

Tchernobyl

La sécurité avant tout

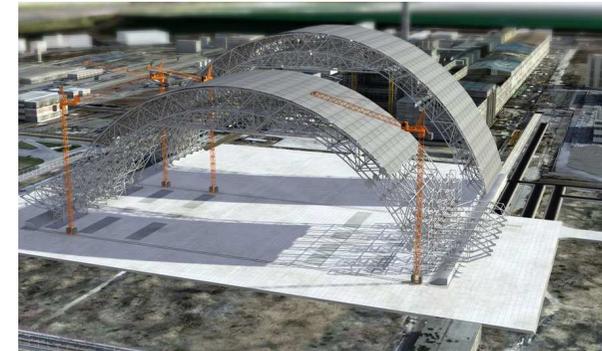
Sommaire

Introduction

Les conditions d'intervention

La conception

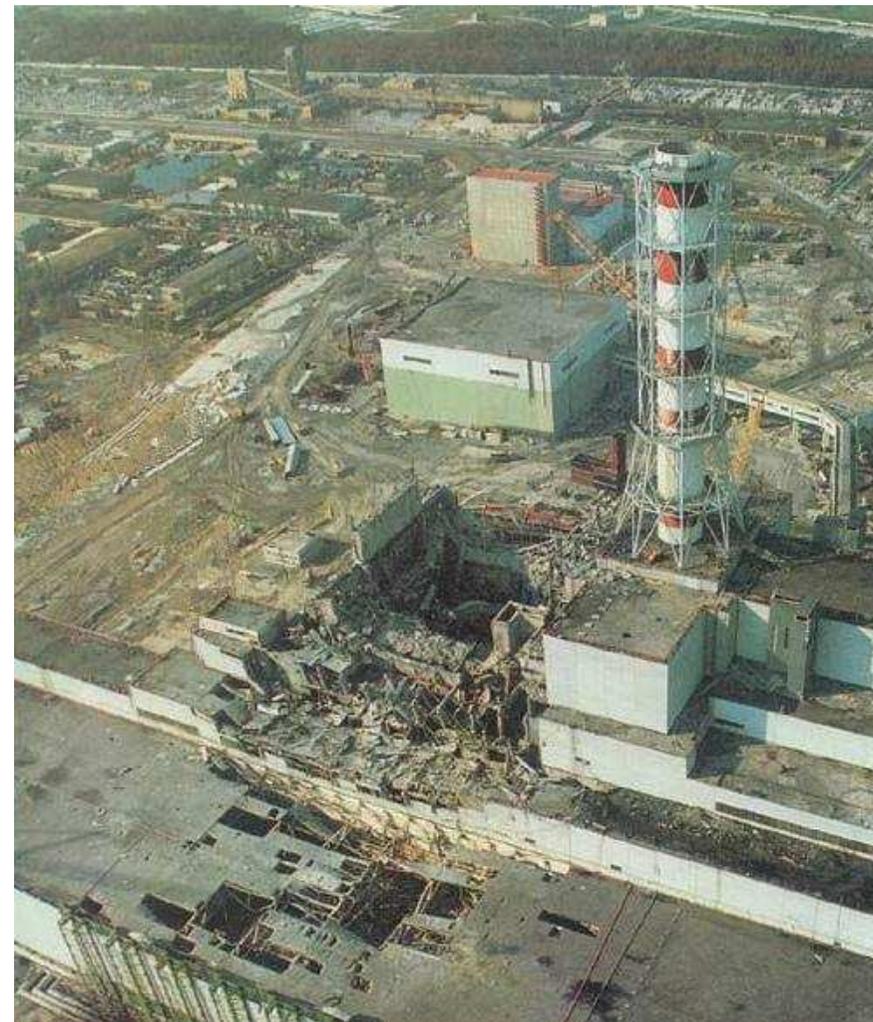
La cinématique de construction



Introduction

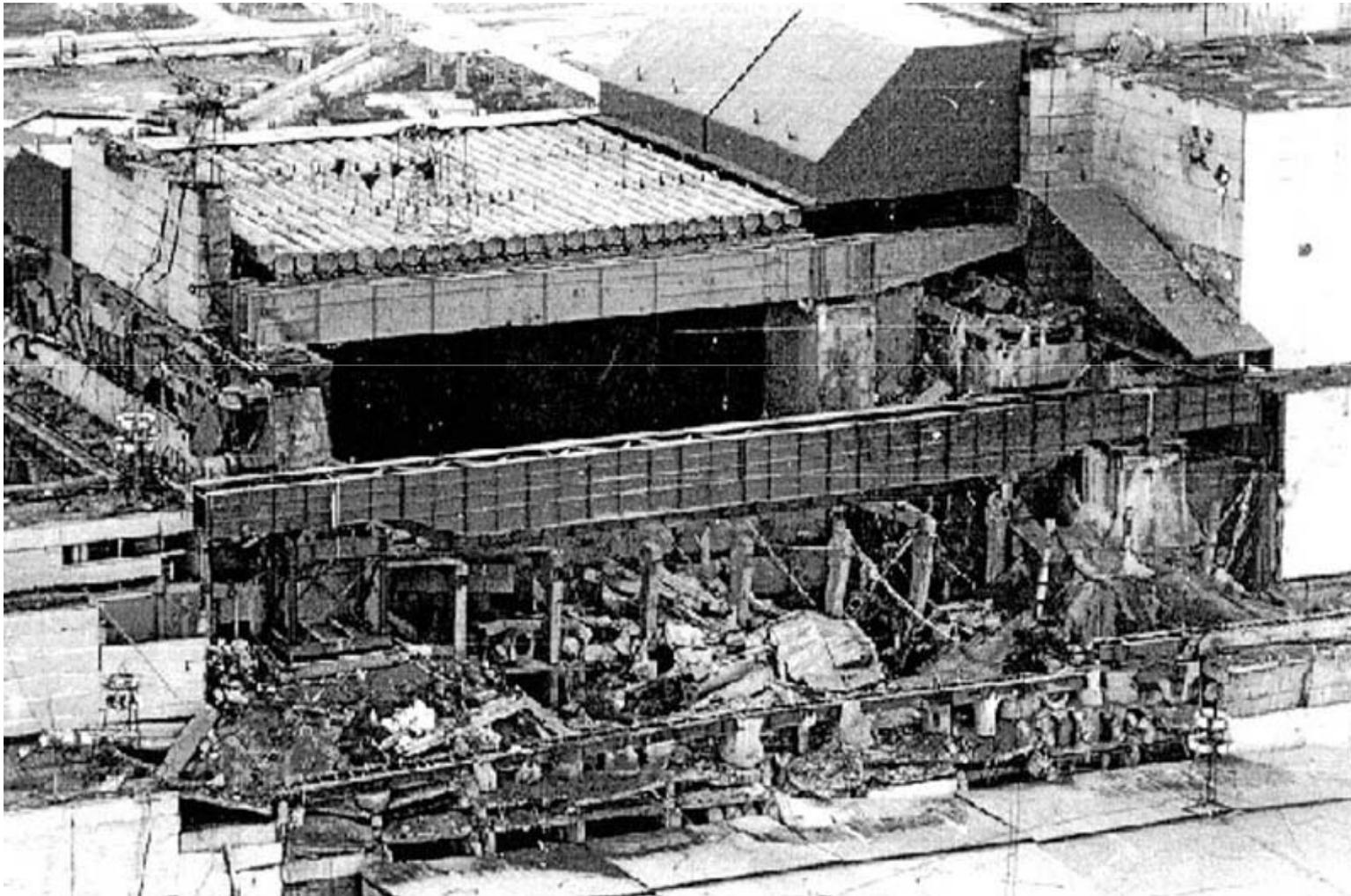
Tchernobyl, une arche pour le futur

26 avril 1986 : explosion du réacteur n° 4



Tchernobyl, une arche pour le futur

Eté 1986 : construction du sarcophage



Tchernobyl, une arche pour le futur



2007 : renforcement du sarcophage existant



Tchernobyl, une arche pour le futur

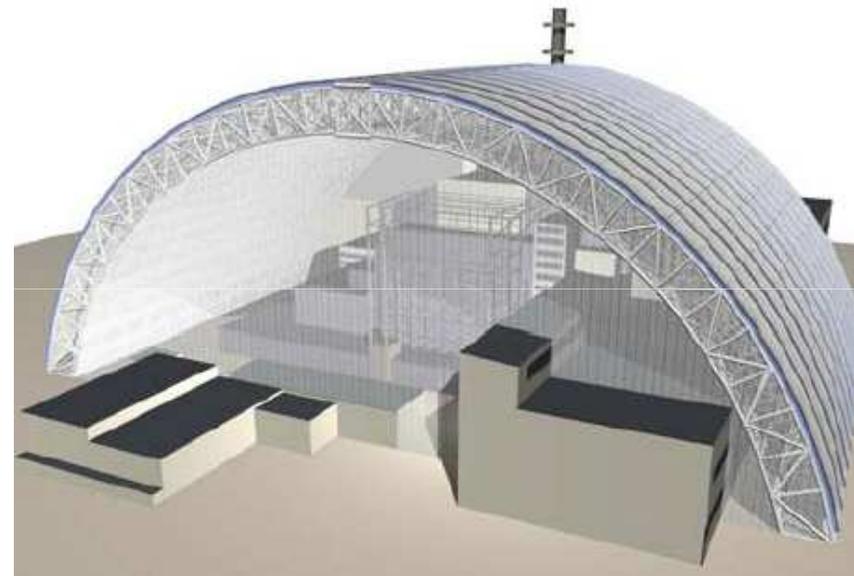


Objectifs principaux du projet « New Safe Confinement »

Confiner les matières radioactives

Protéger contre les agressions climatiques

Permettre à terme la déconstruction du réacteur n°4



Les intervenants du projet

Administrateur du fonds

Banque Européenne pour la Reconstruction et le Développement (BERD)

Maître d'ouvrage

Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP) – Entreprise publique investie du démantèlement et de l'assainissement du site de Tchernobyl.

Maître d'œuvre : Project Management Unit (PMU)

Représentants ChNPP + groupement constitué de Bechtel, Battelle Memorial Institute.

Groupement conception / construction

Groupement composé à 50/50 de VINCI et BOUYGUES

Les intervenants du projet

Financement

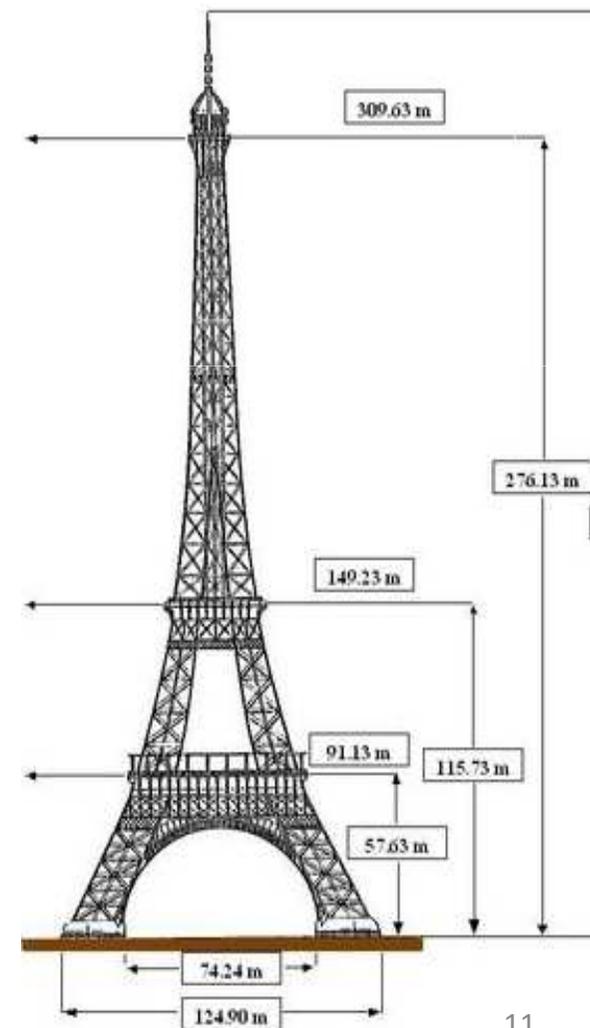
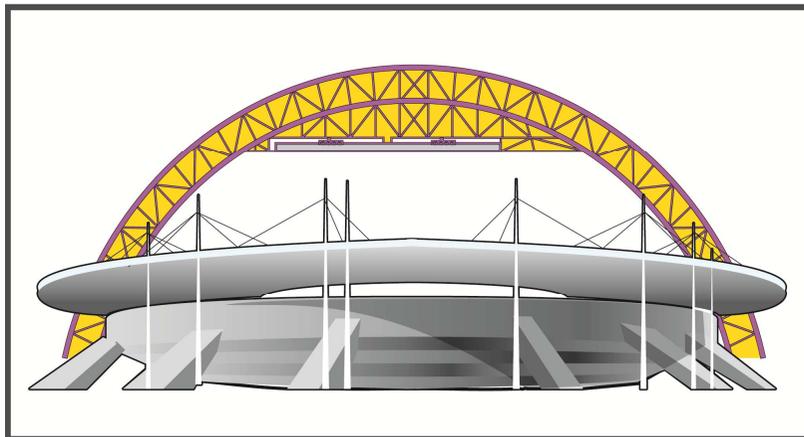
Chernobyl Shelter Fund (CSF) pour le confinement du sarcophage existant : fonds constitué novembre 1997 à l'initiative du G7 et abondé de dons internationaux

- Commission européenne : 26,3 %
- USA : 19,16 %
- Allemagne : 8,35 %
- Royaume-Uni : 6,57 %
- Ukraine : 6,22 %
- Japon : 5,91 %
- France : 5,77 %
- Canada : 4,82 %
- Italie : 4,55 %
- Divers pays (21) : 12,35 %

Présentation du projet

Conception et construction d'une enceinte de confinement

Arche : ossature métallique (23 000 t)



Présentation du projet

Arche fondée sur 2 longrines en béton (31 000 m³),
assemblée à l'ouest du réacteur accidenté et
glissée au-dessus du sarcophage existant.



Présentation du projet

Durée de vie de l'enceinte de confinement : 100 ans

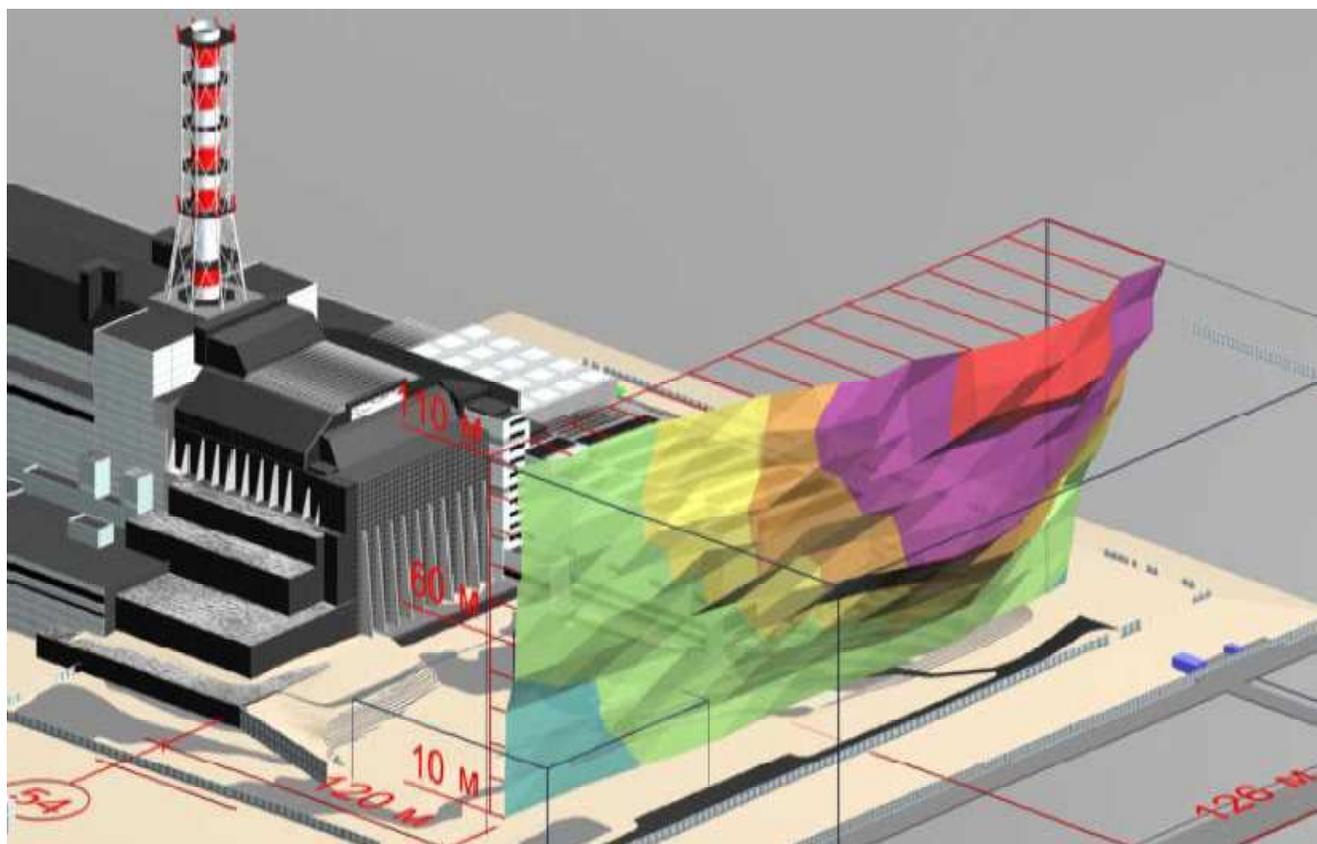
Etudes APD et études d'exécution : près de 4 ans

Durée prévisionnelle des travaux : près de 4 ans

Encadrement : jusqu'à 60 expatriés en période de pointe

Ouvriers : 900 (Ukrainiens) en période de pointe

Rayonnement



La sécurité du personnel

Embauche du personnel expatrié et local :

Exigences médicales ukrainiennes extrêmement rigoureuse (tyroïde, OGDFS = Œsophago-Gastro-Duodéno-Fibro-Scopie)

Formation à la sécurité :

Comment se comporter en milieu radioactif + spécificités propres au site de Tchernobyl

Dans la zone de montage :

Personnel équipé de tenues adaptées (combinaisons, masques, bottes, casques, gants) et de dosimètres.

La sécurité du personnel

Les ouvriers travaillent par **périodes de 15 jours**.

Des **exercices** inopinés d'évacuation de la zone ont lieu pendant toute la durée du chantier.

La conception et les méthodes de construction sont régies par le principe « **ALARA** » (As Low As Reasonably Achievable) : il consiste, pendant toute la phase d'études, à étudier plusieurs solutions à un problème posé, et pour chacune à calculer le niveau des doses engagées* par les personnels.

* Dose maximum annuelle admise : 20 000 $\mu\text{Sv}/\text{an}$.
Objectif NOVARKA : 13 000 + 1 000 $\mu\text{Sv}/\text{an}$

La sécurité du personnel

Les ouvriers sont équipés de dosimètres opérationnels et légaux :

Le **dosimètre légal** (TLD Thermo Luminescent Dosimètre) enregistre les doses prises mensuellement.

Le **dosimètre opérationnel** (Dosimètre électronique) offre un suivi en temps réel du niveau d'irradiation.

Pour certains travaux, notamment dans les zones proches du sarcophage (longrines de fondation par exemple), le personnel pourra travailler à l'abri d'**écrans en béton ou en plomb**.

Exposition Interne : **mesure périodique** Anthropogammamétrie (mesure corporelle du rayonnement Gamma).

La conception

Conception

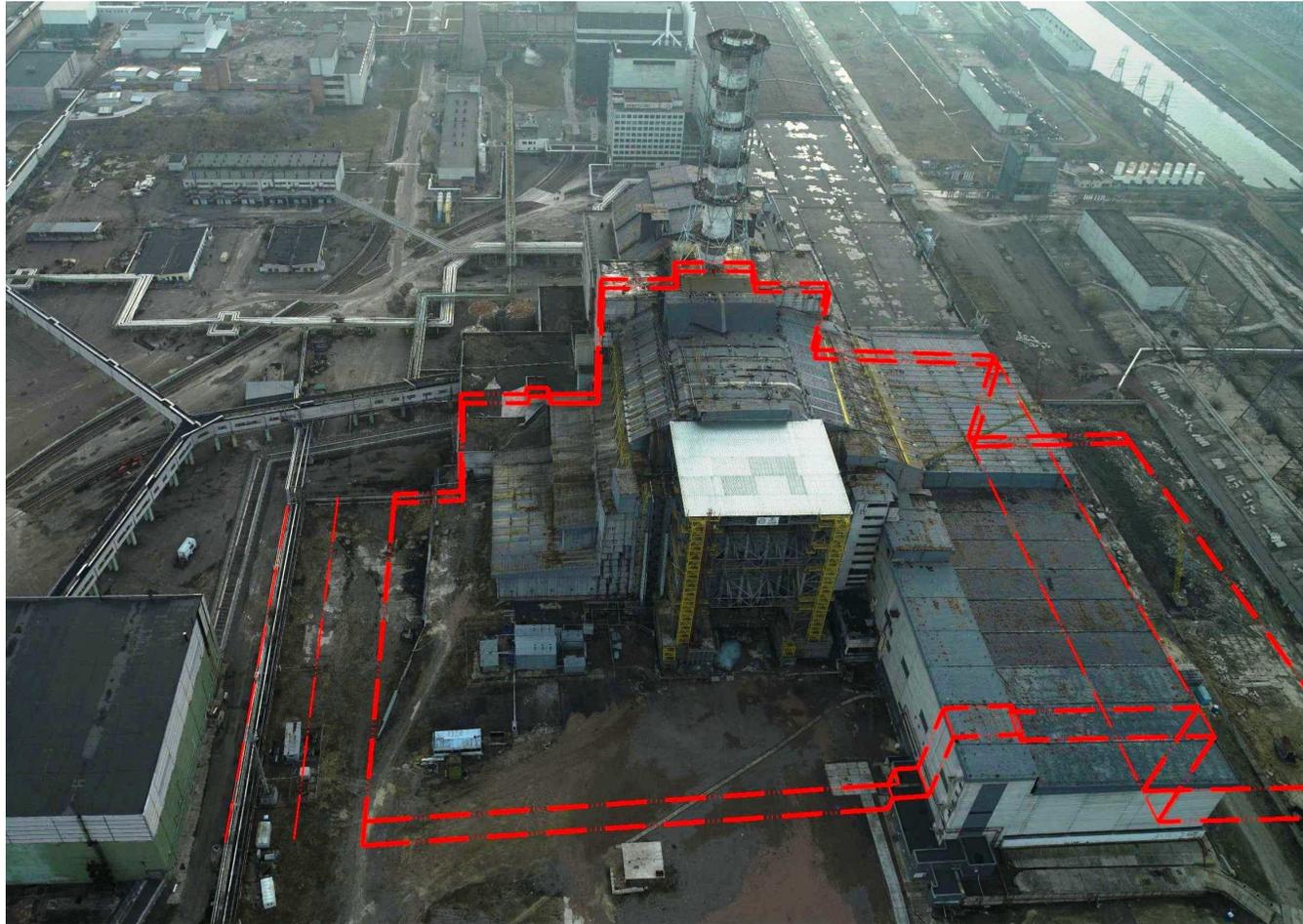
Les principales fonctions de l'arche :

Assurer un **confinement** du réacteur endommagé :
en particulier lors des opérations de démantèlement, ou
vis-à-vis des conditions atmosphériques (tornades, neige,
etc.).

Permettre le **démantèlement futur**, par l'intermédiaire de
ponts roulants spécialisés et d'une zone de
conditionnement des déchets.

Tchernobyl, une arche pour le futur

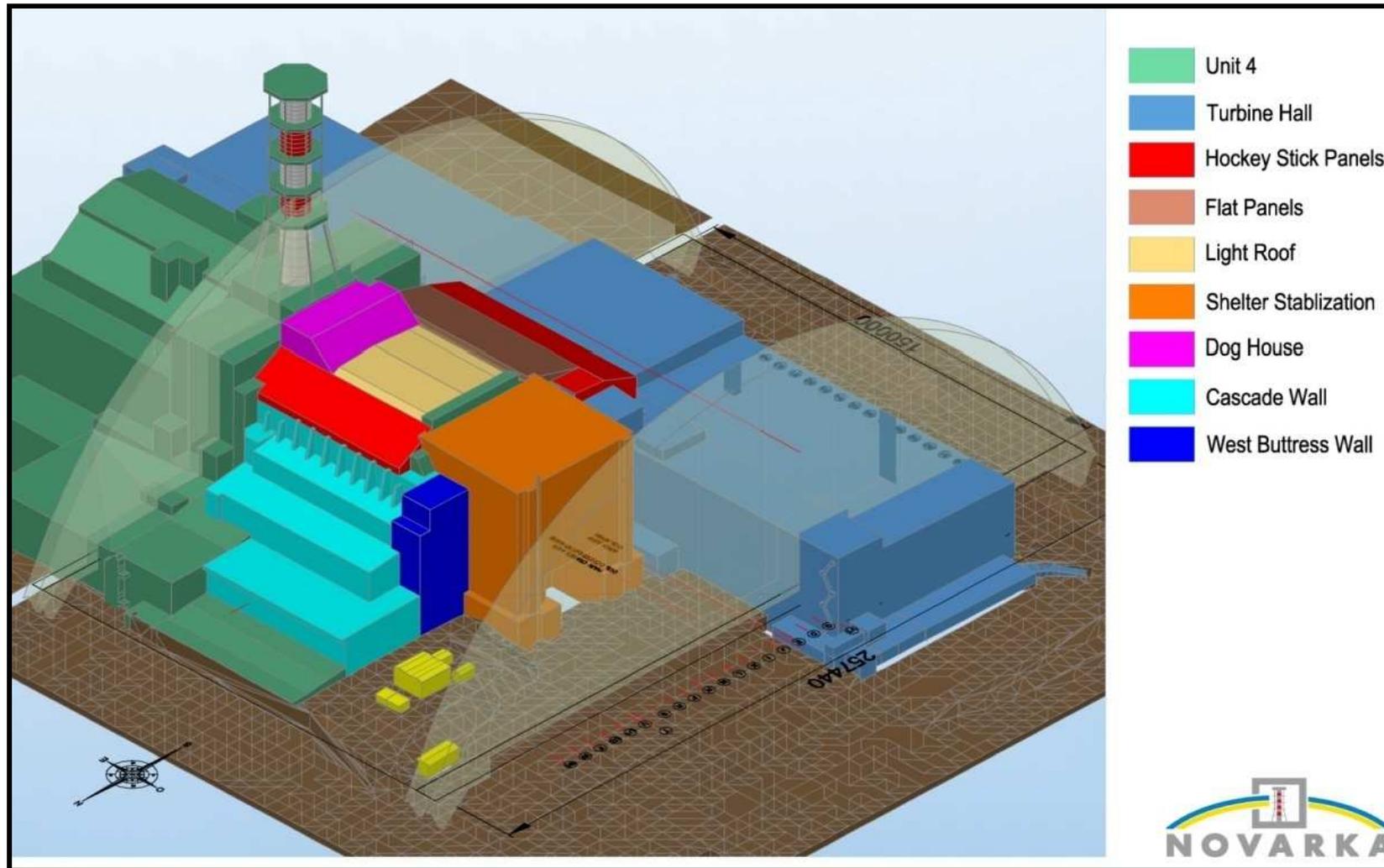
Conception : les zones à confiner



Tchernobyl, une arche pour le futur

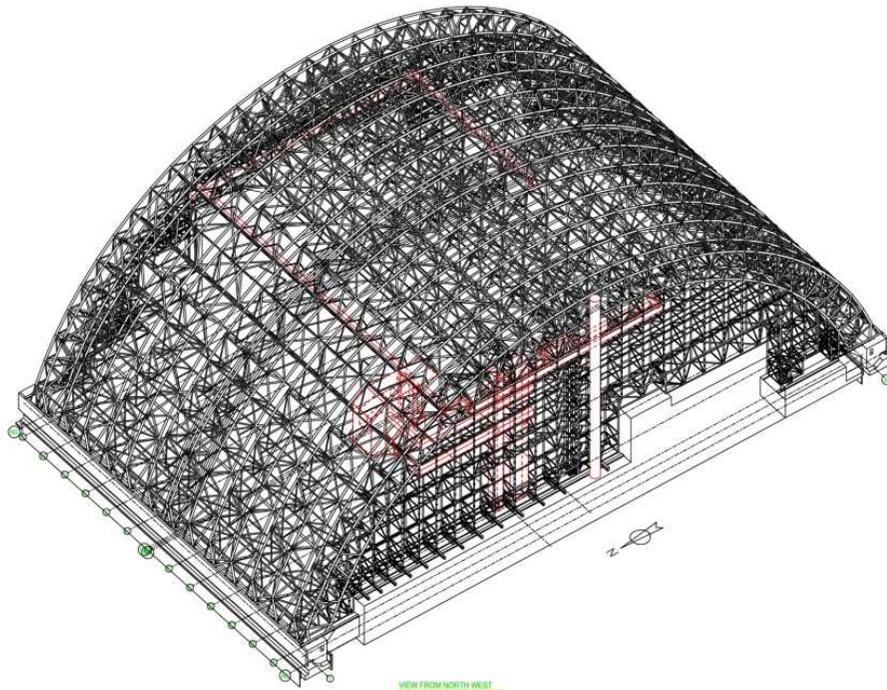


Conception : enveloppe autour du sarcophage

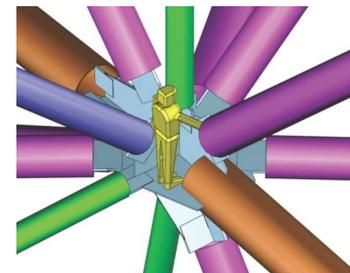


Conception : la structure métallique

Structure boulonnée



350 000 boulons
Hauteur : 110 m
Portée : 256 m
Longueur : 160 m
23 000 tonnes d'acier



Conception : la structure métallique

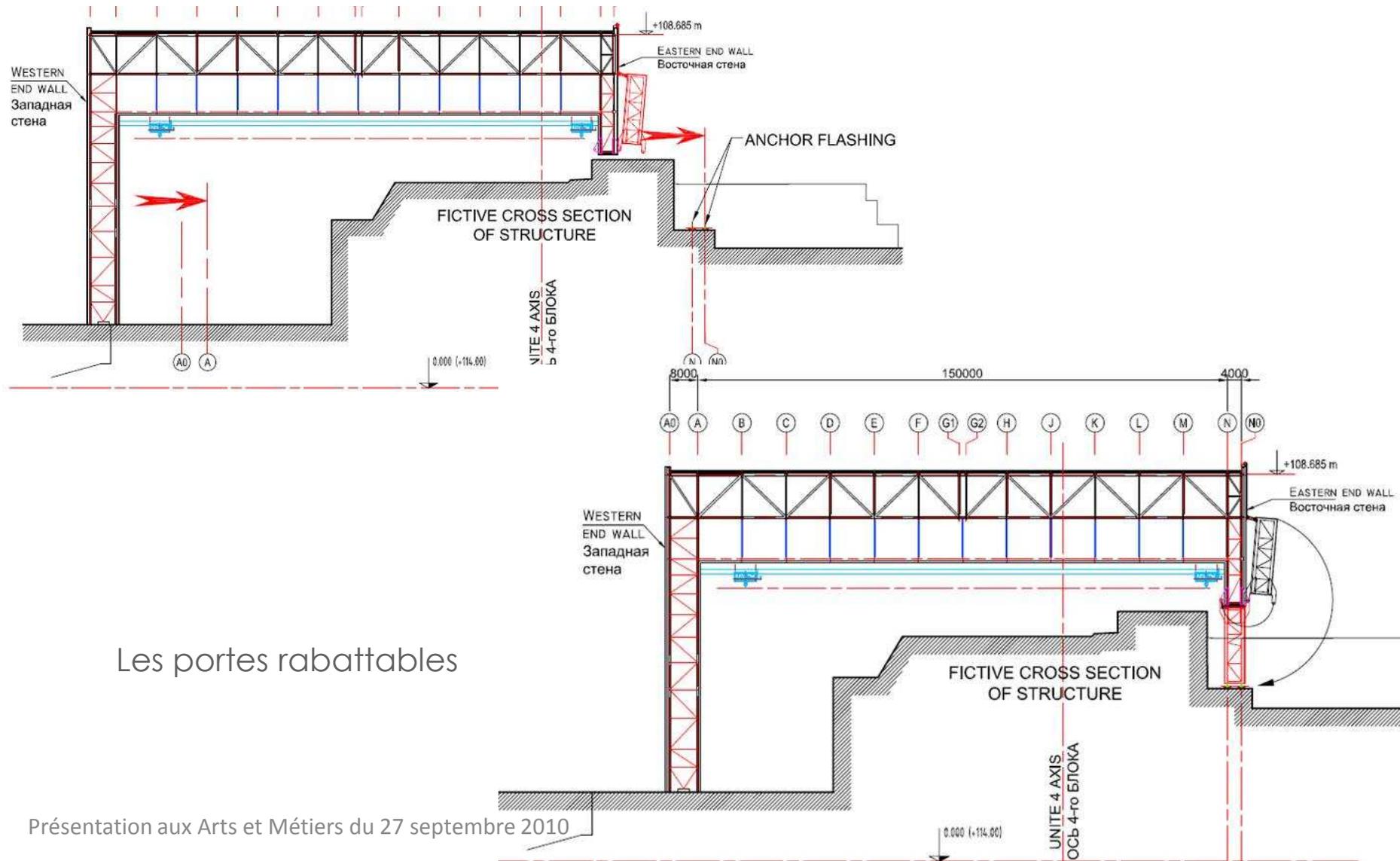


Mesures de pression et essais au vent

Tchernobyl, une arche pour le futur



Conception : la structure métallique



Les portes rabattables

Conception : la durabilité

Comment assurer une durabilité de 100 ans, sachant qu'aucune maintenance ne peut-être raisonnablement envisagée à cause du niveau de radiation au dessus du réacteur endommagé ?

Conception : la durabilité

Différentes options ont été considérées :

Peinture et revêtements

→ Pas de garantie de durabilité au-delà de 30 ans

Galvanisation

→ Pas de garantie de durabilité au-delà de 50/70 ans

Maintenance avec des robots

→ Peu réaliste

Acier auto patinant (Corten)

→ Pas applicable

Acier inoxydable

→ Pas économique

Autres matériaux non métalliques (béton)

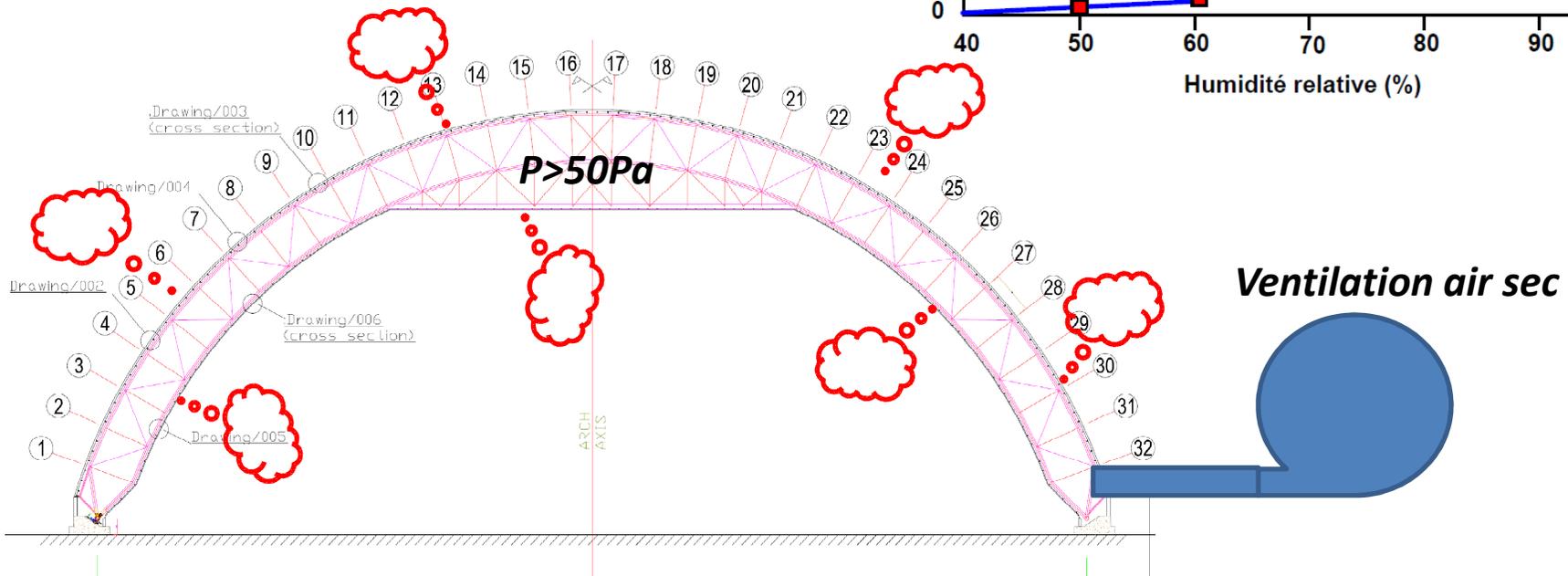
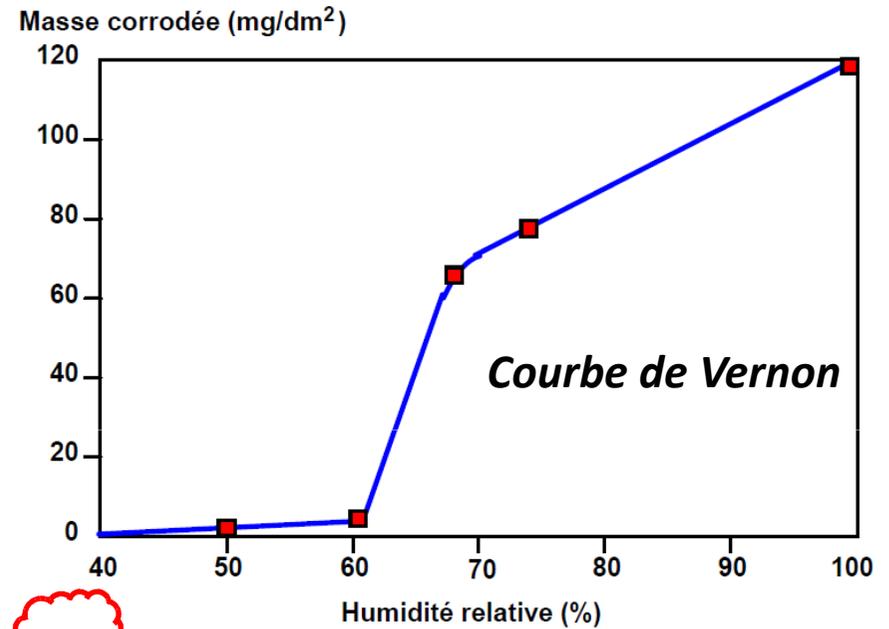
→ Ce n'est plus le même projet

Tchernobyl, une arche pour le futur



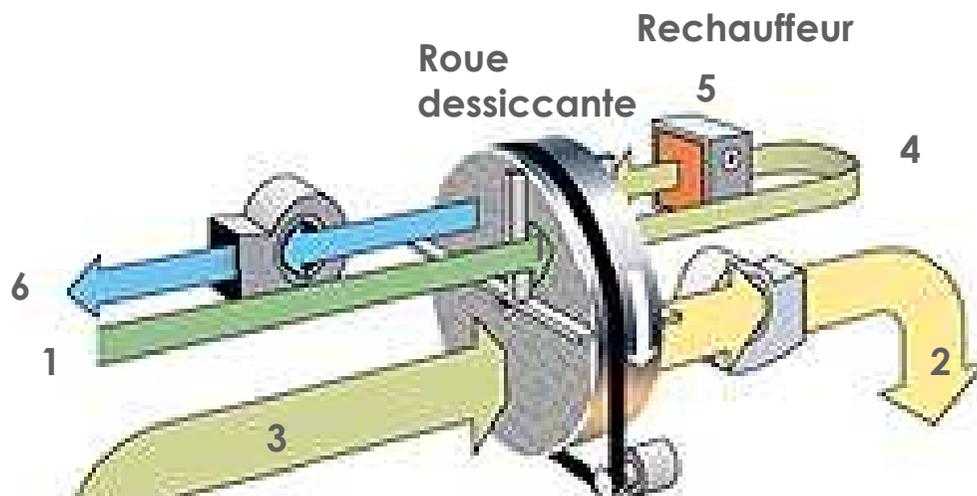
Conception : la durabilité

La solution de Novarka :
contrôle de l'humidité



Conception : la durabilité

Roue dessicante :



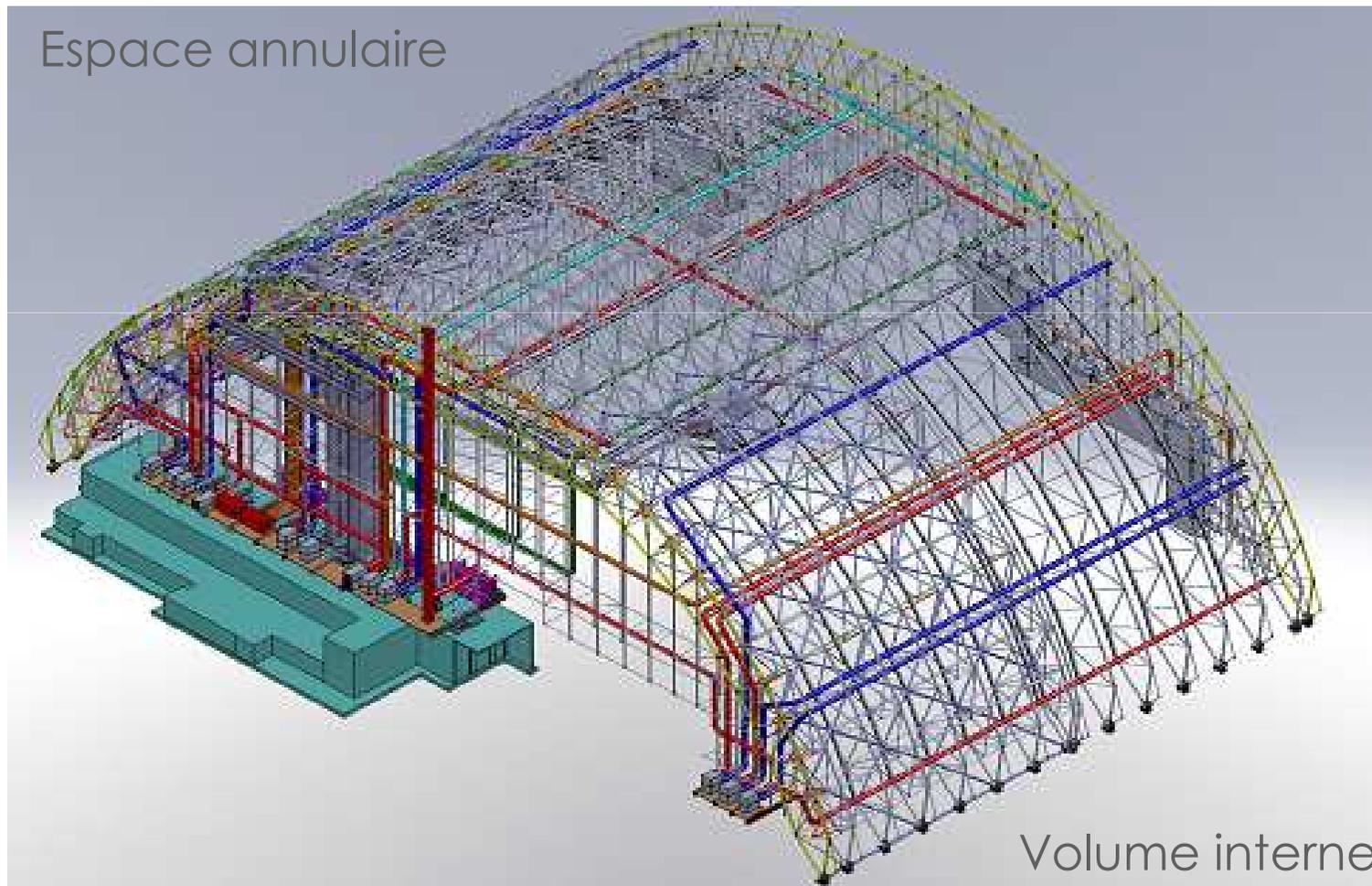
- 1/ Air humide froid
- 2/ Air sec chaud
- 3/ Arrivée air frais
- 4/ Air desséché et réchauffé
- 5/ Air chaud de réactivation
- 6/ Evacuation air humide



Tchernobyl, une arche pour le futur



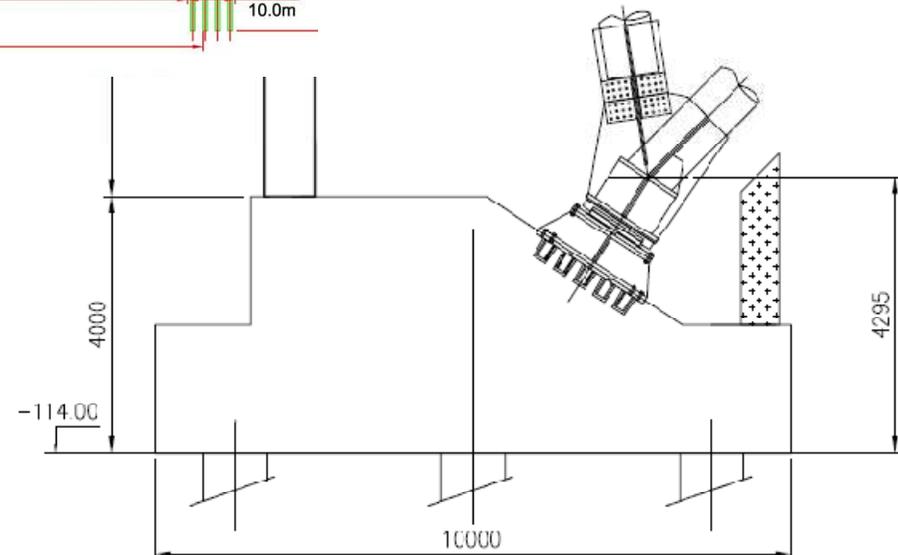
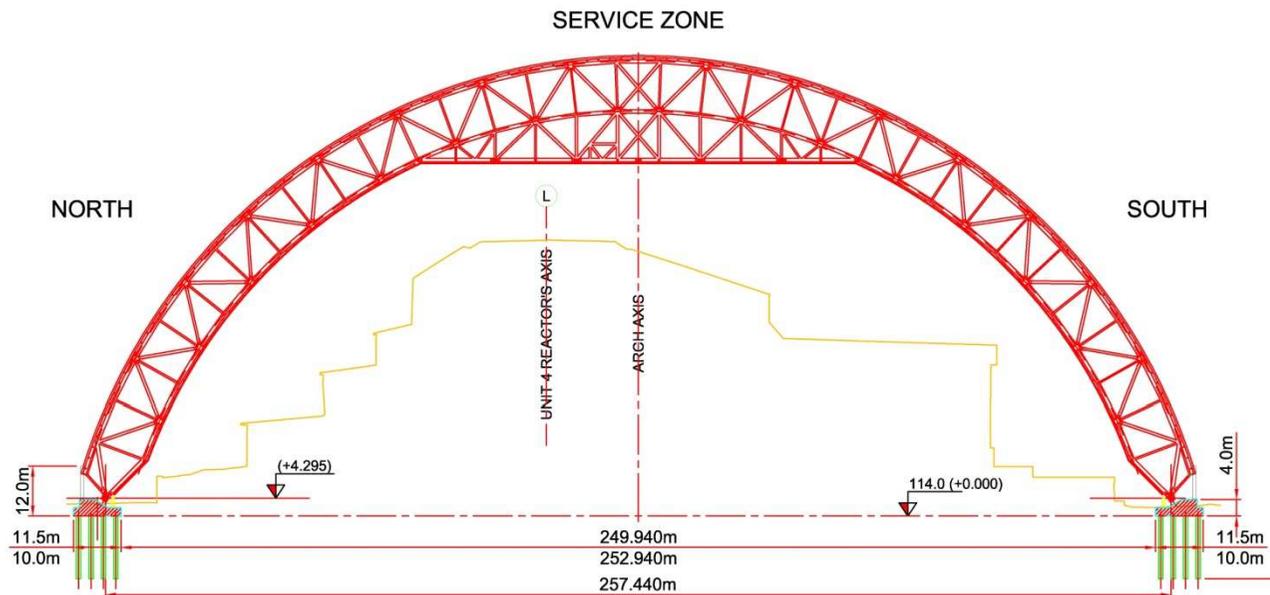
Conception : la ventilation



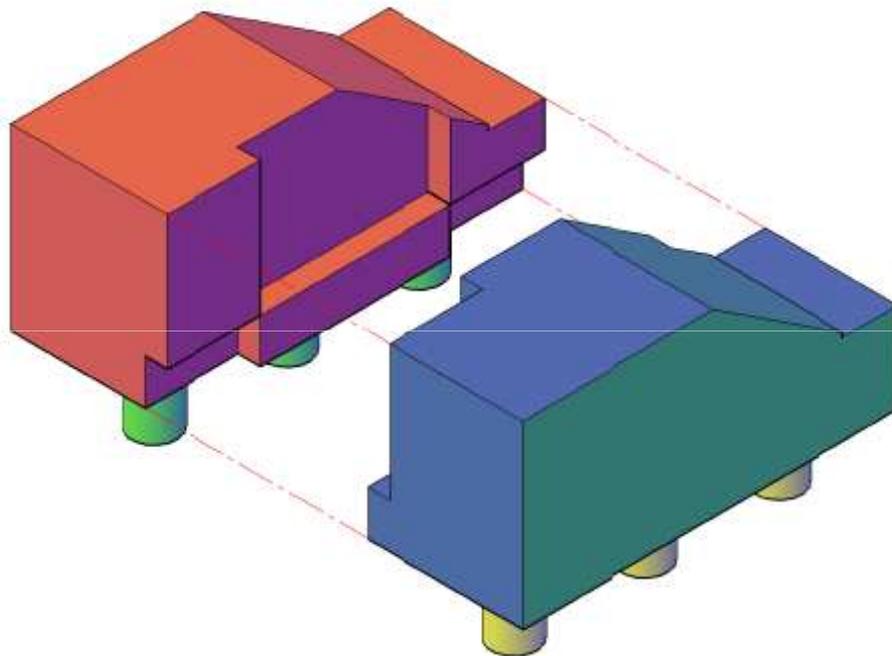
Tchernobyl, une arche pour le futur



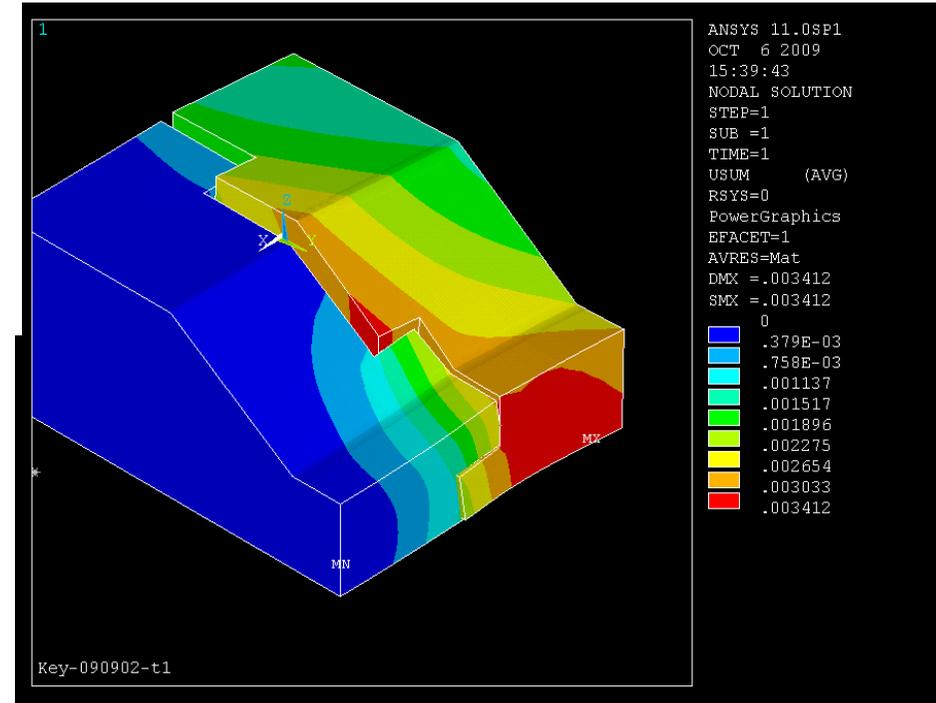
Conception : les fondations



Conception : les fondations



Les clés de cisailement



Conception : le cladding

Les hypothèses

Durabilité de 100 ans sans maintenance

Taux de fuite d'air < 60 l / m².h initial
< 240 l / m².h fin de vie

Isolation thermique

Résistance aux radiations

Résiste à l'impact d'un bloc de glace

Résiste à une tornade de classe 3 (1,4 T/m² traction)

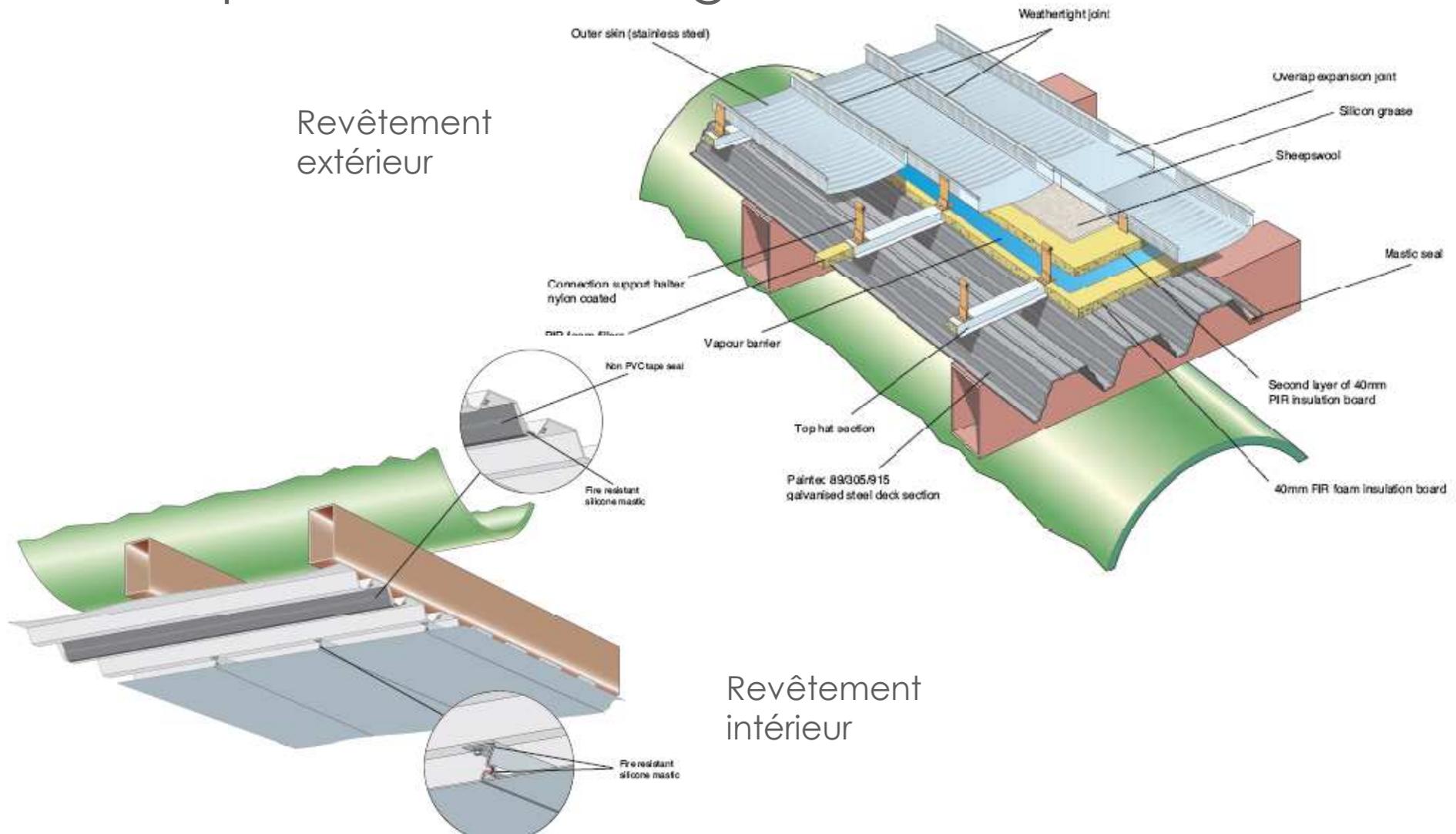
Supporte une nacelle d'inspection (impact de foudre)

Tchernobyl, une arche pour le futur



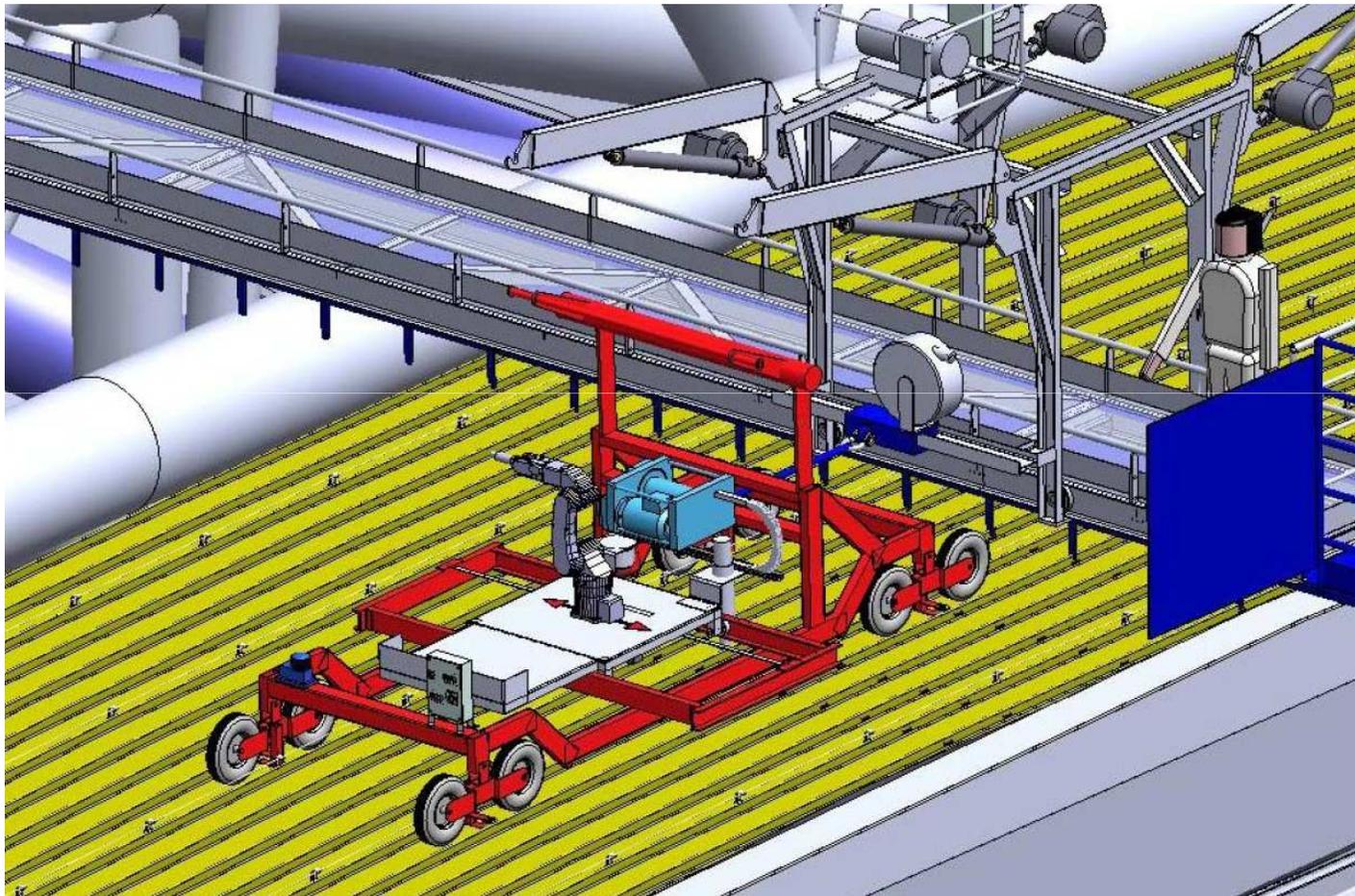
Conception : le cladding

Revêtement
extérieur



Revêtement
intérieur

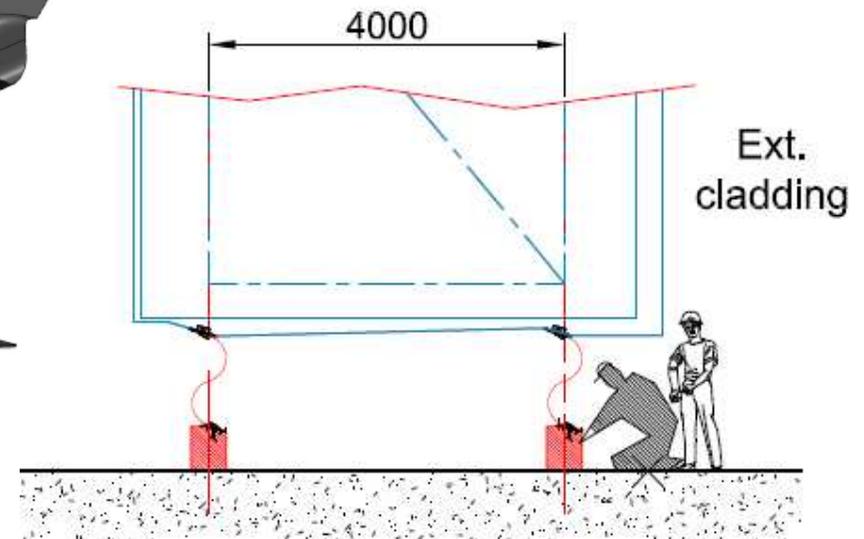
Conception : le cladding



Nacelle robotisée d'inspection du cladding

Conception : liaison avec l'existant

Membrane spéciale pour contrôler les fuites entre l'arche et les bâtiments existants



Conception : le cladding

Validation par des essais en grandeur réelle



Test de fuite

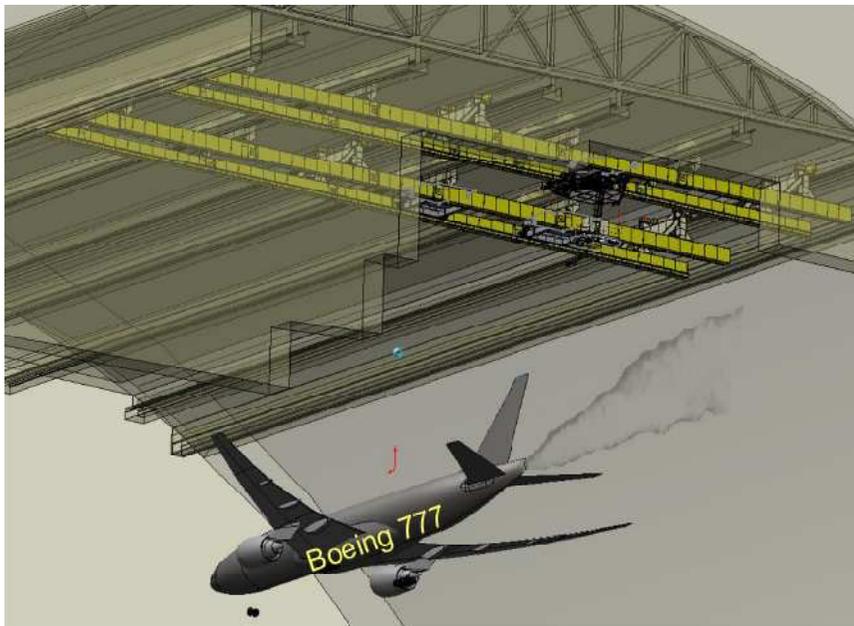


Roulage de la nacelle d'inspection



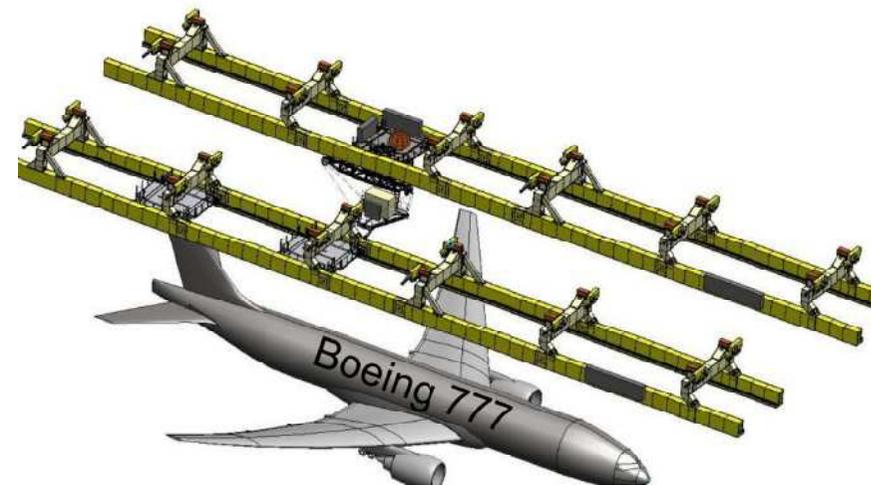
Test de la boule de glace

Conception : les ponts roulants



Poids total : 1 450 tonnes

2 ponts roulants de 96 m de portée,
1 chariot classique de 50 tonnes,
1 chariot sécurisé,
1 chariot équipé plateforme à câbles.

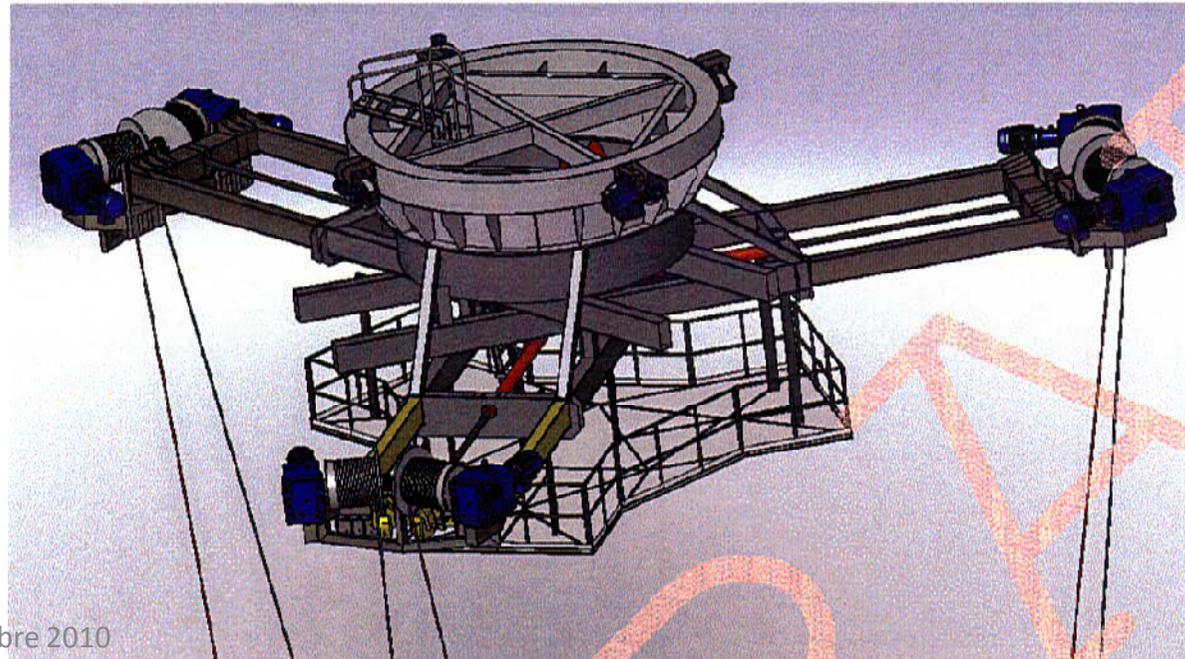
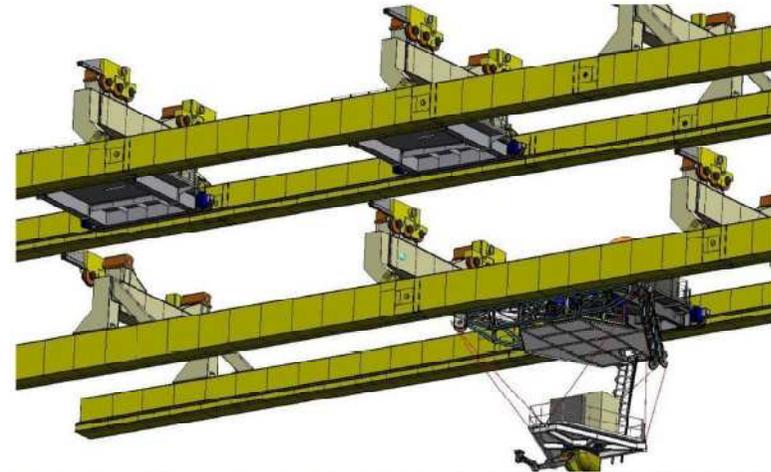
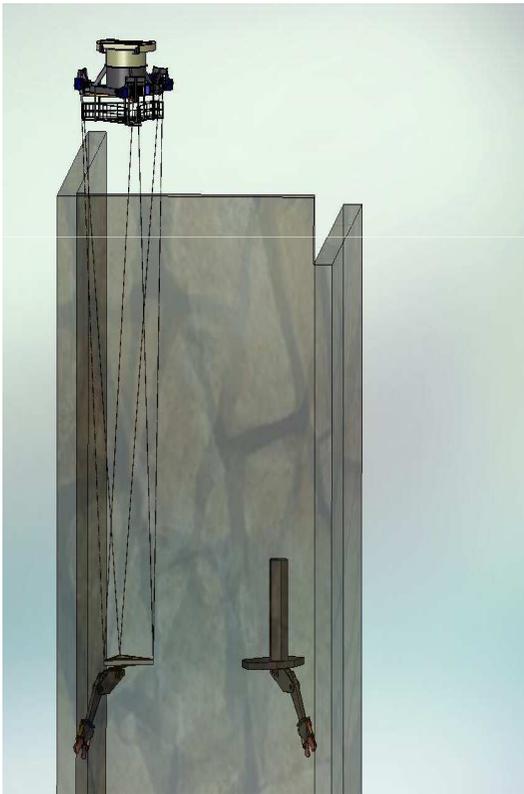


Tchernobyl, une arche pour le futur



Conception : les ponts roulants

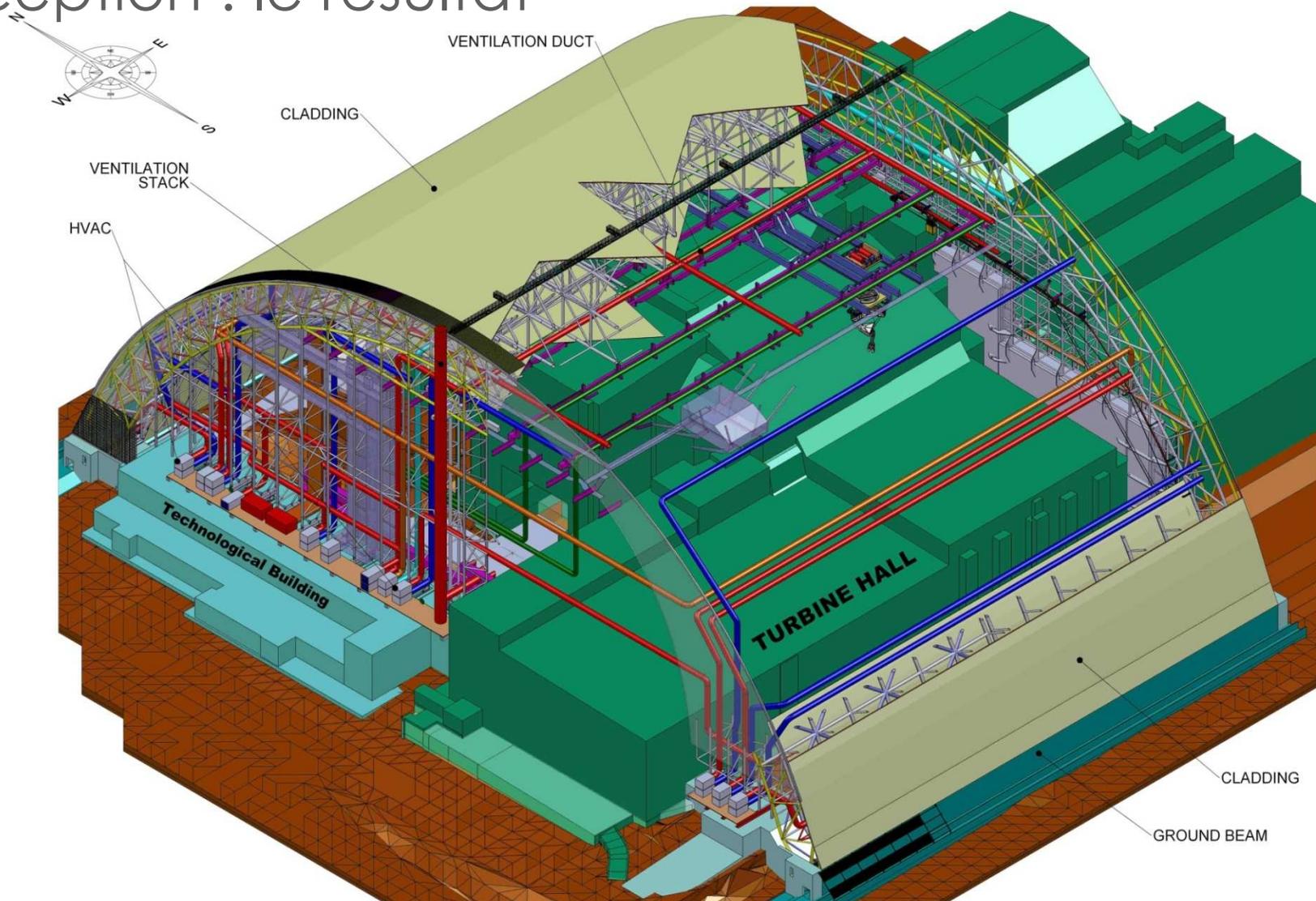
Plateforme à câbles



Tchernobyl, une arche pour le futur



Conception : le résultat

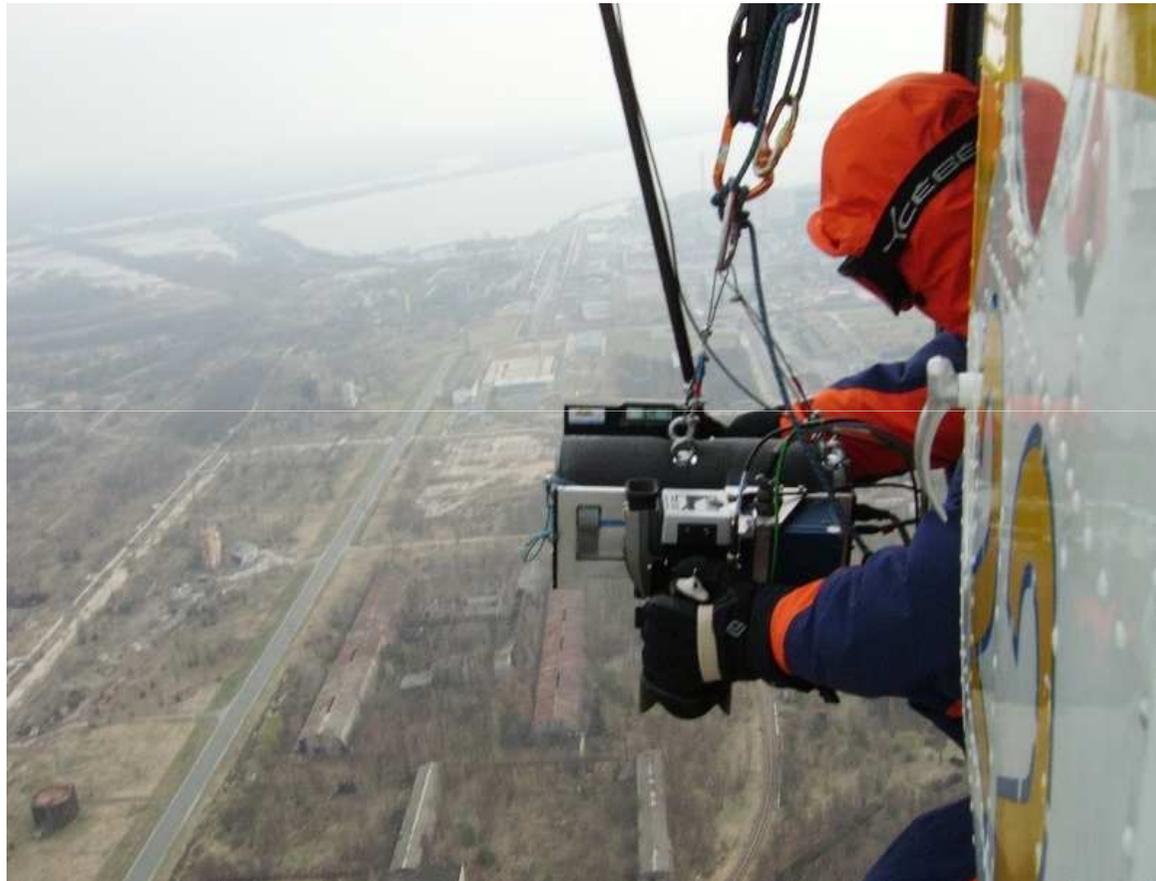


Présentation aux Arts et Métiers du 27 septembre 2010

Cinématique de construction

*Application du principe ALARA :
« As Low As Reasonably Achievable »
Minimisation des doses individuelles et collectives*

Cinématique : relevés métrologiques



Relevés métrologiques en scan 3D du sarcophage existant

Tchernobyl, une arche pour le futur

Cinématique : nettoyage de la zone



Nettoyage et préparation de la zone de travail

Cinématique : aspersion d'eau



Aspersion pour limiter la remise en suspension des poussières

Cinématique : démolition des ouvrages existants



Tchernobyl, une arche pour le futur

Cinématique : excavation



Tchernobyl, une arche pour le futur



Cinématique : zone de préfabrication



Tchernobyl, une arche pour le futur

Cinématique : centrales à béton



Cinématique : excavation



Excavation pour les longrines de ripage

Cinématique : pieux



Zone d'implantation des pieux

Tchernobyl, une arche pour le futur



Cinématique : battage des pieux



Tchernobyl

La sécurité avant tout