



France-Wallonie-Vlaanderen

ET'Air



LIÈGE université



UNIVERSITÉ D'ÉTÉ
ET'Air
VALENCIENNES
30/09 - 01/10/19

*Formations en lien avec la QAI dispensées à
l'Université de Liège*


Prof. A-C ROMAIN,
Responsable SAM

*Avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional et de :
Met de steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling en van :*









LIÈGE université

<p>PHILOSOPHIE ET LETTRES</p>	<p>DROIT, SCIENCE POLITIQUE ET CRIMINOLOGIE</p>	<p>SCIENCES</p>
<p>MÉDECINE</p>	<p>SCIENCES APPLIQUÉES</p>	<p>MÉDECINE VÉTÉRAIRE</p>
<p>PSYCHOLOGIE, LOGOPÉDIE ET SCIENCES DE L'ÉDUCATION</p>	<p>ÉCOLE DE GESTION</p>	<p>SCIENCES SOCIALES</p>
<p>GEMBLOUX AGRO-BIO TECH</p>	<p>ARCHITECTURE</p>	

- 207 masters, toutes finalités confondues
- 25 masters 60 crédits
- 78 masters 120 crédits (180 toutes finalités confondues)
- 2 masters 180 crédits

24.522
Étudiants et étudiantes

2017-2018

Sciences : 9 Départements

Département en Sciences et Gestion de l'Environnement

Campus d'Arlon

Données 2018-2019

ULiège-SAM-AC Romain

Bacs et Masters ULiège en relation avec la QAI

Public cible : étudiants non diplômés

Faculté des Sciences

Département en Sciences et Gestion de l'environnement

Master en Sciences et Gestion de l'environnement à finalité, M2 (15 étudiants)

Energie

- ✓ **Impact environnemental et sanitaire des bâtiments**, 3 ECTS **NEW**
- ✓ *Performance environnementale des bâtiments*, 4 ECTS
- ✓ *Projet en énergies renouvelables et bâtiments performants*, 2 ECTS

Environmental Monitoring

- ✓ *Environnement et Santé*

Qualité de l'air intérieur : 1,5 ECTS

Impact sur la santé humaine : 1 ECTS

Faculté d'architecture - Domaine Sciences et Techniques

1^{er} Bac (150 étudiants)

Séminaire de 03h!!!!!!

Techniques de construction 3B (8ECTS) : Construction-Structure-Confort (18h)



ULiège-SAM-AC Romain

Bacs et Masters ULiège en relation avec la QAI

Public cible : étudiants non diplômés

Faculté des Sciences appliquées

Ingénieur architecte

Techniques de construction durable des bâtiments IV : rénovation des bâtiments
(2 ECTS) Master

Ingénieur civil, architecte, des constructions, des mines et géologue

Matériaux de construction (5 ECTS) Bac et Master

Ingénieur en chimie et sciences des matériaux à finalité

Chimie et matériaux organiques et inorganiques (5 ECTS) Master + Bac Ingé. Civil

Master spécialisé ULiège ULB, UCL, UNamur, UMon, et la Haute Ecole Charlemagne:

Conservation-restauration du patrimoine culturel immobilier

Fonctionnement des structures et équipements techniques des bâtiments, confort thermique, PEB, isolation chauffage (6 ECTS)

Faculté de médecine

Master en Santé Publique ?



ULiège-SAM-AC Romain

Thèse (1) et Mémoire (2)

Certificats – Formation Continue ULiège en relation avec la QAI

Certificat Interuniversitaire

Public cible : Etudiants diplômés -
Professionnels

Performance Energétique et Environnementale des Constructions (CIPEEC)

Fac des Sciences ULiège-UMONS-Forem et Wallonie Bois

12 ECTS

2 types de construction : Traditionnelle et Bois

Module Performance Environnementale 4 ECTS

Eau, Bruit,et Air intérieur

Autres : séminaire; sensibilisation

- ✓ Nuit des chercheurs, Printemps des Sciences
- ✓ Séminaire : diagnostic de QAI (2011) en Belgique, Arlon
- ✓ Mardi du développement durable (ULiège-Province du Luxembourg)
- ✓ Sollicitation du service de la Protection du travail



Hors Université de Liège – Séminaire et Sensibilisation

- ✓ **OAI et Maison du savoir : ordre des architectes et ingénieurs du Luxembourg (grand duché)**

Au terme de la formation, le participant sera capable :

- de se rendre compte de l'importance de la qualité de l'air intérieur sur le confort et la santé des occupants
- d'apprécier à sa juste valeur la notion de bâtiment durable
- de comprendre les bases du langage chimique associé aux polluants intérieurs
- d'interpréter les critères d'émissions des matériaux de construction sur les fiches techniques de ceux-ci



- ✓ **SÉMINAIRE TRANSFRONTALIER (Ulg- Université de Lorraine-UniLu)**

Efficacité énergétique des bâtiments, 2013, Campus Kirchberg

- ✓ **Colloque Interrégional – Territoire et Santé 2015**



Le volet sanitaire de l'habitat et les performances énergétiques

- ✓ **Rapport sur la QAI (2017) : Conseil supérieur de la santé**

<https://www.cesi.be/fr/a-la-une/qualite-de-lair-interieur-en-belgique-avis-du-conseil-superieur-de-la-sante>



ULiège-SAM-AC Romain

Le syndrome des bâtiments malsains

Mythe ou réalité?

<ul style="list-style-type: none"> ➤ SBS <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Facteurs de risque • Identification? • Ex : Projet Hope ➤ Sources de contaminations <ul style="list-style-type: none"> • Les systèmes de ventilation • Confort thermique • Qualité d'air intérieur ➤ Air intérieur <ul style="list-style-type: none"> • Contexte • Les agents de pollution • Effets sur la santé 	<ul style="list-style-type: none"> • Sources <ul style="list-style-type: none"> ▪ Matériaux de construction ▪ L'occupant ▪ Les sources extérieures ➤ Réglementations ➤ Données du SAMILux ➤ Conclusions <p style="margin-top: 20px;">Solutions et actions préventives pour réduire le risque de SBS</p>
---	---

OAI-LIST- 22.01.2015- Luxembourg

7

Illustrations de Contenu de Cours

Master en Sciences et Gestion de l'environnement à finalité

Prerequis : base de chimie

Table des matières – Finalité Monitoring

- Contexte-Problématique
- Les agents de pollution
- Effets sur la santé et SBS
- Sources de contamination de l'air intérieur
 - Matériaux
 - L'occupant
 - Les sources extérieures
 - Ventilation
- Approches d'évaluation de la QAI
- Réglementation, Labels, Référentiels durables (HQE et FDES)
- Illustrations : chambre d'émission; calcul ventilation; samilux

Table des matières – Finalité Energie

- ☐ Introduction
- ☐ Les agents de pollution
- ☐ Effets sur la santé
- ☐ Sources de pollution de l'air intérieur
 - ☐ **Ventilation** (cours annexe)
- ☐ Approches d'évaluation de la QAI
- ☐ Réglementation, Labels, Référentiels durables / QAI

+ TP

1,5 à 2 ECTS
+/- 15 participants
Profils divers

La problématique de l'évaluation de qualité de l'air intérieur sera abordée par différents aspects :
- contexte sanitaire - sources de la pollution de l'air intérieur - impacts sur la santé - approches de mesure - réglementation - labels (matériaux) - HQE et FDES - illustrations

L'étudiant sera capable de comprendre l'essentiel d'un diagnostic de pollution d'air intérieur et d'en discuter de manière avisée avec un professionnel de la médecine.
Il sera particulièrement sensibilisé à interpréter des mesures en application de la réglementation environnementale,

VALENCIENNES
30/09 - 01/10/19

LIÈGE université Sciences

Performance énergétique des bâtiments et santé

PERFORMANCE ENERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS
(PEB, DIRECTIVE EUROPÉENNE 2002/91/CE)

Bâtiment certifié PEB

↓

Bâtiment durable ? **FAUX** **Maison passive, basse énergie = maison saine?**
Volet Santé??

Diminution de la consommation d'énergies fossiles dans les bâtiments

VRAI → effet bénéfique sur la **pollution de l'air** (outdoor air)
→ et sur l'air intérieur (indoor air)
→ **bénéfique pour la Santé**

10

Les agents de pollution

Composés organiques volatils (COV)

- solvants
- matériaux de construction
- revêtements de surface
- matériaux isolants
- fumées de cigarettes
- combustion
- désodorisants
- bugies, encens
- occupant....

Grande diversité
Toxicité élevée

Irritations de la peau, des muqueuses et du système pulmonaire, nausées, maux de tête,...

exemple: HAP
créosote (colles et biocides)
goudron d'houille (huiles extraites de goudrons de bois ou de charbon)
colorie, transport, barbecue, feu de forêt, fumée de cigarette, encens

→ cancérogène, mutagène et tératogène

18
SAM-Prof. AC Romain

Matériaux de construction

Matériaux issus de la chimie et pétrochimie

Exemples : Polymères composés à partir d'hydrocarbures (pétrole)

- Tapis (moquette) : styrène (neurotoxique), HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique)
- PVC (vinyles) : chlorure de vinyle (toxique -foie-), TXIB (2,2,4-triméthyl-1,3-pentanediol diisobutyrate) : plastifiant (aussi solvant dans peinture à l'eau)
esters de phtalates, aromatiques, éther, alcanes
- Caoutchouc synthétique : styrène

69
SAM-Prof. AC Romain

Les agents de pollution

Retardateurs de flamme bromés et phosphorés

- plastiques, diphényl éthers polybromés (PBDE) 3 Br la plus léger et le plus toxique, hexabromocyclo-octane (HBCD), bisphénols bromés (TBBP-A) et phosphorés
- mousses,
- résines,
- textiles
- appareils électriques et électroniques,
- véhicules,
- systèmes d'éclairage,
- tapis,
- tentes de douches,
- divans

dans l'air, les poussières, les aliments

troubles du développement du système nerveux (autisme, etc...)?
perturbation du système endocrinien?
réduction de la fertilité

20
SAM-Prof. AC Romain

Sources de contaminations de l'air intérieur

Matériaux de construction

Matériaux « naturels »

Bois : naturel?

Souvent collage de pièces de bois

Colles utilisées :

- Classe 1** (travaux d'intérieur, sauf charpente)
urée-formaldéhyde (UF)
- Classe 2** (salles de bain, cuisine)
mélanine-urée-formaldéhyde (MUF)
- Classe 3** (exposition aux intempéries)
résorcine (Benzène-1,3-diol)-formaldéhyde (RF)
phénol-résorcine-formaldéhyde (RPF)

77
SAM-Prof. AC Romain

Sources de contaminations de l'air intérieur

L'occupant

Ex étude danoise de 2006 : styrène
ordinateurs, écrans, TV, piles, encens, papier imprimé, colliers, jouets

« Produits »
journaux, appareils électroniques, désodorisants, produits de nettoyage →
cosmétiques
hygiènes
plantes
animaux

« Mortes de vie »
Aération
Matelas
Individu
Bricolage
Purificateur d'air???

94
SAM-Prof. AC Romain

Ventilation

"Aucun sens de mesurer la qualité d'air intérieur si les installations de ventilation des bâtiments ne sont pas correctement entretenues"
(Ref Observatoire de la qualité de l'air intérieur - France)

- Les « règles » de ventilation non adaptées à la qualité d'air intérieur (débits de ventilation trop faibles)
- Augmenter la ventilation = Diminuer la performance énergétique
Augmenter le coût du bâtiment
- Quid de la maintenance?

101
SAM-Prof. AC Romain

Sources de contaminations de l'air intérieur

Les sources « extérieures »

Pollution de l'air (ventilation)

Directive 2008/50/CE "CAFE"
Attention : PM et ultrafine; O₃

Le radon

Conditions de pollution par le radon due au sous-sol :

- soils « primaires », riches en uranium
- sol perméable (fractures)
- sous-sol de l'habitation peu étanche (absence de cave ou de vide ventilé, dalle présentant des fissures, ...)
- isolation thermique trop poussée, pas de ventilation

Gypoc et plâtres à base de phosphogypse

ex: thermogips - polystyrène extrudé encollé sur la plaque de Gypoc

95

Taux de ventilation?

"Reference Minimum Ventilation Rate":
4 L/s per person
= 15m³/h.pers cad 0.6 h⁻¹
suffisant si on ne considère que le CO₂ (valeur guide : 1000 ppmv)

4 L/S PER PERSON X COEFFICIENT FONCTION DE L'IAQ

Source: Healthvent final presentation
<http://www.healthvent.eu/gdpr/PUBLICATIONS/Conference-Papers/>

110
SAM-Prof. AC Romain

Taux de ventilation et réglementation

Autre méthode proposée dans EN 15251 : combinaison personne et bâtiment

$$Q_{tot} = n \cdot Q_p + A \cdot Q_a$$

Q_{tot} : taux de ventilation total dans la pièce (l/s)

n : nombre de personnes
 Q_p : taux de ventilation par personne l/s.pers (cfr 13779)
 A : surface au sol de la pièce (m²)
 Q_a : débit en relation avec les émissions du bâtiment
 - + catégorie 1 à 3- (l/s m³)


122
SAM-Prof. AC Romain

Méthodes d'évaluation des matériaux de construction


Objectif
 « certifier » le produit → réduire les sources d'émission
 et/ou identification de la source (relation polluant air intérieur et matériau)

En laboratoire : **chambres d'émission**


1 m²



50 m²



p-chamber



FLEC

NB : Comportement des matériaux en chambre d'émission pas forcément similaire en milieu intérieur réel

SAM-Prof. AC Romain

Réglementation

Deux approches :

Réduction des sources (approche en amont; préventive)

- matériaux; produits peu émissifs

Stratégie européenne - label CE (en cours)

- Ventilation adaptée ???

Contrôle de la pollution intérieure (approche en aval; « end of pipe »)

Atteinte au droit privé (ok pour bâtiments non-résidentiels)

dans l'habitation :

SAMI - Service d'Analyse des Milieux Intérieurs.

dans les bâtiments (de la conception à l'utilisation) : guide français
 Alliance HQE - GBC : guide pratique de mesure de la qualité de l'air intérieur (avril 2017)

SAM-Prof. AC Romain

Cadres de référence : Démarche HQE

HQE : organismes publics (dont l'ADEME) et collectifs représentant les acteurs du bâtiment;

Certification sur base volontaire <http://assobqe.org/hqe/>

14 cibles

Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur

Eco-construction

- 1 - Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement
- 2 - Choix intégré des procédés et produits de construction
- 3 - Chantier à faibles nuisances

Eco-gestion

- 4 - Gestion de l'énergie
- 5 - Gestion de l'eau
- 6 - Gestion des déchets d'activité
- 7 - Gestion de l'entretien et de la maintenance

Créer un environnement intérieur satisfaisant

Confort

- 8 - Confort hygrothermique
- 9 - Confort acoustique
- 10 - Confort visuel
- 11 - Confort olfactif

Santé

- 12 - Qualité sanitaire des espaces
- 13 - Qualité sanitaire de l'air
- 14 - Qualité sanitaire de l'eau

131
SAM-Prof. AC Romain

CIPEEC Certificat interuniversitaire Perf. Energie. Et Environ des Constructions

Prérequis : bases en PEB

Objectif

acquérir les connaissances et développer les compétences pour identifier et mettre en œuvre les techniques et procédés scientifiquement validés assurant au bâtiment les performances énergétiques et environnementales optimales

- Depuis 2012
- 12 ECTS
- +/- 15 participants
- Profils divers : architecte, master, ingénieurs, entrepreneurs, responsables de chantier administration, auditeur/certificateur PEB indépendant

Trois thématiques de 32 heures

1. Performance environnementale
2. Performance de l'enveloppe
3. Systèmes de chauffage et de ventilation

Trois étapes d'apprentissage

- I. Observation et évaluation de cas
- II. Retour d'analyse, Intégration des concepts
- III. Mise en perspective des solutions et conditions d'application

Période : 4 mois chaque vendredi (4 jours de 08h par thématique)

Evaluation : Mémoire **intégrant** toutes les notions

1400 euros ou cheque formation
 400 euros / module
 Repas compris
 Pris en charge pour les demandeurs d'emploi

CIPEEC Certificat interuniversitaire Perf. Energie. Et Environ des Constructions

Performance environnementale

Etape 1

- Diagnostic in situ : observations, prélèvements, mesure de **formaldéhyde, T, Hr, COV, moisissures**
- Ecobilan des cas diagnostiqués sur base des **référentiels** belges et étrangers
- Visite de chantier : impact environnemental

Etape 2

- Problématique de la pollution « **indoor** » de **type chimique, biologique, physique + Acoustique**
- Emissions des **matériaux de construction** : méthodes de mesure, normes et labels, résultats
- Optimisation de **l'éclairage naturel**
- Récupération et **épuration des eaux** dans la maison individuelle

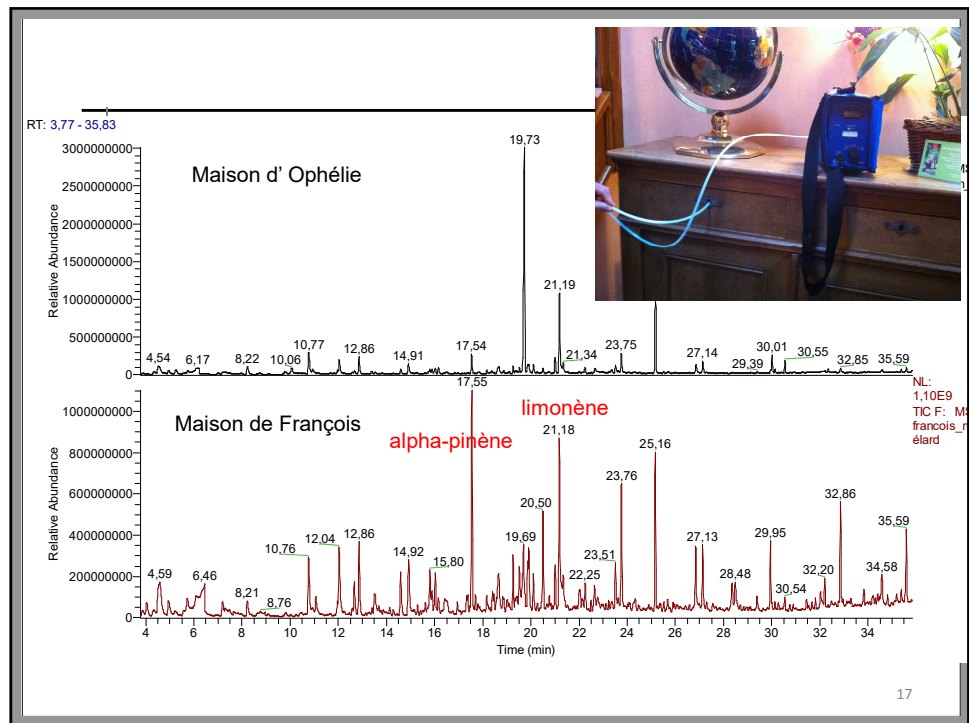
Etape 3

- Recherche et application de solutions (par étude de cas) relatives à l'humidité ascensionnelle, au traitement fongique, aux taux élevé de **radon** et de COV



ULiège-SAM-AC Romain

<p>Université de Liège  Arion campus environnement</p> <p>Pollution intérieure Matériaux : normes et mesures</p> <p>Romain, AC</p> <p>Equipe Surveillance de l'environnement Département en Sciences et Gestion de l'environnement Faculté des Sciences, ULg</p> <p>CEB, Juin 2012, Module 3, PEB</p>	<p>Université de Liège  Arion campus environnement</p> <p>Différentes approches d'évaluation de la QAI Législation et normes</p> <p>Romain Anne-Claude, Dr</p> <p>Equipe Surveillance de l'environnement Atmosphères Polluées Département en Sciences et Gestion de l'environnement Faculté des Sciences, ULg</p> <p>CEB, Mai 2013, Module 3, PEB6</p>
<p>Université de Liège  Arion campus environnement</p> <p>Introduction Réglementation Air ambiant Emissions de matériaux (COV) Approches de mesure Exemples : Résultats et matériaux</p>	<p>Université de Liège  Arion campus environnement</p> <p>Index</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Introduction ➤ Sources de pollution de l'air intérieur ➤ Impacts sur la santé ➤ Approches de mesure ➤ Réglementation ➤ Labels ➤ HQE et FDES ➤ Illustration : Etude belge d'harmonisation ➤ A savoir <p>CEB, Mai 2013, Module 3, PEB6</p>



Bac Faculté d'architecture...séminaire de 03h.....



L'architecte doit-il se préoccuper de l'impact sanitaire de son projet?



Prof. Anne-Claude Romain

Chargée de cours

SAM (Sensing of Atmospheres and Monitoring)

Dpt des Sciences et Gestion de l'environnement

Aidon Campus Environnement

Faculté des Sciences, ULiège

ULiège, 15/05/2019



Take-home message

✓ Construction durable = Construction saine?????

Les bâtiments à basse consommation d'énergie ne sont pas forcément sains et confortables.

✓ Prévention

Réduire la présence des sources de contaminations

- Choix de matériaux peu émissifs
- Prévoir maintenance des HVAC
- Adapter la construction / Renovation



Matériaux de construction

Critères de choix du matériau

1- Techniques

conductibilité thermique; émissivité thermique, capacité de déphasage, stabilité, comportement à l'humidité, stabilité, comportement au feu, facilité de mise en œuvre

2- Esthétiques-Mode

3- Économiques

4- Environnementaux (éventuellement):

Analyse de cycle de vie - Ecobilan

Eco-matériaux

5- Sanitaires????



Take-home message

✓ Bonne aération des locaux

Ventilation pas toujours suffisante et pas toujours contrôlée
Adapter la ventilation et le traitement d'air à l'IAQ

Ouvrir les fenêtres !!!



✓ Solutions de remédiations

Identifier l'origine des substances (armoire en contreplaqué et formaldéhyde)

- Enquêtes auprès des occupants
- Appel aux experts...

**L'architecte doit-il se préoccuper
de l'impact sanitaire de son projet?**

✓ **Sensibilisation – Information**
PARLEZ-EN!!

19

Prof. Anne-Claude Romain
Laboratoire « Sensing of Atmospheres and Monitoring
Arlon Campus Environnement
acromain@uliege.be
063 23 08 59

20