

Research Fund
for Coal & Steel



Valorisation de la durabilité des structures en acier

Guide de conception



Juin 2014



Introduction

- Ce guide de conception décrit les différentes étapes nécessaires à l'évaluation environnementale des bâtiments en acier et composites à l'aide du logiciel AMECO 3.
- Les différents aspects traités sont:
 - Les méthodes de calcul
 - Un guide d'utilisation du logiciel AMECO 3
 - L'étude de cas pratiques à l'aide du logiciel AMECO 3



Introduction

- Le guide de conception comprend 8 chapitres:
 - Chapitre 1 – Introduction et objectifs
 - Chapitre 2 – Code et environnement informatique
 - Chapitre 3 – Caractéristiques principales du programme AMECO 3
 - Chapitre 4 – Description technique d'AMECO 3
 - Chapitre 5 – Résultats fournis par le logiciel
 - Chapitre 6 – Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3
 - Chapitre 7 – Étude de cas
 - Chapitre 8 – Références



Introduction

- Le guide de conception comprend 8 chapitres:
 - Chapitre 1 – Introduction et objectifs
 - Chapitre 2 – Code et environnement informatique
 - **Chapitre 3 – Caractéristiques générales du programme AMECO 3**
 - Chapitre 4 – Description technique d'AMECO 3
 - Chapitre 5 – Résultats fournis par le logiciel
 - Chapitre 6 – Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3
 - Chapitre 7 – Étude de cas
 - Chapitre 8 – Références



Caractéristiques générales d'AMECO 3

- **AMECO 3** gère des bâtiments ou des ponts en acier et en béton
- Le logiciel tient compte de 24 indicateurs d'impact environnemental regroupés selon les groupes suivants:
 - Quantités évaluant les impacts environnementaux
 - Quantités évaluant l'exploitation des ressources, de matériaux secondaires, de carburant et d'eau
 - Autres informations environnementales évaluant les catégories de déchets
 - Autres informations environnementales évaluant les émissions



Caractéristiques générales d'AMECO 3

- De plus, chaque indicateur est inclus dans l'un des **4 modules** suivants:
 - Module A: Étape de production et construction
 - Module B: Vie de l'ouvrage
 - Module C: Fin de vie de l'ouvrage
 - Module D: Bénéfices et pertes dépassant les limites du système



Valorisation de la durabilité des structures en acier



Module A

Module B

Module C

Module D

PRODUCTION

CONSTRUCTION

VIE DE L'OUVRAGE

FIN DE VIE

Bénéfices et pertes
au-delà des limites
du système

A1 A2 A3

A4 A5

B1 B2 B3 B4 B5

C1 C2 C3 C4

D

Apports en matières
premières

Transport

Mise en oeuvre

Transport

Construction –
installation

Utilisation

Maintenance

Réparation

Remplacement

Rénovation

B6

Consommation d'énergie
de fonctionnement

B7

Consommation d'eau de
fonctionnement

Deconstruction
démolition

Transport

Traitement des
déchets

Traitement de la
structure

Potentiel de
réutilisation,
récupération et
recyclage

Obligatoire

EPD du berceau à la porte de l'usine (cradle-to-gate)

Obligatoire

Optionnel

EPD du berceau à la porte de l'usine avec options

Obligatoire

Optionnel

EPD du berceau à la tombe (cradle-to-grave)

Caractéristiques générales d'AMECO 3

- Indicateurs d'impact considérés

Environmental impacts				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
1	Yes	GWP	Global Warming Potential	tCO ₂ eq
2	Yes	ODP	Ozone Depletion Potential	tCFCeq
3	Yes	AP	Acidification Potential	tSO ₂ eq
4	Yes	EP	Eutrophication Potential	tPO ₄ eq
5	Yes	POCP	Photochemical Ozone Creation Potential	tEtheneeq
6	Yes	ADP-e	Abiotic Depletion Potential – elements	tSbeq
7	Yes	ADP-ff	Abiotic Depletion Potential – fossil fuels	GJ NCV



Caractéristiques générales d'AMECO 3

- Indicateurs d'impact considérés

Resource use, secondary material and fuels				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
8	No	RPE	Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials	GJ NCV
9	No	RER	Use of renewable energy resources used as raw materials	GJ NCV
10	Yes	RPE-total	Total use of renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	GJ NCV
11	No	Non-RPE	Use of non renewable primary energy excluding non renewable primary energy resources used as raw materials	GJ NCV
12	No	Non-RER	Use of non renewable energy resources used as raw materials	GJ NCV
13	Yes	Non-RPE-total	Total use of non renewable primary energy (primary energy and primary energy resources used as raw materials)	GJ NCV
14	No	SM	Use of secondary material	t
15	No	RSF	Use of renewable secondary fuels	GJ NCV
16	No	Non-RSF	Use of non renewable secondary fuels	GJ NCV
17	Yes	NFW	Use of net fresh water	10 ³ m ³

Caractéristiques générales d'AMECO 3

- Indicateurs d'impact considérés

Other environmental information describing waste categories				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
18	Yes	HWD	Hazardous waste disposed	t
19	Yes	Non-HWD	Non hazardous waste disposed	t
20	Yes	RWD	Radioactive waste disposed	t

Other environmental information describing output flows				
Index	Data available	Abbreviation	Designation	Unit
21	No	CR	Components for reuse	t
22	No	MR	Materials for recycling	t
23	No	MER	Materials for energy recovery	t
24	No	EE	Exported energy	t



Caractéristiques générales d'AMECO 3

- La principale nouvelle caractéristique d'AMECO 3 par rapport à la version précédente est l'introduction de **phases d'utilisation** dans le calcul de l'impact environnemental
- Le logiciel permet l'estimation des besoins énergétiques pour une grande variété de principes structurels
- Ces besoins sont calculés sur bases de normes internationales telles que ISO-13370, ISO-13789 et ISO-13790 ou des normes européennes (EN 15316)
- Les phases d'utilisations sont uniquement disponibles pour les bâtiments!



Définition d'un projet avec AMECO 3

- Le calcul des impacts requiert différentes données caractérisant:
 - La structure
 - Les moyens de transport des éléments vers le site
 - L'utilisation des éléments après démolition de la structure
- Étapes nécessaires à la **définition d'un bâtiment**:
 - Définition des paramètres généraux (géométrie principale du bâtiment, emplacement et utilisation du bâtiment...)
 - Définition des dalles de plancher
 - Définition de la structure portante
 - Enveloppe du bâtiment (façade et toiture)
 - Occupation du bâtiment (divisée en trois périodes par jour avec distinction entre les jours de travail et les jours de week-end)
 - Systèmes constructifs (Chauffage, refroidissement, ventilation,...)
 - Hypothèses concernant le transport
 - Fin de vie de la structure



Introduction

- Le guide de conception comprend 8 chapitres:
 - Chapitre 1 – Introduction et objectifs
 - Chapitre 2 – Code et environnement informatique
 - Chapitre 3 – Caractéristiques générales du programme AMECO 3
 - **Chapitre 4 – Description technique d'AMECO 3**
 - Chapitre 5 – Résultats fournis par le logiciel
 - Chapitre 6 – Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3
 - Chapitre 7 – Étude de cas
 - Chapitre 8 – Références



Procédés de calcul

- Comme déjà mentionné, AMECO 3 utilise 24 indicateurs d'impact environnemental partagés entre 4 modules:
 - Module A: Étape de production et construction
 - Module B: Vie de l'ouvrage
 - Module C: Fin de vie de l'ouvrage
 - Module D: Bénéfices et pertes dépassant les limites du système
- Ces 24 indicateurs suivent les mêmes équations
- Seuls les coefficients utilisés dans les équations, appelés “coefficients d'impact”, changent
- Ces coefficients sont prédéfinis dans AMECO 3 et ne peuvent pas être modifiés par l'utilisateur

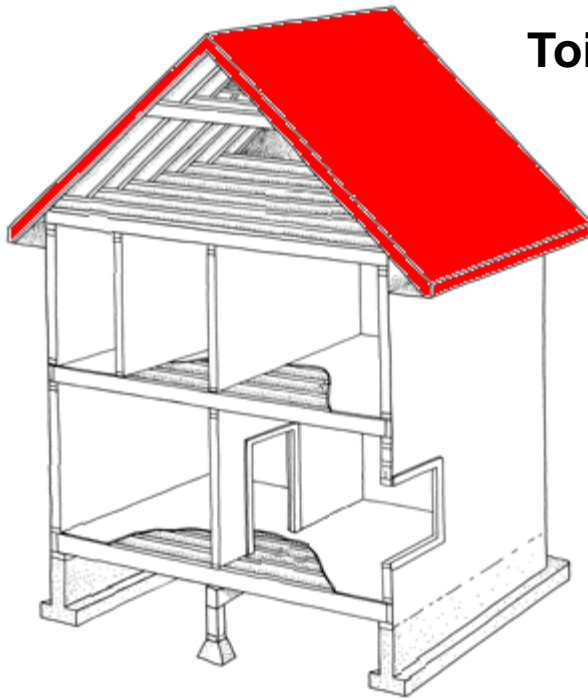


Procédés de calcul

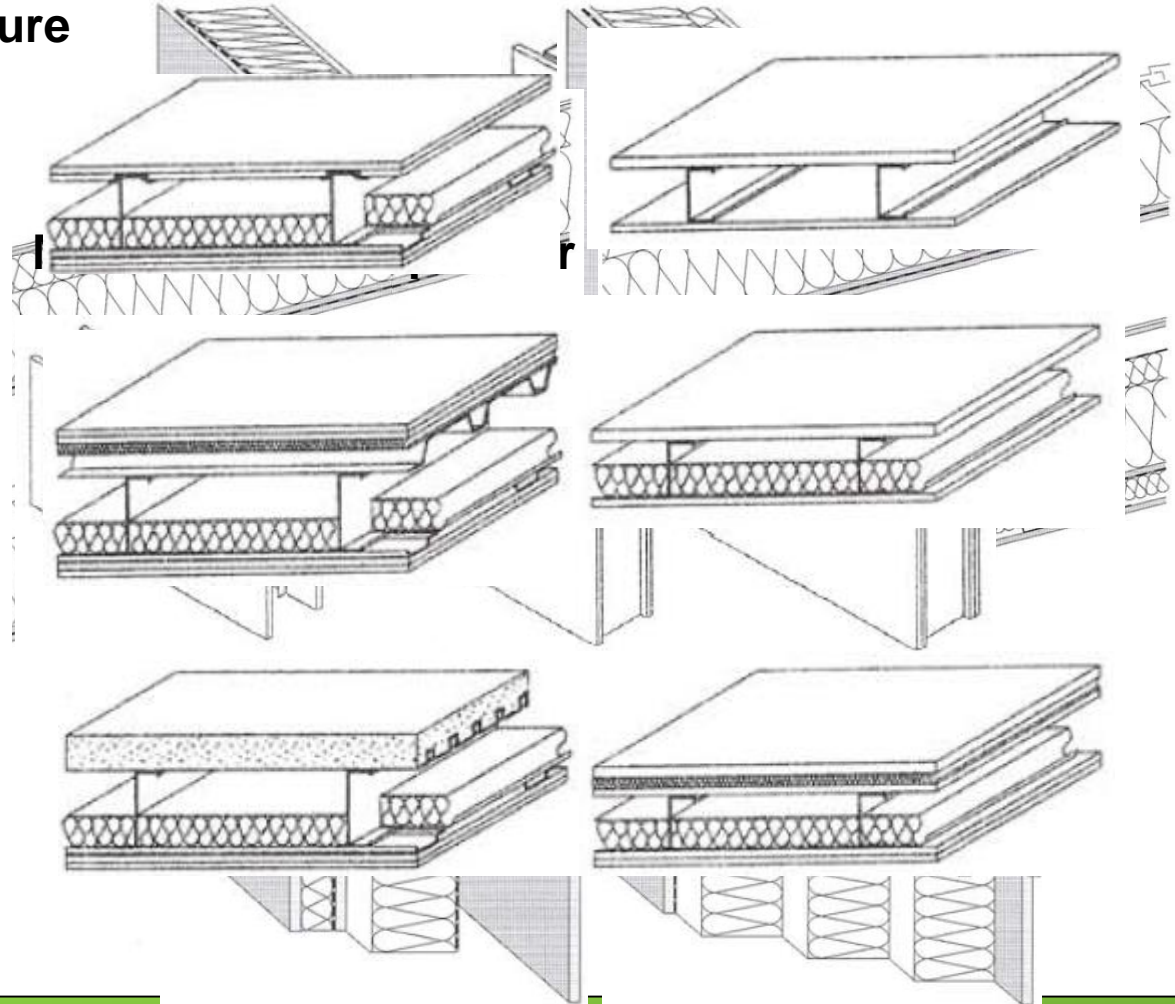
- Les calculs du Module B (Vie de l'ouvrage) comprennent plusieurs étapes:
 - Calcul des caractéristiques du sol
 - Évaluation des besoins en énergie liés au chauffage et des gains solaires associés
 - Évaluation des besoins en énergie liés au refroidissement et des gains solaires associés
 - Évaluation des besoins en énergie liés à l'eau chaude
- Toutes les équations associées aux différentes étapes sont reprises dans le guide de conception

DEFINITION DES MACRO-ÉLÉMENTS

Mur interne porteur
Toiture



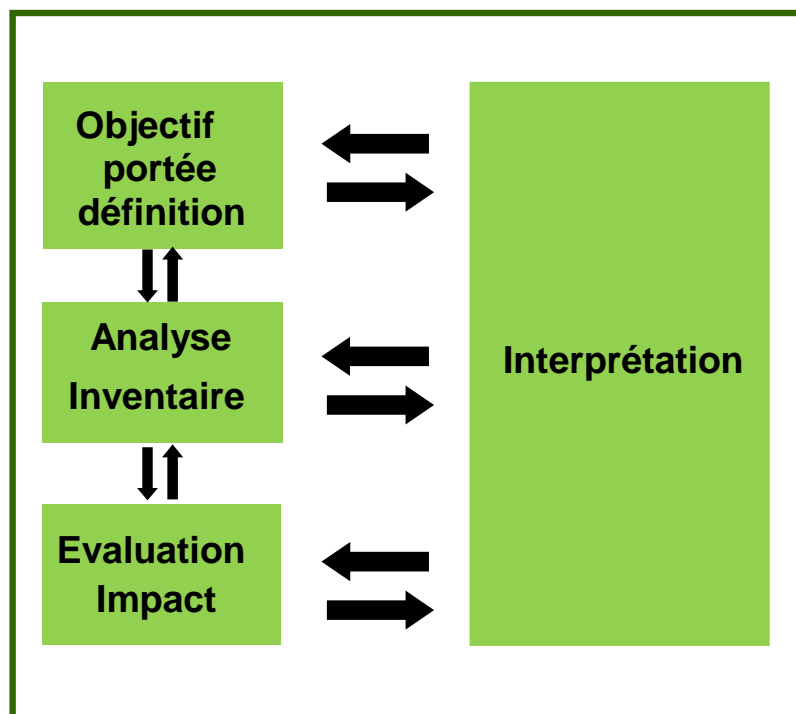
Mur externe porteur
Plancher





CALCUL DES MACRO-ÉLÉMENTS

ISO STANDARDS 14040/14044



Objectives

Deux niveaux: LCA (i) au niveau des éléments; et
(ii) au niveau des bâtiments.

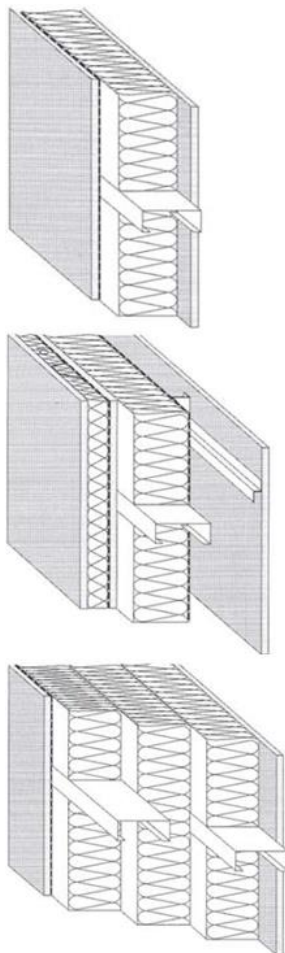
Limites du système

Product stage		Construc stage		Use stage								End-of-life stage				
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction process	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	Demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse/Recycling
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x

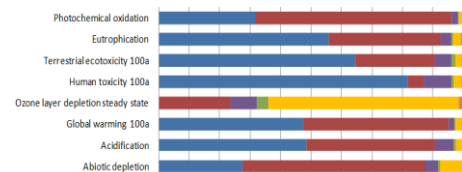
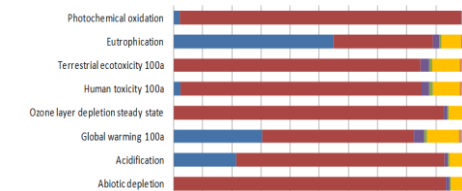
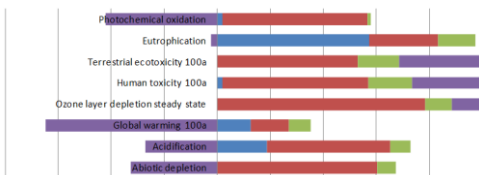
Autres normes intéressantes EN TC350 - Sustainability of
construction works - EN 15643-2:2011

BASE DE DONNÉES DE MACRO-ÉLÉMENTS

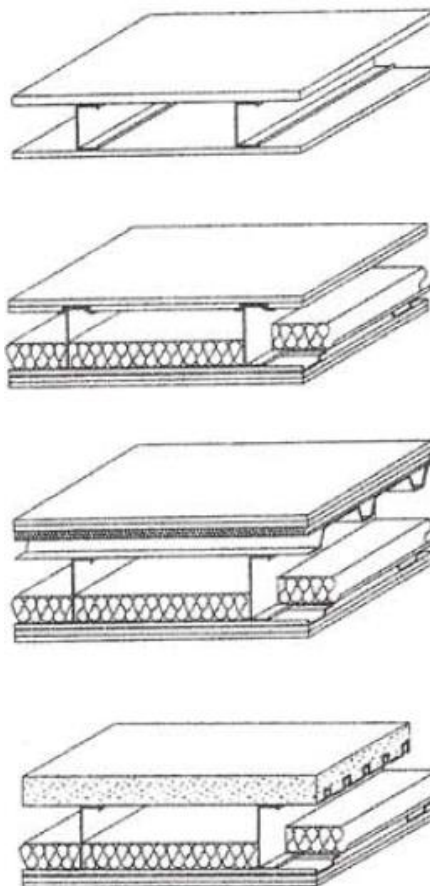
Type de mur externe



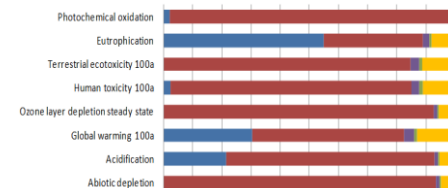
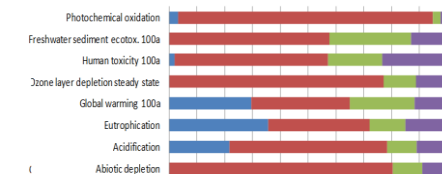
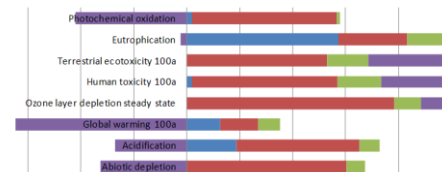
Profile environnemental



Type de plancher



Profile environnemental



Procédés de calcul

- Équations du Module C (fin de vie de l'ouvrage)

Module C			
End of life	C1 Deconstruction	Steel sheets	$m_{tss} k_{StBldgDem}$
		Steel beams	$m_{tsb} k_{StBldgDem}$
		Steel columns	$m_{tsc} k_{StBldgDem}$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{StBldgDem}$
		Plate connections	$m_{tpi} k_{StBldgDem}$
	C2 Transport	Steel sheets	$m_{tss} k_{REALT} / 10$
		Steel beams	$m_{tsb} k_{REALT} / 10$
		Steel columns	$m_{tsc} k_{REALT} / 10$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) k_{REALT} / 10$
		Plate connections	$m_{tpi} k_{REALT} / 10$
		Wood beams	$m_{twb} k_{REALT} / 10$
		Wood columns	$m_{twc} k_{REALT} / 10$
		Macro-component	
	C3 Waste processing	Concrete of floors to sorting plant	$m_{consl} eol_{srs} k_{Corr}$
		Concrete of structure to sorting plant	$(m_{tcb} + m_{tcc}) eol_{srs} k_{Corr}$
		Rebars to sorting plant	$(m_{conrs} + m_{trs}) eol_{srs} k_{CHSPit}$
	C4 Disposal	Steel sheets	$m_{tss} (1 - eol_{ss}) k_{RESLof}$
		Steel beams	$m_{tsb} (1 - eol_{sb}) k_{RESLof}$
		Steel columns	$m_{tsc} (1 - eol_{sc}) k_{RESLof}$
		Steel studs and bolts	$(m_{tst} + m_{tbo}) (1 - eol_{stbo}) k_{RESLof}$
		Plate connections	$m_{tpi} (1 - eol_{spi}) k_{RESLof}$
		Concrete of floors landfilled	$m_{consl} [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{conp}) k_{CHConLof}]$
		Concrete of structure landfilled	$(m_{tcb} + m_{tcc}) [(1 - eol_{srs}) k_{CHCon} + (eol_{srs} - val_{const}) k_{CHConLof}]$
		Rebars landfilled	$(m_{conrs} + m_{trs}) (1 - eol_{srs}) k_{CHSt}$
		Wood beams	$m_{twb} (inc_w k_{EUWWd} + (1 - inc_w) k_{EUWLof})$
		Wood columns	$m_{twc} (inc_w k_{EUWWd} + (1 - inc_w) k_{EUWLof})$
		Macro-component	
	Total Module C		Sum of all quantities in module C

Procédés de calcul

- Équations du Module D (Bénéfices et pertes dépassant les limites du système)

Module D			
Benefits and loads beyond the system boundaries	D Benefits	Concrete of floors	$- m_{consl} val_{confl} k_{CHGr}$
		Steel sheets	$- m_{tss} (eol_{sd} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO}$
		Concrete of structure	$- (m_{tcb} + m_{tcc}) val_{const} k_{CHGr}$
		Steel reinforcement	$- (m_{conrs} + m_{trs}) (eol_{srs} - k_{GLOSt0})$
		Steel beams	$- m_{tsb} [(eol_{sbc} - k_{RERStSec0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
		Steel columns	$- m_{tsc} [(eol_{sbc} - k_{RERStHDG0}) k_{GLO} + re_{sbc} (k_{RERStSec} - k_{StAvg} / 1000)]$
		Steel studs and bolts	$- (m_{tst} + m_{tbo}) (eol_{stbo} - k_{GLOSt0}) k_{GLO}$
		Plate connections	$- m_{tpl} (eol_{spl} - k_{RERStPIO}) k_{GLO}$
		Wood beams	$- m_{twb} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$
		Wood columns	$- m_{twc} (inc_w k_{Wa} + (1 - inc_w) k_{EOR} k_{EUElec} / 3.6)$
		Macro-component	
Total Module D		Sum of all quantities in module D	



Introduction

- Le guide de conception comprend 8 chapitres:
 - Chapitre 1 – Introduction et objectifs
 - Chapitre 2 – Code et environnement informatique
 - Chapitre 3 – Caractéristiques générales du programme AMECO 3
 - Chapitre 4 – Description technique d'AMECO 3
 - **Chapitre 5 – Résultats fournis par le logiciel**
 - Chapitre 6 – Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3
 - Chapitre 7 – Étude de cas
 - Chapitre 8 – Références



Résultats fournis par le logiciel

- Les résultats d'AMECO 3 sont présentés différemment selon l'option choisie:
 - Feuille de calcul
 - Histogramme des impacts choisis (avec distinction possible entre les différents modules)
 - Graphe radial résumant les Modules A à C ou les Modules A à D pour tous les impacts
- Les différentes possibilités seront exposées lors de la prochaine présentation



Introduction

- Le guide de conception comprend 8 chapitres:
 - Chapitre 1 – Introduction et objectifs
 - Chapitre 2 – Code et environnement informatique
 - Chapitre 3 – Caractéristiques générales du programme AMECO 3
 - Chapitre 4 – Description technique d'AMECO 3
 - Chapitre 5 – Résultats fournis par le logiciel
 - **Chapitre 6 – Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3**
 - Chapitre 7 – Étude de cas
 - Chapitre 8 – Références



Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3

- Dans le guide de conception, le chapitre 6 est consacré à l'utilisation d'AMECO 3
- Pour l'étude complète d'un bâtiment, des paramètres doivent être fournis pour chacun des modules suivants:
 - Projet
 - Construction
 - Enveloppe
 - Sol en place
 - Toiture
 - Occupation
 - Systèmes
 - Planchers
 - Structure
 - Transport
 - Résultats souhaités



Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3

- Pour étudier uniquement l'impact environnemental d'une structure, seuls les modules suivants doivent être pris en compte:
 - Projet
 - Construction
 - Sol en place
 - Structure
 - Transport



Introduction

- Le guide de conception comprend 8 chapitres:
 - Chapitre 1 – Introduction et objectifs
 - Chapitre 2 – Code et environnement informatique
 - Chapitre 3 – Caractéristiques générales du programme AMECO 3
 - Chapitre 4 – Description technique d'AMECO 3
 - Chapitre 5 – Résultats fournis par le logiciel
 - Chapitre 6 – Guide d'utilisation du logiciel AMECO 3
 - **Chapitre 7 – Étude de cas**
 - Chapitre 8 – Références

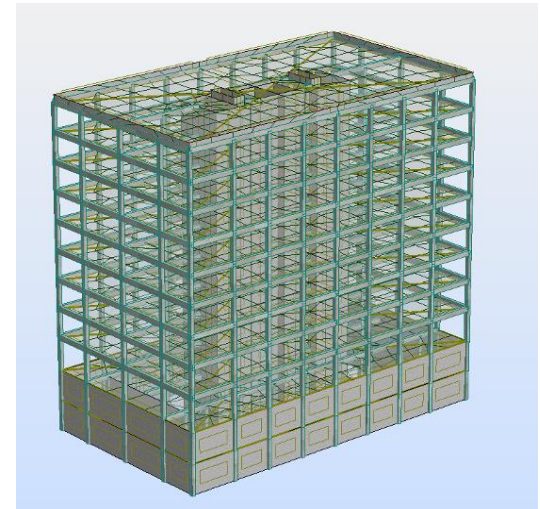


Études de cas

- Le chapitre 7 est consacré à l'étude de cas
- L'objectif est de présenter le calcul de l'impact environnemental de différents bâtiments
- Trois types de bâtiments sont considérés ici:
 - Immeuble de bureaux
 - Immeuble résidentiel
 - Hall industriel
- Les cas considérés sont brièvement présentés dans cette présentation
- Ils seront présentés en détail au cours de ce workshop

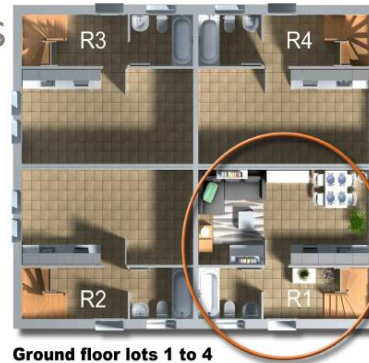
Étude de cas – Immeuble de bureaux

- Les trois systèmes structurels les plus courants en Europe sont analysés:
 - Structures composites acier-béton
 - Structures en béton
 - Structures composites acier-béton optimisées (ECO-Design)
- Le dimensionnement a été réalisé par un bureau d'études extérieur et revu par un groupe d'experts indépendants



Étude de cas – Immeuble résidentiel

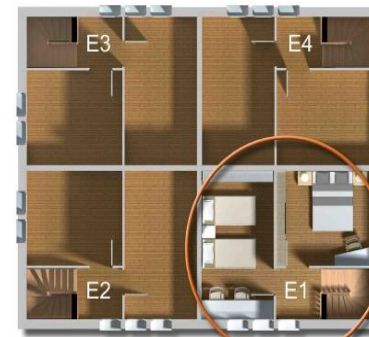
- Pour cette étude, une maison accueillant 4 familles et construite en Roumanie a été sélectionnée
- Ce bâtiment est divisé en 4 appartements de 55m² nets au sol répartis de manière identique sur deux étages



Ground floor lots 1 to 4



Ground floor lot 1



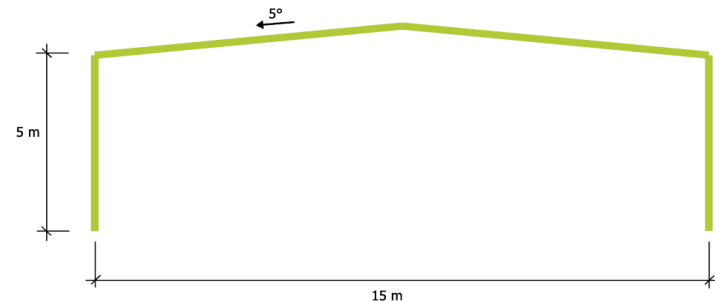
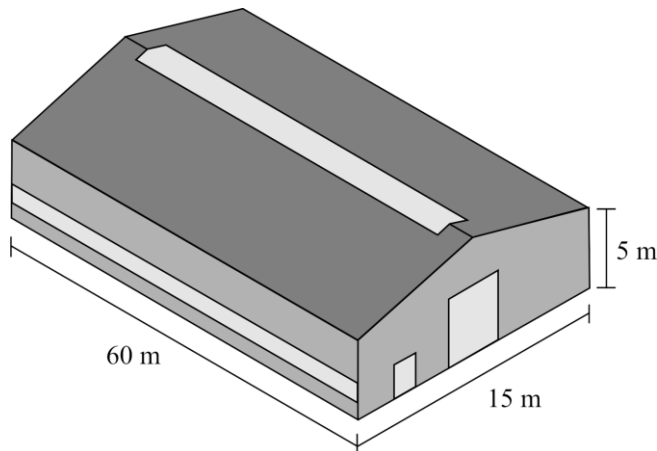
First floor lots 1 to 4



First floor lot 1

Étude de cas – Hall industriel

- Un bâtiment industriel à un seul étage et d'une superficie de 900m² est considéré
- Deux systèmes structurels différents sont étudiés:
 - Portiques rigides rotulés en base composés de profilés laminés à chaud
 - Pieds de poteaux rigides et poutre rotulées à leurs extrémités en béton armé





La prochaine présentation illustrera l'utilisation du logiciel AMECO 3 et d'une application iPad

Merci pour votre attention...