie d'un produit

### **Exemple de prolongements pour les SPE**

planifier un projet en s'appuyant sur le cycle en V lors des mini-projets en première

Design produit et architecture,

Ergonomie : notion de confort, d'efficacité, de sécurité dans les relations homme – produit, homme – système

### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Sur la base d'un CdC, différencier pour un produit les fonctions qui relèvent de la valeur d'estime de celles de la valeur d'usage
- Identifier les solutions correspondantes sur ce produit
- Lister les critères d'ergonomie que l'utilisateur peut attendre d'une famille de produits connue des élèves (maniabilité, émission sonore, olfactive, sécurité...)
- Comparer d'un point de vue ergonomique plusieurs produits répondant au même CDC d'usage

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Evaluer finement le niveau de performance des solutions répondant au besoin d'estime

### **Approches pédagogiques possibles :**

- Acquisition des concepts de base par une étude d'ergonomie (loi handicap dans les locaux publics, sécurité) dans une salle de cours.
- l'ergonomie pourra servir de préambule à l'étude des notions de forces et mobilités, de stockage de l'énergie (nécessité croissante d'autonomie des systèmes électroportatifs)
- Le design peut être abordé en ETLV1

### **Exemples d'activités :**

- Vérifier, par la mesure, la conformité d'un local par rapport à la réglementation en vigueur (hauteur d'interrupteurs, des prises, niveau sonore, éclairage, largeur de portes...)
- Définir les attentes d'un client en termes d'ergonomie pour un site de vente en ligne.
- Comparer deux sites web marchands (rapidité d'accès, clarté des informations, concision/exhaustivité, sécurité des données) classer et conclure.
- Emmener un groupe d'élèves sur une zone accidentogène afin d'évaluer les risques et proposer des pistes de solutions. Une partie de l'activité peut être menée en ETLV1.
- Identifier les éléments qui justifient la bonne intégration d'un bâtiment dans son environnement (piscine de Bayonne, centre commercial Atoll d'Angers, pont, musée...)
- Utiliser un fauteuil roulant pour tester l'ergonomie d'un lycée.
- Utiliser en ETLV1 la grille du « Good design » pour développer les compétences dans le registre argumentaire

### **Ressources et supports possibles**

- Fo. académique ETT27a : Design et Ergonomie
- p24-27 du document d'accompagnement
- petit matériel de bricolage, électroportatif filaire ou non
- accès handicapés (bâtiment)
- Poignée anti-contamination Ulna
- Groom de fermeture porte : porte « Besam » (projet académique GEL)
- Electroménager, vélos, automobile
- Good design (10 règles) : <https://www.vitsoe.com/eu/about/good-design>

## **Prolongements pour la SPE**

- Quantifier par la mesure ou par la simulation les paramètres liés à l'ergonomie (efforts, pressions, amplitudes de mouvements, etc.) (ITEC)
- Mettre en œuvre des méthodes de créativité (Méthodes Triz, Asit, brainstorming) appliquées à l'ergonomie
- Rechercher des solutions techniques répondant à des exigences d'ergonomie (vérifier l'existence ou non de brevets correspondants sur le site de l'INPI)
- Réaliser des croquis pour définir les futures améliorations du produit, de l'ouvrage en réponse à des nouveaux usages (AC, ITEC en particulier)

## **1.1.2 Cycle de vie d'un produit et choix techniques, économiques et environnementaux (1ère - Niveau 2)**

Les étapes du cycle de vie d'un système ; Prise en compte globale du cycle de vie

### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Connaître les phases de cycle de vie d'un produit, les classer chronologiquement
- Inventorier pour chaque phase les entrants (énergie, matière) et les sortants (polluants, déchets, énergies)
- Citer quelques scénarios de fin de vie
- Associer un indicateur d'impact à sa famille (épuiement des ressources naturelles, santé humaine, qualité des éco-systèmes)
- Identifier les phases les plus impactantes selon un critère donné (émission GES, consommation énergie primaire, pollution des eaux, etc.)
- Identifier les différences entre les études mono-critère et multi-critère, mono-étapes / multi-étapes d'un point de vue complexité et exhaustivité
- Identifier les transferts d'impacts lors d'une modification / évolution d'un produit

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- S'investir dans les calculs détaillés au détriment de l'analyse critique

### **Approches pédagogiques :**

- Cas des ensembles de pièces composant un produit : on privilégie le travail d'analyse sur dossiers et/ou l'exploitation de logiciels généralistes permettant de mettre facilement en évidence l'influence des grands paramètres (matériaux, modes et distances de transports, etc.) sur les impacts.
- Cas des composants : l'utilisation de logiciels spécialisés permettra de zoomer sur quelques phases

### **Exemples d'activités :**

- Proposer une solution de fin de vie compatible avec le produit étudié pour un impact imposé
- Comparer pelouse naturelle et artificielle pour un stade de football en complétant deux analyses multicritères
- Faire varier le scénario de fin de vie pour mettre en évidence la variation d'impact (exemples : taux de recyclage Tetrabrik, machine à café avec dosettes recyclables mais peu recyclées)
- Transport : comparer deux technologies de voitures (électrique, thermique) dans leurs phases d'utilisation. Sans intégrer puis en intégrant les besoins induits (carburant, maintenance).

### **Ressources et supports possibles**

- bloc BAES, étude comparative de modèles différents
- voir aussi la Fiche 112 de l'académie de Bordeaux
- norme ISO 14040
- formation académique : V1 ETC3 (cycle de vie)
- étude comparative pelouse stade : naturel ou synthétique :  
<http://www.cabinetpierreroberin.com/pdf/ecoprofil.pdf>

### **Prolongements pour la SPE**

- En spé ITEC, l'exploitation de logiciels plus spécifiques est parfaitement adaptée : bilan produit, Eco-audit (CES Edupack) ;
- L'approche ACV doit être intégrée systématiquement dans les projets

### **1.1.3 Compromis complexité – efficacité – coût (1ère/Term. - Niveau 2) (6h : conseillé CI 3 académique)**

Relation fonction/cout/besoin ; Relation fonction/coût/réalisation ; Relation fonction/impact

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- A partir de la pondération des fonctions qui permettent de répondre au besoin fondamental d'un système :
  - o Identifier les déséquilibres entre le poids des fonctions et leur coût
  - o Et / ou identifier les déséquilibres entre le poids des fonctions et leurs impacts
  - o Puis proposer des améliorations
- Pour des produits concurrents qui assurent des fonctions identiques :
  - o Comparer les coûts des fonctions identiques et/ou leurs impacts
  - o Justifier les différences par l'analyse comparative des solutions technologiques retenues
  - o Analyser les fonctions qui les distinguent
- Identifier l'influence d'une amélioration d'impact sur le coût d'un produit

#### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Etablir seul la pondération des fonctions
- Des calculs au détriment de l'analyse

#### **Approches pédagogiques possibles :**

- Travaux sur dossiers en TP, travail en ilot
- La notion de compromis technico-économique sera abordée pendant les deux années de formation sur des ouvrages et des produits manufacturés utilisés au cours de la formation. On se concentre ici sur l'exploitation de ces données à des fins de comparaison
- Les conclusions de l'analyse comparative peuvent constituer le départ d'une étude d'amélioration dans un des champs (matière, information, énergie)

#### **Exemples d'activités :**

- Comparer les différentes solutions technologiques de séchage de mains en termes de consommation énergétique et de coût.
- Etude comparative de solutions technologiques d'économie d'eau sur les robinets d'un secteur de l'établissement. Rechercher d'autres pistes de réduction de la consommation (réduction des fuites, mousseurs, déclenchement automatique, etc.)
- Véhicules électriques et véhicules hybrides en phase d'utilisation en intégrant le besoin réel et les besoins induits (consommables : carburant/recharges et maintenance)
- Etude comparative de technologies (alimentation, source lumineuse) et d'implantations de systèmes d'éclairage en intérieur ou en milieu urbain
- Pour un besoin d'isolation thermique en conformité avec la réglementation, comparer les coûts d'une isolation par l'extérieur avec une isolation par l'intérieur sur une habitation particulière
- Sur la base de documents constructeurs de pompe à chaleur, rapporter le surcoût lié à une fonction « inverser » au gain de consommation énergétique ; construire une argumentation à destination des clients basée sur le retour sur investissement.

#### **Exemple détaillé**

Etude d'opportunité de remplacement de BAES :

- Relever le nombre d'installations dans un secteur
- Vérifier la conformité de la répartition par rapport aux normes

- Chiffrer le coût du changement (produit, installation, exploitation) pour un nouveau modèle plus cher à l'achat mais plus économique à l'usage et évaluer le temps d'amortissement. Comparer avec la durée de vie estimée.
- Faire la même étude comparative pour l'impact environnemental.

## 1.2 ECO-CONCEPTION (44h)

### 1.2.1 Étapes de la démarche de conception (8h) (1ère - Niveau 2)

Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système (cahier des charges fonctionnel)

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Exprimer le besoin attendu d'un système (à qui ou à quoi rend-il service ? sur qui ou sur quoi agit-il ? dans quel but ?)
- Définir les fonctions principales d'un système (d'usage et/ou d'estime)
- Lire et interpréter un CdCF présenté à l'aide du diagramme des exigences SYSML.

#### Ce que ne doit pas faire l'élève :

- Elaborer un cahier des charges
- Valider des spécifications fonctionnelles qui relèvent de la spécialité

#### Approches pédagogiques possibles :

- S'appuyer sur des systèmes réels pour comparer les objectifs et la réalité tant d'un point de vue qualitatif (existence de la solution technologique) que quantitatif (niveau de performance).
- Cette activité pourra être répétée à des degrés d'approfondissement progressifs en fonction des nouveaux apports de connaissances.

#### Exemples d'activités :

- Rechercher sur un système réel et/ou sa maquette volumique les moyens mis en œuvre pour répondre à une exigence du cahier des charges (ergonomie, sécurité, gestion de l'énergie...).
- Faire des mesures sur un système réel (temps, vitesse, déformation, efficacité énergétique...) et confronter les résultats avec les exigences du CdCF.
- Faire de même avec les résultats d'une simulation.
- Compléter un élément d'un diagramme des exigences après avoir étudié la simulation comportementale d'un système (autonomie, rendement...)

#### Prolongements pour la SPE :

- Reprendre les exemples des activités proposées à partir d'exigences du CdCF qui débouchent sur des spécificités de la spécialité (analyse « plus fine » d'une fonction)

### 1.2.2 Mise à disposition des ressources (20h) (1ère - Niveau 2)

*Cette partie du programme de STI est étroitement liée à celui de Physique-chimie. Les enseignants des deux disciplines doivent travailler en collaboration afin de proposer aux élèves des activités complémentaires.*

Coûts relatifs, disponibilité, impacts environnementaux des matériaux

Enjeux énergétiques mondiaux : extraction et transport, production centralisée, production locale

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Distinguer les ressources renouvelables et non renouvelables (minérales, végétales et organiques)

- Citer des exemples de ressources énergétiques illustrant les familles : fossile, fissile, renouvelable, biomasse.
- Identifier les ressources primaires des ressources secondaires
- Comparer les coûts relatifs transport / matière

#### **Approches pédagogiques possibles :**

- Exploitation de banques de données relatives aux caractéristiques des matériaux (logiciel)
- Etude de dossiers technologiques ou médias vidéo, articles de presse

#### **Exemples d'activités :**

- Coût comparatif du pétrole selon la nature et les technologies d'extraction associées
- Comparer les coûts de matériaux de construction (granulats par exemple) acheminés sur site. intégrer la distance moyenne entre carrière-chantier et le mode de transport (routier, fluvial, etc.). Les exemples peuvent s'appuyer sur des factures d'achat de matériaux. Des comparatifs peuvent aussi être faits entre pays
- Démontage d'un produit, classification des pièces en fonction de caractéristiques des matériaux (masse, volume...) puis analyse critique au regard de critères environnementaux
- Comparaison de deux produits concurrents dont on possède les maquettes numériques renseignées par les matériaux et par des éléments relatifs aux ACV. (sous sustainability)

#### **Ressources et supports possibles**

- Vidéos des méthodes de production des métaux et matériaux du bâtiment qui mettent en évidence les consommations énergétiques (« c'est pas sorcier » sur youtube)
- logiciels : CES Edupack ; Sustainability pour mettre en évidence les productions locales/distances
- Formation académique : V2 ETT2 (ACV)

### **1.2.3 Utilisation raisonnée des ressources (16h – 1<sup>ère</sup>/ T - Niveau 2)**

Propriétés physico-chimiques, mécaniques et thermiques des matériaux (1<sup>ère</sup> - Niveau 2)

Lien avec la physique chimie et les contenus développés au §2.3.2

Impacts environnementaux associés au cycle de vie du produit :

- conception (optimisation des masses et des assemblages)
- contraintes d'industrialisation, de réalisation, d'utilisation (minimisation et valorisation des pertes et des rejets) et de fin de vie
- minimisation de la consommation énergétique (pour ces 3 points : 1<sup>ère</sup>/ T - Niveau 2)

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Définir une unité fonctionnelle pour un composant, un système ou un ouvrage
- Analyser un produit d'un point de vue consommation énergétique
- Citer des scénarios de fin de vie pour un composant
- Décoder une fiche de déclaration environnementale et sanitaire. (fiche F.D.E.S.)
- Décoder une fiche profil environnemental produit (fiche P.E.P.)
- Identifier un indicateur d'impact environnemental
- Comparer deux solutions du point de vue de l'impact environnemental
- Utiliser la roue de l'éco-conception pour proposer des pistes d'amélioration

#### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Réaliser des scénarios complets d'ACV

#### **Approches pédagogiques possibles :**

- On privilégie l'utilisation de dossiers en ETT et de logiciels permettant une approche globale plutôt qu'une exploitation systématique de logiciels dédiés
- Dans le cas d'utilisation de logiciels, on se limitera à une analyse des résultats ou à des



ajustements mineurs de paramètres (masse, matériaux, lieu d'intervention.. pour mettre en évidence leur influence).

- Visite d'une usine de recyclage

### Exemples d'activités :

- Comparer deux résultats d'analyse multicritère / multi-étape de cycle de vie entre pelouse naturelle et artificielle
- Faire varier le scénario de fin de vie d'un produit pour mettre en évidence la variation d'impact en utilisant le module éco-audit (CES Edupack) à partir des autres données fournies
- Sous Solidworks (+ module sustainability), apporter une modification de forme et/ou de matériau à une pièce afin de minimiser les principaux impacts environnementaux négatifs.
- Comparer les impacts de deux solutions techniques pour une même unité fonctionnelle (m<sup>2</sup> de mur, m de route,...) en changeant un matériau.
- Exemple d'unités fonctionnelles abordables : 1m<sup>2</sup> lié à une performance équivalente (résistance mécanique, résistance thermique, atténuation acoustique, coefficient de transmission lumineuse, inertie thermique, permittivité électromagnétique...)
- Se limiter à comparer deux parois à performance thermique, acoustique... identiques
- Fin de vie des ouvrages : étudier les phases de déconstruction d'un socle d'éolienne

### Ressources et supports possibles

- Cycle de vie d'un produit : point de vue environnemental : Fiche académique 112 Bordeaux
- Renault Fluence : étude comparative de l'impact du véhicule selon le mix énergétique du pays (europe) <http://www.voiture-electrique-populaire.fr/>
- [http://www.cerib.com/frontoffice/telecharger-les-fdes.r3058\\_p637\\_I1.htm](http://www.cerib.com/frontoffice/telecharger-les-fdes.r3058_p637_I1.htm)
- [http://www.popec.fr/DM/ged/PUBLIC/plaquettes/cerib/dp\\_76\\_v3\\_2012\\_memento\\_fdes.pdf](http://www.popec.fr/DM/ged/PUBLIC/plaquettes/cerib/dp_76_v3_2012_memento_fdes.pdf)
- <http://www.inies.fr/IniesConsultation.a.spx>
- [www.legrand.fr/](http://www.legrand.fr/)
- logiciel en ligne Elodie du CSTB

### Prolongements pour la SPE

En spé ITEC, AC :

- on exploitera, en enseignement de spécialité, des logiciels spécifiques : bilan produit
- prise en compte généralisée des procédés de réalisation, des procédés d'assemblage (impact sur le désassemblage)

Impacts environnementaux associés au cycle de vie du produit :

- Efficacité énergétique d'un système (1ère/Term – Niveau 2) (*conseil : 4h maxi*)

### Ce qu'on attend de l'élève :

- Définir la notion de conservation d'énergie.
- Définir le rendement et les pertes.
- Définir les unités fonctionnelles.
- Définir l'efficacité énergétique (grandeurs et unités fonctionnelles).
- Différencier la notion d'efficacité énergétique de la notion de rendement.
- Identifier et quantifier des exemples.
- Déterminer la consommation énergétique d'un produit à partir de l'observation et de l'analyse de la chaîne d'énergie d'un système.
- Estimer l'efficacité énergétique d'un produit à partir d'une unité fonctionnelle de ce produit.
- Pour un produit donné, identifier les paramètres qui influent sur l'efficacité énergétique.

### Ce que ne doit pas faire l'élève :

- Attention à ne pas empiéter sur le comportemental (mise en œuvre d'une régulation,...)

### Approches pédagogiques possibles :

- Activité récurrente qui doit être intégrée dans différentes séquences.
- Préparation ou introduction à une étude de cas.
- Activités brainstorming.

- Restitution orale.

### Exemples d'activités :

- A partir d'une maquette numérique sous Archiwizard, changer le type d'isolant, de vitrage pour obtenir le gain énergétique et évaluer l'efficacité énergétique (RT 2012, RT 2020)
- Etude du bâti (situation, orientation, surface, consommation actuelle,... Etablir un diagnostic de l'existant (facture, mesures sur maquette simple, logiciel...), proposer des améliorations (travail sur le bâti pour réduire les besoins énergétiques puis mise en place de systèmes plus performants).
- Apport de l'hybridation dans le domaine de l'automobile (ex : Prius)
- Montrer les écarts de performance énergétique engendrés par l'évolution technique et technologique des produits et/ou des systèmes (Chauffage, Ventilation, ...)
- Montrer les écarts envisageables par l'adoption de solutions technologiques différentes (rupteur de pont thermique, isolation extérieure, puits canadien, etc.)

### Ressources et supports possibles :

- Fo. académique V1 ETT30 (Comportemental énergétique dans le bâtiment)
- Fiches académie de Bordeaux 1.2.3.3.
- Logiciel en ligne promodul BAO <http://promodul.bao-gp.com/>.
- Eco-calculateur transport routier /fluvial <http://www.vnf.fr/eve/>
- Logiciel en ligne cstb : [http://www.cstb.fr/fileadmin/documents/actualites/Dossiers/bepos/cstb\\_bepos.swf](http://www.cstb.fr/fileadmin/documents/actualites/Dossiers/bepos/cstb_bepos.swf)
- <http://www.energieplus-lesite.be>

### Prolongements pour les SPE AC-EE-ITEC :

- Investigation plus approfondie pour le bilan (Comparaison de mode de cuisson, mode de chauffage),
- Faire des propositions en vue d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un système,
- Détermination des besoins énergétiques d'une maison (Archiwizard),
- En projet, détermination des performances d'un mécanisme afin d'appréhender l'efficacité énergétique d'un système pluri-technologique (ITEC chap 3.2).
- Conception bioclimatique
- Simulations avancées
- Evaluation de la durée de retour sur investissement en fonction des solutions (isolants thermique, etc.)
- Etude des inerties thermiques

### Impacts environnementaux associés au cycle de vie du produit :

- Apport de la chaîne d'information associée à la commande pour améliorer l'efficacité globale d'un système (1ère – Niveau 2)

### Ce qu'on attend de l'élève :

- Définir les grandeurs physiques qui peuvent être utilisées afin d'améliorer l'efficacité globale d'un système.
- Définir les réactions attendues du système en fonction de l'évolution de ces grandeurs.
- En déduire le rôle de la chaîne d'information dans l'amélioration de l'efficacité globale d'un système

### Approches pédagogiques possibles :

- Investigation / activité pratique.

### Exemples d'activités :

- Etude de l'évolution des consommations des moteurs thermiques depuis l'introduction des calculateurs d'injection. Quels paramètres de l'environnement du moteur influent sur la commande de l'injection ?
- Etude de l'amélioration de l'efficacité globale d'un système de chauffage d'habitation grâce à un programmeur qui tient compte de la période de la journée et de la présence des

habitants. Tester en simulation avec et sans programmeur électronique.

- Etude d'un système d'éclairage public intelligent (programmé et/ou à détection de luminosité). Amener l'élève à trouver un premier algorithme simple et informel : A 19h00, allumer l'éclairage. A 7:00, éteindre l'éclairage. Rechercher un moyen d'améliorer cet algorithme afin qu'il suive l'évolution des saisons en introduisant un capteur de luminosité : si il fait nuit alors allumer l'éclairage sinon l'éteindre.

## 2.1 APPROCHE FONCTIONNELLE DES SYSTEMES (40h)

### 2.1.1 Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie (25h - 1ère – N2)

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Connaître les fonctions de la chaîne d'énergie.
- Caractériser les grandeurs en entrée et en sortie des fonctions de la chaîne d'énergie.
- Identifier le sens des flux selon les modes de fonctionnement (énergie emmagasinée/restituée).
- Lire, Interpréter et Compléter un diagramme fonctionnel.

#### Ce que ne doit pas faire l'élève :

- Chercher à associer ou choisir un composant qui réalise la fonction (domaine de étude comportementale 2.3.5). On se limite ici à l'identification.

#### Approches pédagogiques possibles :

- Etude de cas ou investigation.
- Expérimentation simple de mise en service afin d'observer les énergies mises en jeu. Sur l'intégralité ou sur certaines fonctions (grandeurs et flux).
- Exploitation des diagrammes SysML (ibd) et des progiciels

#### Exemples d'activités :

- Etude de moyen de production d'énergie (thermique, solaire,...) afin de mettre en évidence les pertes d'énergie et le rendement du système.
- Comparaison d'un habitat relié à un système de production d'énergie globale et d'un habitat relié à un système de production d'énergie locale (habitat en site isolé).
- Etude de l'organisation fonctionnelle des systèmes présents dans le laboratoire de STI2D.

#### Ressources et supports possibles :

- Doc accompagnement p 44 à 50.
- Annexe 3 doc. accompagnement p 141 à 143.
- Fo. académique : V2 ETT9a : couplage d'énergie / Activité Priors

### 2.1.2 Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'information (15h - 1ère – Niveau 3)

Caractérisation des fonctions relatives à l'information : acquisition et restitution, codage et traitement, transmission

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Identifier les grandeurs physiques mesurées (température, luminosité ...). Identifier l'unité et la plage de variation.
- Justifier l'existence et l'organisation des fonctions acquisition, codage, traitement, transmission, stockage ...
- Identifier la nature des différents flux d'information en entrée et sortie des différentes fonctions de la chaîne d'information (logique, analogique, numérique, compressé ...)
- Identifier la nature de la transmission : filaire, radio, lumineuse ...

**Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Décoder la notice technique d'un capteur (ce n'est pas du domaine fonctionnel)

**Approches pédagogiques possibles :**

- Approche expérimentale sur tout ou partie d'un système réel.
- Utiliser des systèmes dont la chaîne d'information pilote la chaîne d'énergie et des systèmes dont la chaîne d'information transmet et/ou stocke l'information (restitution/affichage des données).

**Exemples d'activités :**

- Localiser sur le système et/ou sur le diagramme de bloc interne les constituants ou blocs réalisant les fonctions de la chaîne d'information.
- Identifier la nature des flux d'information à partir du descriptif du système.
- Identifier la nature des flux d'information en visualisant leur forme à l'aide d'un oscilloscope.
- Identifier la nature des flux d'information en visualisant leur forme par une simulation.
- Reporter sur le diagramme interne de bloc (ibd) la nature des flux d'information.

**Ressources et supports possibles :**

- Fo académique V2 ETC05 - Acquisition et traitement

## 2.2 OUTILS DE REPRESENTATION (40h)

### 2.2.1 Représentation du réel (20h)

Croquis (design produit, architecture) (1ère/Term. - N2)

Représentation volumique numérique, Exploitation des représentations numériques, (1ère/Term. - N3)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Utiliser un vocabulaire technique accompagné ou non d'une représentation pour décrire un objet réel
- Réaliser un croquis commenté de solutions technologiques élémentaires ou de principes mécaniques
- Communiquer une intention architecturale quant à la forme, les proportions, la fonction, dessiner une perspective cavalière ou isométrique ; une vue de détail ; une coupe ou une section
- Interpréter une représentation volumique ou une projection orthogonale d'un système
- Identifier les pièces participant à la réalisation de fonctions sur un croquis ou une maquette numérique (interface homme machine, mobilités,..)
- Relever les informations dans une maquette numérique (masse, matière, encombrement, dimensions, textures, résistance thermique d'une paroi...)
- Identifier les surfaces fonctionnelles et les surfaces enveloppes en exploitant une maquette numérique
- Modifier une pièce dans un assemblage, un composant dans un ouvrage pour répondre à des nouvelles exigences sur le système
- Utiliser la représentation volumique (éclaté, photo-réaliste, nomenclature, etc.) cohérente par rapport à l'exploitation recherchée (marketing, maintenance, utilisateur, etc.)
- Choisir un élément, un composant, un matériau issus d'une base de donnée, d'une bibliothèque et l'intégrer dans le système ou dans l'ouvrage
- Savoir géo-localiser une construction, modifier son orientation cardinale,
- Dessiner l'enveloppe géométrique d'une construction (« le cube » pour pouvoir simuler l'influence des constructions environnantes

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Produire des mises en plan avec ou sans logiciel
- Concevoir une pièce hors de contraintes issues d'un contexte réel

### **Approches pédagogiques possibles :**

- L'utilisation du modeler est un moyen et non une fin. L'activité découle d'une problématique pertinente en lien par exemple avec l'analyse d'un existant, la recherche d'amélioration ou la comparaison entre variantes du système étudié.
- Se restreindre à utiliser des fonctions simples sur les logiciels tels que SolidWorks ou Allplan
- Utiliser le format PDF : créer le pdf 3D avec le logiciel natif (par exemple SolidWorks, Allplan ) et lire le fichier avec le pdf Reader gratuit. Le pdf « 3D » permet de s'affranchir de l'apprentissage d'un logiciel métier, il permet de conserver le fichier original. On peut faire beaucoup de choses mais on ne peut pas tout faire.
- Privilégier le choix de maquettes 3D de format BIM (Building Information Modeling) dont les fichiers possèdent une extension internationale IFC (Industry Foundation Classes) : pour info SolidWorks 2012 lit et sauvegarde au format IFC.
- A partir d'un modèle 3D : extraire un élément, masquer, grouper par famille, colorier, annoter, compléter, mettre à jour, communiquer en utilisant un visualiseur : Edrawing (GM génie mécanique), TeklaBIMsight (GC génie civil).

### **Exemples d'activités :**

- Modifier les lois de comportement mécanique d'un système en agissant sur les dimensions d'une ou plusieurs pièces constitutives (ex : lois d'entrée-sortie en agissant sur les surfaces fonctionnelles, les entraxes, etc.)
- Réaménager des surfaces enveloppes d'une pièce suite à un changement de matériau ou d'une évolution des efforts à transmettre
- Dans le cadre d'une évolution de produit, réaliser la bonne représentation à des fins de communication (éclaté pour les notices de montage, image photo-réaliste pour les documents de commercialisation, etc.)
- Réaliser l'esquisse d'un brise-soleil, proposer et positionner un masque végétal, changer la surface de vitrage (apports solaires) sous ArchiWizard
- Implanter la construction dans son environnement : importer et positionner les bâtiments et/ou les arbres proches puis analyser l'incidence du parcours du soleil (héliodrom selon l'heure de la journée et/ou selon la saison de l'année) sur les apports solaires naturels et gratuits.

### **Exemple détaillé : conception du levier de commande du clipflow :**

- Identification des fonctions à assurer (CdC)
  - o contraintes techniques : encombrement maximal, liaison encastrement levier/axe, coïncidence avec le maintien magnétique et compatibilité des matériaux,
  - o contraintes ergonomiques (réarmement facile : pression de contact, effort, amplitude)
  - o contraintes environnementales
- Identification des surfaces fonctionnelles (issues de l'aspect technique et ergonomique)
- Recherche de solutions
  - o Croquis, schémas des solutions possibles
  - o dimensionnement sur modeler volumique puis vérification/ optimisation du matériau ou des formes en lien avec la résistance des matériaux

### **Ressources et supports possibles :**

- Fo. académique V2 ETT13M : formats d'échange entre modelers, V2 ETT14M et ETT15M : modelers volumiques niveau 1, 2 et exploitation des représentations
- Logiciels conseillés :
  - o Pour la modélisation :  
SolidWorks ; Allplan ou SketchUp8 avec le plugin IFC
  - o Pour la lecture des modèles 3D :  
les formats sldw avec Edrawing  
le format pdf avec Adobe reader 11,  
le format ifc avec le visualiseur TeklaBIMsight,

- Pour les simulations :  
Méca3D ; ArchiWizard

Nota : Possibilité de récupérer rapidement des modèles 3D sur le net : penser à rechercher en anglais, les réponses sont plus abondantes.

## 2.2.2 Représentations symboliques (20h)

Représentation symbolique associée à la modélisation des systèmes (1ère/Term. - Niveau 3)  
:  
-diagrammes adaptés SysML

### Ce qu'on attend de l'élève :

- Être capable de lire et interpréter les différents diagrammes SysML

### Ce que ne doit pas faire l'élève :

- Pas de TP SysML, le SysML est abordé au cours des activités

### Approches pédagogiques possibles :

- Le SysML peut être un support pour chaque activité. Ses différents diagrammes peuvent servir à apporter des informations utiles à l'activité tout en familiarisant les élèves avec la syntaxe de ce langage de façon récurrente et pas seulement lors de séances groupées en début d'année.

### Exemples d'activités :

- Vérifier la conformité des services rendus par le système au regard du diagramme de cas d'utilisation (uc). Identifier les acteurs. Identifier les cas d'utilisation non représentés sur le diagramme en mettant en œuvre le système.
- Identifier les différents constituants d'un système ainsi que les flux échangés en s'appuyant sur un diagramme de bloc interne
- Compléter un schéma architectural en s'appuyant sur un diagramme de bloc interne.
- Vérifier la conformité du comportement du système au regard du (des) diagramme(s) de séquence. Exemple : procédure de déclenchement manuel du clipflow. Compléter/corriger le diagramme le cas échéant.
- Compléter le diagramme d'état d'un bloc (ex : définir les conditions de certaines transitions entre deux états) lors de la mise en œuvre du système.
- Vérifier une performance décrite dans le diagramme d'exigences (req) en mettant le système en œuvre, rajouter un « refine » et /ou un « satisfy » au diagramme.
- A la lecture de la documentation technique ou de la plaque signalétique d'un constituant, reporter les « valeurs » d'un bloc sur le diagramme de définition de bloc (bdd).

### Exemple détaillé sur le système EWTS :

#### Diagrammes des cas d'utilisation

- En manipulant le logiciel EWTS, vérifier que le système de contrôle énergétique offre la possibilité de « surveiller la consommation énergétique » (d'après diagramme de cas d'utilisation). Décrire un scénario possible pour ce cas d'utilisation. Ex : Générer le graphique de la consommation d'électricité pour une zone et une période données.
- En parcourant le menu du logiciel EWTS, lister quelques paramètres pouvant être modifiés dans le cadre du cas d'utilisation « paramétrer le système » (configuration réseau du micro-serveur, définition de l'adresse d'un serveur NTP pour mettre à jour l'horloge du système, définition de l'adresse d'un serveur d'envoi de mail,...)
- Compléter le diagramme des cas d'utilisation partiel

#### Diagrammes de bloc interne

- Identifier les différents constituants du Contrôle énergétique. Pour cela, en observant le système réel et/ou didactisé, replacer les photos sur les blocs correspondants dans l'ibd

### **Diagramme de définition de blocs**

A partir d'un extrait du BDD du ClipFlow. En recherchant dans la documentation du ClipFlow, compléter les valeurs propres aux blocs Ventouse et Ressort. Suivi d'un questionnement sur l'interprétation et la signification de ces valeurs puis d'un TP sur la mesure de l'effort nécessaire pour réarmer le bras (compression du ressort). Vérifier que cet effort est inférieur à la force portante de la ventouse ce qui permet de maintenir le levier en position pour que la vanne reste ouverte, mais qu'il est supérieur à la force rémanente de la ventouse. Lorsque la ventouse est commandée, le levier est bien libéré et la vanne se ferme.

Autre approche : compléter un bdd en ajoutant des composants d'un système (+relation de composition) repérés sur le système réel.

### **Diagramme d'exigences**

à partir d'un extrait du diagramme d'exigences du ClipFlow,

- compléter, en recherchant dans la documentation du système le texte de l'exigence « durée de la pile »
- associer chacun des 4 blocs à une exigence, caractériser le type de relation (réponse : satisfy)

### **Diagramme de séquence**

La procédure de déclenchement manuel du ClipFlow a été décrite sous la forme d'un diagramme de séquence. Faire déclencher le ClipFlow en interprétant ce diagramme  
Autre approche : dans le diagramme de séquence, placer l'ordre de relâcher le bouton au dessus des 3 flashes rouges. Donner la procédure textuelle à l'élève, lui demander de la comparer avec le diagramme, puis de corriger l'erreur.

### **Diagramme d'état**

Le ClipFlow détecte une absence prolongée de l'habitant et coupe l'eau, le cas échéant, au bout de 3 jours. Le diagramme suivant décrit cette détection. On peut supprimer certaines parties du diagramme et demander à l'élève de les retrouver. Par exemple :

- la transition entre l'état Repos et Activité (débit non nul)
- l'action effectuée lorsqu'on passe dans l'état Absence détectée (Couper l'eau)
- la condition pour passer de l'état Absence détectée à Activité (levier réarmé) ...

### **Ressources et supports possibles :**

- document synthétique d'exploitation SysML sur Agora
- Fo académique V2 ETC03 -SysML

Représentation symbolique associée à la modélisation des systèmes (1ère/Term. - Niveau 3) :

- graphe de flux d'énergie, schéma cinématique, schéma électrique, schéma fluide.
- schéma architectural (mécanique, énergétique, informationnel)

Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques (diagramme, vidéo, image) (1ère/Term. - Niveau 3)

### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Vérifier la cohérence entre la liaison décrite par son symbole sur un schéma et la solution technologique mise en œuvre sur le réel.
- Identifier les pièces appartenant à un même groupe cinématique
- Compléter un schéma en intégrant la représentation d'une liaison identifiée sur le réel, sur la base du catalogue des liaisons et des degrés de liberté associés
- Être capable de lire et interpréter un schéma architectural simple en associant un matériel à sa représentation.
- Savoir lire une représentation de la répartition d'une énergie sur une pièce ou un système, par exemple :
  - Champs de température par imagerie thermique d'un bâtiment,
  - Contraintes mécaniques sur une échelle de couleur ou par champ de vecteurs,
  - Graphe représentatif d'une accumulation d'énergie solaire pour une période donnée.

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Il ne doit pas concevoir mais lire et décoder.

### **Approches pédagogiques possibles :**

- Aborder conjointement le réel, le schéma, la maquette numérique
- Analyse de documents constructeurs ou grand public, notices explicatives, ...
- A intégrer au fil du temps dans plusieurs séquences, en fonction des besoins

### **Exemples d'activités :**

- Associer les liaisons d'un mécanisme réel avec la représentation symbolique
- Identifier chaque représentation symbolique du schéma architectural d'un réseau (par exemple un commutateur) et de le repérer dans l'architecture réelle présente dans le laboratoire.
- Compléter un schéma architectural (par quelques symboles) en observant une architecture réelle dans le laboratoire.

### **Exemple détaillé :**

- Zoom sur le schéma architectural du contrôleur énergétique (Zoom sur IBD global pour voir la représentation Cisco de la partie réseau).
- Zoom dans l'IBD du clipflow sur la partie mécanique (représentation cinématique).

### **Ressources et supports possibles :**

- Tous documents liés à un système
- Fo académique V2 ETC07 - réseaux ; activité : RESEAU\_Vague2\_TP2.pdf

### **Prolongements pour les SPE :**

- Réutilisation des connaissances pour le projet.
- En plus de ces schémas, en spé ITEC, on pourra utiliser le schéma architectural mécanique, le schéma technologique

Représentations associées au codage de l'information : variables, encapsulation des données (1ère/Term. - Niveau 2)

-non renseigné à ce jour



## 2.3 APPROCHE COMPORTEMENTALE (120h)

### 2.3.1 Modèles de comportement (4h – 1ère/Term - N2)

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Identifier le ou les paramètres principaux d'un modèle de composant
- Identifier l'action d'un paramètre sur le comportement d'un système
- Analyser les écarts de comportement entre modèle, réel et exigences
- Adapter les valeurs de certains paramètres

#### Ce que ne doit pas faire l'élève :

- Créer un modèle de comportement.
- Intervenir sur des paramètres secondaires au détriment des principaux

#### Exemples d'activités :

- Modifier les paramètres d'isolation ou d'apports énergétiques en vue de respecter le temps d'atteinte d'une température de consigne dans une enceinte d'un bâtiment simplifié
- Evaluer l'influence d'une diminution de la masse embarquée sur la consommation d'énergie et l'autonomie d'un véhicule
- Etudier la production d'énergie sur une année complète pour un habitat individuel et évaluer les apports respectifs des sources d'énergie selon la période de l'année (ECS, photovoltaïque, éolien ...)

#### Ressources et supports possibles :

- Revue TECHNOLOGIE avril 2012 pages 22 à 31 et 49 à 57
- Fo. académique : V1 ETT15 (présentation des modèles de comportement ; application avec Matlab)
- Formation comportementale à venir sur 2013-2014

#### Prolongements pour la SPE :

- Intégrer une simulation approfondie en spécialité dans un modèle global

#### Approches pédagogiques possibles et remarques générales sur les modèles de comportement :

- L'analyse des écarts et l'action sur les paramètres a pour finalité de consolider la compréhension des modèles étudiés. Elle permet aussi de valider la robustesse du modèle dans le cas d'utilisation d'un progiciel.
- Le progiciel permet de se substituer pour certaines occasions aux systèmes réels en:
  - o réalisant des essais au-delà du fonctionnement « normal » du système
  - o s'affranchissant des temps d'expérimentation nécessaires aux systèmes à forte inertie
  - o évitant une instrumentation lourde des équipements existants
  - o simulant des supports non présents dans les salles (domaine AC en particulier)
  - o mettant en évidence rapidement les conséquences d'un changement de technologie de composants (changement de motorisation, de matériau d'isolation, etc.)
  - o favorisant le travail d'identification des fonctions, des formes et des caractéristiques des flux circulant dans un système par comparaison avec les diagrammes SysML (ex : ibd)
  - o montrant des similitudes des modèles entre les champs M, E et I (fonctions d'amortissement en mécanique, électrique, etc.)
  - o multipliant les postes de travail
- L'approche comportementale globale sur les 3 champs MEI peut aussi être utilisée avec pertinence lors de la découverte d'un système ou lors de synthèses.
- Les enseignements de physique-chimie intègrent la modélisation comme « une composante essentielle de la démarche scientifique ». Un travail concerté d'exploitation des supports d'étude et des modèles associés peut être fructueux.

## 2.3.2 Comportement des matériaux (8h)

*Physique Chimie : matériaux métalliques, matières plastiques, céramiques. Comportement physico-chimique (électrique, magnétique, oxydation, corrosion)*

Matériaux composites, nano-matériaux. Classification et typologie des matériaux (Term. - N2)

Comportements caractéristiques des matériaux selon les points de vue :

Mécaniques (efforts, frottements, élasticité, dureté, ductilité) (1ere/Term. - N2)

Thermiques (échauffement par conduction, convection et rayonnement, fusion, écoulement)(T. - N2)

Electrique (résistivité, perméabilité, permittivité) (1ere – N2)

### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Connaître la notion de contrainte, de déformation
- Connaître les familles de matériaux (par exemple : céramiques, métaux et alliages, polymères et élastomères, hybrides) et ce qui les distingue
- Connaître la relation entre une famille et ses domaines d'emploi courants
- Identifier l'appartenance d'un matériau à une famille d'après l'allure de la courbe d'essai en traction (acier, fonte, céramique, verre, etc.)
- Identifier des matériaux selon des critères : masse volumique ; résistance mécanique, thermique, électrique ; durabilité (résistance au milieu : comportement à l'eau, aux agents chimiques, à la température et à la flamme)
- Connaître les ordres de grandeurs de quelques matériaux courants : masse volumique,..
- Reconnaître les phénomènes d'échange (conduction, convection et rayonnement) en jeu dans un système dans le but de proposer des améliorations d'isolation

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- des calculs (en revanche, l'utilisation de formulaires est pertinente)

### **Approches pédagogiques possibles :**

- Approches qualitatives par comparaison à partir d'expérimentations
- Mettre en situation par rapport à un système réel des labos pour différencier des apports réalisés dans les heures d'enseignement de physique
- En construction, les familles de matériaux sont expérimentées en lien avec les domaines d'emplois caractéristiques. Exemples de familles : éléments porteurs, isolants, conducteurs,...
- Se limiter à une approche qualitative
- En thermique, Il faut plutôt raisonner sur des différentiels de température que sur des valeurs absolues. Pour « prouver » le rayonnement : observer un reflet d'une personne, un objet dans un miroir avec une caméra thermique

### **Exemples d'activités :**

- Mettre en évidence les différents comportements des familles en exploitant une machine de caractérisation plastique / métal / céramique
- Justifier un choix de matériau en fonction d'un cahier des charges
- Démontage d'un mécanisme en vue de classer les composants par famille pour un recyclage ultérieur
- Identifier l'appartenance d'un matériau à une famille d'après l'allure de la courbe d'essai en traction (fragile, ductile)
- Étude de cas sur les matériaux utilisés dans le cas des ponts poussés (appuis glissants en acier chromé ou téflon...)
- Etablir une corrélation par famille de matériaux définis par leur masse volumique (par exemple), en lien avec sa fonction principale et le lieu d'utilisation
- Idem pour la famille de matériau et sa conductivité thermique. Matériaux à changement de phase pour inertie thermique (paraffine)
- Rayonnement de matériaux différents mesurés par caméra thermique

- Justifier le rôle de la lame d'air dans un panneau solaire (optimisation de l'écart entre verre et élément absorbant)
- Choix de la technologie du panneau isolant à placer derrière une source de chauffage en fonction de la typologie de l'échange thermique.

#### **Ressources et supports possibles :**

- Étendre CES-édupack aux matériaux/produits (exemple : la laine de verre n'existe pas sous CES alors que c'est un produit courant en bâtiment idem pour la brique cf. terre cuite)
- <http://www.mageba.ch/fr/home.html>
- Fo. académique : V2 ETT4 (Matériaux ; CES Edupack)

#### **Prolongements pour les SPE :**

ITEC :

- hypothèses et modèles de poutres, détermination des contraintes, des allongements, par simulation ; torsion ; paramétrage et exploitation de résultats de logiciels.

En AC :

- Maquettage : recherche de correspondance entre matériaux du support réel et le modèle réduit ;
- Essais de traction sur acier HA et acier doux
- Autres matériaux composites : Béton Armé, voire les TFC (tissus de fibre de carbone utilisés en réparation d'une structure béton)

### **2.3.3 Comportements mécaniques des systèmes (30h)**

*Physique Chimie : solides en mouvement (translation rectiligne et rotation autour d'un axe fixe). Aspects énergétiques du mouvement*

Équilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution d'un problème de statique plane (1ère – N3)

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Faire la différence entre les actions mécaniques à distance (poids, électromagnétique) et les actions mécaniques de contact (fluide sur solide, par l'intermédiaire des liaisons)
- Faire la différence entre force et moment
- Faire la différence entre charge concentrée et charge répartie
- Définir le type d'action mécanique que peut transmettre une liaison encastrement, articulation, appui simple
- Compléter un tableau de bilan des actions mécaniques
- Résoudre graphiquement un système à 3 forces concourantes (sommes des forces = 0)
- Résoudre analytiquement un système à 3 forces parallèles (somme des moments = 0)
- Lire une représentation sous forme de torseur

#### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Faire une résolution par les torseurs

#### **Approches pédagogiques possibles :**

- L'étude des liaisons constitue en général un préalable aux études statiques

#### **Exemples d'activités :**

- Définir la valeur d'un effort pour répondre à un problème d'ergonomie sur la base d'essais sur des maquettes
- Vérifier un dimensionnement
- TP sur banc de flexion, Deltalab
- Simulation sur logiciels ...

**Exemple détaillé :**

- Clipflow : compte tenu du ressort imposé, vérifier que l'effort d'armement est compatible avec la force de l'utilisateur puis vérifier le choix du composant nécessaire au maintien du verrouillage

**Ressources et supports possibles :**

- Fo. académique : V2 ETT5 (Liaisons) ; V2 ETT6 (Statique graphique)

**Prolongements pour la SPE :**

- En ITEC : Mettre en œuvre un logiciel pour les études plus complètes (plus de trois forces, pbs non plans : exploitation de Méca3D dans solidworks)

Résistance des matériaux : hypothèses et modèle poutre, types de sollicitations simples, notion de contrainte et de déformation, loi de Hooke et module d'Young, limite élastique, étude d'une sollicitation simple (Term – N2)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Vérifier que la pièce étudiée est assimilable à une poutre et conclure par rapport à la méthode de résolution à adopter
- Associer à un type de chargement et de liaison l'allure des diagrammes de sollicitation (en vue d'utiliser un formulaire par exemple)
- Identifier le lieu de contraintes ou de déplacements particuliers dans une simulation

**Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Attention : pas d'étude RdM des poutres treillis (une étude statique reste possible !).

**Approches pédagogiques possibles :**

- Le transfert de charges (efforts) se fait dans une structure filaire (de type portique, charpente ou poutres-poteaux)
- Charpente métallique, ossature bois, structure poteaux poutres béton préfabriquées du type Ligérienne Béton (<http://www.lb7.fr/>)

**Ressources et supports possibles :**

- Fo. académique : V2 ETT12 : Résistance des matériaux (et indices de performances)

**Remarques**

base de travail : hypothèses des poutres en RdM :

- Rapport de dimensions (section/longueur)
- Section à faible variation.
- Matériau homogène isotrope.
- Traction simple ou flexion simple

**2.3.4 Structures porteuses (16h)**

Aspects vibratoires (Term. – N2)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Identifier l'influence des cinq principaux paramètres physiques sur la vibration (nature des liaisons, masse, hauteur, inertie et matériau)
- Connaître les grands principes de la conception parasismique : les cinq piliers indissociables :
  - o Le choix du site d'implantation (réglementé)
  - o La conception architecturale (non réglementée)
  - o Le dimensionnement de la structure (réglementé : Eurocode 8)
  - o La qualité de l'exécution
  - o La maintenance
- Établir les liens entre les dispositions réglementaires et les grandeurs physiques qui influent le comportement d'une structure porteuse lors d'un séisme
- Dans les domaines de la résonance et de la fréquence propre :
  - o Savoir à quoi correspond la notion physique de fréquence propre et de résonance

- Calculer la fréquence propre d'une construction (*Ordre de grandeur pour la période d'un bâtiment :  $T=0,1s$  par étage de 3m*)
- Identifier les solutions technologiques permettant de stocker/dissiper l'énergie

### Exemples d'activités et remarques :

- Choisir le spectre de réponse réglementaire (selon l'Eurocode 8) correspondant à l'étude en fonction de la zone sismique, de la catégorie du bâtiment et de la classe du sol (ces trois facteurs sont donnés au travers du dossier d'étude)
- En déduire l'accélération horizontale du séisme pour obtenir la valeur de la force sismique et ainsi quantifier le déplacement de la masse nodale.
- Analyser les solutions adoptées (zone 5 de risque sismique) en notifiant la capacité du système constructif à stocker/dissiper l'énergie (isolateurs ou/et différents types d'amortisseurs...)
- Limites de l'étude :
  - la modélisation du support se limite au modèle du pendule simple inversé et au modèle de la "brochette" (mât avec plusieurs masses nodales correspondant à chaque étage d'un bâtiment)
  - pour le calcul de la raideur du système : le module de Young est à identifier (tableau ou documentation ou lecture de la pente d'un essai de traction...) ainsi que le moment quadratique (tableau des sections ou documentation technique) et le facteur n du calcul de la raideur (fiche de panels de cas)
  - pour le mode propre d'oscillation en translation, l'analyse modale se limite aux trois premiers modes (déformée avec une, deux ou trois inflexions)
- Le thème de la vibration sismique peut être utilisé comme introduction aux enseignements de mathématiques (équations différentielles en terminale) et de physique (ondes)

### Ressources et supports possibles :

- Conception architecturale parasismique : château d'eau
- Fo. académique : V1 ETT26 comportemental des structures : aspects vibratoires

### Prolongements pour la SPE :

- Étude par les Eurocodes 2 (béton armé), 3 (construction acier), 5 (construction bois), 7 (étude des sols) et 8 (réglementation parasismique)

### Transferts de charge (1ère – N3)

### Ce qu'on attend de l'élève :

- Valider un schéma mécanique :
  - Type de liaisons : la réponse doit être argumentée par les degrés de liberté (bloqués ou non) et la nature des contacts ;
  - Type de charges : allure (ponctuelles, linéiques ou réparties) et valeurs numériques
- Isoler un solide
- Repérer les zones d'influences des charges sur un solide
- Reconnaître la transmission des charges entre solides : transfert filaire uniquement (éléments de structure par lesquels cheminent les charges)
- Un problème complexe peut souvent se décomposer en une superposition de problèmes élémentaires simples. savoir l'appliquer
- Résoudre un problème de statique peu complexe (les poutres treillis et béton armé en tant que poutres ne sont pas exclues des études en STATIQUE mais sont exclues des études en RDM)

### Approches pédagogiques possibles :

- Privilégier la validation de schémas mécaniques à partir de dessin d'ensemble ou de détail des liaisons
- Les structures étudiées seront filaires
- On pourra utiliser les maquettes numériques afin de faciliter la compréhension des transferts

des charges.

- TP sur maquettes expérimentales permettant de récupérer les actions de liaisons en lien avec le modèle comportemental : charger une maquette de poutre sur 2 appuis et récupérer les valeurs aux appuis avec des balances
- Simulation des efforts sur le logiciel RdM6 avec une suite en résistance des matériaux

#### **Ressources et supports possibles :**

- Fo. académique : V2 ETT11 : Limites de l'AC dans l'ETT; transfert de charges et
- V2 ETT 7b : Etude statique de mat d'éolienne

#### **Remarque :**

- En ETT : possibilité de récupérer avec le logiciel SCIA PT des structures métalliques de hangar en 3D pour le professeur. SCIA PT est un produit Nemetschek directement compatible avec Allplan : <http://www.scia-online.com/fr/communaute.html>

#### **Prolongements pour la SPE :**

- Calculer les charges extérieures climatiques (neige, vent, etc.) en tenant compte de la réglementation
- Reconnaître une structure hypostatique, isostatique, hyperstatique et en déterminer le degré d'hyperstaticité d'une structure du type : portique simple, poutre continue
- Optimisation de section sur un critère (résistance ou déformation) SCIA logiciel gratuit par les étudiants (utilisable en projet).
- Etude de structures (tout ou partie)
- Utilisation modérée des règlements de calcul de structure
- On pourra étudier les structures en béton armé

### **2.3.5 Comportement énergétique des systèmes (32h)**

Lien avec la physique Chimie

#### **2.3.5.1 Analyse des pertes de charges fluidiques, caractéristiques des composants (Term. – N3)**

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

A partir du principe de conservation d'énergie (Bernoulli) :

- Définir et caractériser les différentes énergies et puissances fluidiques (débit, énergie potentielle, énergie cinétique,...).
- Caractériser les unités et les ordres de grandeurs.
- Quantifier les pertes de charges (régulières et singulières) engendrées par des vannes, organes de réglages,... à partir de caractéristiques (abaques).
- Justifier le bon fonctionnement et/ou le choix des pompes, circulateurs, ventilateurs en appliquant le principe de Bernoulli ou à partir de caractéristiques (abaques).
- Donner les critères de sélection de pompes, circulateurs et ventilateurs.

#### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Faire trop de calculs.

#### **Approches pédagogiques possibles :**

- Découverte des principes à partir d'expérimentations simples.
- Travaux dirigés (utilisation d'abaques pour les pertes de charges).

#### **Exemples d'activités :**

- Mesurer l'évolution de la pression sur une canalisation instrumentée (en amont et en aval) : TP sur banc de perte de charges ou prévoir une instrumentation sur un équipement existant.
- Mettre en évidence le gain d'énergie apporté par la mise en place de pompe ou ventilateur (PAC, chauffe eau solaire, VMC double flux,...)
- Principe de mise en rotation des pales d'une éolienne, hydrolienne, aérogénérateur...

#### **Ressources et supports possibles :**

- Fo. Académique V1 ETT23 (dynamique des fluides)

- Voir fiches ressource de l'académie de Bordeaux.
- Site et possibilité de travailler avec le logiciel mécaflux : [http://www.mecaflux.com/logiciel\\_mecanique\\_fluides.htm](http://www.mecaflux.com/logiciel_mecanique_fluides.htm)

#### **Prolongements pour les SPE :**

- Dimensionner et mettre en œuvre les différents éléments d'une installation fluidique.
- Application plus approfondie du principe de Bernoulli.

2.3.5.2 Les paramètres de gestion de l'énergie liés au stockage et aux transformations (1ère – N2)

2.3.5.3 Conservation d'énergie, pertes et rendements, principe de réversibilité (1ère/Term. – N3)

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Associer un composant à une fonction.
- Etablir le lien énergie-puissance-temps sur les dispositifs de stockage.
- Identifier les pertes énergétiques et en déduire le rendement en régime établi (bilan énergétique).
- Faire la différence entre efficacité énergétique et rendement.
- Identifier la réversibilité d'un système.

#### **Approches pédagogiques possibles :**

- Privilégier la découverte par expérimentation sur des systèmes.
- Comparer les résultats d'une simulation avec ceux obtenus par une expérimentation. Critiquer l'utilisation d'un modèle.

#### **Exemples d'activités :**

- Identifier des composants sur des systèmes différents et les classer par famille de fonction (exemple : fonction transmettre : échangeur thermique sur un ballon ECS, poulie-courroie sur un système mécanique,...).
- Quantifier (par mesure ou estimation) les pertes sur un équipement et mettre en évidence la dégradation des performances pour chaque élément (notion de rendement global égale au produit des rendements de chaque élément).
- Vérifier que certains systèmes sont réversibles ou pas (STEP de Grand-maison, charge d'une batterie sur le freinage d'un véhicule électrique).
- Caractériser les pertes énergétiques sur un bâtiment (nature et épaisseur des parois, notions de pont thermique, inertie thermique, renouvellement d'air,...)

#### **Ressources et supports possibles :**

- Site sur l'hydro-électricité : <http://hydroweb5.free.fr>
- BBC, EN 12821, RT 2012, RT2020 et évolution vers le bâtiment à énergie positive.
- Fo. académique V1 ETT30 : Comportemental énergétique dans le bâtiment

#### **Prolongements pour les SPE AC-EE-ITEC :**

- Paramétrer et faire le bilan pour plusieurs points de fonctionnement (exemple : différentes consignes sur un variateur de vitesse, différentes consignes de température d'eau dans une chaudière à condensation, différentes consignes de température dans un local.).
- Evaluer les pertes d'énergie mécanique dans une chaîne de transmission dues aux frottements dans les liaisons, aux dissipations thermiques...
- Etude de la réversibilité selon les technologies employées

2.3.5.4 Natures et caractéristiques des sources et des charges (1ère/Term. – N3)

2.3.5.5 Caractérisation des échanges d'énergie entre source et charge : disponibilité, puissance, reconfiguration, qualité, adaptabilité au profil de charge, régularité (Term. – N2)

### **Ce qu'on attend de l'élève :**

Suite au bilan énergétique défini en 2.3.5.3 l'élève doit être capable de :

- Comparer les performances des solutions qui permettent d'adapter la charge (ou besoin) à la source (énergies disponibles).
- Distinguer une architecture passive d'une architecture active et les composants associés.
- Proposer des solutions d'amélioration d'efficacité énergétique par mesure passive.
- Proposer des solutions d'amélioration d'efficacité énergétique par mesure active.
- Dans le cadre de la régulation, comparer un système en boucle ouverte et en boucle fermée.
- Faire un bilan économique des solutions proposées.

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Il ne doit pas déterminer les paramètres de régulation, mais observer les évolutions pour des paramètres prédéfinis.

### **Approches pédagogiques possibles :**

- Démarche d'investigation sur des situations ou systèmes différents.
- Activités brainstorming.
- Restitution orale.
- Transférer et généraliser les résultats pour établir les principes étudiés.
- Pour les systèmes à forte inertie, on privilégiera les logiciels de simulation (Sinusphy, PSIM, Automgen V8,...).

### **Exemple détaillé :**

- Chauffage d'un local : proposer le système d'émission de chauffage (chauffage à air ou à eau ; ventilo-convecteur, plancher chauffant, radiateur,...) le mieux adapté à l'occupation de la salle (usage intermittent ou permanent). Prise en compte de l'inertie thermique : un système à forte inertie correspond à un usage permanent ( $t^\circ$  constante).
- Comparer l'énergie consommée par un moteur en démarrage direct et par variateur.
- Observer l'évolution de la température ambiante d'un local en fonction du mode de commande (boucle ouverte ou fermée). On pourra créer une perturbation.
- Bilan énergétique sur l'installation d'éclairage : amélioration passive : lampe basse consommation ; amélioration active : détecteur de présence et de luminosité.

### **Ressources et supports possibles :**

- norme NF EN 16001 (La norme fixe en priorité l'amélioration continue de l'efficacité énergétique)
- Doc d'accompagnement p 51 (définition mesure passive/active).
- Logiciel en ligne promodul BAO <http://promodul.bao-gp.com/>.
- Logiciel en ligne regtherm <http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/logiciels/regtherm/index.htm>
- Fo. académique V1 ETT30 : Comportemental énergétique dans le bâtiment

### **Prolongements pour les SPE AC-EE- ITEC :**

- Mettre en œuvre les solutions d'amélioration énergétique par intégration d'un automatisme ou d'un système de régulation et agir sur les paramètres de réglages (TOR, variation de vitesse, P, PI, PID)



### 2.3.6 Comportement informationnel des systèmes (30h)

Caractérisation de l'information : expression, visualisation, interprétation, caractérisations temporelle et fréquentielle (1ère/Term. – N2)

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Caractériser un signal (amplitude, valeur moyenne, fréquence)
- Déterminer laquelle de ces caractéristiques porte l'information.
- Identifier le fondamental et les harmoniques d'une représentation spectrale (fréquence et amplitude).
- Associer une représentation sinusoïdale aux paramètres de son expression littérale.

#### **Approches pédagogiques possibles :**

- Une première approche transversale peut être faite parallèlement dans les domaines acoustique et sismique

#### **Exemples d'activités :**

- Etude acoustique d'une salle
- Représenter le spectre d'un signal après filtrage, à partir du spectre du signal non filtré et du gabarit du filtre.
- Établir la relation de proportionnalité entre le débit de l'eau et la fréquence du signal rectangulaire de la sortie « impulsion » du clipflow ; Idem avec le compteur du banc électrique du système de contrôle énergétique. Pour cela on fait varier le débit d'eau et on visualise l'évolution du signal à l'oscilloscope.

#### **Ressources et supports possibles :**

- Fo académique : V2 ETC05 - Acquisition et traitement; V2 ETT09b – Acoustique

#### **Prolongements pour les SPE EE :**

- Proposer des solutions d'amélioration d'efficacité énergétique afin de répondre à un cadre réglementaire, norme (ex : Améliorer un bâtiment pour répondre à la RT2012).

### Modèles de description en statique et en dynamique (1ère/Term. – N3)

-non renseigné à ce jour

Modèles algorithmiques : structures algorithmiques élémentaires (boucle, conditions, transitions conditionnelles). Variables. (1ère/Term. – N3)

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Lire ou comprendre un algorithme ou algorithme.
- Ecrire ou modifier un algorithme ou algorithme à partir d'un cahier des charges.

#### **Exemples d'activités :**

- A partir d'un algorithme existant identifier le segment nécessitant une modification requise par un nouveau cahier des charges.
- A partir d'un diagramme de séquence, écrire un algorithme permettant de déplacer l'aspirateur autonome « Roomba » suivant un parcours prédéfini.
- A partir d'un diagramme de séquence, écrire un algorithme permettant de piloter l'AR-Drone selon un parcours prédéfini.

#### **Ressources et supports possibles :**

- Fo académique : V2 ETC05 - Acquisition et traitement

**Nota :** Nécessité d'une étroite coordination avec la progression pédagogique en mathématiques

## 3.1 STRUCTURE MATERIELLE ET/OU LOGICIELLE (66h)

### 3.1.1 Choix des matériaux (12h) (Term. – N2)

Principes de choix, indices de performances, méthodes structurées d'optimisation d'un choix, conception multi contraintes et multi objectifs

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Identifier dans un cahier des charges les critères pertinents nécessaires à un choix de famille de matériaux
- Identifier et justifier les paramètres (densité, coût, résistance etc.) conduisant à l'établissement d'un indice de performance
- Exploiter les résultats d'un diagramme de choix de matériaux établi à partir d'indices de performances

#### Ce que ne doit pas faire l'élève :

- Calculer un indice de performance

#### Exemples d'activités :

- Comparer les matériaux utilisés pour les écrous de roues d'un véhicule de compétition (indice de performance du compromis recherché masse/résistance mécanique)
- Déterminer le % de gain en masse d'un produit (en calculant un volume manuellement ou en le relevant sur une CAO)
- A partir d'une maquette numérique d'un composant et d'une masse maximale issue d'un CdC, extraire le volume matière et identifier les familles des matériaux compatibles
- Utiliser un indice de performance sur les haubans du viaduc de Millau (Nathan T1 - p58)

#### Ressources et supports possibles :

- Fo. Académique V1 ETT14 (pignon de rétroviseur Nissan, compteur d'eau, winch)
- CES Edupack

#### Prolongements pour la SPE :

- En spé ITEC et en AC, on complètera les analyses par l'utilisation de la base de données sur les procédés d'obtention
- Le calcul d'un indice de performance n'est pas au programme même en spécialité

### 3.1.2 Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides (16h)

Caractérisation des liaisons sur les systèmes (1ère – N3)

Relations avec les mouvements / déformations et les efforts (Term. – N3)

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Identifier la liaison théorique associée à une solution constructive (spécifique ou élément standard du commerce) :
    - en analysant les surfaces en contact (représentation, maquette numérique)
    - en expérimentant les mobilités sur le système réel
  - Identifier les composants standards et connaître leur rôle
  - Identifier les caractéristiques d'une liaison : démontable/indémontable ; rigide/élastique ; directe/indirecte ; par obstacle/adhérence/cohésion ; complète/incomplète
  - Définir les mouvements d'une pièce : rotation autour d'un axe, translation rectiligne, mouvement dans le plan, hélicoïdal.
  - Définir une liaison avec ses degrés de liberté (ddl)
  - Identifier le couple déformation / liaison : lors de la déformation d'une structure, l'angle d'un encastrement reste le même, l'angle d'une articulation se modifie par le déplacement d'un élément au moins.
  - Dans une solution constructive, faire le lien entre les efforts transmissibles et les mobilités.
- Rem : dans le cas d'un problème plan, cela se résume à : une liaison qui transmet les efforts et le

moment fléchissant est un encastrement, une liaison qui ne transmet que les efforts est une articulation, une liaison qui ne transmet qu'une seule des deux composantes de l'effort est un appui simple.

### **Exemples d'activités :**

- Comparer des solutions constructives répondant aux mêmes contraintes de mobilité (glissière : sur un tiroir, une baie vitrée, un ascenseur)
- Tracer la position des points caractéristiques des solides d'un système dans les positions extrêmes ou intermédiaires de fonctionnement pour en déduire l'amplitude des mouvements en lien avec des contraintes d'ergonomie (porte, pédale...)
- Barrières de parking : détermination du dimensionnement de la biellette de commande pour garantir une ouverture de 90° (travail sur une épure suivi d'une validation éventuelle par paramétrage sous un logiciel comportemental, puis vérification sur le réel)
- Relation amplitude de mouvement de la pédale/ course du potentiomètre sur la commande thrustmaster (relation solutions M, solutions E)
- Exploiter des systèmes présents dans la salle pour repérer les solutions constructives usuelles du commerce : roulements à billes, glissières à billes, clavettes, paliers, systèmes vis-écrous, etc.
- Justifier une solution constructive répondant à une contrainte de déconstruction (clipsage, etc.)

### **Approches pédagogiques possibles :**

- L'identification des liaisons se fait en lien avec les représentations symboliques
- Eviter les approches « catalogues » lors de la découverte des solutions technologiques
- Le choix et l'implantation de liaisons dans un mécanisme répond à des obligations de transmission de puissances (sous forme de mouvements et d'actions mécaniques) en respectant des contraintes d'efficacité énergétique et de conditions de vie du produit.
- En lien avec le comportemental, sensibilisation aux pertes dans les liaisons mécaniques et rendements associés. Influence sur les puissances consommées et éventuellement l'autonomie des systèmes.

### **Ressources et supports possibles :**

- Tous les systèmes de la salle : Winch, portail automatique, ARdrone, etc.
- Mallettes liaisons (pivot, liaison glissières, vis-écrou existantes dans les établissements)
- Fo académique V2 ETT11 : limites de l'AC en ETT (activité portique)

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Concevoir une liaison à partir d'un cahier des charges

### **Prolongements pour la SPE :**

En spé ITEC :

- Concevoir une liaison à partir d'un cahier des charges (barrières de parking : la géométrie de la biellette sera faite sous Solidworks et la validation simulée sous méca3D)

En AC :

- Associer, en construction métallique, liaisons et assemblages (solutions constructives) (Eurocodes 3)
- Identifier le type de liaison à partir d'un assemblage poteau/fondation et/ou poteau/poutre en lamellé collé (Eurocodes 5)
- Modéliser le type de liaison et le type des appuis d'un portique en béton armé en lisant le plan de ferrailage (Eurocodes 2)

**Nota :** lien avec la physique §233 pour l'étude des mouvements

### 3.1.3 Typologie des solutions constructives de l'énergie (16h – Term. – N2)

Système énergétique mono source

Système énergétique multi-sources et hybride

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Identifier les constituants du système.
- Connaitre les caractéristiques des constituants du système
- Identifier les différents types de structures d'association de transformateurs et de modulateurs d'énergie (système mono source et un système multi sources).
- Identifier dans un système, le(s) effet(s) utile(s), les pertes énergétiques, la source principale, et le cas échéant, les sources d'énergie auxiliaires nécessaires au fonctionnement du système.

#### Approches pédagogiques possibles :

- Etude de dossier technique.
- Travail d'investigation, brainstorming.
- Restitution orale.
- Transférer et généraliser les résultats pour établir les principes étudiés.

#### Exemples d'activités :

- Identifier la ou les sources d'énergies nécessaires au fonctionnement et le caractériser comme mono ou multi source (Système d'éclairage équipé de panneaux photovoltaïques et raccordé au réseau, Luméa, Chaudière, centrale de cogénération, Chauffe eau solaire individuel, véhicule hybride...).
- Classer les systèmes par famille.

#### Ressources et supports possibles :

- Doc d'accompagnement pages 45 à 49.
- Doc annexe fiches académie de Bordeaux.
- Fo. académique : V2 - ETT 9a couplage des énergies

#### Prolongements pour la SPE :

- Activités adaptables aux supports de spécialité.

Nota : Préconisé en première en prolongement de l'étude de la chaîne fonctionnelle.

### 3.1.4 Traitement de l'information (22h)

Codage (binaire, hexadécimal, ASCII) et transcodage de l'information, compression, correction. (1ère/Term. – N3)

#### Ce qu'on attend de l'élève :

- Convertir : base 10 vers base 2 et inversement, manuellement et à la calculatrice. On se limite au binaire naturel, sous la forme d'octet ou mot. On se limite à la conversion binaire vers hexadécimal et inversement, à calculer manuellement et à la calculatrice.
- Extraire les codes d'une table ASCII pour écrire un message.
- Réaliser un transcodage simple entre binaire naturel, BCD, ASCII.
- Faire la différence entre un algorithme de compression sans perte et un algorithme de compression avec pertes.
- Connaître l'existence de différentes méthodes de correction d'erreur (raid 5, CD audio) sans les mettre en œuvre.

#### Exemples d'activités :

- Le codage binaire/décimal peut-être mis en œuvre lorsque les notions de masques et adresses IP sont abordées dans le domaine des réseaux.
- Pour la compression sans perte, on peut montrer l'effet de la compression d'un fichier texte sur la taille d'un fichier (compression zip).

- Pour la compression avec perte: on enregistre un son non compressé (wav) puis compressé (mp3) avec « Audacity » et on compare les tailles de fichiers et les qualités audio. On peut ensuite jouer sur le débit du plugin MP3 de « Audacity » pour montrer que cette compression avec perte peut-être détectée à l'oreille. Une activité équivalente est réalisable avec la compression jpeg en utilisant un logiciel de traitement d'image.

### Ressources et supports possibles

- Formation académique : V2 ETC05 - Acquisition et traitement; V1 ETC13 – Mesures

Programmation objet : structures élémentaires de classe, concept d'instanciation. (1ère/Term. – N2)

### Ce qu'on attend de l'élève :

- Comprendre qu'un objet est une « encapsulation » d'attributs (variables, caractéristiques, états) et de méthodes (fonctions, procédures, comportements, services)
- Instancier une classe (créer un objet à partir du modèle/moule)
- Modifier les attributs de l'objet créé (attribut : caractéristiques de l'objet)
- Appeler une méthode de l'objet créé (méthode : ce que peut faire l'objet)

### Exemples d'activités :

- Dans un premier temps, l'élève peut être amené à utiliser la brique « GPS » d'AppInventor (programmation Android) :
  - 1) Il instancie la classe GPS en glissant/déposant la brique de la palette jusqu'à l'espace de travail ce qui crée l'objet GPS1. La classe (modèle) reste disponible dans la palette pour créer d'autres objets de type « GPS »
  - 2) Au cours de l'utilisation de l'objet « GPS » il est amené à différencier les « attributs » des « méthodes »
- Dans un second temps, l'élève peut être amené à instancier la classe « liaison série » en JAVA ou autre:
  - 1) Il instancie la classe « LiaisonSerie » : LiaisonSerie maLiaisonSerie = new LiaisonSerie() ;L'objet maLiaisonSerie est ainsi créé.
  - 2) On modifie les attributs de l'objet : maLiaisonSerie.SetVitesse(9600) ;On envoie une chaîne de caractères au travers de la liaison série en utilisant une méthode et en spécifiant la chaîne de caractères en paramètre : maLiaisonSerie.Envoyer(« Hello World ! ») ;

### Ressources et supports possibles :

- Formation académique : V2 ETT10 – POO

Traitement programmé : structure à base de microcontrôleurs et structures spécialisées (composants analogiques et/ou numériques programmables (1ère/Term. – N2)

### Ce qu'on attend de l'élève :

- Connaître la structure de base (rôle des Processeurs, RAM, ROM, E/S).
- Ecrire, compléter ou modifier un programme ou une description graphique.
- Différencier un micro-contrôleur (qui se programme) d'un FPGA (dont le comportement se « décrit ») et d'un processeur à signaux mixtes (qui embarque des technologies numérique et analogique programmable).

### Ce que ne doit pas faire l'élève :

- Comprendre l'exécution d'une instruction à l'intérieur du micro-contrôleur.

### Exemples d'activités :

- A partir d'un algorithme, écrire un programme permettant de déplacer l'aspirateur autonome « roomba » ou l'AR-Drone suivant un parcours prédéfini.
- En mini-projet, afin de piloter la position d'un projecteur de scène par le mouvement d'un doigt, remplacer le potentiomètre d'une table de mixage DMX par le curseur sensible « capsens » de la carte PsoC pour piloter l'azimut et le panoramique (pan & tilt).

<p><b>Ressources et supports possibles :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation académique : V2 ETC05 - Acquisition et traitement</li> </ul>
<p>Systèmes évènementiels : logique combinatoire, logique séquentielle (1ère/Term. – N3)</p>
<p><b>Ce qu'on attend de l'élève :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier le type de logique (combinatoire, séquentielle)</li> <li>- Connaître et utiliser les opérateurs logiques de base (ET/OU/NON).</li> <li>- Réaliser des opérations logiques de base sur des mots binaires (principe du masque).</li> <li>- Utiliser un compteur/timer.</li> </ul> <p><b>Ce que ne doit pas faire l'élève :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformer une structure à base de portes ET-NON en une structure à base de portes OU-NON ...</li> </ul> <p><b>Exemples d'activités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compter les impulsions en sortie du capteur de débit du clipflow (avec un compteur) pendant une durée précise et en déduire la fréquence puis le débit (à l'aide de la carte PsoC ou FPGA).</li> <li>- Mesurer la durée entre deux impulsions en sortie du capteur de débit du clipflow (avec un timer) afin d'arriver au même objectif.</li> <li>- Afficher le résultat sur le LCD.</li> </ul> <p><b>Ressources et supports possibles :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation académique : V1 ETC13 – Mesures</li> </ul>
<p>Traitement analogique de l'information : opérations élémentaires (addition, soustraction, multiplication, saturation) (1ère/Term. – N1)</p>
<p><b>Ce qu'on attend de l'élève :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier les opérateurs dans une bibliothèque de symboles graphiques.</li> <li>- Identifier la nature de l'opération sur un signal ou entre deux signaux.</li> </ul> <p><b>Exemples d'activités :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A l'occasion de l'étude ou d'utilisation de systèmes l'élève peut-être amené à identifier une fonction réalisant une opération élémentaire. La multiplication se limite à une amplification (multiplication par une constante).</li> <li>- Déterminer la plage de variation possible d'un signal en entrée d'un amplificateur sans atteindre la zone de saturation. Par exemple dans le cas de l'amplification d'un signal issu d'un capteur de température ou de luminosité.</li> </ul> <p><b>Ressources et supports possibles :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation académique : V2 ETT13 - Filtrage</li> </ul>

## 3.2 CONSTITUANTS D'UN SYSTEME (94h)

<p><b>3.2.1 Transformateurs et modulateurs d'énergie associés (32h – 1ère/Term – N2 (N3 pour les modulateurs et actionneurs))</b></p>
<p><b>Ce qu'on attend de l'élève :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractériser les entrées sorties des composants de la chaine d'énergie,</li> <li>- Associer un composant à sa fonction dans la chaine d'énergie,</li> <li>- Valider le choix d'un adaptateur et/ou convertisseur d'énergie,</li> <li>- Choisir dans une liste le modulateur adapté à un convertisseur d'énergie. (niveau taxo3)</li> <li>- Déterminer le choix d'un adaptateur d'énergie (réducteur).</li> </ul>

**Ce que ne doit jamais faire l'élève :**

- Rentrer trop en détail dans la structure interne des composants de la chaîne d'énergie.

**Approches pédagogiques possibles :**

- Brainstorming.
- Etude de dossier.
- Expérimentation sur la complémentarité modulateur/convertisseur.
- Transférer et généraliser les résultats pour établir les principes étudiés.

**Exemple détaillé :**

Etude de la chaîne d'énergie pour ouvrir un portail automatiquement :

- Identification des solutions mécaniques (moteur, vérin, ouvrant, coulissant,...).
- Pour une solution donnée, mettre en service le modulateur associé à l'actionneur (variateur de vitesse pour moteur, contacteur pour motoréducteur, vanne hydraulique pour vérin,...).
- Mesurer les énergies entrante et sortante du modulateur.
- Comparer et classer différentes solutions technologiques suivant leurs performances énergétiques.

**Ressources et supports possibles :**

- Tous les systèmes de conversion d'énergie présents dans l'établissement.

**Prolongements pour la SPE :**

- Assemblage des composants
- Etude de différents systèmes de transmissions mécaniques.

Nota : Attention, dans le BO, les ventilateurs, pompes, compresseur, ne répondent pas à la définition « convertir l'énergie » (exemple : pour un groupe moto pompe, le moteur (actionneur) convertit l'énergie et la pompe (effecteur) agit sur la matière d'œuvre, circulation du fluide). Dans une chaudière, c'est le brûleur qui convertit l'énergie et non la chaudière dans son ensemble.

**3.2.2 Stockage d'énergie (20h – 1ere/Term. – N2)****Ce qu'on attend de l'élève :**

- Identifier les grandeurs d'entrée - sortie des composants de stockage.
- Classer les composants selon la forme d'énergie stockée (électrique, thermique, chimique, mécanique,...).
- Caractériser les flux selon les modes de fonctionnement (énergie emmagasinée/restituée).
- Etablir la relation physique associée au moyen de stockage (en relation avec le programme de physique).

**Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- Voir prolongement de la spé

**Approches pédagogiques possibles :**

- On peut s'aider de logiciels de simulation (Sinusphy, PSIM, Automgen V8,...).
- Activité de travaux dirigés et/ou pratiques sur différents constituants de stockage.

**Exemples d'activités :**

- Analyse de systèmes intégrant des champs de réflexion variés tel que :
  - o volant d'inertie : énergie mécanique.
  - o Mur à inertie, matériaux à changement de phases : énergie thermique.
  - o Batterie, condensateur : énergie électrique.
  - o Pile à combustible : énergie chimique.
- Mettre en évidence le bilan énergétique d'une unité de stockage d'énergie (mesure des temps de charge/décharge d'une batterie ou d'un ballon d'ECS, prise en compte des pertes énergétiques).

- Associer des composants pour répondre au besoin (exemple : 2 batteries de 12V pour obtenir du 24V ; ballon solaire et ballon d'appoint associés en série pour optimiser le stockage).

#### **Ressources et supports possibles :**

- fiches académie de Bordeaux.
- Chapitre 13 « stockage d'énergie » livre Technologie tome2 édition Hachette.
- Chapitre C3.2 « stockage d'énergie » livre technologie édition Nathan.
- Fo. Académique V1 ETT24 (Stockage d'énergie)

#### **Prolongements pour la SPE :**

- Travailler sur les notions de densité d'énergie et de puissance (rapport poids/puissance ou volume/puissance ; diagramme de RAGONE).
- Dimensionner et sélectionner les différents composants de stockage d'énergie.

### **3.2.3 Acquisition et codage de l'information (20h)**

Capteurs : approche qualitative des capteurs, grandeur mesurée et grandeurs d'influence (parasitage, sensibilité, linéarité). (1ere – N2)

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Distinguer un capteur passif d'un capteur actif d'après une documentation ou sur un système à partir du dossier technique.
- Retrouver la grandeur électrique qui porte l'information en sortie du capteur.
- Connaître les notions de sensibilité, linéarité, de plage de mesure et de précision. Ces caractéristiques peuvent être issues d'une documentation constructeur.
- Exploiter une courbe ou une relation de sensibilité.

#### **Exemples d'activités :**

- Vérifier par mesures sur un système les caractéristiques d'un capteur. Par exemple : la plage de mesure (zone linéaire) d'un capteur de température.
- Tracer la caractéristique d'entrée/sortie d'un capteur et déterminer le coefficient de linéarité d'un capteur.
- S'assurer que la précision du capteur est suffisante pour répondre au cahier des charges.

#### **Ressources et supports possibles :**

- Formation académique : V2 ETC05 - Acquisition et traitement; V2 ETT03 - Filtrage

Conditionnement et adaptation du capteur à la chaîne d'information, échantillonnage, blocage. (1ere – N2)

#### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Caractériser le signal fourni par le capteur (amplitude de mesure, grandeur portant la mesure)
- Justifier la nécessité du « conditionnement » dans la chaîne d'information (en fonction des capteurs et des unités de traitement). Par exemple : l'amplification est-elle suffisante ? ; la saturation est-elle atteinte ? Le parasitage est-il éliminé ?
- Connaître le rôle de la fonction « adaptation d'impédance »
- Caractériser le décalage et l'amplification nécessaires en vue d'adapter le capteur à la chaîne de mesure (par exemple au Convertisseur Analogique/Numérique).
- Justifier la nécessité de la fonction « échantillonneur/bloqueur » vis à vis de la fonction Conversion Analogique Numérique (CAN).
- Connaître les principales caractéristiques à prendre en compte lors d'une numérisation: fréquence d'échantillonnage, résolution, durée de conversion. Remarque : la notion de filtre anti-repliement ne sera pas abordée.

#### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- L'élève ne doit pas dimensionner les valeurs des composants pour réaliser les structures d'amplification, d'addition etc.



**Exemples d'activités :**

- A partir des caractéristiques d'un capteur, l'élève peut-être amené à déterminer les coefficients des fonctions « décalage » et « amplification » pour s'adapter à un CAN de manière optimale en tenant compte des limites de la grandeur mesurée dans un cas particulier. Ces valeurs pourront-être validées par une simulation (de type Proteus par exemple)
- A partir de la documentation technique grand public d'appareils audionumériques (lecteur de CD, de DVD, de SACD, voire lecteur/enregistreur DAT), demander à l'élève de retrouver les caractéristiques de numérisation de chacun (fréquence d'échantillonnage maxi, résolution du convertisseur). En déduire un classement de ces appareils suivant la qualité théorique des enregistrements qu'ils supportent.
- Mettre en évidence l'influence de la fréquence d'échantillonnage sur un signal sonore à l'aide d'un logiciel de traitement du son (Audacity).

**Ressources et supports possibles :**

- Formation académique : V2 ETC05 - Acquisition et traitement; V2 ETC09b - Acoustique

Filtrage de l'information : types de filtres (approche par gabarit). (Term. – N3)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Identifier la nature, la fréquence de coupure et la bande passante/rejetée d'un filtre.
- Choisir le type d'un filtre adapté à la chaîne de conditionnement.

**Exemples d'activités :**

- Identifier dans un signal audio bruité l'information utile en appliquant un filtre à déterminer (fonction égaliseur du logiciel Audacity – choix du gabarit).

**Ressources et supports possibles :**

- Formation académique : V2 ETT13 – Filtrage

Restitution de l'information : approche qualitative des démodulations (transducteurs Voix, Données, Images ; commande des pré-actionneurs) (1ere/Term. – N2)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Caractériser le type de l'information restituée (voix, données, image, commande).
- Caractériser l'information restituée (précision, rafraîchissement ...).
- Connaître le principe de fonctionnement des transducteurs courants (HP, LCD, LED ...).
- Connaître le principe de conversion numérique/analogique : relation entre l'échantillon numérique et la valeur du signal analogique.

**Exemples d'activités :**

- Dans le cas d'une commande, l'élève peut-être amené à préciser son format (0/5V, 4-20mA ...)

**Ressources et supports possibles :**

- Formation académique : V2 ETT13 – Filtrage

**3.2.4 Transmission de l'information, réseaux et internet (22h)**

Transmission de l'information (modulations d'amplitude, de fréquence, de phase) (1ere/Term. – N1)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Connaître les raisons de la nécessité de modulation (radio ou filaire).
- Connaître les notions de porteuse et de signal modulant.
- Reconnaître une modulation AM d'une modulation FM sur un relevé temporel.

**Approches pédagogiques possibles :**

- Connaissances non visées directement par l'objectif d'une séquence, mais abordée au cours d'une étude de système, de dossier ou lors d'une activité pratique.

**Exemples d'activités :**

- La modulation peut être abordée à l'aide d'un logiciel de simulation (Matlab, SinusPhy ou Proteus) afin de visualiser le signal modulant, la porteuse et le signal résultant en temporel et en fréquentiel. On fait alors varier la fréquence de la porteuse puis celle du signal modulant et on observe les variations, notamment dans le domaine fréquentiel (déplacement des raies : translation du spectre quand la porteuse varie ou éloignement/rapprochement par rapport à la porteuse lorsque le signal modulant varie,...)

**Ressources et supports possibles :**

- Formation académique : V2 ETT13 – Filtrage

**Caractéristiques d'un canal de transmission, multiplexage. (1ere/Term. – N1)****Ce qu'on attend de l'élève :**

- Savoir ce que peut-être un canal de transmission (différents câbles, fibre optique, ondes)
- Savoir qu'un canal de transmission par sa nature peut déformer, retarder, atténuer un signal.
- Savoir qu'un canal de transmission possède des limites physiques (compromis distance/débit)
- Savoir qu'un canal de transmission peut-être le siège de perturbations extérieures.
- Faire la différence entre un multiplexage temporel (réseau commuté, circulation des données de n PC vers 1 PC sur le réseau Ethernet) et un multiplexage fréquentiel (exemple du signal RDS qui permet d'aborder par la même occasion la somme et la différence de deux signaux analogiques).
- Savoir ce que signifie : transmission en bande de base.

**Exemples d'activités :**

- Les canaux de transmission : A partir du schéma d'interconnexion de tous les éléments d'un système communiquant ou du diagramme de bloc interne (SysML) du système et en observant le système réel, retrouver la nature des différents supports de transmission : (filaire, sans fil, ou fibre optique). Retrouver, dans la documentation du système, les caractéristiques de chaque support (débit et distances max).
- multiplexage
  - o temporel : Montrer les échanges entre plusieurs PC sur un réseau commuté ou le trafic sur un seul PC (navigation internet+partage de fichiers+envoi de mail, le tout simultanément)
  - o fréquentiel : Prendre l'exemple de la radio. Sur la même antenne et pour un signal de même fréquence de base (audio), on reçoit Skyrock avec une porteuse à 102,9MHz, NRJ sur 102,4MHz, ...

**Ressources et supports possibles :**

- ArDrone
- Contrôle énergétique
- Bewator
- Bus DMX (projecteurs de scène)
- Formation académique : V2 ETC07 – Réseaux

**Organisations matérielle et logicielle d'un dispositif communicant : constituants et interfaçages. (1ere/Term. – N2)****Ce qu'on attend de l'élève :**

- Connaître la différence entre un routeur, un commutateur, un terminal. Décrire succinctement le rôle de chacun.
- Connaître l'existence des câbles croisés et droits, ainsi que leur cas d'utilisation.

- Reconnaître la topologie physique mise en œuvre dans un réseau (bus, étoile, maillée, en arbre,...)
- Identifier la carte réseau dans un PC ou dans tout autre objet technique communicant
- Extraire d'une trame série les données transmises en s'appuyant sur la description du protocole (RS232, CAN, I2C ...).

### Approches pédagogiques possibles :

- en TD ou en TP, un réseau différent par îlot, en introduction d'une séquence plus large sur les réseaux (adressage IP, protocole ARP, analyse d'un protocole client/serveur,...)

### Exemples d'activités :

- Identifier les différents types d'équipement d'un réseau tels que les routeurs, les switches, les terminaux (PC, serveur, imprimante,...) les modems,...
- Reconnaître les topologies de différents réseaux :
  - o Bewator : étoile sur la partie supervision (PC et SR34i), bus entre les DC12 et les SR34i.
  - o Contrôle énergétique : étoile entre le serveur et les PC de surveillance, étoile également entre le serveur et les capteurs sans fils
  - o Bus DMX : topologie en bus, par définition.
  - o ArDrone : topologie point-à-point (wifi ad-Hoc)
  - o Internet : topologie maillée
  - o réseaux simulés avec Cisco PacketTracer ou CERTA
- Choisir le type de câble en fonction des éléments à interconnecter en TD ou en TP (réseau réel ou simulé) :
  - o switch ↔ switch : croisé
  - o routeur ↔ switch : droit
  - o routeur ↔ PC : croisé
  - o PC ↔ switch : droit
- Sur un PC, localiser la carte réseau ainsi que le connecteur RJ45. Utiliser la commande « ipconfig /all » pour retrouver les caractéristiques physiques de la carte réseau (nom, débit maxi,...)

### Ressources et supports possibles :

- Bewator, Contrôle énergétique, Ardrone, Chauffe-eau solaire, bus DMX, bus CAN d'une voiture, réseau domotique, internet, réseaux virtuels PacketTracer ou Certa,...
- Formation académique : V2 ETC07 – Réseaux

Modèles en couche des réseaux, protocoles et encapsulation des données. (1ere/Term. – N2)

### Ce qu'on attend de l'élève :

- Associer des mots clefs aux différentes couches des modèles OSI & TCP/IP (ex : en couche OSI 2 on trouve des *commutateurs*, cette couche concerne les adresses *mac*. ; en couche OSI 3 on trouve des routeurs, cette couche concerne les adresses IP).
- Expliciter le principe de l'encapsulation sur un des deux modèles (OSI ou TCP/IP)
- Connaître la relation entre les deux modèles (correspondance des couches).

### Exemples d'activités :

- Montrer le principe de l'encapsulation sur un réseau de terrain (suivant le modèle OSI) en identifiant le rôle de chaque couche et les informations qu'elles ajoutent.
- Montrer, sous forme de synthèse à la fin d'une séquence sur les réseaux, le principe de l'encapsulation suivant le modèle TCP/IP en analysant l'envoi d'un e-mail d'alerte par le serveur du contrôle énergétique ou la phase d'authentification au système de réservation de Bewator et en identifiant, pour chaque couche du modèle TCP/IP, les informations ajoutées (passer rapidement sur la couche TCP qui ne doit être abordée qu'en spécialité) .

- Sous la forme d'une étude de cas en TD (questions autour des données utiles et du protocole, documents constructeur à l'appui), suivi de TP permettant de capturer des trames sur le réseau de terrain ou sur Ethernet (un système et/ou un type de réseau par îlot) afin d'identifier les différentes couches

### **Ressources et supports possibles :**

- Bewator, ArDrone, contrôle énergétique, bus DMX, bus CAN, station météo, tout système communicant en réseau...
- Formation académique : V2 ETC07 - Réseaux

Adresse physique (MAC) du protocole Ethernet et adresse logique (IP) du protocole IP. Lien adresse MAC/IP : protocole ARP. (1ere/Term. – N3)

### **Ce qu'on attend de l'élève :**

- Savoir qu'une adresse MAC est composée de 6 octets, dont les 3 premiers (OUI) permettent d'identifier le constructeur de l'interface.
- Savoir que l'adresse MAC d'une interface réseau est associée à la couche 2 du modèle OSI (liaison de données) et « accès réseau » du modèle TCP/IP
- Déterminer l'adresse MAC d'une carte réseau (« ipconfig /all » sous Windows ; « ifconfig » sous linux).
- Déterminer l'adresse IP d'un poste en utilisant la commande appropriée (« ipconfig » sous Windows ; « ifconfig » sous linux).
- Dédire de la configuration IP d'un poste (masque+IP) le nombre d'hôtes potentiellement connectés à ce réseau, ainsi que l'adresse réseau et l'adresse de diffusion (broadcast).
- Déterminer l'adresse de la route par défaut du réseau si elle existe (« ipconfig /all » ou « route PRINT » sous Windows ; « route » sous linux).
- Définir la configuration IP d'un poste (ou autre matériel Ethernet) en vue de l'intégrer à un réseau défini.
- Utiliser la commande ping pour valider la connectivité au réseau.
- Expliquer dans quels cas on utilise une adresse IP privée ou IP publique.
- Connaître la notion de « classe d'adresse » bien qu'obsolète.
- Utiliser la commande « ARP -a » afin de visualiser le contenu du cache ARP.
- Connaître les rôles et principe de fonctionnement du protocole ARP.

### **Ce que ne doit pas faire l'élève :**

- On ne demandera pas à l'élève d'établir un plan d'adressage (découpage en sous-réseaux) en fonction des contraintes d'un cahier des charges. Ceci sera abordé en spécialité.

### **Approches pédagogiques possibles :**

- Activité pratiques essentiellement.

### **Exemples d'activités :**

- L'élève peut-être amené à intégrer un matériel communicant (Ethernet) dans un réseau existant (réel ou virtuel avec Packet Tracer). Il doit choisir une adresse IP pour ce matériel en ayant comme seule information, l'adresse et le masque de réseau d'une autre machine de ce réseau.
- L'élève peut-être amené à identifier les causes d'un dysfonctionnement dans un réseau (réel ou virtuel) en appliquant une procédure basée sur la vérification de chaque couche du modèle TCP/IP
- A partir de l'adresse d'une machine et du masque de sous-réseau qui lui est associé, l'élève doit être capable, après calcul, de déterminer : adresse réseau, adresse de diffusion, première et dernière adresse utilisable, nombre d'adresses utilisables.
- L'élève peut-être amené à observer des trames Ethernet (avec Wireshark par exemple) afin d'y retrouver le protocole ARP suite à un « ping » par exemple, et d'y identifier les « question/réponse » du protocole.

**Ressources et supports possibles :**

- Bewator, contrôle énergétique. ArDrone
- Formation académique : V2 ETC07 - Réseaux

Architecture client/serveur : protocoles FTP et http. (1ere/Term. – N1)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Définir ce qu'est une architecture client/serveur. En connaître les règles :
  - o le client est toujours à l'initiative de la communication
  - o le client émet une requête et le serveur répond
- Identifier le client et le serveur dans une communication client/serveur.
- Connaître l'existence des protocoles HTTP et FTP ainsi que leurs rôles respectifs.
- Savoir situer les protocoles HTTP et FTP dans les modèles OSI et TCP/IP.

**Approches pédagogiques possibles :**

- Sous la forme d'un TD à partir d'une étude de cas. Peut être également traité dans un TP qui présente le concept de couche et la notion de protocole de communication.

**Exemples d'activités :**

- Lors de l'utilisation d'un système communiquant, l'élève détermine si le système est client ou serveur (ex : système de contrôle énergétique EWTS, Bewator, Tablette de pilotage du Drone, ArDrone ...)
- Lors d'une requête HTTP, l'élève peut-être amené à visualiser les trames circulant entre le client et le serveur (via Wireshark par exemple).

**Ressources et supports possibles :**

- contrôle énergétique EWTS, Bewator, ArDrone, Carte Fox G20, RaspBerry Pi ou équivalent, Arduino ...
- Formation académique : V2 ETC07 – Réseaux

Gestion d'un nœud de réseau par le paramétrage d'un routeur : adresses IP, NAT/PAT, DNS, pare-feu. (1ere/Term. – N2)

**Ce qu'on attend de l'élève :**

- Connaître le rôle des services : NAT/PAT, DNS, pare-feu.
- Positionner le routeur dans les modèles OSI et TCP/IP.

**Approches pédagogiques possibles :**

- En TP ou en mini-projet (pour la configuration du routeur)

**Exemples d'activités :**

- Paramétrer un routeur afin d'établir la communication entre deux réseaux (réels, ou virtuels avec Packet tracer)
- Configurer l'adresse de la route par défaut (celle du routeur) sur le poste de travail pour accéder à un autre réseau, notamment internet.
- Pour mettre en évidence la mise en œuvre du service NAT dans le lycée, utiliser un site web de type whoami ou myIPAddress pour connaître l'adresse IP (publique) avec laquelle on est visible sur internet (celle du routeur). Constater que c'est la même pour tous et qu'elle est différente de l'adresse IP du poste de travail utilisé.
- Paramétrer la PAT sur un routeur pour qu'une requête de l'extérieur du réseau local provoque la réponse d'un système communiquant (Bewator par exemple) ou d'un autre (EWTS, serveur web) en fonction du numéro de port spécifié.
- Paramétrer la PAT et/ou la NAT pour avoir accès au flux vidéo de la caméra IP de la maison domotique à travers un routeur.

- Utiliser la commande `ifconfig /all` pour retrouver l'adresse du serveur DNS à contacter lorsqu'on souhaite connaître l'adresse IP d'un serveur (173.94.78.94) à partir de son nom de domaine ([www.google.fr](http://www.google.fr))
- Utiliser la commande `nslookup` pour retrouver l'adresse IP d'un serveur en interrogeant le serveur DNS. Vérifier que le serveur contacté est bien celui spécifié dans la configuration réseau.
- Éventuellement, analyser à l'aide de Wireshark la communication avec le serveur DNS (une requête et une réponse)
- Paramétrer le serveur DHCP (plage d'adresse etc.) d'un routeur/passerelle.

#### **Ressources et supports possibles**

- Tout système basé sur une communication TCP/IP et hébergeant un service.
- Formation académique : V2 ETC07 - Réseaux

#### **Prolongements pour la SPE**

- Configuration du serveur DHCP du routeur