

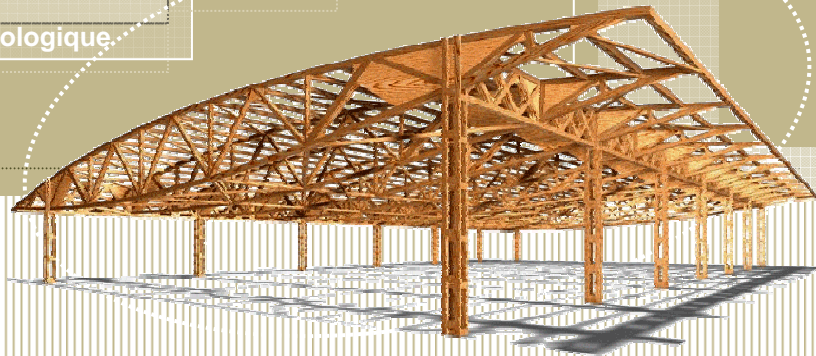
La Ferme

# Ariane



® Brevet international et marque déposée

- Concept général
  - Aspect structurel
  - Aspect architectural
    - Aspect économique
    - Aspect physique et acoustique
- Aspect écologique



www.cbs-cbt.com

## Descriptif Technique



concept **bois** technologie

Jordils Park, ch. des Jordils 40 • CH-1025 Saint-Sulpice  
Tél. +41.21.694.04.04 • Fax +41.21.694.04.05  
E-mail: [info@cbs-cbt.com](mailto:info@cbs-cbt.com) • [www.cbs-cbt.com](http://www.cbs-cbt.com)  
U.B.S.: 335-530-01-V • T.V.A.: 143-29



concepts **bois** structure

4 rue Longs Champs • F-25140 Les Écorces  
Tél. +33.3.81.44.03.10 • Fax +33.3.81.44.02.42  
E-mail: [info@cbs-cbt.com](mailto:info@cbs-cbt.com) • [www.cbs-cbt.com](http://www.cbs-cbt.com)  
SARL au capital de 15000 € - Inscrite au registre du commerce de Montbéliard  
Société d'études et de conseils techniques en construction bois  
SIRET 33112313300002 • APE 7112B



# TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
1.1	But du système	4
1.2	Le concept Ariane	5
<b>2</b>	<b>ASPECT STRUCTUREL</b>	<b>6</b>
2.1	Principes	6
2.2	Comportement au feu	6
2.3	Comportement aux séismes	6
<b>3</b>	<b>ASPECT ARCHITECTURAL</b>	<b>6</b>
3.1	Systèmes statiques et conception architecturale	6
3.2	Une structure aérienne et spatiale	6
3.3	Ariane-Wenus, un système complémentaire	6
<b>4</b>	<b>ASPECT ECONOMIQUE</b>	<b>6</b>
4.1	Utilisation du matériau bois optimisé	6
<b>5</b>	<b>ASPECT ECOLOGIQUE</b>	<b>6</b>
5.1	Consommation, bilan énergétique et proximité	6
5.2	Bois de forêts gérées durablement	6
	<b>ANNEXES</b>	<b>6</b>
	Annexe 1 : Unité de sciage à Montrond-le-Château (f, 25)	6
	Annexe 2 : Unité de sciage à Levier (F, 25)	6
	Annexe 3 : Bâtiment agricole à Mugena (Tessin/Ch)	6
	Annexe 4 : Usine de production Cocorette (f)	6
	Annexe 5 : Usine de production Cocorette (f) - Suite	6
	Annexe 6 : Unité de sciage à la Talaudiere (F, 42)	6
	Annexe 7 : Bâtiment agricole à Olivone (Tessin/CH)	6
	Annexe 8 : Dossier technique pour Ariane	6

# A

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 But du système

Depuis la fin des années 90, le Groupe d'ingénierie Bois CBS-CBT développe un système constructif pour la structure de bâtiments industriels, commerciaux ou agricoles : la ferme Ariane. Ce concept a vu le jour pour répondre au mieux à deux exigences de la construction actuelle et à venir :

- Proposer des bâtiments dans le respect des principes du Développement Durable, notamment par l'utilisation d'une matière première renouvelable, avec un faible coût énergétique tant dans la transformation, la mise en œuvre ou le transport des éléments de construction et par un partenariat avec des entreprises locales.
- Offrir des solutions économiquement viables : des systèmes à la fois industrialisables avec l'utilisation de machines de taille à commande numérique, et flexibles dans leurs conceptions pour des structures bois de jusqu'à 55m – 60m de portée, comme par exemple la figure 1.

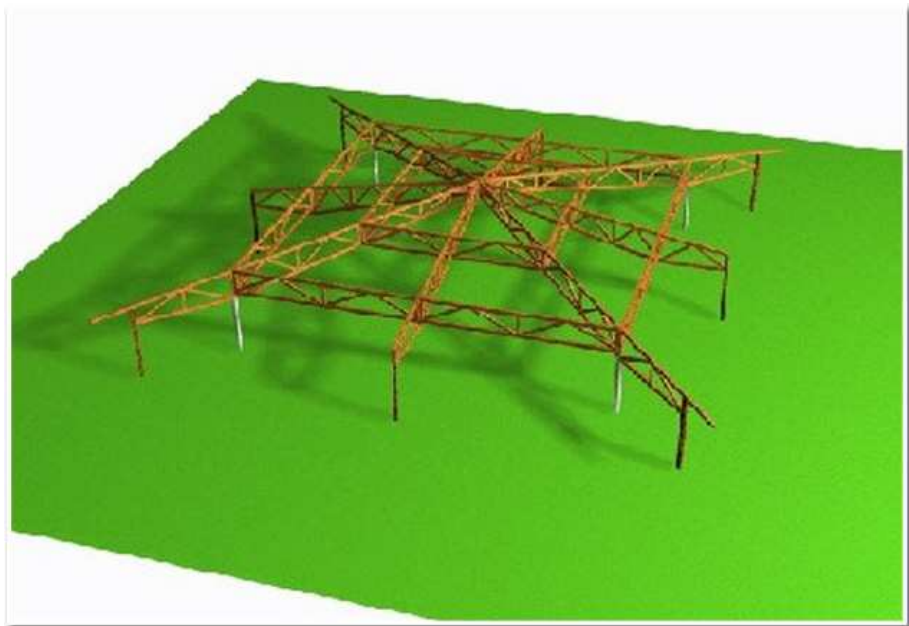


Figure 1 : Structure d'une halle industrielle de 28m de côté et 40 en diagonales, avec fermes Ariane en arêtiers pour structure à 4 pans. (usine Cocorette, à F-Upie Architecte Ag. Traversier)

## 1.2 Le concept Ariane

Le concept Ariane<sup>1</sup> repose sur l'utilisation des planches brutes ou rabotées, en longueur standard et de qualité usuelle en charpente (C22 – C24), pour fabriquer des fermes de portées importantes, capables de supporter de grandes charges ou surcharges (neige, pont roulant...).

La structure reprend le principe de la ferme triangulée ou d'autres systèmes triangulés. Selon les charges, les membrures sont composées de 2 à 6 couches de planches pour assurer la reprise des efforts normaux et des moments. Aux nœuds et sur appuis, ces couches de bois sont renforcées par des inserts en panneau microlame de type Kerto® (1 à 3 couches).

Ces goussets vissés, cloués ou boulonnés entre les couches de bois permettent de reprendre les efforts de cisaillement et de traction perpendiculaire aux fibres. Ces panneaux de haute performance offrent une grande surface de connexion et permettent de travailler avec des nœuds canoniques, ce qui évite les excentricités ou les moments résiduels. Les diagonales sont assemblées sur ces renforts en panneau.

Les principaux systèmes structurels développés avec le concept Ariane sont, selon figure 2 :

- La ferme triangulée, fonctionnant en poutre simple
- Le portique à deux articulations
- Le portique à trois articulations



Figure 2 : Principaux schémas statiques des fermes Ariane

# A

Ces systèmes peuvent être développés symétriques ou asymétriques à arbalétrier droits ou polygonaux, et offrir des possibilités de porte-à-faux conséquents.

Que les fermes Ariane soient standards (portées, charges et pentes fixées) ou qu'elles s'adaptent à la configuration du projet, la gamme peut se décliner selon le tableau suivant :




Type	Couches	Coupe de principe
Ariane 3 :	1 renfort à l'axe + 2 couches de planches (1 de chaque côté)	
Ariane 5 :	1 renfort à l'axe + 4 couches de planches (2 de chaque côté) 2 renforts + 3 couches de planches	
Ariane 7 :	1 renfort à l'axe + 6 couches de planches 2 renforts + 5 couches de planches 3 renforts + 4 couches de planches	

Figure 3 : Tableau récapitulatif de la gamme des sections composées, en fonction des efforts internes

## 2 ASPECT STRUCTUREL

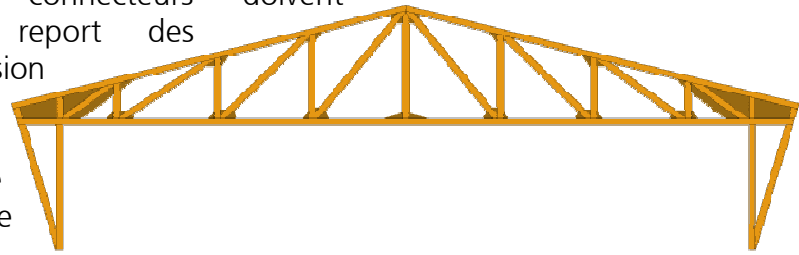
### 2.1 Principes

Les exigences techniques pour les planches servant à la composition des membrures sont relativement faibles. Le séchage à 15 % est indispensable pour éviter les retraits, ce qui affaiblirait la section composée.

Les arbalétriers sont composés avec quelques connecteurs (principalement des vis, accessoirement pour les grandes portées des broches ajustées et des boulons), mais les efforts de compression sont essentiellement transmis au niveau des discontinuités, par contact. L'assemblage doit donc être précis. Au besoin, les vides consécutifs à l'imprécision de la réalisation, peuvent être compensés par injection, à posteriori, d'une résine époxy.

Le tirant est beaucoup plus technique, puisqu'à chaque discontinuité de planches, les connecteurs doivent permettre le report des charges de tension sur les planches adjacentes.

Cependant, le tirant peut être composé



uniquement de planches de sciage. Dans ce cas, on peut privilégier l'emploi de bois de hautes performances mécaniques, par exemple triés par technique ultrason. Ceux-ci ne constituent que 10 % à 15 % du volume du bois.

Pour des charges plus importantes et pour des grandes portées, donc des grandes longueurs de bois (10 m à 16 m), des poutres bilames ou duo peuvent être utilisées.

Les diagonales peuvent être composées d'un nombre de couches inférieur au tirant ou à l'arbalétrier. Celles-ci sont vérifiées en fonction des contraintes, et pour les diagonales comprimées, leur élancement au flambage.

Les renforts sont calculés en fonction des efforts de cisaillement ou de traction transversale. Ils sont donc impérativement en Kerto® Q, pour optimiser ces deux caractéristiques techniques.

Enfin, le système de contreventement est identique à tous les autres types de bâtiments.



# A

## 2.2 Comportement au feu

Les bâtiments Ariane sont en principe fabriqués par l'association de couches de planches, avec des inserts en panneau qui renforcent les zones de nœuds. Par conséquent, dans la variante de base (Ariane I), les planches des membrures sont espacées, ce qui est très défavorable en cas d'incendie.

Pour atteindre des performances de tenue au feu de 30 mn voir 60 mn (éventuellement 90 mn), les planches (Duo) sont entaillées au niveau des inserts pour arriver à des membrures fermées (Ariane II). On obtient ainsi une section composée massive, équivalente à du bois lamellé collé.

## 2.3 Comportement aux séismes

Les bâtiments Ariane sont très légers puisqu'ils sont construits en bois avec peu de matière. Par exemple, avec un coefficient de charpente en surface couverte de 25 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> de bois, on est à 18 kg/m<sup>2</sup> de poids propre de la structure (pour 40 kg/m<sup>2</sup> à 45 kg/m<sup>2</sup> en acier et 80 kg/m<sup>2</sup> à 100 kg/m<sup>2</sup> en béton armé) et les efforts en cas de séisme sont donc très réduits.

En effet, les efforts horizontaux de séisme sont toujours proportionnels aux charges verticales. Les bâtiments légers sont donc très favorables.

Par ailleurs, les assemblages étant cloués ou vissés, avec un grand nombre de petits connecteurs, le comportement spécifique des assemblages Ariane est très ductile (élasto-plastique), ce qui lui permet d'atteindre de très grandes déformations sans perdre ses performances mécaniques.

Sur la base de ces deux avantages spécifiques (légèreté et ductilité) les bâtiments Ariane sont particulièrement indiqués pour les zones sismiques.



## 3 ASPECT ARCHITECTURAL

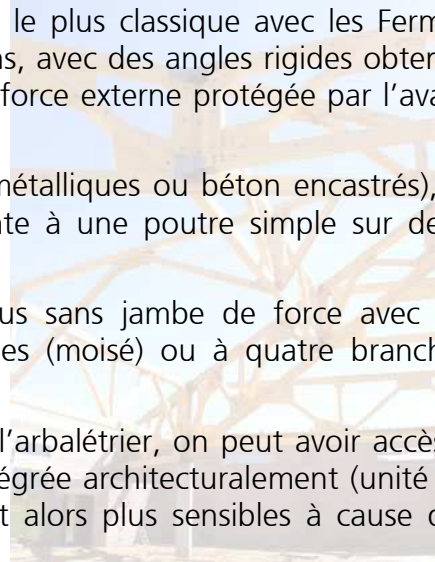
### 3.1 Systèmes statiques et conception architecturale

D'un point de vue du système statique, le plus classique avec les Fermes Ariane est le portique à deux articulations, avec des angles rigides obtenus par triangulation, et avec une jambe de force externe protégée par l'avant toit.

Sur des poteaux auto-stables (poteaux métalliques ou béton encastrés), la ferme peut être statiquement équivalente à une poutre simple sur deux appuis (bâtiment Montrond-le-Château).

Mais des bâtiments peuvent être conçus sans jambe de force avec un poteau bois auto-stable à deux branches (moisé) ou à quatre branches (double moisé).

Avec une décomposition polygonale de l'arbalétrier, on peut avoir accès à une structure en toiture cintrée, plus intégrée architecturalement (unité de sciage à La Talaudière). Les nœuds sont alors plus sensibles à cause des changements locaux de pente.



### 3.2 Une structure aérienne et spatiale

D'un point de vue architectural, la Ferme Ariane fait apprécier l'espace structurel par sa légèreté et sa transparence (peu de matériau utilisé). La découpe et la forme des inserts en Kerto® peut également être dessinée en fonction des expressions souhaitées.

En jouant par exemple sur les zones pleines (plaques continues), avec découpage intérieur (triangle, rond, parallélogramme etc ...), on peut développer toute forme d'expression architecturale. Mais pour renforcer encore l'expression intérieure, des fermes peuvent être développées spatialement, par exemple en forme de caisson triangulaire, selon figure 4.

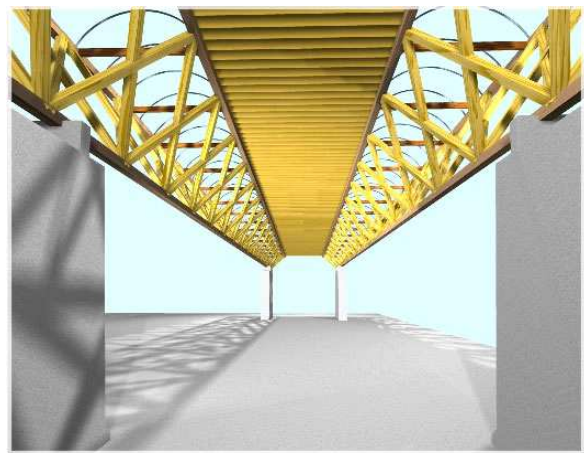


Figure 4 : Exemple de fermes Ariane spatialisées en caisson triangulaire, avec prise de lumière en toiture



## A

### 3.3 Ariane-Wenus, un système complémentaire

Enfin, le concept de la Ferme Ariane trouve son apogée et son optimisation en intégrant en système secondaire le panneau Wenus<sup>2</sup>, également en planches vissées, autoportant sur 6 m ou plus, par le vissage en « W » des planches, générant la hauteur statique selon l'idée des bacs aciers, mais avec un concept intégrant les exigences de la technologie bois. Là également, les planches doivent être sèches (12 - 14 %).

L'exemple ci-après en figure 5 montre l'adéquation du système secondaire de type Wenus sur des fermes Ariane. La figure 4 donne également une autre possibilité pour les fermes triangulaires ou en caisson.

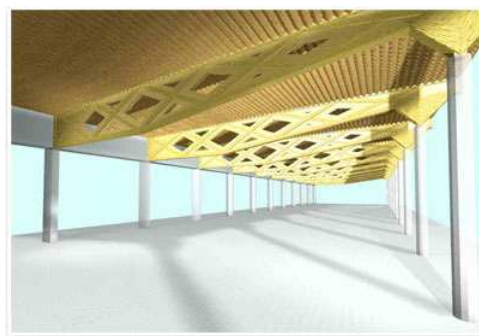


Figure 5 : Exemple de structures en ferme Ariane avec structures secondaire en panneau Wenus

## 4 ASPECT ECONOMIQUE

### 4.1 Utilisation du matériau bois optimisé

Les bâtiments en ferme Ariane sont économiques dans la mesure où la quantité de matière consommée est très faible. Pour des bâtiments de 30 m de portée, et pour une charge de neige allant de 50 kg/m<sup>2</sup> à 100 kg/m<sup>2</sup>, on arrive à des coefficients de performance de 24 m<sup>2</sup> à 28 m<sup>2</sup> couvert par la ferme avec un m<sup>3</sup> de bois, ce qui est très optimisé.

Par ailleurs, la plus grande partie des bois est du bois massif brut de scierie, donc très économique. Seul le Kerto<sup>®</sup> Q utilisé est un matériau de haut niveau de transformation, mais il représente entre 4 % et 8 % du volume de bois total.

Les bâtiments Ariane sont certainement les structures en bois les plus économiques réalisées aujourd'hui, pour des portées de 25 m à 60 m, spécialement si les charges à reprendre sont un peu plus conséquentes (zone de montagnes, zone à très forte pression de vent, zone sismique, etc...).

<sup>2</sup> Voir descriptif "Panneau Wénus"

## 5 ASPECT ECOLOGIQUE

*"Réaliser un bâtiment industriel de 1'000 m<sup>2</sup> en bois plutôt qu'en métal, c'est en moyenne 100 tonnes de CO<sub>2</sub> en moins dans l'atmosphère. "*

### 5.1 Consommation, bilan énergétique et proximité

Les bâtiments Ariane sont écologiques dans la mesure où ils consomment très peu de matière, qui plus est, une matière première à faible énergie de transformation (brute de sciage), et disponible localement.

Les connecteurs étant simples et de petites tailles, leur efficacité est maximale. On arrive ainsi à construire des bâtiments sans colle ou presque, et sans métal ou presque. Les deux bilans énergie et CO<sub>2</sub> sont donc optimum.

Par ailleurs, en faisant appel à du bois de proximité et en étant accessible aux petites entreprises artisanales locales, ce concept est très intégré au niveau local/régional. Ceci élimine beaucoup de charges de transport et permet de conserver un savoir-faire en zone rurale, tout à fait en réponse aux exigences de Développement Durable.

### 5.2 Bois de forêts gérées durablement

Les bois utilisés pour construire les fermes Ariane sont non seulement des bois locaux, mais avec certificat de provenance et traçabilité garantie pour assurer qu'il s'agit bien de bois exploités sur des forêts gérées durablement. En fonction des régions, les labels écologiques exigés seront de type FSC, PEFC ou encore Q+ (pour la Suisse).



# A

## ANNEXE 1 : UNITE DE SCIAGE A MONTROND-LE-CHATEAU (F, 25)

Maitre d'ouvrage : Bois et sciage de Montrond-le-Chateau  
Architecte : J.M. Jacquier  
Ingénieurs : CBS  
Charpentier : Chalets Claudet  
Surface totale : 3'800 m<sup>2</sup>



Taille des pièces et préfabrication des demi-fermes en atelier



Assemblage des demi-fermes et montage sur chantier



Vue générale de la charpente sur poteaux béton et poutre lamellée-collée

## ANNEXE 2 : UNITE DE SCIAGE A LEVIER (F, 25)

Maître d'ouvrage : SARL scierie Vuillemin

Architecte : Cabinet Paillard

Ingénieur : CBS

Charpentier : Chalets Claudet

Surface totale : 2'400 m<sup>2</sup>



Préparation des pièces et préfabrication des demi-fermes en atelier



Assemblage des demi-fermes et montage sur chantier



Vue générale de la charpente sur poteaux béton et poutre lamellée-collée





# A

## ANNEXE 3 : BÂTIMENT AGRICOLE À MUGENA (TESSIN/CH)

Maître d'ouvrage : M. Berardi  
Architecte : Cabinet Paillard  
Ingénieur : CBT, St-Sulpice  
Charpentier : Bassi EG



Vue générale de la structure du bâtiment



Détail de l'appui de la ferme et des poutres au vent

## ANNEXE 4 : USINE DE PRODUCTION COCORETTE (F)

Maître d'ouvrage : Ent. Cocorette  
Architecte : Cabinet Traversier  
Ingénieur : CBS-CBT  
Charpentier : SAS Pierrefeu  
Surface totale : 1'650 m<sup>2</sup>



Structure spatiale en ferme Ariane avec 37m de portée extérieure



Pose des éléments préfabriqués, assemblés par le système Ariane



# A

## ANNEXE 5 : USINE DE PRODUCTION COCORETTE (F) - SUITE

Maître d'ouvrage : Ent. Cocorette  
Architecte : Cabinet Traversier  
Ingénieur : CBS-CBT  
Charpentier : SAS Pierrefeu  
Surface totale : 1'650 m<sup>2</sup>





## ANNEXE 6 : UNITE DE SCIAGE A LA TALAUDIÈRE (F, 42)

Maître d'ouvrage : SCI Les Fraisses  
Architecte : Pierre Montmartin  
Ingénieur : CBS  
Charpentier : Chalets Claudet  
Surface totale : 1'750 m<sup>2</sup>



Montage des fermes sur poteaux bois  
auto stables à quatre branches.



# A

## ANNEXE 7 : BÂTIMENT AGRICOLE À OLIVONE (TESSIN/CH)

Maître d'ouvrage : Neri Andrea  
Architecte : Neri A.  
Ingénieur : CBT, St-Sulpice  
Charpentier : Neri



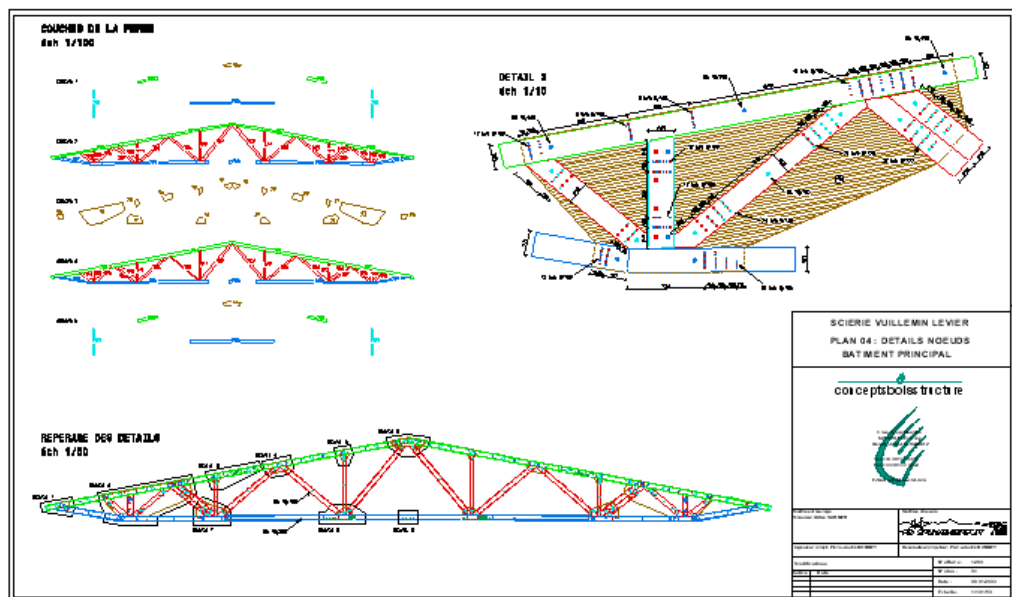
Vue de la façade Wenus avec section de la ferme apparente et jambes de forces



Montage de la poutre à trois articulations et vue de la façade latérale Wenus avec jambes de force

## ANNEXE 8 : DOSSIER TECHNIQUE POUR ARIANE

- Fichier 3D pour taille numérique
- Coupe type de la ferme et détail de couches
- Détails des nœuds d'assemblage et des ferrures de liaison au sol
- Plan des pannes et plan de CV
- Nomenclature des éléments (bois et connecteurs)



Exemple de plan d'ensemble pour le dossier technique d'un bâtiment industriel Ariane

