

**EUROCODE 3 « STRUCTURES EN ACIER »
ET
EUROCODE 4 « STRUCTURES MIXTES ACIER- BETON »**

**PRESENTATION DU PROGRAMME EUROPEEN
LEONARDO SSEDTA**

Jean-Pierre JASPART

Maître de recherches du F.N.R.S.
Professeur adjoint

Département MSM
Université de Liège
1 Chemin des Chevreuils
B-4000 LIEGE 1

Document distribué dans la cadre de la
Journée Technique Construction Acier
organisée par le Centre d'Information de l'Acier
à Bruxelles le 9 mai 2001

INTRODUCTION

Entre 1988 et 1995, un vaste programme européen réunissait un grand nombre d'enseignants et de professionnels de la Construction Acier. Il s'agissait de réaliser **ESDEP**, un ensemble pédagogique pour la formation à la Construction Métallique contenant différents outils pour l'apprentissage de la nouvelle réglementation européenne : les Eurocodes 3 et 4.

Depuis, ce matériel a été amélioré, transformé, modernisé et de nombreux autres programmes en sont dérivés : **WIVISS, SSEDTA, SteelCAL...**

L'objectif de la présente communication est de décrire brièvement ces outils d'apprentissage dont le point commun est d'être accessibles sur CD-ROM ou Internet et, plus particulièrement, d'attirer l'attention du lecteur, qu'il soit enseignant ou professionnel, sur le matériel produit dans le cadre du programme **LEONARDO SSEDTA** qui visait au développement de notes et autres supports à l'enseignement de la Construction Métallique et de la Construction Mixte Acier-Béton de structures de bâtiments.

Mais au préalable, l'organisation générale des Eurocodes sera rappelée.

1 - ORGANISATION DES EUROCODES

Le Comité Européen de Normalisation (**CEN**) est l'organisme responsable de la publication des Eurocodes auxquels s'applique l'abréviation 'EC'. Les Eurocodes sont au nombre de neuf. Pour la Construction Acier et la Construction Mixte Acier-Béton, les Eurocodes suivants sont principalement d'application : EC1, EC3 et EC4.

L'Eurocode 1 (EC1) concerne les actions. Il traite principalement des charges à appliquer aux structures mais couvre également d'autres influences comme la température et les déformations imposées qui en affectent le comportement. Dans les Eurocodes, toutes ces influences sont regroupées sous le seul vocable 'actions'.

L'Eurocode 3 (EC3) et l'Eurocode 4 (EC4) couvrent respectivement, pour leur part, la Construction Acier et la Construction Mixte Acier-Béton.

Les autres Eurocodes traitent du comportement des structures constituées d'autres matériaux ainsi que d'aspects spécifiques comme la résistance au séisme ou la géotechnique.

L'objectif des Eurocodes est de fournir aux professionnels de la construction un ensemble de règles de calcul des structures sécuritaires et économiques qui feraient autorité au sein des pays de l'Union Européenne. L'adoption de règles communes dans les pays membres devrait faciliter les échanges inter-frontaliers et autoriser une libre concurrence. Les Eurocodes sont rédigés par des groupes d'experts provenant de toute l'Europe. Les versions initiales ont été publiées en tant que 'Pré-normes', identifiables par leur préfixe ENV, auxquelles sont associés des 'Documents d'Application Nationale' (DAN). Les DAN proposent des valeurs, propres à chaque pays individuellement, de certains paramètres de calcul. Les ENV sont soumis à commentaires de la part des pays membres et les réponses à ces commentaires servent à l'amélioration des textes existants et à la préparation d'une vraie norme Européenne identifiable par le préfixe EN. L'intention, à terme, est de remplacer les ENV et leurs DAN par des Eurocodes 'version EN'.

Les versions pré-normatives des Eurocodes 1, 3 et 4 sont disponibles sous la dénomination suivante:

EC1: ENV 1991-2-1: Eurocode 1: Base de calcul et actions exercées sur les structures

EC3: ENV 1993-1-1: Eurocode 3: Calcul des structures en acier

EC4: ENV 1994-1-1: Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier et béton

Les Eurocodes ne sont pas publiés d'un seul tenant mais plus généralement en parties couvrant des domaines spécifiques. Ces parties portent une numérotation et un titre propres ; par exemple :

EC1: ENV 1991-2-1: Eurocode 1: Base de calcul et actions exercées sur les structures: Partie 2.1: Actions exercées sur les structures - densités, poids propre et charges d'exploitation.

EC3: ENV 1993-1-1: Eurocode 3: Calcul des structures en acier : Partie 1.1: Règles générales et règles pour les bâtiments.

L'élaboration des Eurocodes est toujours en cours et on peut résumer la situation actuelle comme précisé ci-dessous.

- La partie principale de l'Eurocode 3 qui couvre les règles générales de calcul des bâtiments en acier, EC3 Part 1.1, a été publié comme 'Pré-norme' (ENV 1993-1-1) en 1992. Sur base des commentaires reçus durant la période écoulée depuis sa publication, le contenu et la forme du document sont actuellement en cours de révision, avec comme objectif la publication de la Norme Européenne EN 1993-1-1 en 2001. A l'inverse de la forme, le contenu de l'EC3 ne devrait pas subir de modifications trop significatives.
- Après finalisation des Eurocodes, les états membres auront la possibilité de voter leur acceptation. S'ils sont adoptés, il y aura une période de transition au cours de laquelle ces Eurocodes pourront être utilisés comme alternatives aux codes nationaux. A l'issue de cette période, les codes nationaux devraient normalement être retirés et les Eurocodes constitueront la base de tout le calcul des constructions au sein de l'UE. Cependant, il semble à présent que quelques incertitudes apparaissent en ce qui concerne la mise en oeuvre dans certains états membres, et il se peut qu'une position totalement harmonisée ne soit pas obtenue. Dans l'attente, la mise en oeuvre peut se poursuivre sur une base nationale au moyen de DAN ou équivalents.
- L'organisation de l'EC3: Calcul des Structures en Acier est la suivante:
 - Partie 1 Bases de calcul
 - Partie 1.1 Règles générales et règles pour les bâtiments
 - Partie 1.2 Calcul du comportement au feu
 - Partie 1.3 Profilés et plaques à parois minces formés à froid
 - Partie 1.4 Aciers inoxydables
 - Partie 1.5 Raidisseurs longitudinaux
 - Partie 1.6 Coques
 - Partie 2 Ponts métalliques
 - Partie 3 Pylônes, mâts et cheminées
 - Partie 4 Réservoirs, silos et pipelines
 - Partie 5 Pieux et palplanches
 - Partie 6 Chemins de roulement
 - Partie 7 Structures marines et maritimes
 - Partie 8 Structures agricoles

- La Partie 1.1 contient des principes généraux et des règles détaillées pour les bâtiments courants en acier. C'est cette partie de l'EC3, avec la Partie 1.2, qui constitue l'objet principal des notes **SSEDTA** présentées plus loin. Pour les personnes uniquement concernées par les structures de bâtiments en acier conventionnelles soumises à des conditions normales, il est inutile de se référer aux autres parties de l'EC3.
- L'organisation de l'EC1: Bases de Calcul et Actions sur les Structures est la suivante:
 - Partie 1 Bases de calcul
 - Partie 2.1 Actions sur les structures - densités, poids propre et charges d'exploitation
 - Partie 2.2 Actions sur les structures exposées au feu
 - Partie 2.3 Actions sur les structures - Charges de neige
 - Partie 2.4 Actions sur les structures - Charges de vent
 - Partie 2.5 Actions thermiques
 - Partie 2.6 Charges et déformations imposées lors de la construction
 - Partie 2.7 Actions accidentelles
 - Partie 3 Charges sur les ponts dues au trafic
 - Partie 4 Actions dans les silos et réservoirs
 - Partie 5 Actions induites par les grues, les ponts roulants et les machines

Les parties qui concernent le plus les bâtiments courants sont les Parties 2.1, 2.3 et 2.4. Ce sont ces parties de l'EC1 qui sont brièvement décrites dans **SSEDTA**, avec certaines références à la Partie 2.2. Les actions dues aux effets thermiques ou les déformations imposées ne sont pas traitées en détail dans **SSEDTA**.

- L'organisation de l'EC4: Calcul des structures mixtes acier et béton suit une disposition similaire, et les parties qui concernent le plus le calcul de bâtiments faisant appel à la Construction Mixte sont les suivantes:
 - Partie 1.1 Règles générales et règles pour les bâtiments
 - Partie 1.2 Calcul du comportement au feu

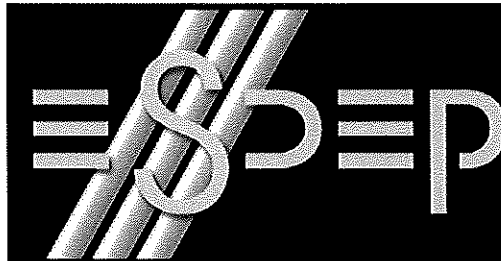
L'EC4 fait abondamment référence tant à l'EC3 qu'à l'EC2, l'Eurocode consacré au calcul des structures en béton armé.

2 – ESDEP ET SES PROLONGEMENTS

2.1 – ESDEP

Le programme **ESDEP** (European Steel Design Education Programme) est un vaste ensemble qui contient :

- 200 leçons,
- 35 exemples d'application,
- 1000 diapositives,
- un logiciel de calcul de poutres fléchies selon l'Eurocode 3,
- 21 vidéos pour une durée totale de 8 heures.



Logo ESDEP

Réalisé entre 1988 et 1995 grâce au financement conjoint de la sidérurgie et de la Communauté Européenne (Programme COMETT), **ESDEP** a été rédigé par plus de 140 spécialistes européens de la Construction Acier.

L'ensemble des leçons est ordonné selon les volumes suivants :

Vol. 1 – Construction Métallique	Vol. 9 – Construction en éléments minces
1A – Facteurs économiques et commerciaux	Vol. 10 – Construction mixte acier-béton
1B – Introduction à la conception	Vol. 11 – Assemblages sous chargement statique
Vol. 2 – Métallurgie appliquée	Vol. 12 – Fatigue
Vol. 3 – Fabrication et montage	Vol. 13 – Constructions en profils creux
Vol. 4 – Protection de l'acier	Vol. 14 – Systèmes structuraux : bâtiments
4A – Corrosion	Vol. 15 – Systèmes structuraux
4B – Incendie	15A – Structures offshore
Vol. 5 – Conception et fabrication assistées par ordinateur	15B – Ponts
Vol. 6 – Stabilité appliquée	15C – Divers
Vol. 7 – Éléments	Vol. 16 – Réhabilitation
Vol. 8 – Plaques et coques	Vol. 17 – Conception parasismique
	Vol. 18 – Acier inoxydable

ESDEP concerne deux niveaux de formation : technicien et ingénieur. Il couvre à la fois le domaine de la Construction Métallique et celui de la Construction Mixte.

Les leçons sont d'abord destinées aux enseignants qui peuvent y trouver des cours d'une durée théorique d'une heure sachant que les figures et/ou les diapositives qui les accompagnent peuvent être utilisées pour les illustrer. Il est également possible de considérer cet ensemble comme un outil d'autoformation, tant en formation initiale qu'en formation continue (pour réactualiser ses connaissances en vue de s'initier à l'Eurocode 3 par exemple).



Diapositives, vidéos et logiciel de calcul ESDEP

Les inconvénients majeurs de cet ensemble pédagogique sont d'une part son coût de diffusion extrêmement important et d'autre part son caractère figé en raison des supports utilisés (diapositives, leçons en version papier, vidéos).

Il faut également souligner que si le contenu d'**ESDEP** est très « British » (nombreuses références à des exemples et des techniques anglo-saxonnes) et que s'il est vrai que le contenu des leçons est de niveau assez inégal, il n'en représente pas moins une mine d'informations très efficaces pour des enseignants qui peuvent n'en retenir que les éléments qui les intéressent plus particulièrement pour les adapter à leurs propres cours.

Comme cela a déjà été signalé, l'inconvénient majeur d'**ESDEP** est son coût de diffusion très élevé ; à cet égard, l'**APK (Association pour la Promotion de l'Enseignement de la Construction Acier, créée en octobre 1991 pour promouvoir une meilleure connaissance de la Construction Métallique au sein de la communauté francophone)**, par exemple, propose l'ensemble du matériel pédagogique (hors vidéo) sous la forme d'un CD-ROM.

Le **CD-ROM ESDEP-APK** contient :

- La version française des 235 leçons et exercices avec liens hypertextes entre les leçons (version WORD 97), les figures et les diapositives (avec accès à la version anglaise originale pour vérifier les traductions en cas de doute).

- L'ensemble des légendes des diapositives, en français ou en anglais, avec liens hypertextes vers chaque image et accès direct aux différents thèmes.
- Un lexique français-anglais de 3500 termes de Construction Métallique.
- Un logiciel de calcul des poutres fléchies au sens de l'Eurocode 3 (en version anglaise).

Il faut noter que plus de 2250 figures de Construction Métallique sont disponibles sur ce CD-ROM et qu'elles sont toutes librement accessibles (c'est-à-dire qu'elles sont entièrement modifiables par l'utilisateur qui peut par exemple y ajouter du texte, en extraire certaines parties, etc.).

Il convient d'ajouter que d'autres CD-ROMs sont distribués à l'étranger en langue anglaise, finnoise, allemande, ...



Le CD-ROM ESDEP-APK

2.2 – WIVISS

Pour pallier les inconvénients d'ESDEP, un programme pilote a été initié. Il s'agit de **WIVISS** : « **W**ider **V**ocational Initiative in **S**tructural **S**teelwork », financé lui aussi par le programme européen Léonardo da Vinci.

WIVISS qui s'appuie sur le contenu d'ESDEP, vise à transformer ce dernier pour lui donner une forme plus moderne et plus efficace : celle d'un CD-ROM avec les facilités de navigation qui se rattachent aux textes sous forme électronique.

Actuellement, dans la version pilote de **WIVISS**, quelques leçons issues de 3 volumes d'ESDEP ont été mises en forme. Il s'agit de leçons du *Volume 4B : Protection Incendie*, du *Volume 7 : Éléments* et du *Volume 14 : Bâtiments multi-étagés* et elles sont traduites en trois langues : allemand, anglais et français.

L'utilisateur a la possibilité de définir son profil pour adapter l'affichage du contenu des leçons à ses souhaits (beaucoup de théorie ou très peu, plus ou moins d'Eurocode...). De plus, des liens hypertextes et des mots-clés lui permettent de naviguer à l'intérieur de l'ensemble. De même, il est possible de n'afficher qu'un résumé du contenu des leçons pour se limiter à l'essentiel mais il est aussi possible d'accéder à la totalité du texte dans un but de formation plus poussée.

Compte tenu des autres outils qui ont vu le jour depuis la mise en route de ce programme, il est néanmoins peu probable que le CD-ROM **WIVISS** soit complété dans le futur.



Logo WIVISS

The screenshot displays the WIVISS software interface. The main window shows a slide titled "Lecture 0.03: Background to Structural (Mechanical Fire) Analysis". The slide content includes:

- 4.3.1 Simply Supported Beam**
- The bending strength of a beam can be determined using simple plastic analysis.
- Figure 7. Simply supported beam under uniform loading.
- The fire resistance of the beam can be related to its reduced plastic moment based on reduced yield strength.
- al to θ , this plastic bending moment resistance is equal to M_{Rd} (18)
- of $p_{f,d}$, the collapse will occur at θ_{cr} when $M_{Rd} = M_{f,d}$ (20)
- where $M_{f,d}$ is the bending moment caused by the applied load $p_{f,d}$ in the fire condition.

The interface also shows a navigation pane on the left with a tree view of the course content, including sections like "4.1 Introduction to Fire Safety", "4.2 Background to Thermal Analysis", and "4.3 Practical Ways of Achieving Fire Resistance of Steel Structures". The bottom of the screen shows the Windows taskbar with the time 19:02.

Exemple d'écran WIVISS

2.3 – SteelCAL

Officiellement le projet européen **SteelCAL** est achevé mais sa finalisation est toujours en cours à l'heure actuelle. Dynamique et moderne, il utilise l'ensemble des facilités offertes par le multimédia.



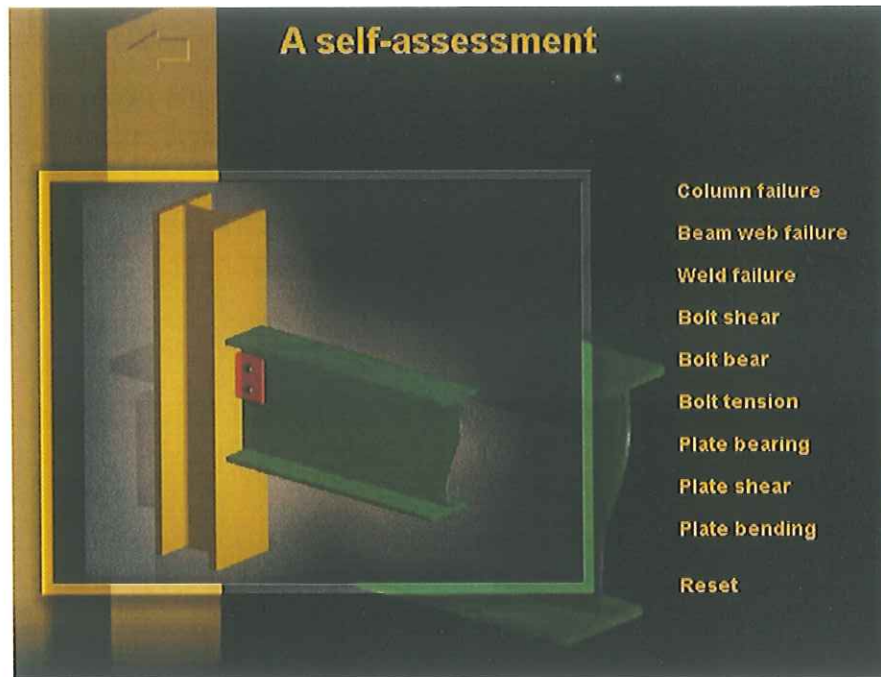
Logo SteelCAL

SteelCAL vise à proposer aux élèves, aux étudiants et aux formateurs un ensemble de scénarios d'apprentissage à la Construction Métallique. Trois groupes de sujets sont prévus :

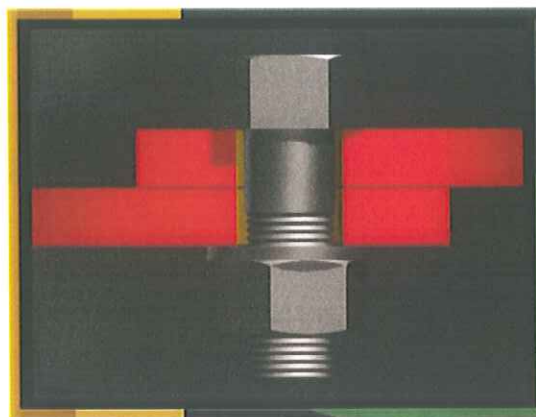
- conception des structures :
 - stabilité
 - chemins de chargement
 - formes structurales
 - modélisation des structures
- éléments :
 - poutres fléchies maintenues au déversement
 - poutres fléchies susceptibles de déverser
 - comportement des poutres à l'effort tranchant
 - comportement des poteaux
 - état limite de service
- assemblages :
 - articulations
 - encastremets
 - analyse des assemblages simples
 - calcul des éléments d'assemblages

SteelCAL est destiné à être utilisé de plusieurs manières :

- soit sous la direction d'un enseignant qui orientera ses élèves vers tel ou tel module afin qu'ils complètent leurs connaissances ;
- soit de manière interactive entre plusieurs groupes d'élèves via le réseau Internet, toujours sous la supervision d'un enseignant ;
- soit de manière autonome par des élèves souhaitant compléter leurs connaissances ou les vérifier en résolvant des exercices par exemple (ceci pouvant être réalisé sur un seul site ou via le réseau Internet).



Un écran du scénario : analyse des assemblages simples



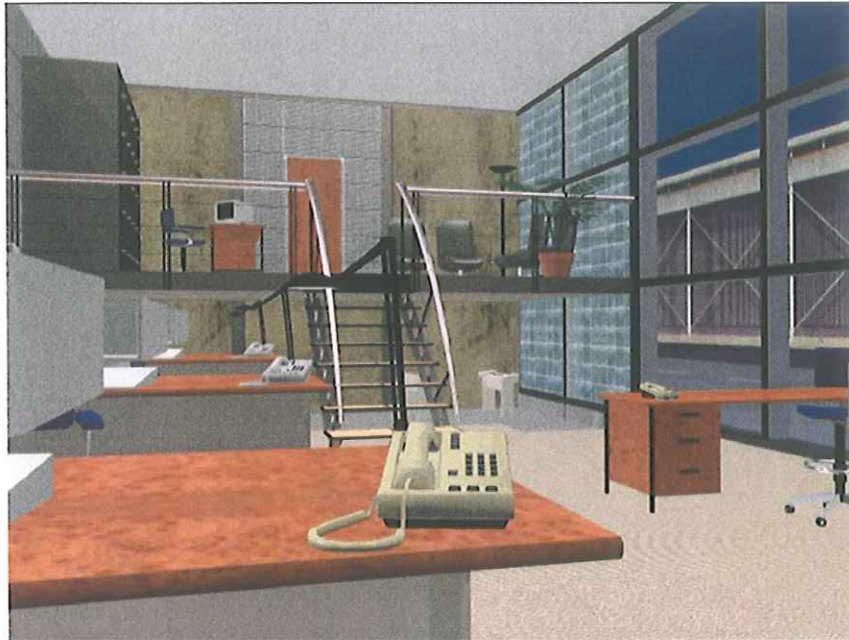
Boulon cisailé

Environnement multimédia dynamique, moderne et interactif, **SteelCAL** devrait participer à la motivation des élèves pour le domaine de la Construction Métallique. Il pourra être utilisé par les enseignants en complément des cours mais ne vise pas évidemment pas à les remplacer !

Les possibilités offertes par **SteelCAL** peuvent conduire à modifier progressivement la manière d'enseigner.

A titre d'exemple, un laboratoire virtuel sera mis à disposition des élèves. Ils pourront ainsi être amenés à réaliser leurs propres expérimentations, faire des mesures (dont les résultats seront issus de différentes banques de données), traiter et utiliser les résultats pour les introduire dans un calcul de structure par exemple.

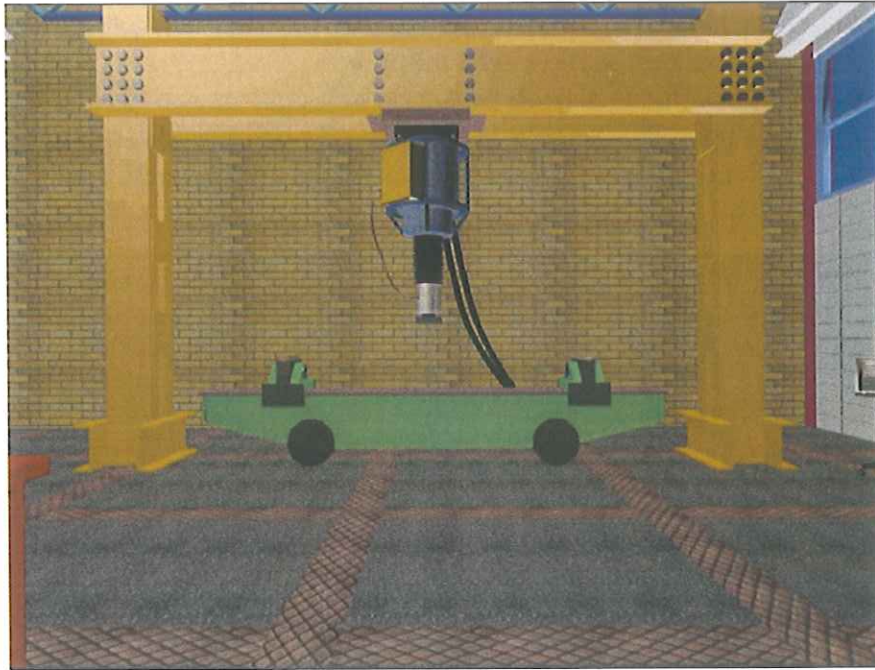
Actuellement, trop peu d'essais sont réalisés en raison de leur coût et du temps nécessaire pour les mettre en œuvre. S'il est évident qu'un laboratoire virtuel ne pourra jamais remplacer l'acquis d'un test réel, il peut toutefois permettre de faire comprendre aux élèves certains phénomènes physiques de manière plus efficace et plus attractive qu'une longue explication au tableau. De plus, mieux vaut un essai virtuel que pas d'essai du tout !



Le bureau d'études SteelCAL



Les presses d'essai du laboratoire SteelCAL



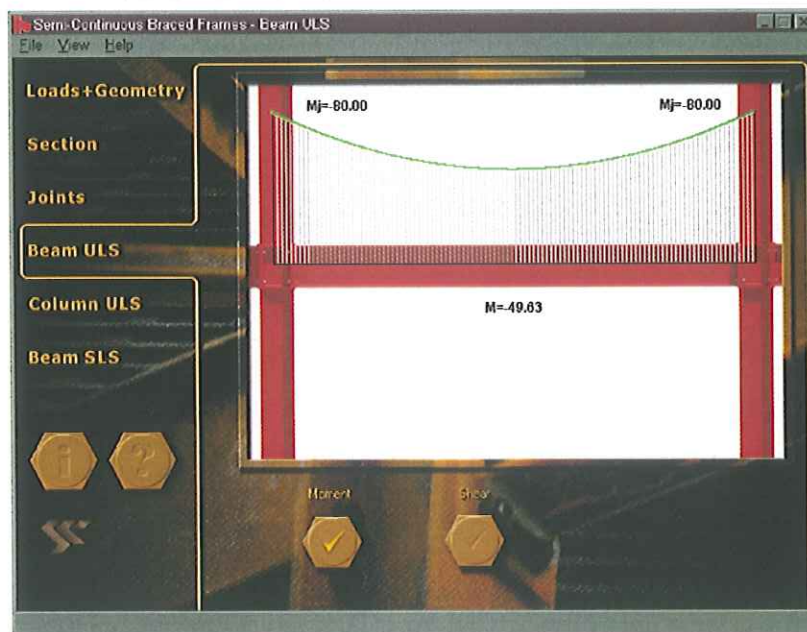
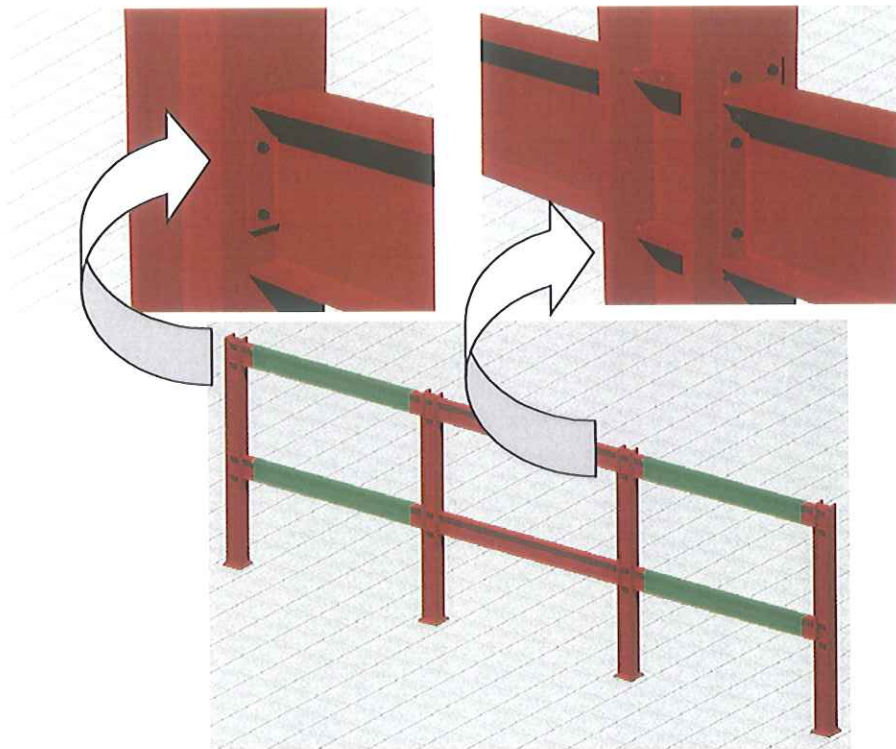
L'équipement d'essai en flexion du laboratoire SteelCAL

De même, il pourrait être possible de demander aux élèves d'étudier seuls certains aspects du cours pour qu'ensuite l'enseignant puisse se focaliser sur les points les plus délicats à comprendre (car tous ne nécessitent pas nécessairement la présence d'un pédagogue).

Enfin, il deviendra possible de proposer une vaste gamme d'exercices (dont les données pourraient être aléatoires) pour permettre aux élèves de vérifier leurs connaissances.

Le site Internet correspondant : www.steelcal.org

Exemple de possibilité intégrée dans SteelCAL : le calcul de structures avec différents types de liaisons et l'influence de ces dernières sur le comportement ELU et ELS de la structure.



Module d'analyse structurale pour juger de l'influence de paramètres significatifs

2.4 – SSEDTA

En 1996, un autre programme européen, à nouveau financé dans le cadre du programme Léonardo da Vinci, a vu le jour. Il s'agit de **SSEDTA** dont le but est de construire des modules d'enseignement pour la formation à l'Eurocode 3 et l'Eurocode 4. Ce programme, dont la description constitue l'objectif principal du présent document est présenté en détail au chapitre 3.

3 – LE PROGRAMME LEONARDO SSEDTA

L'idée de base est d'encourager une interprétation trans-européenne de la réglementation par le développement et la distribution de modules d'enseignement sous forme de textes en format électronique.

En 1996, l'Union Européenne a subsidié un premier programme **LEONARDO** qui portait le nom de **SSEDTA 1** et dont le but était le développement de modules d'enseignement de la Construction Métallique de bâtiments s'appuyant sur l'Eurocode 3. Le nom **SSEDTA** est l'acronyme de "**Structural Steelwork Eurocodes - Development of a Trans-National Approach**".

Plus récemment un second projet a vu le jour, sous le nom de **SSEDTA 2**. Il se situe dans la lignée du programme **SSEDTA 1** mais aborde cette fois la Construction Mixte Acier-Béton.

Contrairement à **ESDEP** qui est extrêmement volumineux, les cours **SSEDTA** couvrent un nombre d'heures d'enseignement plus raisonnable et devraient dès lors davantage répondre aux attentes des enseignants qui y trouveront un outil de départ qu'ils auront le loisir de modifier en fonction de leurs besoins pédagogiques.

SSEDTA est spécialement conçu pour les formateurs qui enseignent les Constructions Métallique et Mixte et désirent s'inspirer pour les règles d'application de celles contenues dans les Eurocodes 1, 3 et 4. Chacun des deux cours **SSEDTA** contient :

- **un ensemble de leçons sous format Word avec toutes les références nécessaires à l'Eurocode 3 et l'Eurocode 4;**
- **un guide d'utilisation à destination des formateurs ;**
- **une présentation PowerPoint de chaque leçon ;**
- **des exemples de calcul.**

Au début de chacune des leçons, le contenu des notes, les objectifs recherchés et la durée estimée pour enseigner la matière couverte sont précisés; par ailleurs, des références traitant de manière plus approfondie du sujet traité sont souvent proposées au lecteur.

Mais assurément ce matériel revêt aussi un intérêt tout particulier pour les ingénieurs-concepteurs et les ingénieurs-calculateurs désireux de prendre contact avec les derniers développements en matière de procédures de calcul de bâtiments et leur traduction sous formes de dispositions réglementaires européennes.

Le CD-ROM **SSEDTA 1** est diffusé en français, espagnol, grec et anglais. Il peut être téléchargé sur Internet à l'adresse suivante : www.ssedta.com.

Le projet **SSEDTA 2** est en voie d'achèvement et une copie sera envoyée à l'ensemble des participants à la Journée Technique aux alentours de la fin du mois de mai (quatre mêmes langues disponibles). Un téléchargement sera également accessible à l'adresse Internet précitée.

Les partenaires suivants ont participé à l'élaboration des cours **SSEDTA 1** et/ou **SSEDTA 2**:

- **Academy of Steel Construction (University of Sheffield, U.K.)**
Contact : Sue Armstrong - E-mail s.armstrong@sheffield.ac.uk
- **Département MSM (University of Liege, Belgique)**
Contact : Jean-Pierre Jaspart - E-mail jean-pierre.jaspart@ulg.ac.be
- **E.U.I.T Industrial (University of Oviedo, Espagne)**
Contact : Miguel Serrano Lopez – E-mail serrano@correo.uniovi.es
- **Centre Technique Industriel de la Construction Metallique (CTICM, France)**
Contact : Ivor Ryan - E-mail iryan@cticm.com
- **Technical Chamber of Greece (Grèce)**
Contact : John Ermopoulos - E-mail rrizou@central.tee.gr
- **Steel Construction Institute (SCI, U.K.)**
Contact : Graham Couchman - E-mail d.brown@steel-sci.com
- **Epistemics Ltd (UK)**
Contact : Clive Emberey - E-mail clive.emberey@epistemicsco.uk
- **Department of Steel Structures (Technical University of Budapest, Hongrie)**
Contact : Miklos Ivanyi - E-mail gvarga@epito.bme.hu
- **Société A-MBT (Spin-off University of Innsbruck, Autriche)**
Contact : Martin Seidner – E-mail ambt@iubk.ac.at
- **Department of (Slovak University of Bratislava, Slovaquie)**
Contact : Magdalena Chladna – E-mail chladna@svf.stuba.sk

Un poster reprenant les informations les logos **SSEDTA**, le nom du site Internet qui lui est consacré ainsi que les adresses des partenaires impliqués a été édité. Une copie en est proposée à la page suivante.

Structural Steelwork Eurocodes - Development of a Trans-national Approach



SSEDTA

Training packages for the teaching of Eurocodes 3 and 4
Outils d'apprentissage pour l'enseignement des Eurocodes 3 et 4.
Programas para el aprendizaje de los Eurocódigos 3 y 4
Εκπαιδευτικά πακέτα διδασκαλίας για τους Ευρωκώδικες 3 και 4
Vzdelávacie balíky pre výuku Eurokódov 3 a 4
Oktatócsomagok az Eurocode 3 és 4 oktatásához
Lehrmodule für die Schulung von Eurocode 3 und 4

<http://www.ssedta.com/>

**National Contact Details
of Partners**

Greece:
John Ermopoulos
jermop@central.ntua.gr

Spain:
Miguel Serrano López
serrano@correo.unlvi.es

Hungary:
Geza Varga
gvarga@epito.bme.hu

UK:
Sue Armstrong
s.armstrong@sheffield.ac.uk

Austria:
Martin Seidner
ambt@uibk.ac.at

Belgium:
Jean-Pierre Jaspart
Jean-Pierre.Jaspart@ulg.ac.be

Slovakia:
Magdalena Chladna
chladna@svf.stuba.sk

Produced with the financial support of the European Commission under the Leonardo Da Vinci Programme

Poster **SSEDTA**

Les leçons contenues dans **SSEDTA 1** et **SSEDTA 2** sont les suivantes :

<p>Module 1 - Introduction 1 à 3 Introduction aux Eurocodes</p> <p>Module 2 - Conception et analyse des ossatures 4 Idéalisation et calcul des ossatures 5 Classification des ossatures et représentation des assemblages 6 Choix des méthodes d'analyse et conséquences sur le calcul</p> <p>Module 3 - Différentes approches de la conception des ossatures 7 Approches traditionnelles et modernes de la conception 8 Applications pratiques des approches de calcul modernes</p> <p>Module 4 - Calcul des éléments 9 Voilement local et classification des sections 10 Éléments tendus 11 Poutres maintenues au déversement 12 Poutres susceptibles de déverser 13 Poteaux 14 Éléments comprimés et fléchis</p>	<p>Module 5 - Assemblages 15 Généralités sur les assemblages structuraux 16 Assemblages simples 17 Caractérisation de la réponse des assemblages transmettant un moment 18 Procédures pratiques pour la caractérisation de la réponse des assemblages transmettant un moment</p> <p>Module 6 - Ingénierie de l'incendie 19 Introduction à la conception de la protection incendie au sens de l'EC3</p> <p>Module 7 - Exemples 20 Portique rigide simple 21 Calcul comparatif d'un portique rigide à nœuds non déplaçables avec des liaisons articulées, semi-rigides ou rigides 22 Calcul d'un portique souple avec liaisons rigides 23 Calcul comparatif d'un portique souple à nœuds déplaçables avec liaisons rigides ou semi-rigides 24 Calcul élastique d'un portique 25 Calcul plastique d'un portique</p>
CONTENU DU COURS SSEDTA 1	

<p>1 Introduction à la Construction Mixte 2 Introduction aux Eurocodes 1 et 4 3 Modélisation structurale 4 Dalles mixtes avec tôle mince en acier profilée 5 Connecteurs de cisaillement et analyse structurale 6 Poutres isostatiques</p>	<p>7 Poutres continues 8 Poteaux 9 Assemblages 10 Systèmes nouveaux de planchers 11 Résistance au feu 12 Exemple d'application – structure de bâtiment contreventée</p>
CONTENU DU COURS SSEDTA 2	

Aux figures suivantes, la première page d'une leçon Word et d'une diapositive Powerpoint sont reproduites à titre purement exemplatif.

Il convient de préciser que les leçons et les diapositives **SSEDTA** peuvent être librement modifiées par l'enseignant qui désirerait adapter leur contenu au type d'enseignement qu'il est amené à dispenser (nature, nombre d'heures de cours, ...).

UNRESTRAINED BEAMS

1. Introduction

Whenever a slender structural element is loaded in its stiff plane there exist a tendency for it to fail by buckling in a more flexible plane. In the case of beam bent about its major axis, failure may occur by a form of buckling which involves both lateral deflection and twisting - lateral-torsional buckling. Figure 1 illustrates the phenomenon with a slender cantilever beam loaded by a vertical end load.

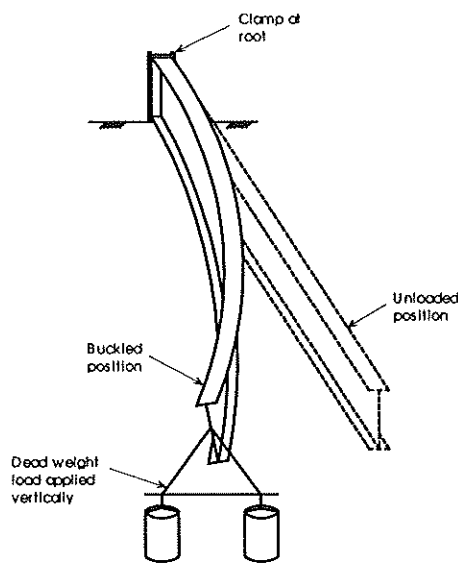


Figure 1 Lateral-torsional buckling of a slender cantilever beam

If the cantilever was perfectly straight and the cross section initially stress free and perfectly elastic, the tip of the cantilever would deflect only in the vertical plane with no out of plane deflection until the applied moment reached a critical value at which the beam buckles by deflecting laterally and twisting. A design approach for beams prone to failure by lateral-torsional buckling must of necessity account for a large number of factors - including section shape, the degree of lateral restraint, type of loading, residual stress pattern and initial imperfections - and is therefore relatively complex. It is instructive to first consider a simple basic model which may then be developed to include more general cases.

Exemple d'une page de leçon Word contenue dans SSEDTA (version anglaise)

Introduction

- ◆ Slender structural elements loaded in a stiff plane tend to fail by buckling in a more flexible plane.
- ◆ In the case of a beam bent about its major axis, failure may occur by a form of buckling which involves both lateral deflection and twisting.

Lateral-torsional buckling

Clamp at root

Buckled position

Unloaded position

Dead weight load applied vertically

Exemple d'un écran d'une présentation PowerPoint contenue dans **SSEDTA**

4 - QUELQUES LOGICIELS

La mise à la disposition par **SSEDTA** d'exemples complets d'application du calcul de structures est un élément important dès lors que l'utilisation des normes, et donc leur interprétation correcte, est envisagée.

Par ailleurs, il importe également de pouvoir aisément juger de l'influence des paramètres de comportement significatifs d'une structure, ou d'une partie de structure, tout en étant dégagé de la charge de calcul qui y est inévitablement associée. A cet égard, le recours à l'utilisation de logiciels s'avère une solution intéressante, que l'on soit confronté à l'apprentissage des Constructions Métallique et/ou Mixte en tant qu'étudiant ou praticien désireux d'approfondir ses connaissances.

Se montrer exhaustif dans ce domaine relève de la gageure tant l'offre en matière de logiciels de calcul 'Eurocode 3' ou 'Eurocode 4' a tendance à croître actuellement.

Les partenaires **SSEDTA**, soucieux de ne pas négliger cet aspect, ont ajouté au cours **SSEDTA 1** et ce, à titre purement exemplatif, des versions de démonstration de deux logiciels parmi d'autres : **EC3 Tools** et **CoP**. Une brève description de ces deux logiciels est proposée ci-dessous.

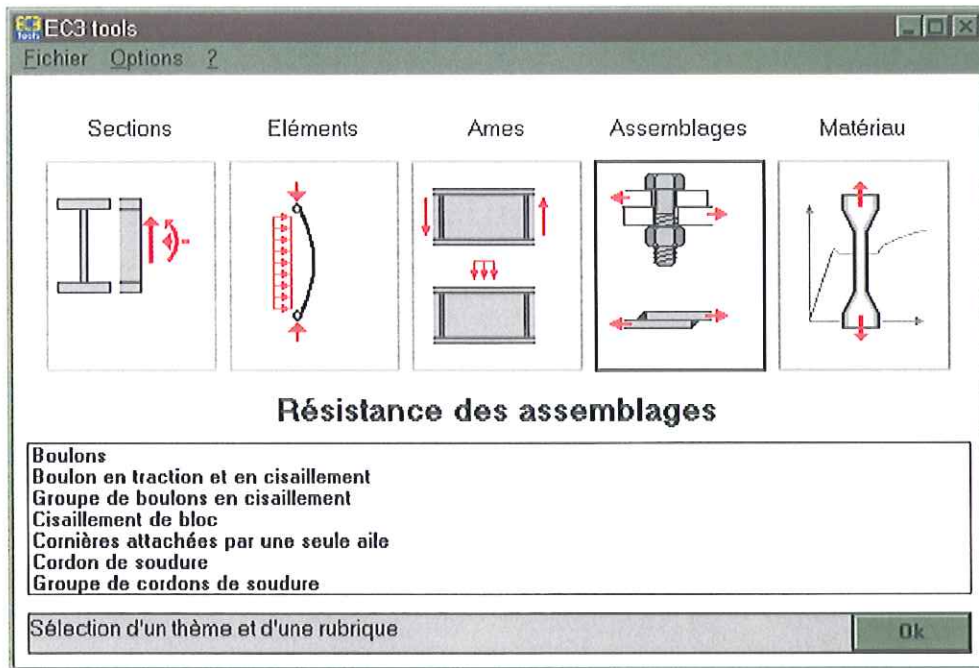
Sur le CD ROM SSEDTA 2, une version de démonstration du logiciel **CoBeJo** permettra à l'utilisateur d'évaluer les propriétés mécaniques des sections et assemblages en Construction Mixte.

4.1 – EC3 Tools

EC3 tools (logiciel du CTICM) est un outil didactique d'application de l'Eurocode 3. Il contient :

- le calcul des caractéristiques d'une section transversale ;
- la vérification des éléments ;
- la vérification des âmes de poutres ;
- la vérification des assemblages ;
- le choix des aciers.

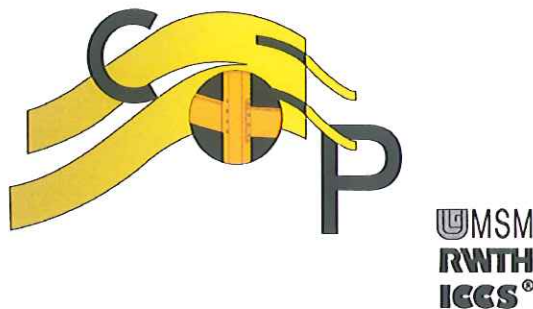
Pour chaque vérification réalisée, EC3 tools fournit une note de calcul qui contient les étapes successives définies dans l'Eurocode 3.



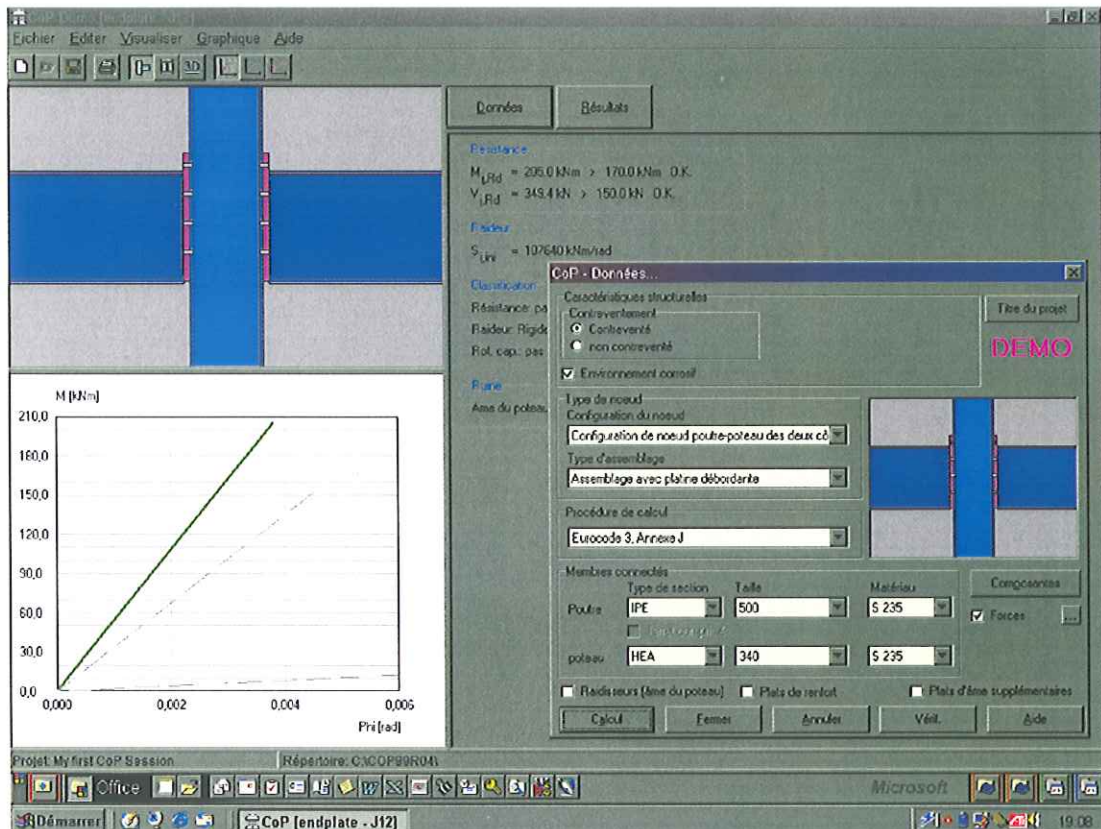
Écran des menus d'EC3 tools

4.2 – CoP

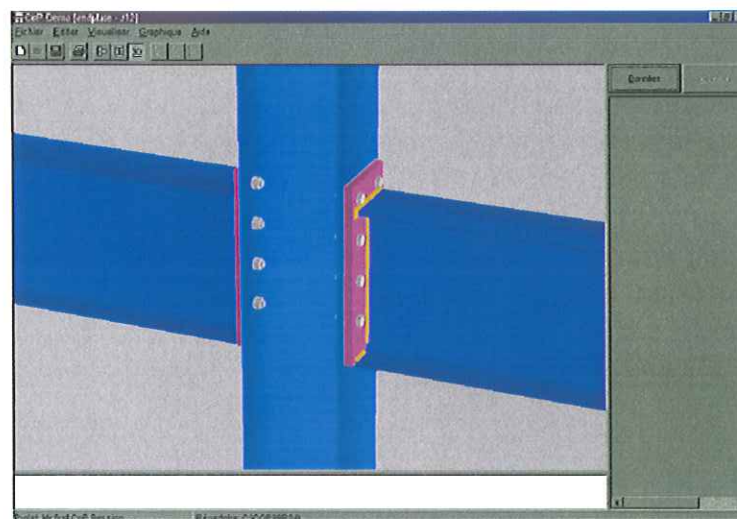
CoP est un logiciel de calcul d'assemblages au sens de la nouvelle annexe J de l'Eurocode 3. Il est développé par les universités de Liège et d'Aix-la-Chapelle et commercialisé par la société néerlandaise ICCSbv. CoP intègre la plupart des formes des liaisons rencontrées en Construction Métallique. Il propose le calcul de leur rigidité flexionnelle, de leur résistance en cisaillement et en flexion ainsi que de leur mode de ruine et de leur ductilité (capacité de rotation). Il permet également une visualisation 3D des assemblages. CoP existe en différentes langues dont l'anglais, l'allemand, le néerlandais, le portugais, le hongrois, ... Au delà de son utilité pour le concepteur-calculateur, CoP revêt un intérêt particulier pour l'enseignant dans la mesure où il autorise l'étude physique de l'influence des nombreux paramètres qui caractérisent les assemblages (diamètre des boulons, épaisseur des plats, entredistance des boulons, épaisseur des soudures, ...) sur leur comportement en flexion et au cisaillement.



Logo CoP



Écran général du logiciel CoP



Vue 3D d'un assemblage

D'autres outils de calcul des assemblages, non informatisés, se doivent également d'être mentionnés. Leur utilité peut se faire sentir dans le cadre de l'organisation de travaux pratiques relatifs au calcul d'assemblages ou au dimensionnement de structures métalliques. Nous voudrions ici attirer l'attention sur le document **SPRINT**, du nom du projet européen au sein duquel il a été rédigé. Ce document fournit des procédures simplifiées de calcul conformes à l'Annexe J révisée de l'Eurocode 3 (consacrée au calcul des assemblages structuraux) et des valeurs tabulées des propriétés mécaniques de nombreux assemblages poutre-colonne et de poutres bout-à-bout. Les paramètres importants qui caractérisent le

comportement des assemblages y sont indiqués (raideur, résistance) ainsi que des indications précises sur la modélisation dont ils doivent faire l'objet pour l'analyse globale de la structure.

Ces tables permettent de préciser, sans le moindre calcul, l'encombrement des assemblages et la cohérence du choix d'assemblage avec le niveau d'efforts à transmettre. De plus elles évitent, en phase de prédimensionnement et de dimensionnement, le développement de calculs fastidieux ainsi que l'établissement de notes de calculs souvent très longues.

5 – CONCLUSIONS

Les outils d'enseignement relatifs au domaine de la Construction Métallique se développent et se modernisent en suivant l'évolution des techniques de communication.

ESDEP a été le premier pas vers la création d'un vaste ensemble d'outils destinés à enseigner l'Eurocode 3. Depuis, de nombreux autres programmes ont permis d'élaborer des produits susceptibles d'aider les enseignants dans leur tâche de diffusion de la connaissance.

Cette présentation décrit très brièvement un certain nombre d'outils utilisables pour enseigner la Construction Métallique et la Construction Mixte Acier-Béton et présente de manière plus détaillée les cours issus du programme européen **SSEDTA**.

Ces cours, utiles à l'enseignement, peuvent également servir d'outils de formation continue pour les ingénieurs praticiens désireux de s'initier aux procédures de calcul contenues dans les Eurocodes 3 et 4.

6 – ADRESSES POUR INFORMATION

[1] APK

Contacteur: Wassodev HOORPAH
OTUA
Immeuble Pacific
Cours Valmy 13
FR - 92070 LA DEFENSE Cedex
Tél: ++33-1-41.25.65.92
Fax: ++33-1-41.25.55.70

[2] EC3 tools

Contacteur: Y. GALEA
CTICM
Domaine de St Paul - B.P. 64
FR - 78470 SAINT REMY-LES-CHEVREUSE
Tél: ++33-1-30.85.20.00
Fax: ++33-1-30.52.75.38

[3] CoP

Contacteur: ICCS
Holland Office Center
Gebouw 4
Kruisweg 817
NL - 2132 NG HOOFFDORP
Tél: ++31-23-562.24.33
Fax: ++31-23-562.19.94

[4] SPRINT

Contacteur: Eugène PIRAPREZ
CRIF Wallonie
Parc Scientifique du Sart-Tilman
À la Cense Rouge
Rue du Bois Saint-Jean, 12
B-4102 SERAING (LIEGE)
Tél : ++32 4 361 87 62
Fax : ++32 4 361 87 02