

Filière Technique des bâtiments - à temps partiel (soir) - Descriptif des Modules de Troisième Année

Les descriptions des modules établissent les paramètres fondamentaux pour l'organisation et la conduite des cours. Ces paramètres peuvent être révisés ou actualisés chaque année, mais restent constants tout au long de l'année académique en cours.

La note d'un module est calculée en faisant une moyenne pondérée des unités de cours, selon les pondérations définies dans le plan d'étude et la fiche module. La note est ensuite arrondie au demi-point le plus proche.

Pour chacun unité d'enseignement, la note minimale de 3 est requise afin qu'un module ne soit pas considéré en échec.

Les modules sont tous validés au semestre

Règles appliquées pour les Modules

Un Module est considéré comme acquis dans les cas suivants :

- Si la note d'un Module est supérieure ou égale à 4 et qu'il n'y a aucune unité de cours avec une note inférieure à 3
- Si une unité de cours est entre 2.5 et 3, et que la note du Module est supérieure ou égale à 4.5

Un Module est considéré en Remédiation :

- Si la note du Module est à 3.5 et qu'il n'y a aucune unité de cours avec une note inférieure à 3

Un Module est considéré en échec dans tous les autres cas

La participation aux cours est obligatoire, en cas d'absences injustifiées fréquentes, les sanctions seront appliquées selon le règlement.

IA : Sauf mention contraire explicite, toute évaluation est réalisée individuellement et sans aide extérieure de quelque nature que ce soit.

L'étudiant·e ayant à maîtriser seul·e les compétences attendues, le recours à toute forme d'intelligence artificielle (IA), ordinateur, téléphone, objet connecté, support d'information ou aide extérieure est proscrit, sauf indication explicite figurant dans la consigne de travail.

Lorsque l'utilisation à l'IA est autorisée, elle doit être signalée de manière explicite en lien avec la partie du travail qui en a bénéficié, et la nature de son usage précisé : traitement de données, génération de texte, résumé, synthèse documentaire, correction de tournures et syntaxe, génération ou adaptation d'image. Dans tous les cas, l'étudiant·e porte seul·e la responsabilité de tous les éléments produits.

Dans le cadre de rendus de travaux & rapports, il est impératif de respecter scrupuleusement l'intégrité académique en citant l'ensemble des sources utilisées. Toute utilisation de l'IA doit être clairement mentionnée par "contenu généré par l'IA". Les échanges avec une IA doivent être archivés et présentés à la demande de l'enseignant. De même, tout tableau, diagramme et visuel créé à l'aide de l'IA doit également comporter la mention "contenu généré par l'IA".

Descriptif de module : TBS_51 – Sciences de l'ingénierie 3

Filière : Technique des bâtiments

Module Non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_51 – Sciences de l'ingénierie 3 (3 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S5 | Responsable du module : M. Jérôme Extermann

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Connaître des méthodes mathématiques avancées et utilisées dans le cadre de la problématique utilisée dans les techniques des bâtiments
- Acquérir les connaissances en physique générale nécessaires aux applications de l'ingénieur

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Mathématiques 4 (MTH4) - TBS_511	Obligatoire	32p.*	
Physique 5 (PHY5) - TBS_512	Obligatoire	32p.*	

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 53%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 3 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « [Règlement d'études](#) ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

TBS_511 – MTH4 = 50%

TBS_512 – PHY5 = 50%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « [Règlement d'études](#) ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière [Technique des bâtiments](#).

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_511 – Mathématiques 4 (MTH4)**Objectifs d'apprentissage**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Démontrer la maîtrise d'outils mathématiques avancés, utiles dans le cadre de problématiques du bâtiment.
- Démontrer l'aptitude à appliquer un raisonnement mathématique pour la résolution de problèmes quantitatifs plus complexes.

Contenus

Mots clés : intégrale, équations différentielles.

- Calcul intégral: recherche de primitives, applications aux calcul d'aires et de volumes, ainsi qu'à des problèmes physiques
- Introduction aux équations différentielles : équations à variables séparables;

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Weltner K., Grosjean J., Weber W.-J. Schuster P., 2012, Mathématiques pour les physiciens et les ingénieurs, de Boeck
- Volumes suivants édités par la Commission Romande de Mathématiques CRM :
 - Analyse

Unité de cours : TBS_512 – Physique 5 (PHY5)**Objectifs d'apprentissage**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Acquérir les connaissances en physique générale nécessaires aux applications de l'ingénieur.
- Pratique des méthodes mathématiques de l'ingénieur.

Contenus

Mots clés : Thermodynamique

- Thermodynamique :
 - La théorie cinétique des gaz, les gaz parfaits et les gaz réels
 - Bilan d'énergie et premier principe de la thermodynamique, capacités thermiques des corps
 - Études énergétiques des gaz, compression isotherme, adiabatique, cycle de Carnot
 - Transferts thermiques, rayonnement du corps noir
 - Second principe de la thermodynamique, irréversibilité, entropie
 - Les machines thermiques.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- Hecht: Physique.
- Physique: Giancoli,

Descriptif de module : TBS_52 – Gestion des ressources et énergétique appliquée 1

Filière : Technique des bâtiments

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_52 – Gestion des ressources et énergétique appliquée 1 (7 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S5 | Responsable du module : M. José Boix

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre l'approche cycle de vie d'un produit et pouvoir analyser son impact sur l'environnement.
- Savoir calculer un écobilan et établir des indicateurs environnement pertinents en lien avec le domaine de la construction.
- Connaître les bases en matière d'études d'impacts sur l'environnement ;
- Valoriser un sol de façon durable, ses, ressources, géomatériaux, eau et énergie ;

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Introduction aux études d'impact (IEI) - TBS_521	Obligatoire	32p.*	
Calculs énergétiques appliqués 1 (CEA1) - TBS_522	Obligatoire	32p.*	
Ressources énergétiques 1 (REN1) - TBS_523	Obligatoire	48p.*	

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 40%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 7 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

TBS_521 – IEI	= 29%
TBS_522 – CEA1	= 29%
TBS_523 – REN1	= 42%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_521 – Introduction aux études d'impact (IEI)**Objectifs**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître le contexte légal, le rôle, et les objectifs d'une étude d'impact sur l'environnement ;
- Connaître la structure d'une étude d'impact ;
- Acquérir une compréhension générale des différents chapitres d'une étude d'impact (notamment sol, sous-sol, eau, bruit, chantier)

Contenus

Mots clés : Impact ; environnement ; sols ; air ; bruit

- Bases légales : OEIE (Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement) et manuel d'application
- Structure d'une étude d'impact, introduction des différents chapitres, étude de cas
- Prise en compte d'une étude d'impact dans un projet
- Évaluation des impacts liés à la qualité de l'air et liés au bruit
- Évaluation des impacts liés à l'utilisation de matériaux toxiques dans le bâtiment
- Évaluation des impacts sur l'environnement d'un chantier et processus de suivi environnemental
- Évaluation des impacts liés aux sols et sous-sols

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="38"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="62"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- À définir

Unité de cours : TBS_522 – Calculs énergétique appliquée 1 (CEA1)

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les méthodes de calcul et d'estimation de la consommation d'énergie dans le bâtiment, savoir utiliser les logiciels adaptés au cas considéré ;
- Connaître et savoir utiliser les différentes structures, matériaux, ponts thermiques et installations techniques et pour effectuer un bilan thermique complet respectant les normes en vigueur (neuf et rénovation) ;
- Maîtriser les différents logiciels et modules ; produire et les justificatifs thermiques nécessaires à une demande d'autorisation de construire et à différents labels (Minergie, DGNB,...). Savoir lire un rapport et trouver les erreurs. Exporter les résultats vers les sites web officiels comme le CECB, Minergie, etc.

Contenus

Mots clés : Lesosai, USai, flixino, Bilan thermique

- Descriptif global de logiciels existants dans ce domaine et de leurs spécificités;
- Approche du contexte d'utilisation du logiciel Lesosai, différente méthode d'introduction d'un bâtiment, connaissance du BIM (building information modelling) pour les besoins de simulation énergétique;
- Analyses et choix de matériaux, calcul du coefficient U statique et dynamique d'une paroi, évaluation des risques de condensation ;
- Intégration des éléments de l'enveloppe du bâtiment et de la structure pour réaliser un bilan thermique, calcul et intégration des ponts thermiques ;
- Justificatif thermique SIA 380/1, justification globale et ponctuelle ;
- Calcul de performance énergétique et consommation électrique selon les normes SIA 382/1 et SIA 380/4 ;
- Prise en main et utilisation complète du logiciel et de ses divers modules (Climatisation, confort thermique estival, éclairage.) ;
- Prise en compte de l'influence de l'environnement du bâtiment et des données météo ;
- Calculer le risque de surchauffe selon la SIA180
- Écobilan d'un bâtiment pour application dans les labels Minergie A, ECO et DGNB
- Dimensionnement chaudière et installation frigorifique

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	34	heures	
Total :	58	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- À définir

Unité de cours : TBS_523 – Ressources énergétiques 1 (REN1)

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les enjeux, les objectifs et les rôles des énergies renouvelables et non renouvelables utilisables dans l'environnement du bâtiment.
- Connaître les différents types de ressources énergétiques, notamment :
Énergies du bois et dérivés, pellets ; Énergies solaire ; Énergie géothermique ; Énergie liée à la biomasse ; Énergie éolienne ; Énergie hydraulique ; Énergie nucléaire ; Hydrocarbures, pétrole, charbon, gaz.
- Savoir analyser un bâtiment comme un système pour en déterminer les sources d'énergies renouvelables utilisables.
- Savoir mettre en relation les énergies avec l'environnement et l'urbanisme.
- Savoir traiter les déchets et rejets de ces systèmes, notion de valorisation des déchets, recyclage.
- Connaître le principe de la combustion, savoir calculer les émissions de CO₂ d'une solution énergétique donnée
- Bases des cycles thermodynamiques courants, turbines à gaz et cycle combiné, nucléaire et charbon, cogénération,
- Une visite dans le domaine lié aux énergies est prévue.

Contenus

Mots clés : Énergie, Solaire, thermique, géothermique, biomasse, bois, éolienne, gaz, nucléaire, fossile, thermique, combustion, CO₂,

- Définition : énergie, énergies renouvelables, catégories et qualité de l'énergie renouvelable, efficacité.
- Différents types d'énergie, disponibilité, usage, caractéristiques, ancrage local.
- Comptabilisation de l'énergie (ex. soc. à 2000 watts, Minergie), coefficients de pondération. Énergie primaire, secondaire, finale.
- Complémentarité des énergies et stratégie de diversification énergétique.
- Cas d'un bâtiment dans son environnement : identification des sources d'énergies et critères d'optimisation énergétique.
- Conversion et rendement (froid, chaud, électricité, etc.). Notions d'efficacité énergétique et de rendement exergétique.
- Concurrence efficacité énergétique/énergie renouvelable
- Rôle des nouvelles technologies

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	54	heures	
Total :	90	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Thermodynamique et Énergétique Vol. 1. (D. Favrat)

Descriptif de module : TBS_53 – Systèmes thermiques et régulation 2

Filière : **Technique des bâtiments**

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_53 – Systèmes thermiques et régulation 2 (7 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S5 | Responsable du module : M. Jean-Philippe Eretzian

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Savoir gérer les éléments de consommation énergétique d'une installation
- Évaluer la couverture de la charge thermique pour un bâtiment
- S'interroger sur la pertinence de choix techniques, déterminer les besoins et dimensionner un système
- Savoir analyser les performances
- Connaître les problématiques liées au domaine de la sécurité, les aspects légaux, les responsabilités.
- Savoir reconnaître les produits dangereux
- Connaître les risques biologique, chimique, radiologique, électrique et nucléaire
- Identifier les risques particuliers liés aux bruits et aux vibrations
- Connaître les principes de base de la régulation ;
- Savoir analyser la stabilité d'un système, choisir et dimensionner un régulateur
- Développer une approche pour les appareils sanitaires en mettant au premier plan la récupération d'énergie et les énergies renouvelables
- Dimensionner les différents éléments et calculer les divers débits et être capable de réaliser une critique des installations en y apportant les modifications nécessaires

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Chauffage 2 et avancé (CHFA) - TBS_531	Obligatoire	64p.*	
Sécurité (SRT) - TBS_532	Obligatoire	32p.*	
Bases de régulation et mesures (BRM) - TBS_553	Obligatoire	32p.*	

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 46%)
 Travail autonome : heures
 Total : heures équivalent à 7 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

TBS_531 - CHFA	= 50%
TBS_532 - SRT	= 25%
TBS_533 - BRM	= 25%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_531 – Chauffage 2 et avancé (CHFA)**Objectifs d'apprentissage**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Savoir mettre en relation les aspects liés à la thermique du bâtiment avec les différentes installations thermotechniques du bâtiment.
- Distinguer les équipements thermotechniques, comprendre leur fonction, connaître leur principe de fonctionnement et maîtriser leur mise en œuvre ou assainissement.
- Savoir effectuer les dimensionnements sommaires des principales techniques et prévoir les espaces nécessaires (locaux, cheminements)
- Savoir gérer les éléments de consommation énergétique d'une installation
- Évaluer la couverture de la charge thermique pour un bâtiment
- S'interroger sur la pertinence de choix techniques

Contenus

Mots clés : Thermique, installations, gestion, normes, planification, gestion, énergie, source

- Apprendre les aspects liés à la thermique du bâtiment avec les différentes installations thermotechniques qui s'y trouvent
- Caractéristique de fonctionnement et réseaux de distribution
- Mise en application des normes et contraintes
- Calcul de pertes thermiques de conduite
- Étude de la pertinence de choix techniques et gestion énergétique des installations
- Savoir évaluer les contraintes de planification d'une installation
- Gestion des éléments de consommation énergétique, sources d'énergie et de chaleur
- Éléments producteurs de chaleur, chaudière à gaz, pompe à chaleur et forage géothermique, systèmes de cogénération, réseaux de chaleur, solaire thermique, valorisation de rejets de chaleur.
- Évaluer la couverture de la charge thermique pour un bâtiment
- Éléments de régulation, choix techniques et pertinence
- Éléments de stockage et stockage saisonnier.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="48"/>	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="54"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="102"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- À définir

Unité de cours : TBS_532 – Sécurité (SRT)**Objectifs**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les problématiques liées au domaine de la sécurité, les aspects légaux, les responsabilités.
- Savoir reconnaître les produits dangereux
- Introduction aux paramètres physico-chimiques, Point d'auto-inflammation, point éclair, limite d'explosivité, etc.
- Connaître les risques biologique, chimique, radiologique, électrique et nucléaire
- Identifier les risques particuliers liés aux bruits et aux vibrations
- Savoir utiliser l'« Arbres des causes »
- Maîtriser la sécurité dans l'environnement d'une construction, chantier. Une visite de chantier est prévue.

Contenus

Mots clés : sécurité, produits dangereux, risques, responsabilités, chantier

- Introduction à la sécurité, qu'est-ce que cela représente concrètement. Aspects légaux et responsabilités
- Savoir reconnaître les produits dangereux
- Introduction aux paramètres physico-chimiques, Point d'auto-inflammation, point éclair, limite d'explosivité, etc.
- Connaître les risques biologique, chimique, radiologique, électrique et nucléaire
- Présentation de risque particulier lié aux bruits et aux vibrations
- Introduction à l'« Arbres des causes »
- Maîtriser la sécurité dans l'environnement d'une construction, chantier. Une visite de chantier est prévue.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	30	heures	
Total :	54	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- À définir

Unité de cours : TBS_533 – Bases de régulation et mesures (BRM)**Objectifs**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les principes de base de la régulation ;
- Savoir analyser la stabilité d'un système, et éviter de rendre un système instable ;
- Choisir un régulateur et le dimensionner pour garantir les performances requises pour le système réglé

Contenus

Mots clés : Mesures, régulation, synthèse, bilan

- Étude des principes de régulation et mesure dans l'environnement du bâtiment
- Étude de la stabilité d'un système réglé
- Choix de régulateur. Méthodes de dimensionnement.
- Systèmes **non linéaires et réglages robustes (présentation succincte)**

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="30"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="54"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- À définir

Descriptif de module : TBS_54 – Systèmes techniques et confort 3

Filière : **Technique des bâtiments**

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_54 – Systèmes techniques et confort 3 (5 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S5 | Responsable du module : M. Anthony Girardin

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Analyser et de mettre sur pied un projet complet en domotique appliquée
- Connaître les exigences réglementaires applicables aux nouvelles constructions (norme SIA 181, bruits aériens, transmission des bruits de choc, installations techniques).
- Savoir effectuer des opérations avec des valeurs en dB, notamment évaluer la propagation des bruits en champ libre, calculer un temps de réverbération pour un local simple, dimensionner un élément de construction "monocouche" et/ou "multicouche".
- Être capable de proposer des solutions constructives efficaces pour les détails d'une construction standard et mettre en pratique les connaissances en acoustique dans le cadre des projets
- Savoir analyser et critiquer de façon constructive un projet d'éclairage
- Savoir utiliser l'interaction de la lumière sur un environnement externe
- Maitriser l'élaboration un projet d'éclairage complet en interne comme en externe dans un environnement défini

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Acoustique 1 (ACS) - TBS_541	Obligatoire	48p.*	
Éclairagisme 3 (ECL3) -TBS_542	Obligatoire	32p.*	

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 40%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 5 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

TBS_541 – ACS1 = 60%

TBS_542 - ECL3 = 40%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_541 – Acoustique 1 (ACS)

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les exigences réglementaires applicables aux nouvelles constructions (norme SIA 181, bruits aériens, transmission des bruits de choc, installations techniques).
- Maîtriser un vocabulaire adapté
- Savoir effectuer des opérations avec des valeurs en dB, notamment évaluer la propagation des bruits en champ libre, calculer un temps de réverbération pour un local simple, dimensionner un élément de construction "monocouche" et/ou "multicouche".
- Être capable de proposer des solutions constructives efficaces pour les détails d'une construction standard et mettre en pratique les connaissances en acoustique dans le cadre des projets.

Contenus

Mots-clés : Puissance acoustique, propagation, sensibilité,

- *Bases – terminologie: son, physiologie, perception, niveaux sonores, puissance acoustique, sources, addition et multiplication des valeurs logarithmiques (dB), propagation (dispersion, diffraction, réflexion, absorption).*
- *Bruit de l'environnement: bases légales (O.P.B.); niveaux d'évaluation Lr; degrés de sensibilité DS; valeurs limites VLI - VP – VA; principes pour un aménagement du territoire prenant en compte les nuisances acoustiques, lutte contre le bruit "à la source"; urbanisme et bruit, typologie, ouvrages de protection (routes, CFF, industrie, aviation, tir); écrans acoustiques, calculs méthode de MEAKAWA + exercices.*
- *Acoustique architecturale: norme SIA18; terminologie, sensibilité au bruit (affectation des locaux), degrés de nuisances; détermination des exigences normatives (nuisances extérieures, isolation des bruits aériens, transmission des bruits de chocs, installations techniques).*
- *Bruits aériens: "monocouches", loi de masse, Dntw & R'w, calculs des indices d'affaiblissements (R'w selon tableau SIA181); "multicouches" théorie, caractéristiques, aspects constructifs.*
- *Bruits de chocs: théorie, Lntw & ΔLw, connaissance des détails constructifs adaptés, bruits solidiens types de structures différentes, chapes flottantes, connaissance des détails constructifs.*
- *Bruits des installations techniques: théorie, système masse-ressort; principes de dimensionnement des appuis élastiques, bruits des installations: chauffage, sanitaire, ventilation, ascenseur.*
- *Acoustique des lieux d'écoute, acoustique des salles, Forme-géométrie: échos, réflexions, diffusion, focalisation.*
- *Revêtements-matériaux: coefficients α, loi de Sabine, résonnance, Tr souhaitable*

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	45	heures	
Total :	81	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- Acoustique architecturale et bruits de l'environnement, polycopié de cours, Juguin Thomas.

Unité de cours : TBS_542 – Éclairagisme 3 (ECL3)

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Savoir analyser et critiquer de façon constructive un projet d'éclairage
- Savoir utiliser l'interaction de la lumière sur un environnement externe
- Maîtriser l'élaboration un projet d'éclairage complet en interne comme en externe dans un environnement défini

Contenus

Mots clés : Planification, éclairage, projet, analyse, exploitation"

- Utilisation approfondie de logiciel pour planification de projet d'éclairage
- Décryptage d'un projet pour analyses détaillées
- Dimensionnement de l'éclairage naturel (ouvertures en façade et toiture, protections solaires)
- Interaction lumière du jour / éclairage artificiel (autonomie en éclairage, commandes et automatismes)
- Interaction éclairage / aspects thermiques
- Mise en application d'un cas concret d'éclairage

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	45	heures	
Total :	69	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- "Éclairage d'intérieur et ambiances visuelles", Éditions Lavoisier, Col. Optique & Vision, 2010, ISBN : 978-2-7430-1208-3.
- "Soleil et architecture - Potentiel climatique" Techniques de l'Ingénieur, CC 3315, Fév. 2010
- "Éclairage naturel", Techniques de l'Ingénieur, CC 3315, Fév. 2008.
- "Dispositifs d'éclairage naturel" Techniques de l'Ingénieur, CC 3316, Fév. 2008.
- "Éléments d'éclairagisme" - RAVEL (1993 - réf.: 724.329.1f)
- "Le soleil - chaleur et lumière dans le bâtiment" (SIA - D 056)
- "The IESNA Lighting Handbook, reference and application", 2000, ISBN: 0-87995-150-8
- "Light revealing architecture", Marietta S. Millet, éditions Van Nostrand Reinhold, 1996, ISBN: 0-442-01887-8
- "Daylight performance of buildings", James & James, 1999, ISBN: 1-873936-87-7

Descriptif de module : TBS_55 – Intégration 3

Filière : **Technique des bâtiments**

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_55 – Intégration 3 (2 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S5 | Responsable du module : M. José Boix

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Concevoir et planifier un projet dans son ensemble
- Analyser et mettre en application les connaissances dans des projets transdisciplinaires

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Projet en Energétique du bâtiment 1 (PBT1) - TBS_551	Obligatoire	36p.*	

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 45%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 2 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

$$\text{TBS}_551 - \text{PBT1} = 100\%$$

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_551 – Projet en Énergétique du bâtiment 1 (PBT1)**Objectifs d'apprentissage**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Concevoir et planifier un projet lié à l'énergétique du bâtiment

Contenus

Mots clés : Réalisation, gestion, planification, énergétique, analyse

- Appliquer les connaissances acquises pour une réalisation d'un projet
- Analyser les performances obtenues liées à l'énergétique du bâtiment dans le cadre du projet
- Gérer et planifier le projet dans son ensemble

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="27"/>	heures	(36 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="33"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="60"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Descriptif de module : TBS_61 – Sciences de l'ingénierie 4

Filière : Technique des bâtiments

Module Non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_61 – Sciences de l'ingénierie 4 (5 ECTS)

- Type de formation : de Bachelor Master
- Type de module : Obligatoire À choix Additionnel
- Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S6 | Responsable du module : M. Jérôme Extermann

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Connaître des méthodes mathématiques avancées et utilisées dans le cadre de la problématique utilisée dans les techniques des bâtiments
- Acquérir les connaissances en physique générale nécessaires aux applications de l'ingénieur

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Mathématiques 5 (MTH5) - TBS_611	Obligatoire		32p.*
Physique 6 (PHY6) - TBS_612	Obligatoire		48p.*

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 40%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 5 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « [Règlement d'études](#) ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

$$\text{TBS_611 – MTH5} = 40\%$$

$$\text{TBS_612 – PHY6} = 60\%$$

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « [Règlement d'études](#) ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière [Technique des bâtiments](#).

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_611 – Mathématiques 5 (MTH5)**Objectifs d'apprentissage**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Démontrer la maîtrise d'outils mathématiques avancés, utiles dans le cadre de problématiques du bâtiment.
- Démontrer l'aptitude à appliquer un raisonnement mathématique pour la résolution de problèmes quantitatifs plus complexes.

Contenus

Mots clés : équations différentielles

- Équations différentielles linéaires d'ordre 1 et 2
- Applications à des problèmes physiques

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="48"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="72"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Weltner K., Grosjean J., Weber W.-J. Schuster P., 2012, Mathématiques pour les physiciens et les ingénieurs, de Boeck

Unité de cours : TBS_612 – Physique 6 pour bâtiments (PHY6)**Objectifs**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Acquérir les connaissances en physique générale nécessaires aux applications de l'ingénieur.
- Pratique des méthodes mathématiques de l'ingénieur.

Travaux en laboratoire:

Acquisition de la méthode de travail scientifique.

Vérification des lois fondamentales et méthodologie de la mesure.

Contenus

Mots clés : Oscillateurs et ondes

- Systèmes oscillants et ondes :
 - Oscillateurs libres et forcés
 - Équation de propagation d'ondes
 - Réflexions et ondes stationnaires
 - Ondes acoustiques et électromagnétiques
 - Physique moderne.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	12	heures	
Travail autonome :	42	heures	
Total :	78	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- Hecht: Physique.
- Physique: Giancoli,

Descriptif de module : TBS_62 – Gestion des ressources et énergétique appliquée 2

Filière : Technique des bâtiments

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_62 – Gestion des ressources et énergétique appliquée 1 (9 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S6 | Responsable du module : M. José Boix

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre l'approche cycle de vie d'un produit et pouvoir analyser son impact sur l'environnement.
- Savoir calculer un écobilan et établir des indicateurs environnements pertinents en lien avec le domaine de la construction.
- Connaître les bases en matière d'études d'impacts sur l'environnement ;
- Valoriser un sol de façon durable, ses, ressources, géomatériaux, eau et énergie ;

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Démarche environnementale des entreprises (DEE) - TBS_621	Obligatoire		40p.*
Ressources énergétiques électriques (REE) - TBS_622	Obligatoire		32p.*
Calculs énergétiques appliqué 2 (CEA2) - TBS_623	Obligatoire		32p.*
Introduction aux concepts énergétiques (ICE) - TBS_624	Obligatoire		32p.*
Ressources énergétiques 2 (REN2) - TBS_625	Obligatoire		32p.*

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 47%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 9 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

TBS_321 – DEE	= 24%
TBS_322 – REE	= 19%
TBS_325 – CEA2	= 19%
TBS_326 – ICE	= 19%
TBS_328 – REN2	= 19%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_621 – Démarche environnementale des entreprises (DEE)**Objectifs d'apprentissage**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les principaux enjeux environnementaux actuels, notamment celui du réchauffement climatique, et leurs liens avec le secteur du bâtiment
- Comprendre le contexte politique mondial de lutte contre le réchauffement climatique, et cerner spécifiquement le positionnement de la Suisse dans ce contexte
- Comprendre le rôle qu'à à jouer les entreprises vis-à-vis du réchauffement climatique
- Comprendre les étapes clés de la mise en place d'une démarche environnementale appliquée au sein d'une organisation (aspects techniques des bâtiments mais aussi impacts dus aux utilisateurs)
- Savoir identifier les impacts environnementaux significatifs d'une organisation et savoir suggérer des pistes cohérentes pour les minimiser
- Comprendre les principes et le cadre de l'approche cycle de vie d'un chantier, d'un bâtiment ou d'un système énergétique et pouvoir appréhender son impact sur l'environnement
- Connaître les principales normes, directives et règlements en matière de construction durable

Contenus

Mots clés : Enjeux environnementaux, responsabilité sociale des entreprises, bilan carbone, Analyse de cycle de vie, labels environnementaux

- Définitions et enjeux environnementaux
- Que font les États vis-à-vis du réchauffement climatique ? Historique des COP et quelle est la situation à ce jour.
- Définition des étapes clés d'une démarche environnementale d'entreprise au travers d'une étude de cas
- Méthodologie de l'ACV : définition et normes, limites du système, modélisation, unité fonctionnelle, interprétation et compréhension de l'impact environnemental Exemples et étude de cas
- Compréhension de l'usage des labels dans un projet de construction au travers d'une étude de cas

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="30"/>	heures	(40 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="32"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="62"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Stratégie environnementale des entreprises (Aurore Moroncini)
- CO2 : un mythe planétaire (Christian Gerondeau)
- Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan (Olivier Jolliet – Myriam Saadé – Pierre Crettaz – Shanna Shaked)

Unité de cours : TBS_622 – Ressources énergétique électrique (REE)

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Savoir dimensionner les besoins électriques pour un logement individuel, collectif, ou local professionnel
- Savoir calculer la répartition de ces besoins dans le temps (horaires, saison, etc.)
- Pouvoir estimer les priorités et déterminer les éléments délestables / non délestables
- Connaître les possibilités de connexions avec les réseaux énergétiques externes
- Être capable d'intégrer et choisir des installations de production d'énergie adaptées
- Connaître le potentiel et les conditions de stockage local d'énergie, savoir calculer les quantités d'énergie à stocker et la puissance à la charge et à l'utilisation.
- Savoir adapter le niveau et le type de tension, choisir et dimensionner un convertisseur.
- Prendre en compte le rendement des différents éléments, construction d'un arbre de puissance.

Contenus

Mots clés : besoins électriques, réseau, production, stockage, convertisseur, rendement

- Dimensionner les besoins électriques pour un logement individuel, collectif, ou local professionnel
- Calculer la répartition de ces besoins dans le temps (horaires, saison, etc.)
- Estimer les priorités et déterminer les éléments délestables / non délestables
- Évaluer les possibilités de connexions avec les réseaux énergétiques externes
- Intégration et choix d'installations de production d'énergie
- Potentiel et conditions de stockage local d'énergie, quantités d'énergie à stocker, puissance à la charge et à l'utilisation. Choix d'un stocker adapté.
- Adapter le niveau et le type de tension, choix du type adapté de convertisseur et dimensionnement.
- Prendre en compte le rendement des différents éléments, construction d'un arbre de puissance.
- Pour illustrer ce cours, un fil rouge a été retenu : un chalet du Valais qui fonctionnera en toute autonomie, puis sera relié au réseau sans renvoi d'énergie puis avec renvoi.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	28	heures	
Total :	52	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- À définir

Unité de cours : TBS_623 – Calculs énergétique appliquée 2 (CEA2)

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les méthodes de calcul et d'estimation de la consommation d'énergie dans le bâtiment, savoir utiliser les logiciels adaptés au cas considéré ;
- Connaître et savoir utiliser les différentes structures, matériaux, ponts thermiques et installations techniques et pour effectuer un bilan thermique complet respectant les normes en vigueur (neuf et rénovation) ;
- Maîtriser les différents logiciels et modules ; produire et les justificatifs thermiques nécessaires à une demande d'autorisation de construire et à différents labels (Minergie, DGNB,...). Savoir lire un rapport et trouver les erreurs. Exporter les résultats vers les sites web officiels comme le CECB, Minergie, etc.

Contenus

Mots clés : Lesosai, USai, flixino, Bilan thermique

- Descriptif global de logiciels existants dans ce domaine et de leurs spécificités;
- Approche du contexte d'utilisation du logiciel Lesosai, différente méthode d'introduction d'un bâtiment, connaissance du BIM (building information modelling) pour les besoins de simulation énergétique;
- Analyses et choix de matériaux, calcul du coefficient U statique et dynamique d'une paroi, évaluation des risques de condensation ;
- Intégration des éléments de l'enveloppe du bâtiment et de la structure pour réaliser un bilan thermique, calcul et intégration des ponts thermiques ;
- Justificatif thermique SIA 380/1, justification globale et ponctuelle ;
- Calcul de performance énergétique et consommation électrique selon les normes SIA 382/1 et SIA 380/4 ;
- Prise en main et utilisation complète du logiciel et de ses divers modules (Climatisation, confort thermique estival, éclairage.) ;
- Prise en compte de l'influence de l'environnement du bâtiment et des données météo ;
- Calculer le risque de surchauffe selon la SIA180
- Écobilan d'un bâtiment pour application dans les labels Minergie A, ECO et DGNB
- Dimensionnement chaudière et installation frigorifique

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	28	heures	
Total :	52	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- A définir

Unité de cours : TBS_624 – Introduction aux concepts énergétiques (ICE)

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les exigences relatives aux concepts énergétiques de bâtiments et concepts énergétiques territoriaux. Rôle du concept dans le processus de conception du projet et de la demande d'autorisation de construire.
- Savoir réaliser des concepts énergétiques de bâtiment (CEBat) et comprendre des concepts énergétiques territoriaux (CET).
- Savoir convaincre de la pertinence d'une solution énergétique. Critères énergétiques, environnementaux, et économiques.
- Comprendre le rôle des CET dans l'aménagement du territoire.

Contenus

Mots clés : Concept énergétique ; Loi sur l'énergie ; conception ; bâtiment ; énergie

- Bases légales fédérales et cantonales romandes
- Processus d'autorisation de construire, généralités et aspects énergétiques ;
- Les objets assujettis au concept énergétique ;
- Méthodologie générale Forme, contenu et modalités d'élaboration d'un concept énergétique de bâtiment
- Intégration territoriale et introduction au concept énergétique territorial ;
- Concept énergétique comme aide à la décision et à la cohérence du projet ;
- Études de cas et visite

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	28	heures	
Total :	52	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- Directive d'application de la loi et du règlement sur l'énergie (L 2 30.01)
- Directive relative au concept énergétique de bâtiment
- Directive relative au concept énergétique territorial
- Plan directeur cantonal de l'énergie

Unité de cours : TBS_625 – Ressources énergétiques 2 (REN2)

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les enjeux, les objectifs et les rôles des énergies renouvelables et non renouvelables utilisables dans l'environnement du bâtiment.
- Connaître les différents types de ressources énergétiques, notamment :
Énergies du bois et dérivés, pellets ; Énergies solaire ; Énergie géothermique ; Énergie liée à la biomasse ; Énergie éolienne ; Énergie hydraulique ; Énergie nucléaire ; Hydrocarbures, pétrole, charbon, gaz.
- Savoir analyser un bâtiment comme un système pour en déterminer les sources d'énergies renouvelables utilisables.
- Savoir mettre en relation les énergies avec l'environnement et l'urbanisme.
- Savoir traiter les déchets et rejets de ces systèmes, notion de valorisation des déchets, recyclage.
- Connaître le principe de la combustion, savoir calculer les émissions de CO₂ d'une solution énergétique donnée
- Bases des cycles thermodynamiques courants, turbines à gaz et cycle combinées, nucléaire et charbon, cogénération,
- Une visite dans le domaine lié aux énergies est prévue.

Contenus

Mots clés : Énergie, Solaire, thermique, géothermique, biomasse, bois, éolienne, gaz, nucléaire, fossile, thermique, combustion, CO₂,

- Définition : énergie, énergies renouvelables, catégories et qualité de l'énergie renouvelable, efficacité.
- Différents types d'énergie, disponibilité, usage, caractéristiques, ancrage local.
- Comptabilisation de l'énergie (ex. soc. à 2000 watts, Minergie), coefficients de pondération. Énergie primaire, secondaire, finale.
- Complémentarité des énergies et stratégie de diversification énergétique.
- Cas d'un bâtiment dans son environnement : identification des sources d'énergies et critères d'optimisation énergétique.
- Conversion et rendement (froid, chaud, électricité, etc.). Notions d'efficacité énergétique et de rendement exergétique.
- Concurrence efficacité énergétique/énergie renouvelable
- Rôle des nouvelles technologies

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	28	heures	
Total :	52	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Thermodynamique et Énergétique Vol. 1. (D. Favrat)

Descriptif de module : TBS_63 – Systèmes thermiques et régulation 3

Filière : **Technique des bâtiments**

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_63 – Systèmes thermiques et régulation 3 (4 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S6 | Responsable du module : M. Jean-Philippe Eretzian

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Savoir gérer les éléments de consommation énergétique d'une installation
- Évaluer la couverture de la charge thermique pour un bâtiment
- S'interroger sur la pertinence de choix techniques, déterminer les besoins et dimensionner un système
- Savoir analyser les performances
- Connaître les problématiques liées au domaine de la sécurité, les aspects légaux, les responsabilités.
- Savoir reconnaître les produits dangereux
- Connaître les risques biologique, chimique, radiologique, électrique et nucléaire
- Identifier les risques particuliers liés aux bruits et aux vibrations
- Connaître les principes de base de la régulation ;
- Savoir analyser la stabilité d'un système, choisir et dimensionner un régulateur
- Développer une approche pour les appareils sanitaires en mettant au premier plan la récupération d'énergie et les énergies renouvelables
- Dimensionner les différents éléments et calculer les divers débits et être capable de réaliser une critique des installations en y apportant les modifications nécessaires

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Techniques de ventilation (TVN) - TBS_631	Obligatoire		32p.*
Sanitaire (SAN) - TBS_632	Obligatoire		32p.*

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 40%)
 Travail autonome : heures
 Total : heures équivalent à 4 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

TBS_631 - TVN = 50%

TBS_632 - SAN = 50%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_631 – Techniques de ventilation (TVN)**Objectifs**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Savoir déterminer les besoins ;
- Savoir dimensionner un système ;
- Savoir analyser les performances.

Contenus

Mots clés : ventilation, conception, dimensionnement, énergie, confort, hygiène, efficacité

- Analyse des besoins
- Phénomènes acoustiques ;
- Composants (éléments de transport, réduction de bruit, ventilateurs, etc.) ;
- Dimensionnement ;
- Analyse énergétique ;
- Performances ;
- Études de cas.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	0	heures	
Travail autonome :	36	heures	
Total :	60	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- A définir

Unité de cours : TBS_632 – Sanitaire (SAN)**Objectifs**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Développer une approche pour les appareils sanitaires en mettant au premier plan la récupération d'énergie et les énergies renouvelables
- Dimensionner les différents éléments et calculer les divers débits nécessaires en fonction des besoins
- Être capable de réaliser une critique des installations et le cas échéant y apporter les modifications nécessaires
- Intégrer les exigences techniques et légales

Contenus

Mots clés : Appareils sanitaires, récupération d'énergie, installations, exigences techniques et légales

- Dimensionner la longueur d'un réseau, des conduites ainsi que la capacité du chauffe-eau, le nombre et l'emplacement des appareils
- Proposer un développement des appareils sanitaires en mettant au premier plan la récupération d'énergie
- Savoir prendre en compte les exigences techniques et légales dans ce milieu

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="0"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="36"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="60"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- À définir

Descriptif de module : TBS_64 – Systèmes techniques et confort 4

Filière : **Technique des bâtiments**

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_64 – Systèmes techniques et confort 4 (4 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S6 | Responsable du module : M. Anthony Girardin

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Analyser et de mettre sur pied un projet complet en domotique appliquée
- Connaître les exigences réglementaires applicables aux nouvelles constructions (norme SIA 181, bruits aériens, transmission des bruits de choc, installations techniques).
- Savoir effectuer des opérations avec des valeurs en dB, notamment évaluer la propagation des bruits en champ libre, calculer un temps de réverbération pour un local simple, dimensionner un élément de construction "monocouche" et/ou "multicouche".
- Être capable de proposer des solutions constructives efficaces pour les détails d'une construction standard et mettre en pratique les connaissances en acoustique dans le cadre des projets
- Savoir analyser et critiquer de façon constructive un projet d'éclairage
- Savoir utiliser l'interaction de la lumière sur un environnement externe
- Maîtriser l'élaboration un projet d'éclairage complet en interne comme en externe dans un environnement défini

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Domotique 2 (DOM2) - TBS_641	Obligatoire		48p.*
Acoustique 2 (ACS2) - TBS_642	Obligatoire		16p.*
Éclairagisme 4 (ECL4) -TBS_643	Obligatoire		16p.*

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 50%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 4 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

TBS_641- DOM2	=	46%
TBS_642 - ACS2	=	27%
TBS_643 - ECL4	=	27%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_641 – Domotique 2 (DOM2)**Objectifs d'apprentissage**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Analyse et mise sur pied d'un petit projet complet dans le domaine domotique dans un environnement bâtiment
- Réalisation du projet en tenant compte des différents points d'applications vues lors du module précédent
- Utilisation d'un logiciel domotique appliqué au projet et bilan énergétique associé

Contenus

Mots clés : domotique, conception, installation, maintenance

- Gestion de projet domotique
- Cahier des charges
- Conception et devis
- Réalisation et coordination
- Réception et documentation
- maintenance

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	12	heures	
Travail autonome :	44	heures	
Total :	80	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- cf. TBS_251 DOM1
- Catalogues fournisseurs

Unité de cours : TBS_642 – Acoustique 2 (ACS2)

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les exigences réglementaires applicables aux nouvelles constructions (norme SIA 181, bruits aériens, transmission des bruits de choc, installations techniques).
- Maîtriser un vocabulaire adapté
- Savoir effectuer des opérations avec des valeurs en dB, notamment évaluer la propagation des bruits en champ libre, calculer un temps de réverbération pour un local simple, dimensionner un élément de construction "monocouche" et/ou "multicouche".
- Être capable de proposer des solutions constructives efficaces pour les détails d'une construction standard et mettre en pratique les connaissances en acoustique dans le cadre des projets.

Contenus

Mots-clés : Puissance acoustique, propagation, sensibilité,

- *Bases – terminologie: son, physiologie, perception, niveaux sonores, puissance acoustique, sources, addition et multiplication des valeurs logarithmiques (dB), propagation (dispersion, diffraction, réflexion, absorption).*
- *Bruit de l'environnement: bases légales (O.P.B.); niveaux d'évaluation Lr; degrés de sensibilité DS; valeurs limites VLI - VP – VA; principes pour un aménagement du territoire prenant en compte les nuisances acoustiques, lutte contre le bruit "à la source"; urbanisme et bruit, typologie, ouvrages de protection (routes, CFF, industrie, aviation, tir); écrans acoustiques, calculs méthode de MEAKAWA + exercices.*
- *Acoustique architecturale: norme SIA18; terminologie, sensibilité au bruit (affectation des locaux), degrés de nuisances; détermination des exigences normatives (nuisances extérieures, isolation des bruits aériens, transmission des bruits de chocs, installations techniques).*
- *Bruits aériens: "monocouches", loi de masse, Dntw & R'w, calculs des indices d'affaiblissements (R'w selon tableau SIA181); "multicouches" théorie, caractéristiques, aspects constructifs.*
- *Bruits de chocs: théorie, Lntw & ΔLw, connaissance des détails constructifs adaptés, bruits solidiens types de structures différentes, chapes flottantes, connaissance des détails constructifs.*
- *Bruits des installations techniques: théorie, système masse-ressort; principes de dimensionnement des appuis élastiques, bruits des installations: chauffage, sanitaire, ventilation, ascenseur.*
- *Acoustique des lieux d'écoute, acoustique des salles, Forme-géométrie: échos, réflexions, diffusion, focalisation.*
- *Revêtements-matériaux: coefficients α, loi de Sabine, résonnance, Tr souhaitable*

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="0"/>	heures	(0 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	<input type="text" value="12"/>	heures	
Travail autonome :	<input type="text" value="8"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="20"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- Acoustique architecturale et bruits de l'environnement, polycopié de cours, Juguin Thomas.

Unité de cours : TBS_643 – Éclairagisme 4 (ECL4)

Objectifs

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Savoir analyser et critiquer de façon constructive un projet d'éclairage
- Savoir utiliser l'interaction de la lumière sur un environnement externe
- Maîtriser l'élaboration un projet d'éclairage complet en interne comme en externe dans un environnement défini

Contenus

Mots clés : Planification, éclairage, projet, analyse, exploitation

- Utilisation approfondie de logiciel pour planification de projet d'éclairage
- Décryptage d'un projet pour analyses détaillées
- Dimensionnement de l'éclairage naturel (ouvertures en façade et toiture, protections solaires)
- Interaction lumière du jour / éclairage artificiel (autonomie en éclairage, commandes et automatismes)
- Interaction éclairage / aspects thermiques
- Mise en application d'un cas concret d'éclairage

Répartition horaire

Enseignement :	0	heures	(0 périodes de 45 minutes)
Enseignement labo	12	heures	
Travail autonome :	8	heures	
Total :	20	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- "Éclairage d'intérieur et ambiances visuelles", Éditions Lavoisier, Col. Optique & Vision, 2010, ISBN : 978-2-7430-1208-3.
- "Soleil et architecture - Potentiel climatique" Techniques de l'Ingénieur, CC 3315, Fév. 2010
- "Éclairage naturel", Techniques de l'Ingénieur, CC 3315, Fév. 2008.
- "Dispositifs d'éclairage naturel" Techniques de l'Ingénieur, CC 3316, Fév. 2008.
- "Éléments d'éclairagisme" - RAVEL (1993 - réf.: 724.329.1f)
- "Le soleil - chaleur et lumière dans le bâtiment" (SIA - D 056)
- "The IESNA Lighting Handbook, reference and application", 2000, ISBN: 0-87995-150-8
- "Light revealing architecture", Marietta S. Millet, éditions Van Nostrand Reinhold, 1996, ISBN: 0-442-01887-8
- "Daylight performance of buildings", James & James, 1999, ISBN: 1-873936-87-7

Descriptif de module : TBS_65 – Intégration 4

Filière : **Technique des bâtiments**

Module non remédiable

La description de ce module définit les conditions-cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année, mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : TBS_65 – Intégration 4 (2 ECTS)

Type de formation : Bachelor Master

Type de module : Obligatoire À choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S6 | Responsable du module : M. José Boix

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Réaliser un projet interdisciplinaire en mettant en œuvre ses compétences en énergétique du bâtiment
- Identifier, analyser et présenter les enjeux énergétiques dans un projet

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Projet option énergétique du bâtiment 2 (PBT2) - TBS_651	Obligatoire		64p.*

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire : Enseignement : heures (taux d'encadrement de 45%)
Travail autonome : heures
Total : heures équivalent à 2 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

$$TBS_651 - PBT2 = 100\%$$

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules, voir le « Règlement d'études ».

Voir le tableau des « Dépendances intermodules », pour la filière Technique des bâtiments.

Détail des prérequis :

Unité de cours : TBS_651 – Projet option énergétique du bâtiment 2 (PBT2)**Objectifs**

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Réaliser un projet interdisciplinaire en mettant en œuvre ses compétences en énergétique du bâtiment
- Identifier, analyser et présenter les enjeux énergétiques dans un projet

Contenus

Mots clés : Interdisciplinarités, énergie, conception

- Appliquer les connaissances acquises pour une réalisation d'un projet
- Analyser les performances obtenues liées à l'énergétique du bâtiment dans le cadre du projet
- Gérer et planifier le projet dans son ensemble

Répartition horaire

Enseignement : heures (64 périodes de 45 minutes)

Enseignement labo heures

Travail autonome : heures

Total : heures de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- A définir