




ET'Air

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 :*




PHILOSOPHIE ET LETTRES	DROIT, SCIENCE POLITIQUE ET CRIMINOLOGIE	SCIENCES
MÉDECINE	SCIENCES APPLIQUÉES	MÉDECINE VÉTÉRIINAIRE
PSYCHOLOGIE, LOGOPÉDIE ET SCIENCES DE L'ÉDUCATION	ÉCOLE DE GESTION	SCIENCES SOCIALES
GEMBLoux AGRO-BIO TECH	ARCHITECTURE	

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

24.522
Etudiants et étudiantes

2017-2018

Sciences : 9 Départements

Département en Sciences et Gestion de l'Environnement

Campus d'Arlon

ULiège-SAM-AC Romain

Données 2018-2019

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?

- SBS
 - Définition
 - Facteurs de risque
 - Identification?
 - Ex : Projet Hope
- Sources de contaminations
 - Les systèmes de ventilation
 - Confort thermique
 - Qualité d'air intérieur
- Air intérieur
 - Contexte
 - Les agents de pollution
 - Effets sur la santé

- Sources
 - Matériaux de construction
 - L'occupant
 - Les sources extérieures
- Réglementations
- Données du SAMILux
- Conclusions

Solutions et actions préventives
pour réduire le risque de SBS

OAI-LIST- 22.01.2015- Luxembourg

7

Illustrations de Contenu de Cours

Master en Sciences et Gestion de l'environnement à finalité

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

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

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



Performance énergétique des bâtiments et santé

PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

(PEB, DIRECTIVE EUROPÉENNE 2002/91/CE)

Bâtiment certifié PEB

Bâtiment durable ?

FAUX

Volet Santé??

Maison passive, basse énergie = maison saine?

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
- buggies, encens
- occupant...

Grande diversité
Toxicité élevée

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

exemple: HAP
cresote (colles et biocides)
goudron d'houille (huiles extraites de goudrons de bois ou de charbon)
colores, 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 : styrene

69
SAM-Prof. AC Romain

Les agents de pollution

Retardateurs de flamme bromés et phosphorés

- plastiques, mousses, résines, textiles
- appareils électriques et électroniques, véhicules, systèmes d'éclairage, tapis, tentures de couches, divans

dans l'air, les poussières, les aliments

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

Formules chimiques de bromés et phosphorés retardateurs de flamme.

19
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) : mélamine-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

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

« Maïte de vie » : Aération, Matelas, Individu, Bricolage, Purificateur d'air???

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

Formaldéhyde, dichlorométhane, dichlorobenzène, chlorophénil, isopropanol, styrène, imoprène
Monteur Progre - 1500 µg/m³ de COV 30 min après usage (dont aromatiques, effets de glycol (ref. Que choisir?)
valeur de référence de l'ordre de 1000

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 xide ventilé, dalle présentant des fissures, ...)
- isolation thermique trop poussée, pas de ventilation

Gyproc et plâtres à base de phosphogypse

95
SAM-Prof. AC Romain

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.org/edu/EN/PUBLICATIONS/Conference-Papers/>

110
SAM-Prof. AC Romain

<p>Taux de ventilation et réglementation</p> <p>Autre méthode proposée dans EN 15251 : combinaison personne et bâtiment</p> $Q_{tot} = n \cdot Q_p + A \cdot Q_b$ <p>Q_{tot} : taux de ventilation total dans la pièce (l/s)</p> <p>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_b : débit en relation avec les émissions du bâtiment - + catégorie 1 à 3. (l/s.m³)</p> <p style="text-align: right;">122 SAM-Prof. AC Romain</p>	<p>Méthodes d'évaluation des matériaux de construction</p> <p>Objectif « certifier » le produit → réduire les sources d'émission et/ou identification de la source (relation polluant air intérieur et matériau)</p> <p>En laboratoire : chambres d'émission</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>1 m³</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>50 m³</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>p-chamber</p>  </div> </div> <p style="text-align: right;">FLEC </p> <p>NB : Comportement des matériaux en chambre d'émission pas forcément similaire en milieu intérieur réel</p> <p style="text-align: right;">SAM-Prof. AC Romain</p>																																																			
<p>Réglementation</p> <p>Deux approches :</p> <p>Réduction des sources (approche en amont; préventive)</p> <ul style="list-style-type: none"> matériaux; produits peu émissifs <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;"> <p>Stratégie européenne - label CE (en cours)</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> Ventilation adaptée ??? <p>Contrôle de la pollution intérieure (approche en aval; « end of pipe »)</p> <p>Atteinte au droit privé (ok pour bâtiments non-résidentiels) dans l'habitation :</p> <p>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)</p> <p style="text-align: right;">SAM-Prof. AC Romain</p>	<p>Cadres de référence : Démarche HQE</p> <p>HQE : organismes publics (dont l'ADEME) et collectifs représentant les acteurs du bâtiment;</p> <p>Certification sur base volontaire http://assohqe.org/hqe/</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #FFD700;">14 cibles</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur</p> <table border="0" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr> <td style="width: 33%;">Eco-construction</td> <td style="width: 33%;">1 - Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 - Choix intégré des procédés et produits de construction</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3 - Chantier à faibles nuisances</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eco-gestion</td> <td>4 - Gestion de l'énergie</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>5 - Gestion de l'eau</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>6 - Gestion des déchets d'activité</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>7 - Gestion de l'entretien et de la maintenance</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Créer un environnement intérieur satisfaisant</td> </tr> <tr> <td>Confort</td> <td>8 - Confort hygrothermique</td> <td rowspan="4" style="background-color: #90EE90; font-weight: bold;">Cible 13 : qualité sanitaire de l'air</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9 - Confort acoustique</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10 - Confort visuel</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11 - Confort olfactif</td> </tr> <tr> <td>Santé</td> <td>12 - Qualité sanitaire des espaces</td> <td>Gestion des risques de pollution par les produits de construction</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13 - Qualité sanitaire de l'air</td> <td>Gestion des risques de pollution par les équipements</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14 - Qualité sanitaire de l'eau</td> <td>Gestion des risques de pollution par l'entretien ou l'amélioration</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Gestion des risques de pollution par le radon</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Gestion des risques d'air neuf pollué</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Ventilation pour la qualité de l'air</td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: right;">SAM-Prof. AC Romain</p>	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	Cible 13 : qualité sanitaire de l'air		9 - Confort acoustique		10 - Confort visuel		11 - Confort olfactif	Santé	12 - Qualité sanitaire des espaces	Gestion des risques de pollution par les produits de construction		13 - Qualité sanitaire de l'air	Gestion des risques de pollution par les équipements		14 - Qualité sanitaire de l'eau	Gestion des risques de pollution par l'entretien ou l'amélioration			Gestion des risques de pollution par le radon			Gestion des risques d'air neuf pollué			Ventilation pour la qualité de l'air
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	Cible 13 : qualité sanitaire de l'air																																																		
	9 - Confort acoustique																																																			
	10 - Confort visuel																																																			
	11 - Confort olfactif																																																			
Santé	12 - Qualité sanitaire des espaces	Gestion des risques de pollution par les produits de construction																																																		
	13 - Qualité sanitaire de l'air	Gestion des risques de pollution par les équipements																																																		
	14 - Qualité sanitaire de l'eau	Gestion des risques de pollution par l'entretien ou l'amélioration																																																		
		Gestion des risques de pollution par le radon																																																		
		Gestion des risques d'air neuf pollué																																																		
		Ventilation pour la qualité de l'air																																																		

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

Trois thématiques de 32 heures

- Performance environnementale
- Performance de l'enveloppe
- Systèmes de chauffage et de ventilation

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

Evaluation : Mémoire **intégrant** toutes les notions

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

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

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



ULiège-SAM-AC Romain

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 diagnostiquées 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

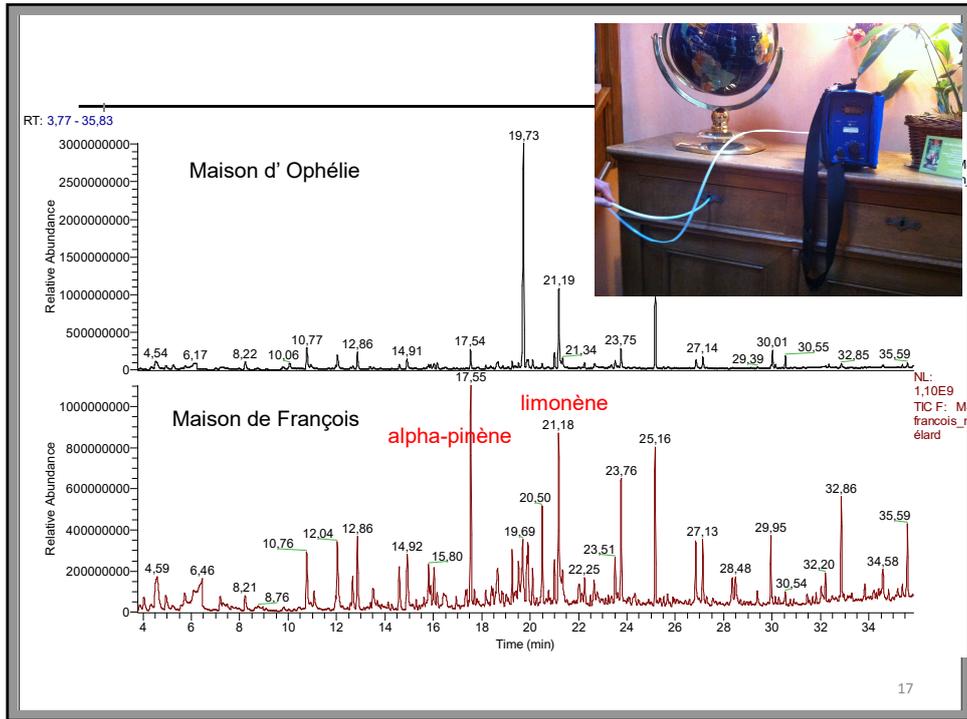
Etape 3

- 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  </p> <p style="text-align: center;">Pollution intérieure Matériaux : normes et mesures</p> <p>Romain AC</p> <p><i>Equipe Surveillance de l'environnement Département en Sciences et Gestion de l'environnement Faculté des Sciences, Ulg</i></p> <p style="text-align: right;"><small>CEB, Juin 2012, Module 3, PEB</small></p>	<p>Université de Liège  </p> <p style="text-align: center;">Différentes approches d'évaluation de la QAI Législation et normes</p> <p>Romain Anne-Claude, Dr</p> <p><i>Equipe Surveillance de l'environnement Atmosphères Polluées Département en Sciences et Gestion de l'environnement Faculté des Sciences, Ulg</i></p>  <p style="text-align: right;"><small>CEB, Mar 2013, Module 3, PEB</small></p>
<p>Université de Liège  </p> <p>Introduction</p> <p>Réglementation</p> <p>Air ambiant</p> <p>Emissions de matériaux (COV)</p> <p>Approches de mesure</p> <p>Exemples : Résultats et matériaux</p> <p style="text-align: right;"><small>CEB, Mar 2013, Module 3, PEB</small></p>	<p>Université de Liège  </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 style="text-align: right;"><small>CEB, Mar 2013, Module 3, PEB</small></p>



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

LIÈGE université Sciences

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
Adjoint Campus Environnement
Faculté des Sciences, ULiège

ULiège, 15/09/2019

LIÈGE université Sciences 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

LIÈGE université Sciences Matériaux de construction

Critères de choix du matériau

1- Techniques
conductivité thermique; émissivité thermique, capacité de déphasage, stabilité, comportement à l'humidité, stabilité, comportement au feu, facilité de mise en oeuvre

2- Esthétiques-Mode

3- Économiques

4- Environnementaux (éventuellement):
Analyse de cycle de vie - Ecobilan
Eco-matériaux

5- Sanitaires????

LIÈGE université Sciences 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!!

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