



Research Fund for Coal and Steel

COMBRI⁺

COMBRI⁺

Valorisation of Knowledge for Competitive Steel and Composite Bridges

Séminaire organisé par le Centre Information Acier – Staalinfocentrum

Namur, 30 octobre 2008



Universität Stuttgart
Germany

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

ctim

L
LULEÅ
UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

Université
de Liège



labein
tecnalia

Sétra
service d'Études
techniques
des routes
et autoroutes



En guise d'introduction

COMBRI+

- Remerciements au Centre Informationacier – staalinformatiecentrum, organisateur du séminaire.
- Objet du séminaire : Valorisation de l'état de l'art pour améliorer la compétitivité des ponts mixtes et en acier.
- Contexte : transfert des nouvelles connaissances acquises en résultat d'un vaste programme international de recherches «COMBRI» financé par l'Union Européenne.



Universität Stuttgart
Germany

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

ctim

L
LULEÅ
UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

Université
de Liège
Ug

labein
tecnalia

Sétra
service d'Études
techniques
des routes
et autoroutes

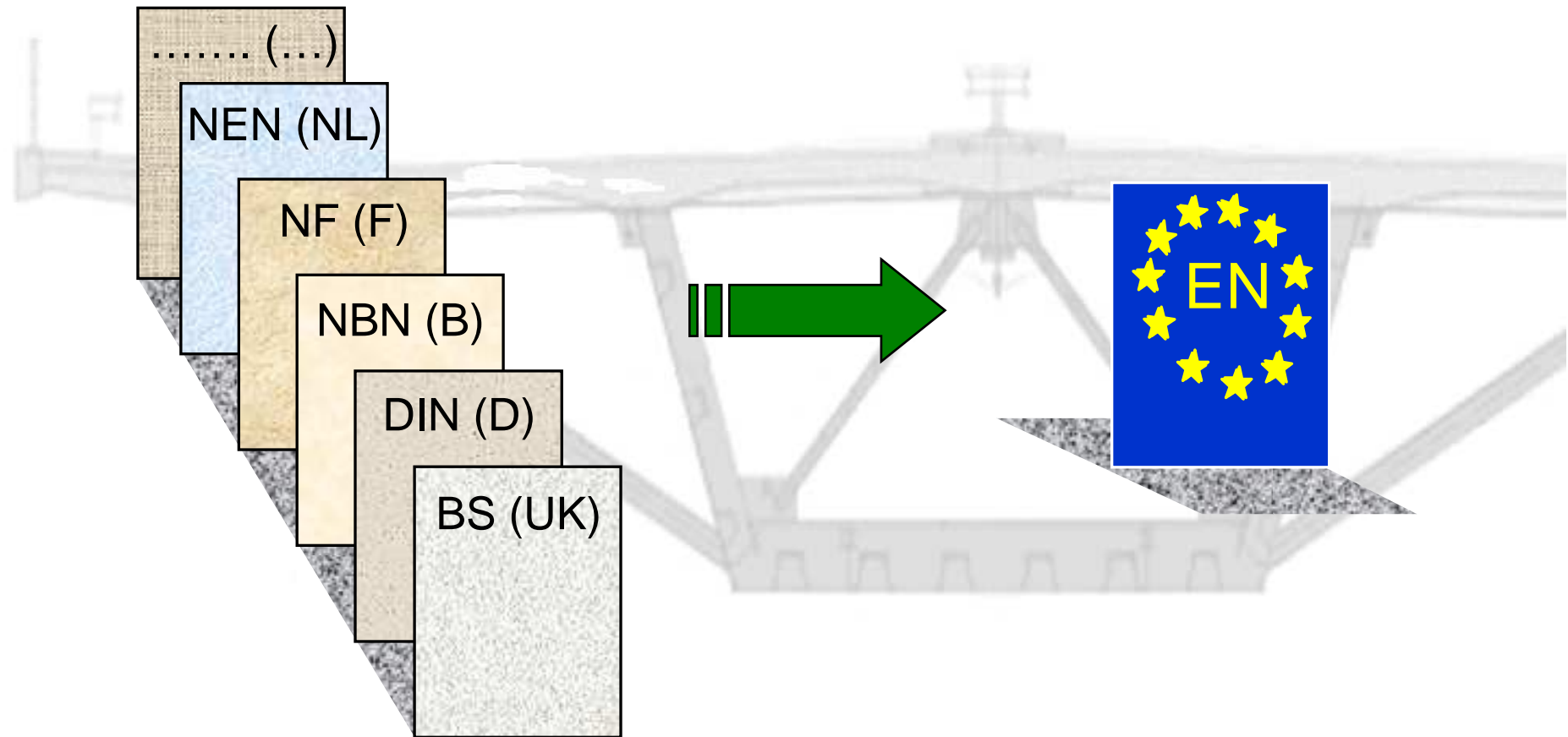


L'objectif des Eurocodes

COMBRI+

Du passé

vers le futur





Plan de l'exposé

COMBRI+

- Des Eurocodes aux normes nationales.
- Structure des Eurocodes 3 et 4.
- Partie 1-5 de l'Eurocode 3 et COMBRI.
- Annexe nationale à la EN 1993-1-5.
- Pratique de la EN 1993-1-5.



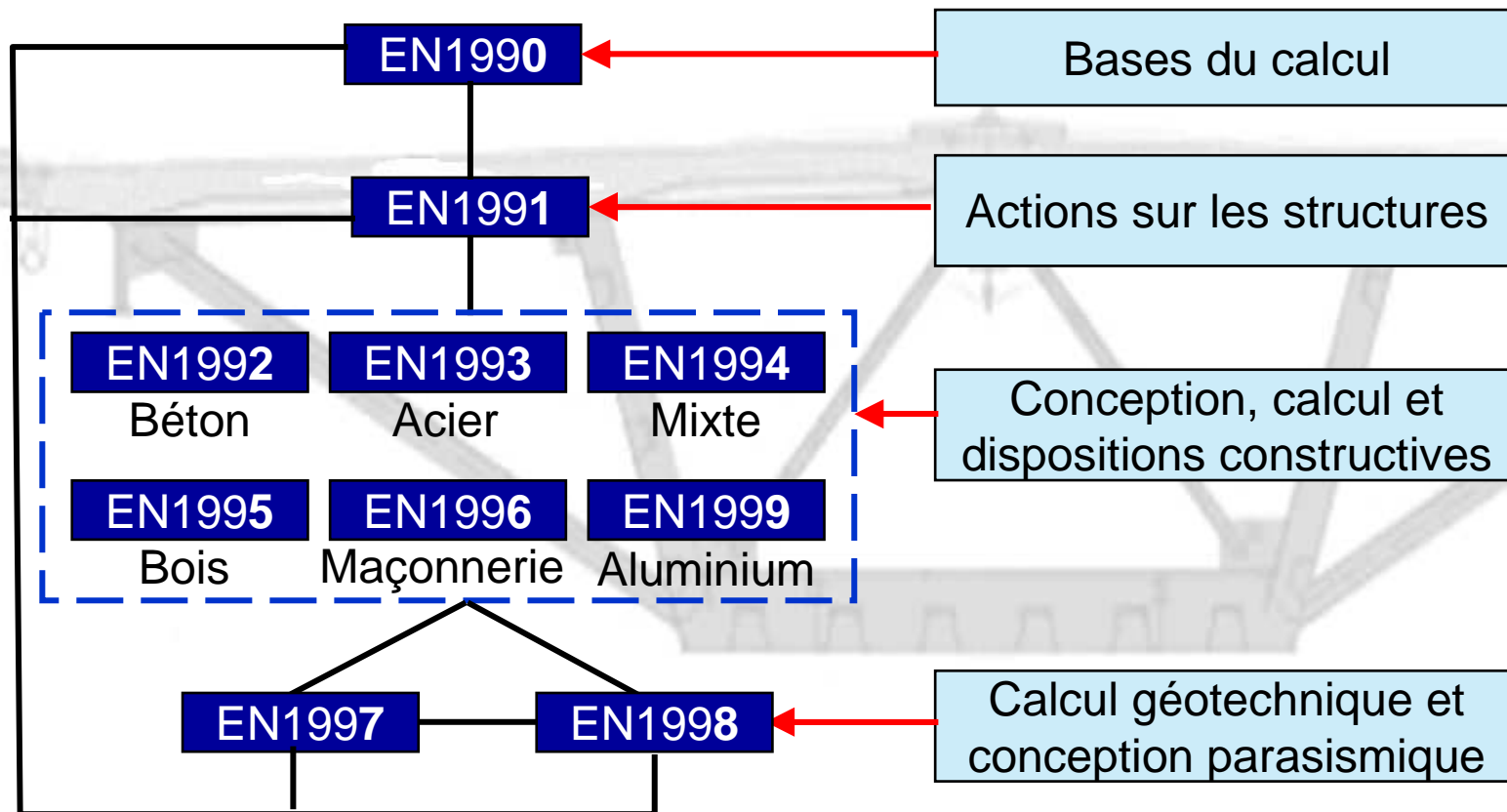
DES EUROCODES AUX NORMES NATIONALES

Un processus en deux étapes



Liens entre les Eurocodes

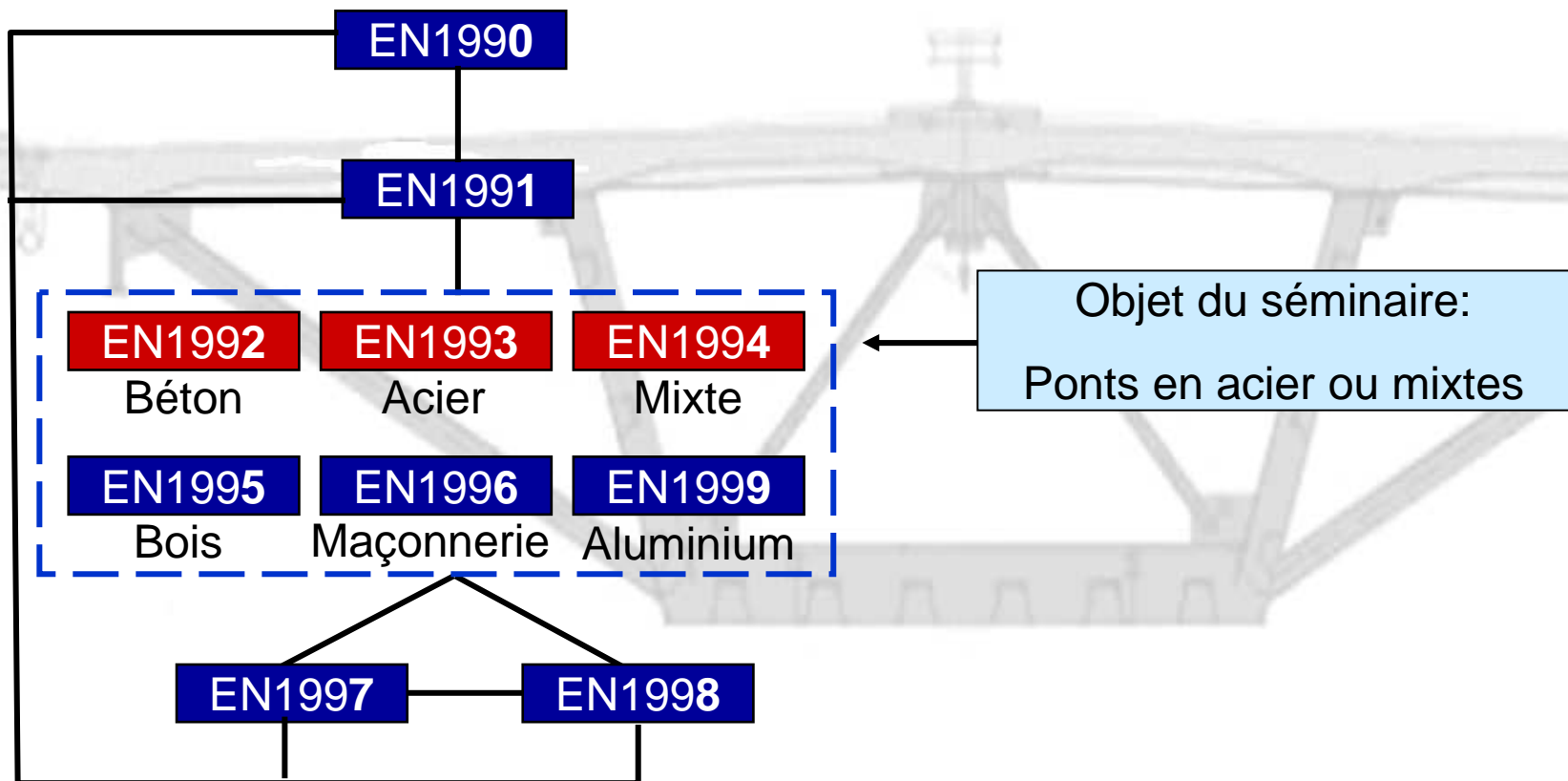
COMBRI+

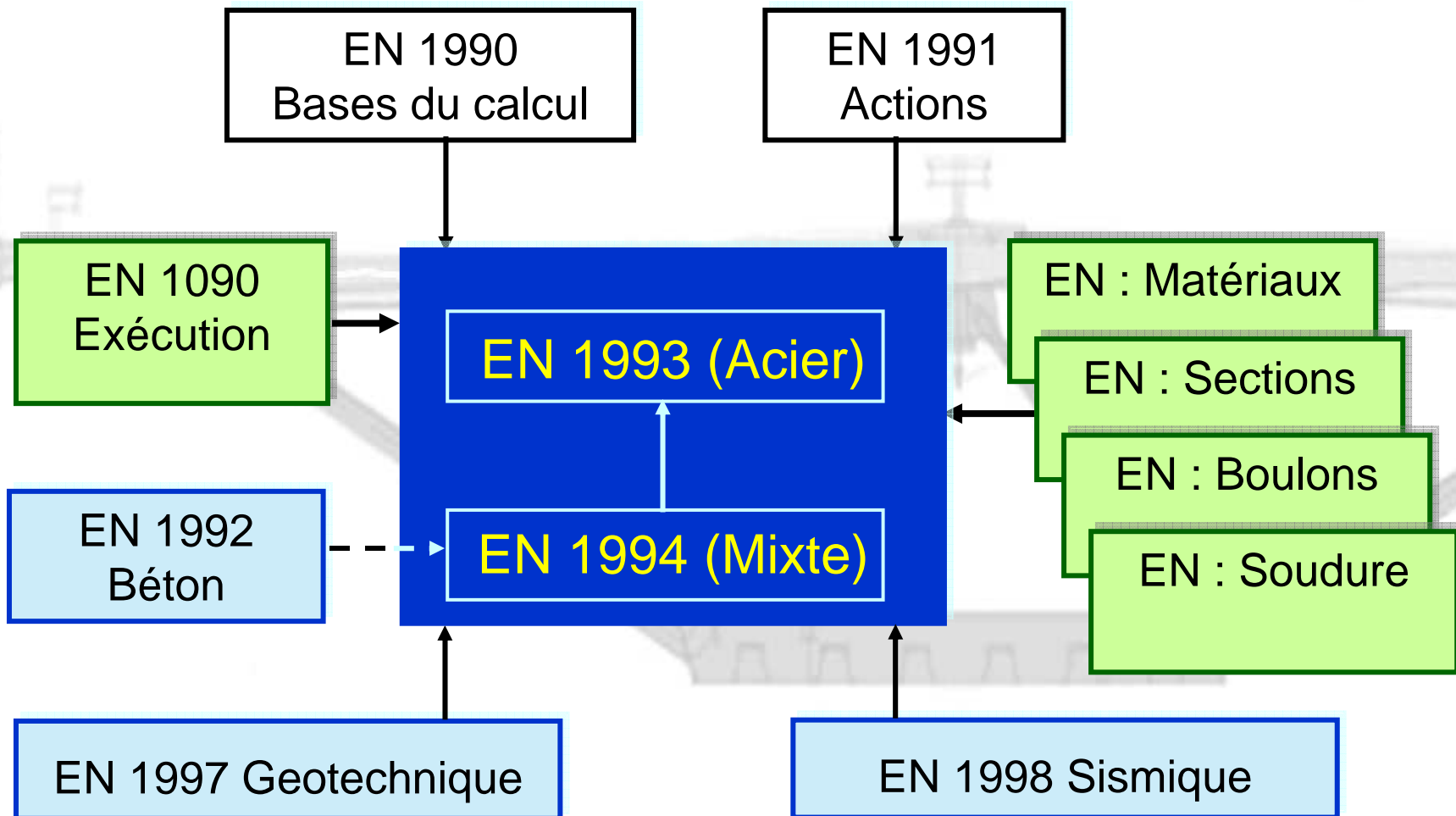




Liens entre les Eurocodes

COMBRI+








Etape 1

COMBRI+

- Prénorme européenne ENV (avec annexes).
- Rédaction d'un Document d'Application National (DAN) dans chaque Etat membre.
- Norme nationale = (ENV+DAN):
 - Texte complet ENV (y compris ses annexes).
 - DAN contient commentaires (C), amendements (A), invalidations (I), fixe les coefficients partiels de sécurité.
- Possibilité – mais pas obligation – d'utiliser l'ensemble (ENV+DAN) en lieu et place de la Norme nationale

(ENV1993+DAN)  NBN52-001

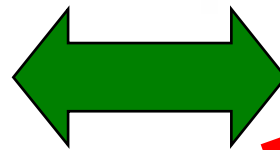


Etape 2

COMBRI+

- Norme européenne EN (avec annexes).
- Rédaction d'une Annexe Nationale (AN) dans chaque Etat membre.
- Norme nationale = (EN + AN):
 - Texte complet EN (y compris ses annexes).
 - Annexe nationale fixe les valeurs des paramètres laissés libres dans EN, effectue le choix entre alternatives possibles, détermine certaines actions «locales», définit le statut des annexes et fournit des informations non contradictoires.
- (EN + AN) = Norme nationale homologuée.
- Substituer à terme (EN+AN) à norme nationale.

(EN1993+ANB)



~~NBN52-001~~



STRUCTURE DES EUROCODES 3 ET 4



EUROCODE 3 : STRUCTURES EN ACIER

- EN1993-1 — Règles générales et règles pour les bâtiments («**maître**»).
- EN1993-2 — Ponts métalliques.
- EN1993-3 — Pylônes et mâts haubanés (3.1) et cheminées (3.2).
- EN1993-4 — Silos (4.1), réservoirs (4.2) et canalisations (4.3).
- EN1993-5 — Pieux et palplanches.
- EN1993-6 — Chemins de roulement.

EUROCODE 4 : STRUCTURES MIXTES ACIER-BETON

- EN1994-1 → Règles générales et règles pour les bâtiments.
- EN1994-2 — Ponts mixtes.



Douze parties de EN 1993-1

COMBRI+

- 1-1 Règles générales et règles pour les bâtiments
- 1-2 Règles générales – Calcul du comportement au feu.
- 1-3 Règles supplémentaires pour les profilés et plaques à parois minces formés à froid.
- 1-4 Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables.
- 1-5 Plaques planes chargées dans leur plan.
- 1-6 Résistance et stabilité des structures en coques.
- 1-7 Résistance et stabilité des plaques planes chargées hors de leur plan.
- 1-8 Calcul des assemblages.
- 1-9 Fatigue.
- 1-10 Choix de qualité des aciers.
- 1-11 Calcul des structures à câbles ou éléments tendus.
- 1-12 Règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN1993 jusqu'à la nuance d'acier S700.

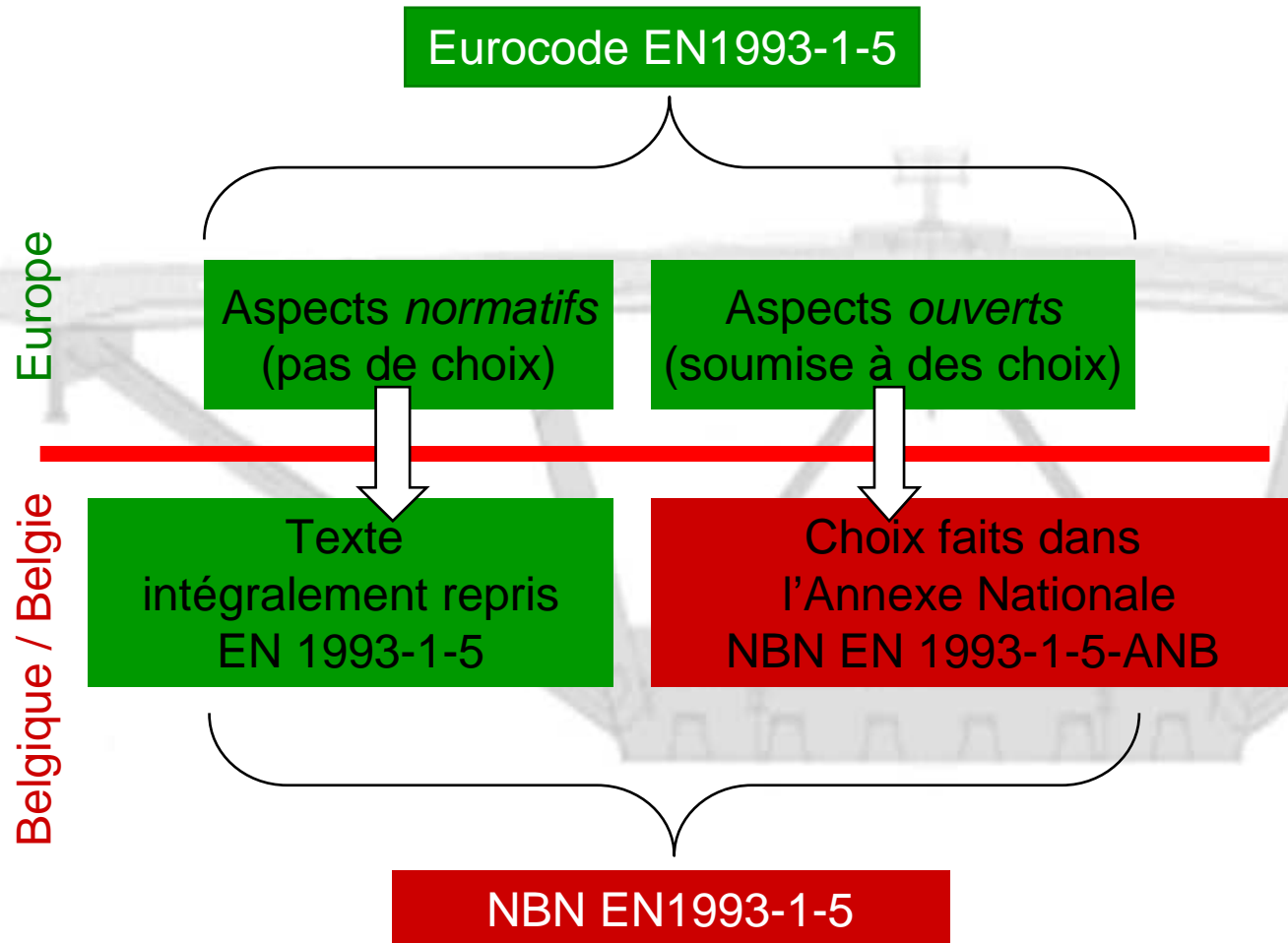


- 1-1 Règles générales et règles pour les bâtiments
- 1-2 Règles générales – Calcul du comportement au feu.





Exemple Partie 1-5 Voilement





ENV 1993-1-1

COMBRI+

CHAPITRE DE L'ENV		ANNEXES DE L'ENV	
1	INTRODUCTION	C	RUPTURE FRAGILE
2	BASES DE CALCUL	E	LONGUEUR DE FLAMBEMENT
3	MATERIAUX	F	DEVERSEMENT
4	ETATS LIMITES DE SERVICE	G	TORSION
5	ETATS LIMITES ULTIMES	J	ASSEMBLAGES BATIMENTS
6	ASSEMBLAGES (STATIQUES)	K	ASSEMBLAGES PROFILS CREUX
7	FABRICATION ET MONTAGE	L	PIEDS DE POTEAUX
8	FATIGUE	M	SOUDURES D'ANGLE
		N	POUTRES A AME EVIDEE

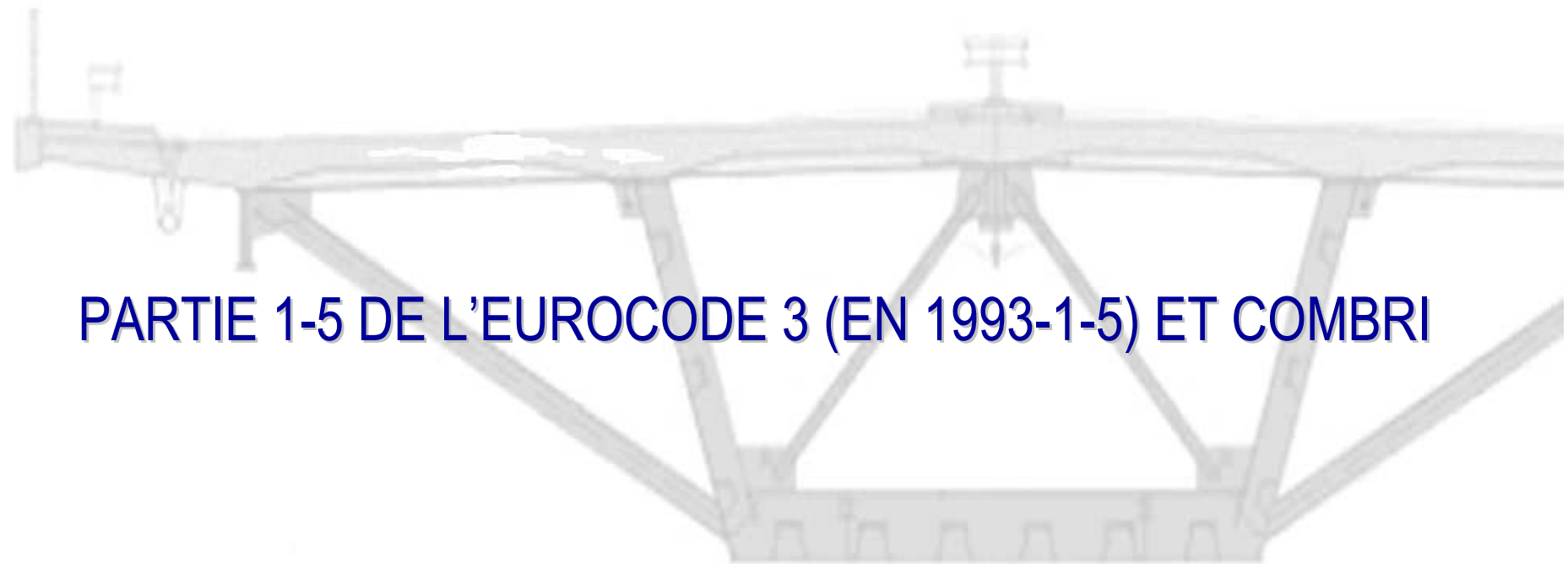
CHAPITRE DE L'ENV		TRANSFERT	ANNEXES DE L'ENV		TRANSFERT
1	INTRODUCTION	-	C	RUPTURE FRAGILE	1993-1-10
2	BASES DE CALCUL	-	E	LONGUEUR DE FLAMBEMENT	Non reprise
3	MATERIAUX	-	F	DEVERSEMENT	Non reprise
4	ETATS LIMITES DE SERVICE	-	G	TORSION	Partim en 6.2.7
5	ETATS LIMITES ULTIMES	(1993-1-5)	J	ASSEMBLAGES BATIMENTS	1993-1-8
6	ASSEMBLAGES (STATIQUES)	1993-1-8	K	ASSEMBLAGES PROFILS CREUX	1993-1-8
7	FABRICATION ET MONTAGE	1090-2	L	PIEDS DE POTEAUX	1993-1-8
8	FATIGUE	1993-1-9	M	SOUDURES D'ANGLE	1993-1-8
			N	POUTRES A AME EVIDEE	Non reprise



	Résistance en section Résistance des éléments	1993-1-1
	Voilement	1993-1-5

COMBRI

CHAPITRE DE L'ENV		TRANSFERT	ANNEXES DE L'ENV		TRANSFERT
1	INTRODUCTION	-	C	RUPTURE FRAGILE	1993-1-10
2	BASES DE CALCUL	-	E	LONGUEUR DE FLAMBEMENT	Non reprise
3	MATERIAUX	-	F	DEVERSEMENT	Non reprise
4	ETATS LIMITES DE SERVICE	-	G	TORSION	Partim en 6.2.7
5	ETATS LIMITES ULTIMES	(1993-1-5)	J	ASSEMBLAGES BATIMENTS	1993-1-8
6	ASSEMBLAGES (STATIQUES)	1993-1-8	K	ASSEMBLAGES PROFILS CREUX	1993-1-8
7	FABRICATION ET MONTAGE	1090-2	L	PIEDS DE POTEAUX	1993-1-8
8	FATIGUE	1993-1-9	M	SOUDURES D'ANGLE	1993-1-8
			N	POUTRES A AME EVIDEE	Non reprise



PARTIE 1-5 DE L'EUROCODE 3 (EN 1993-1-5) ET COMBRI



- Texte principal
 - ▣ Chapitres 1 à 10, ayant valeur [normative]
- Annexes
 - ▣ Annexes A à E, ayant valeur [informative]

Référence : [Version EN - Octobre 2006](#)



Texte principal de EN 1993-1-5

COMBRI+

- 1 Introduction.
- 2 Bases de dimensionnement et modélisation.
- 3 Effets de traînage de cisaillement.
- 4 Effets du voilement sous contraintes normales.
- 5 Résistance au cisaillement.
- 6 Résistance aux forces transversales.
- 7 Interaction.
- 8 Voilement induit par les semelles.
- 9 Raidisseurs.
- 10 Méthode des contraintes réduites.



- A Détermination des facteurs de réduction pour les plaques raidies.
- B Membrures à section non uniforme.
- C Calcul aux éléments finis.
- D Membrures à âme plissée.
- E Organigrammes.

Annexes informatives.

Statut (informatif/normatif) à fixer dans ANB



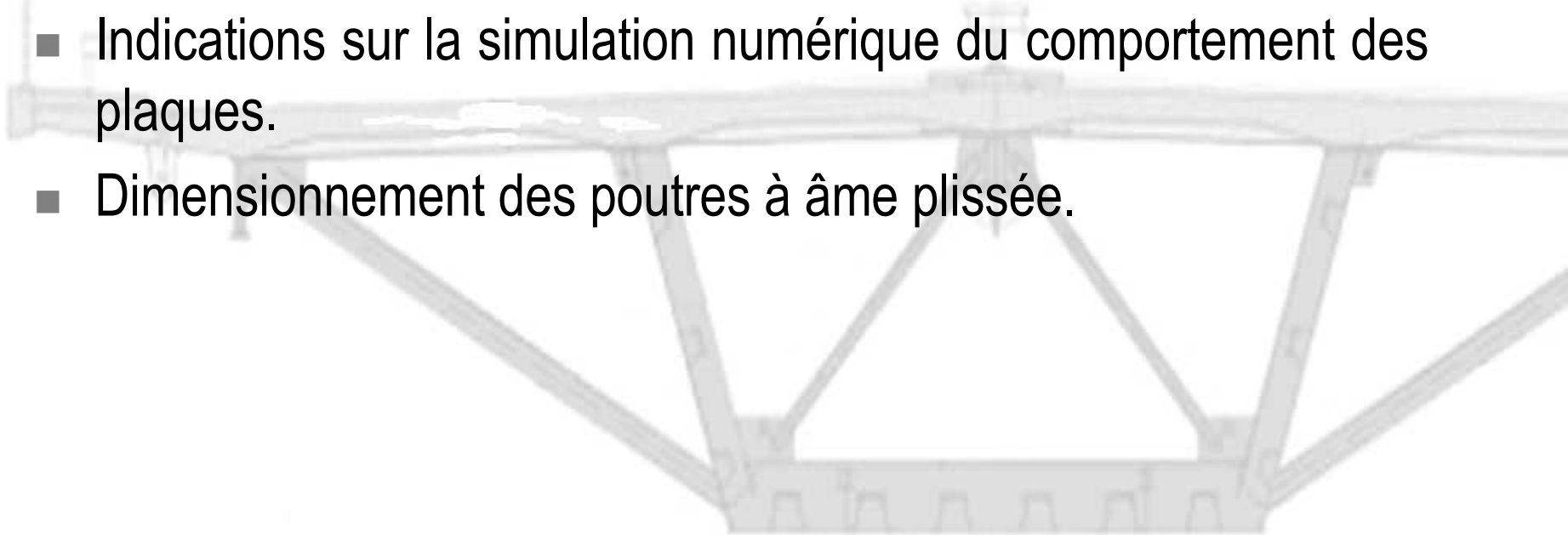
Au niveau du texte

- Effets du traînage de cisaillement et interaction avec les effets de voilement.
- Plaques raidies en sus des plaques non raidies.
- Amélioration du modèle à la ruine pour résistance aux contraintes normales.
- Modèle à la ruine unique pour résistance au cisaillement.
- Amélioration du modèle à la ruine pour résistance aux forces transversales concentrées.
- Procédure unifiée pour tous les phénomènes d'instabilité.



Au niveau des annexes informatives

- Diverses expressions directement utiles au calcul.
- Indications sur la simulation numérique du comportement des plaques.
- Dimensionnement des poutres à âme plissée.





ANNEXE NATIONALE A LA EN 1993-1-5

Plaques planes, raidies ou non raidies, chargées dans leur plan



prNBN EN 1993-1-5-ANB:2008 (F)

Eurocode 3 – Calcul des structures en acier

Partie 1-5: Plaques planes

ANNEXE NA

Approuvée par le NBN E25003
Approuvée par la Commission NBN-E250 le xx/xx/2008
pour l'enquête

NBN EN 1993-1-5-ANB:2008 (NL)

Eurocode 3 – Ontwerp en berekening van staalconstructies

Deel 1-5: Constructieve plaatvelden

NATIONALE BIJLAGE

Goedgekeurd door de Commissie NBN E25003 op xx/xx/2008 (NL en FR)



PAGE DE GARDE DE LA NBN EN 1993-1-5:2007

La norme européenne NBN EN 1993-1-5:2007 a le statut d'une norme belge.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais et français).

La version néerlandaise est publiée sous la responsabilité du Bureau de Normalisation (NBN), avec la même valeur.

Cette norme ne peut être utilisée en Belgique qu'en combinaison avec son annexe nationale (ANB) qui fixe principalement la valeur des paramètres à déterminer au niveau national.

La norme NBN EN 1993-1-5:2007 "Eurocode 3 – Calcul des structures en acier - Partie 1-5 : Plaques planes" comprend l'annexe nationale :

NBN EN 1993-1-5-ANB:2008

qui a un caractère normatif en Belgique. Elle remplace à partir du 01/03/2010 la norme suivante:

NBN ENV 1993-1-5:1997 «Eurocode 3: Calcul des structures en acier - Partie 1-5 : Plaques planes» (version homologuée avec DAN).



Etat d'avancement en Belgique

COMBRI+

1.1	Règles générales et règles pour les bâtiments	EN	NBN EN 1993-1-1	nov. 2005	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-1-ANB	Fin enquête: 20/11/2008	(fr, nl)
1.2	Règles générales - Calcul du comportement au feu	EN	NBN EN 1993-1-2	nov. 2005	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-2-ANB	Fin enquête: 07/12/2008	(fr, nl)
1.3	Règles générales - Règles supplémentaires pour les profilés et plaques formés à froid	EN	NBN EN 1993-1-3	mai 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-3-ANB	(mars 2009)	(fr, nl)
1.4	Règles générales - Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables	EN	NBN EN 1993-1-4	mai 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-4-ANB	(mars 2009)	(fr, nl)
1.5	Plaques planes	EN	NBN EN 1993-1-5	mai 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-5-ANB	(mars 2009)	(fr, nl)
1.6	Résistance et stabilité des structures en coque	EN	NBN EN 1993-1-6	août 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-6-ANB	(sept. 2009)	(fr, nl)
1.7	Résistance et stabilité des structures en plaque chargés hors de leur plan	EN	NBN EN 1993-1-7	août 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-7-ANB	(sept. 2009)	(fr, nl)
1.8	Calcul des assemblages	EN	NBN EN 1993-1-8	nov. 2005	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-8-ANB	Fin enquête: 07/12/2008	(fr, nl)
1.9	Fatigue	EN	NBN EN 1993-1-9	nov. 2005	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-9-ANB	Fin enquête: 07/12/2008	(fr, nl)
1.10	Choix des qualités d'aciers	EN	NBN EN 1993-1-10	nov. 2005	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-10-ANB	Fin enquête: 07/12/2008	(fr, nl)
1.11	Calcul des structures à câbles tendus	EN	NBN EN 1993-1-11	mai 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-11-ANB	Fin enquête: 07/12/2008	(fr, nl)
1.12	Règles additionnelles pour l'utilisation de l'EN 1993 jusqu'à la nuance d'acier S700	EN	NBN EN 1993-1-12	août 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-1-12-ANB	Fin enquête: 07/12/2008	(fr, nl)
2	Ponts métalliques	EN	NBN EN 1993-2	juin 2007	fr, en
		ANB	NBN EN 1993-2-ANB	(sept. 2009)	(fr, nl)

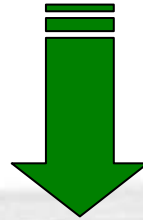
http://www.bbri.be/antenne_norm/eurocodes



PRATIQUE DE LA EN 1993-1-5



- Contenu complexe et novateur à plusieurs égards de la EN 1993-1-5.



- Interprétation de certaines clauses problématique à l'usage.
- Traitement de certains sujets incomplet et/ou susceptible de diverses améliorations.
- Clarification de la prise en compte des imperfections lors de simulations numériques.
- Nécessité de disposer d'aides au calcul.



.... highlighted that extensive experimental and theoretical investigations on the behaviour of steel plated structures were carried out to provide recommendations for optimised cross-section through efficient manufacturing and erection procedures in order to promote and to encourage the increased use of steel plated structures in steel and composite bridges. By that, essential knowledge has been assembled on the correct use of the design rules and necessary improvements such as new design rules and software tools have been developed which can be used for a further improvement of the Eurocodes.

Extrait du rapport final



It should be also noticed that a new piece of software **EBPlate**, which calculates the **elastic buckling stresses** and **buckling modes** for rectangular plates which can be stiffened or not by longitudinal and/or transverse stiffeners, simply supported along the edges and possibly connected to flanges, has been developed within the project. A user-friendly graphical interface makes very easy the definition of dimensions, including orthotropic conditions and stress patterns. EBPlate is multilingual and can be **downloaded free of charge** on the internet website of CTICM. It is considered as very helpful for the designer.

Extrait du rapport final



Séminaire du 30 octobre

Principe généraux sur la conception des ponts mixtes acier-béton

H.DEGEE

Exemple de dimensionnement n°1:

Valorisation of Knowledge for Competitive Steel

and Composite Bridges

*H.DEGEE
N.HAUSOUL*

Pause café

Exemple de dimensionnement n°2: Pont caisson mixte a cier-béton

*H.DEGEE
N.HAUSOUL*

Présentation du logiciel EB-Plate

R. MAQUOI (Université de Liège)

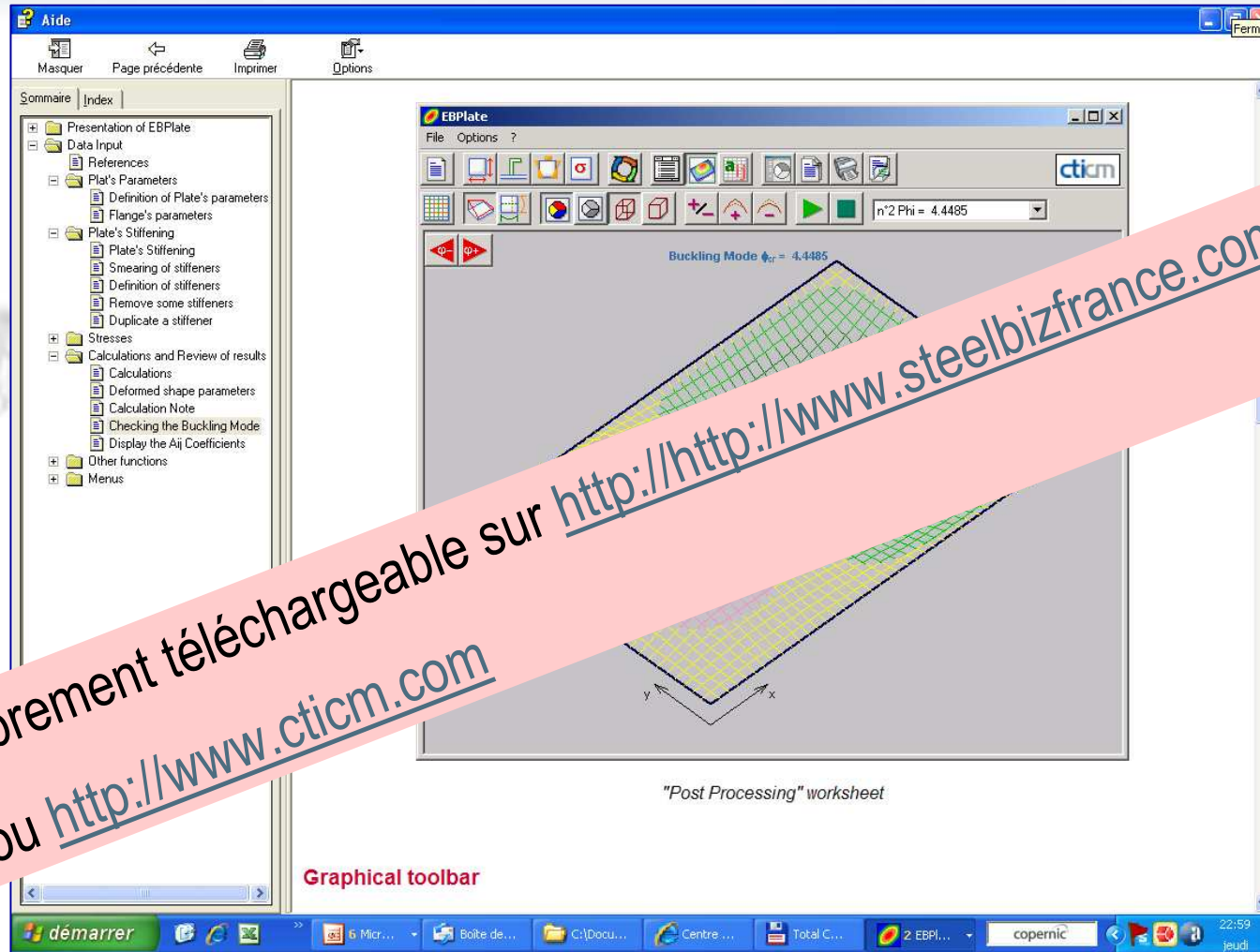


Complément à la EN 1993-1-5

COMBRI+



Librement téléchargeable sur <http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu>



Librement téléchargeable sur <http://www.steelbizfrance.com>
ou <http://www.cticm.com>



Merci pour votre attention

COMBRI+

