

**11 janvier 2007 à Paris**

**Présentation du projet Norinter d'autoroutes au Portugal**

L'AFGC a organisé le 11 janvier 2007, dans la salle du Centenaire de la FNTP, sa manifestation au cours de laquelle ont été remis les Prix Caquot et AFGC 2006. Cette remise des Prix est présentée en détail dans la rubrique « La vie de l'Association » du présent bulletin.

Avant cette cérémonie avait eu lieu la conférence :

**Présentation du projet Norinter d'autoroutes au Portugal**

Après cette manifestation, l'AFGC a tenu son Assemblée Générale.

## Rappel du programme

Mot du Président, Jean-Marc Tanis

14h30 à 17h00 : **Conférence**

Présentation des ouvrages au Portugal

17h00 : **Remise des Prix AFGC**

18h00 : **Assemblée Générale**

19h00 : **Cocktail**

## PRESENTATION DES OUVRAGES AU PORTUGAL



## LE PROJET SCUT INTERIOR NORTE - IP3/A24

Jean-Marc SACCONE

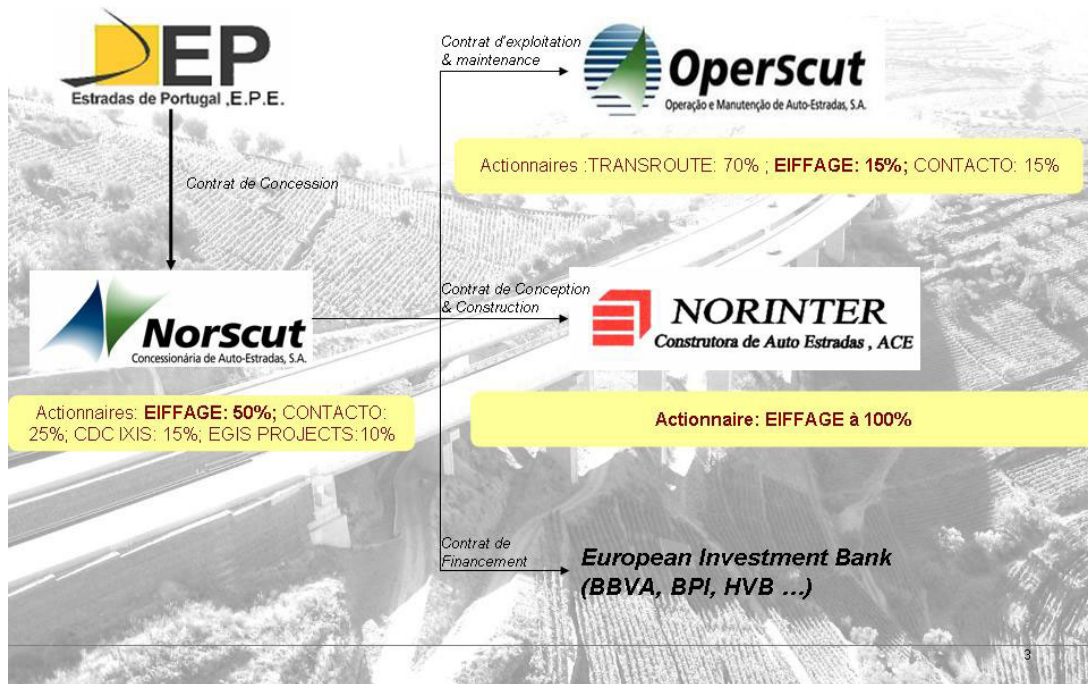
- Une autoroute de désenclavement de 155 Kms entre Viseu (IP5) et la frontière espagnole
- Une autoroute à péages virtuels (SCUT : « Sem Custos para o UTILizador »)
- Un contrat de Concession de 35 ans signé le 30 décembre 2000
- Un contrat de Construction de 488 Millions d'euros
- 25 Millions de m3 à terrasser, 35 viaducs et 97 ouvrages d'art courants à réaliser
- Un effectif de plus de 1 600 personnes sur le chantier
- 137 kms d'autoroute ouvert au trafic à fin 2006

## La répartition des risques de la Concession

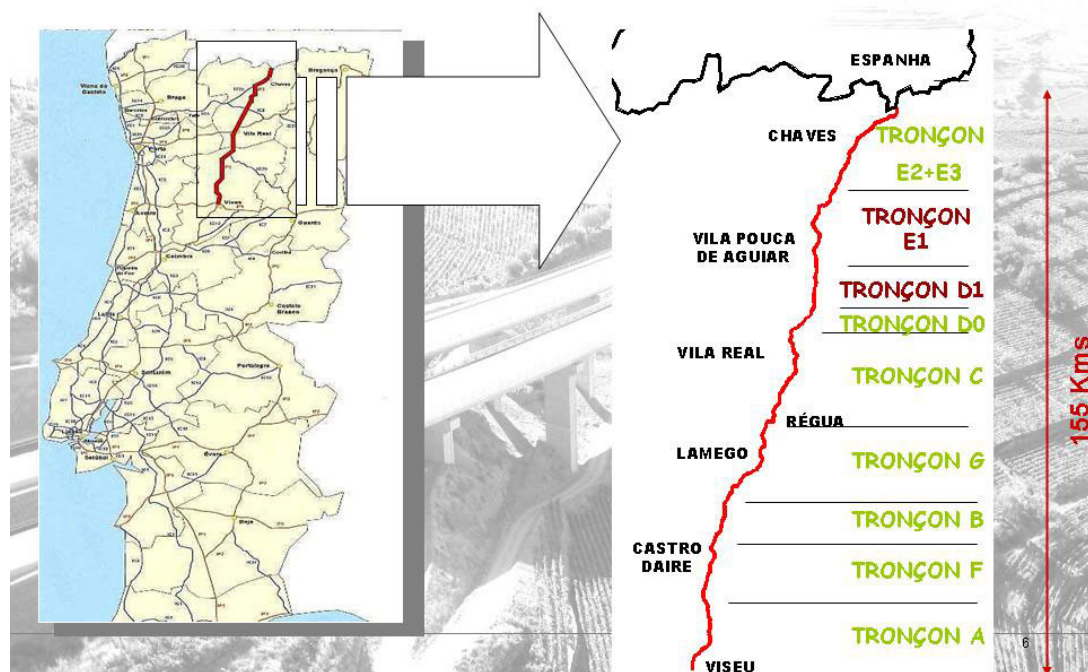
- **Risques du Concédant (Etat portugais) / Rééquilibrage Financier:**
  - ✓ Expropriations: Coûts et Délais
  - ✓ Changement de tracé: sortie du corridor imposée par l'Environnement
- **Risques du Concessionnaire:**
  - ✓ Trafic (impact sur les recettes)
  - ✓ Grandes réparations
  - ✓ Evolution des taux d'intérêts (Hedging)
- **Risque du Constructeur:**
  - ✓ Principe du « back-to-back »
  - ✓ Risque de la Conception: Approbation des projets
  - ✓ Risque de la Construction: Coûts et Délais



## Les acteurs du Projet IP3/A24



## Présentation du tracé





## Tronçon A : IP5 (Viseu) - Arcas



Mis en service le  
29 de Juin 2005

- Longueur: 18.9 Kms
- 4 viaducs, 1 aire de service
- 4.800 Mm3 à terrasser
- 599 Mm2 de béton bitumineux



Viaduc du Cabrum



Noeud de Arcas



Viaduc du Vouga

7



## Tronçon F: Arcas - Castro Daire Norte



- Longueur: 14.3 Kms
- 2 viaducs
- Remis par le Concédant (EP) en Septembre 2002



Tunnel de Castro Daire



Talus PK 11+000

8



## Tronçon B: Castro Daire Norte - Bigorne



Mis en service le  
1er Décembre 2003

- Longueur: 8.4 Kms
- 1 aire de service
- 1.150 Mm3 à terrasser
- 294 Mm2 de béton bitumineux



Noeud de Castro Daire Norte



Noeud de Bigorne

9



## Tronçon G: Bigorne - Régua



- Longueur: 23.9 Kms
- 5 viaducs
- 1 centre de manutention (CAM)
- Remis par le Concédant (EP) lors de la signature du contrat



Tunnel da Varosa



Viaduc sur le Douro

10



## Tronçon C: Régua - Vila Real



Mis en service le  
30 Novembre 2004

- Longueur: 21.7 Kms
- 9 viaducs (dont le Corgo de 650 m de longueur)
- 4.032 Mm3 à terrasser
- 632 Mm2 de béton bitumineux



Liaison à l'IP4



Viaduc du Corgo



Tunnel da Rapada



## Tronçon D0/ Liaison EN2 : Vila Real - Fortunho



Mis en service le  
02 Juin 2006

- Longueur D0: 2.8 Kms
- 3 viaducs
- 1 aire de service
- 1.230 Mm3 à terrasser
- 130 Mm2 de béton bitumineux



D0 - équipements



Viaduc du Corgo - LN2



Noeud de Fortunho



## Tronçon D1/E1Sud: Fortunho – Vila Pouca



**Objectif mise en service :  
Juin 2007**

- Longueur: 18.3 Kms
- 4 viaducs dont le viaduc de Vila Pouca
- 4.050 Mm<sup>3</sup> à terrasser
- 547 Mm<sup>2</sup> de béton bitumineux



Viaduc V4 - D1



Viaduc de Vila Pouca

13



## Tronçon E1 Nord: Vila Pouca – Pedras Salgadas



**Mis en service le 30  
Novembre 2006**

- Longueur: 11.4 Kms
- 2 viaducs
- 3.790 Mm<sup>3</sup> à terrasser
- 284 Mm<sup>2</sup> de béton bitumineux



Echangeur: Vila Pouca



Remblai

14



## Tronçon E2/E3: Pedras Salgadas – Frontière



Tronçon E3  
Tronçon E2

Mis en service le 15 Juillet 2006

- Longueur: 35.7 Kms
- 6 viaducs, 1 aire de service, 1 CAM
- 6.480 Mm3 à terrasser
- 1.004 Mm2 de béton bitumineux



Mur Charneca - E2



Bassin de Curalha- E3

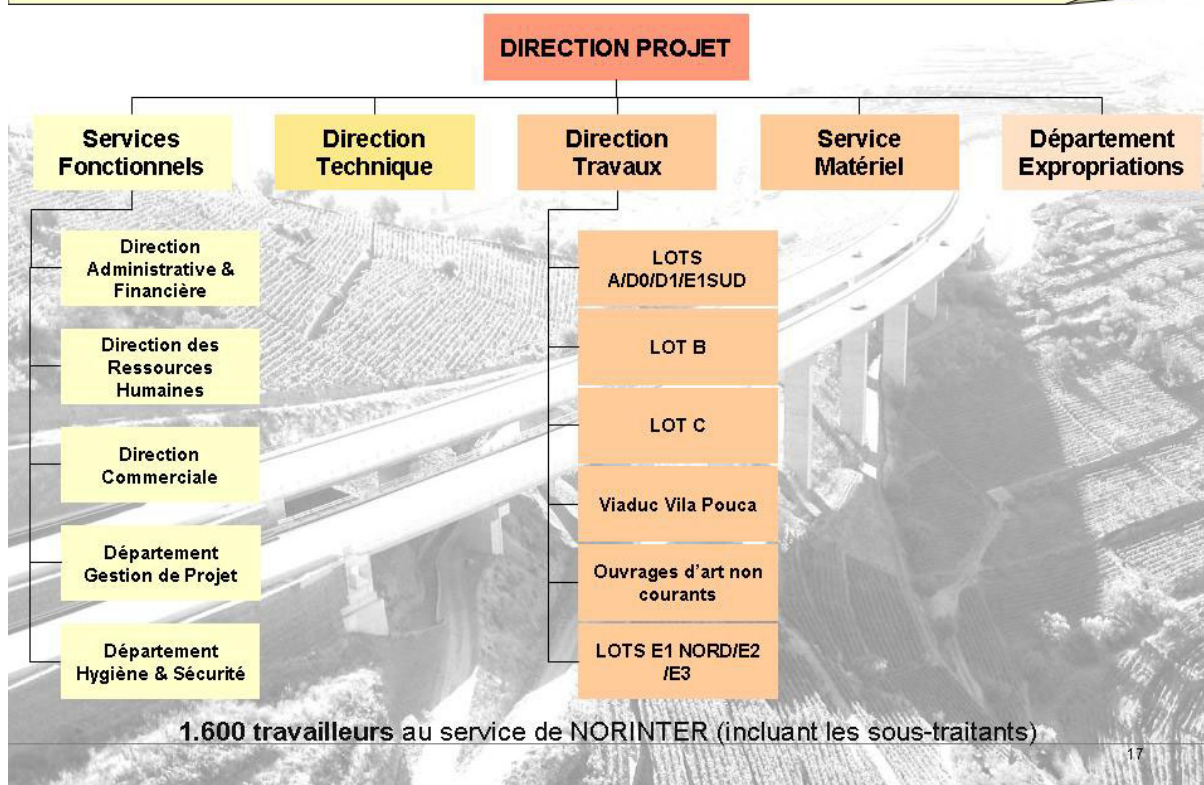


Viaduc du Oura - E2

15



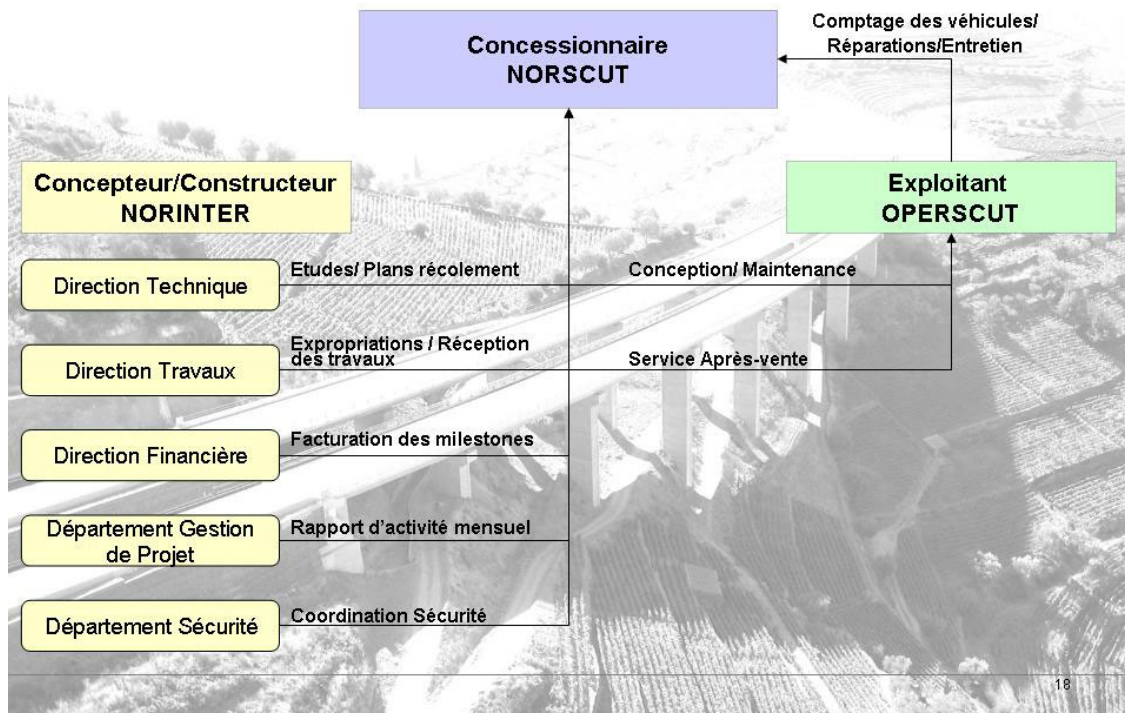
## Organigramme Général NORINTER



17



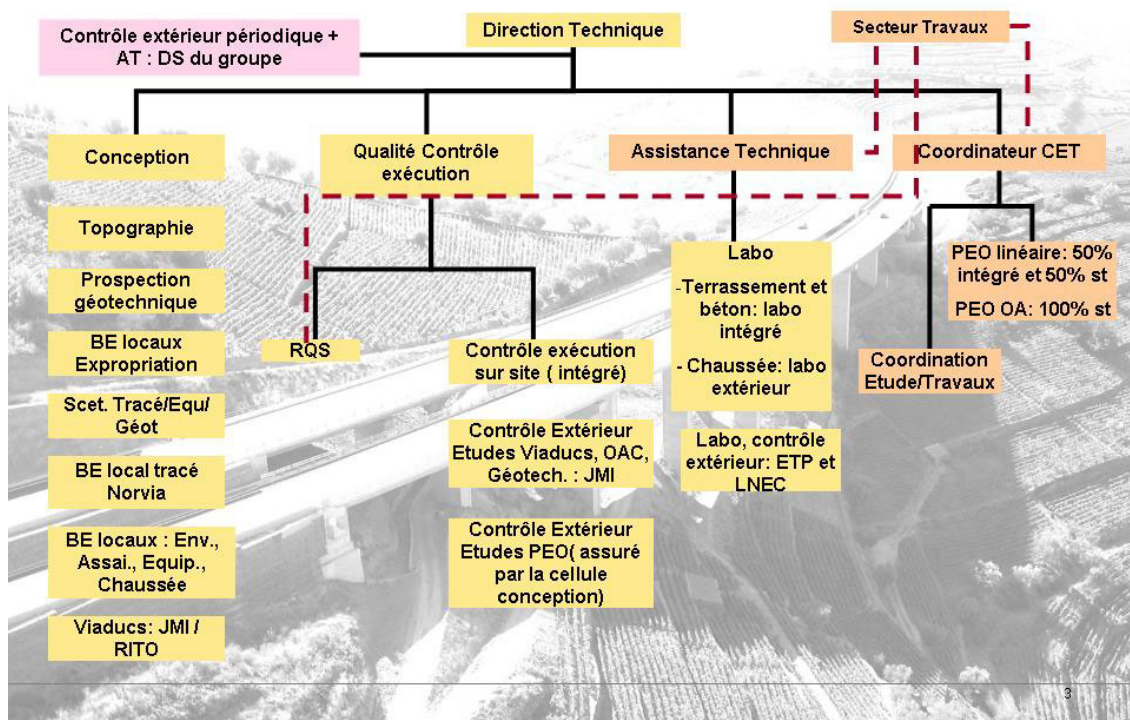
## Coordination Norscut / Norinter/ Operscut

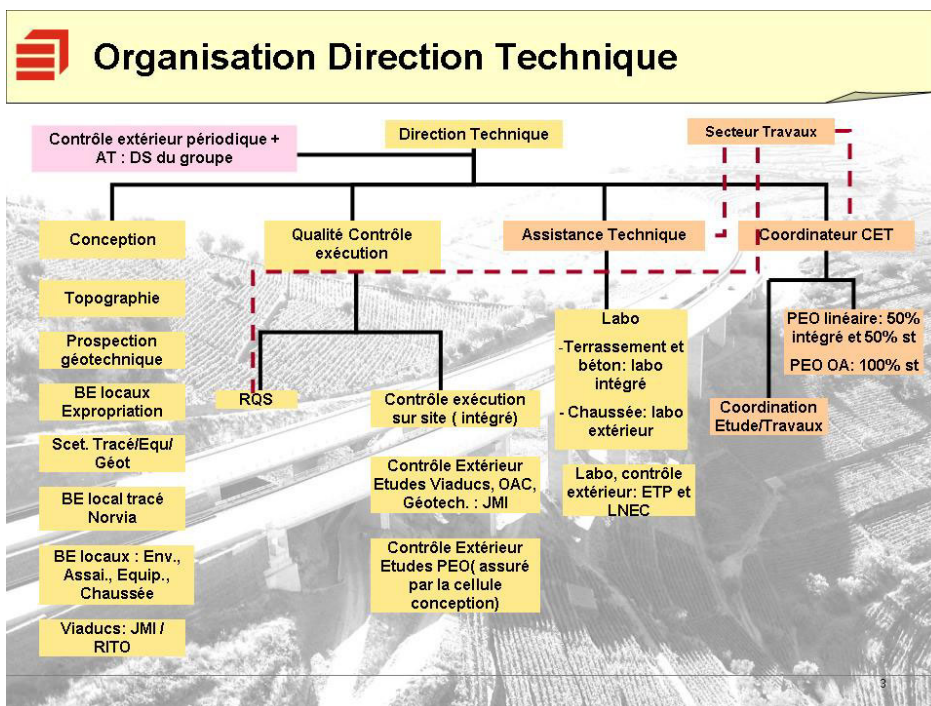


### ORGANISATION DE LA DT, PRESENTATION DES OUVRAGES D'ARTS REALISES Imed BEN FREDJ



## Organisation Direction Technique





## Coopération technique France/Portugal

### Environnement : INAG / ICN et SETRA / CETE

- Conception du premier bassin végétalisé : Bassin de Coralia
- Conception du premier passage faune supérieur : Ecoduc

### Béton : LNEC / LCPC

- Caractérisation des bétons : maturométrie, modules, fluage...

### Ouvrages d'art:

- BN4, joint belge, chocs de camions, chute d'équipages...

### OAC - Cadres préfabriqués



### 2 types d'ouvrages:

- Cadres fermés (Symétriques ou asymétriques)
- Cadres ouverts
- 50 ouvrages
- 8 000 m<sup>2</sup> de surface couverte
- Exécution sur chantier: 3 à 5 semaines
- Hauteur de remblai: de 1,5m à 10m

- Ouverture jusqu'à 5\*5m pour les cadres fermés et jusqu'à 10m pour les ouverts
- Utilisation des cadres fermés principalement pour les chemins agricoles (4\*4m)

### OAC - Voûtes préfabriquées

### 2 types d'ouvrages

- Voûtes type Matière
- Voûtes clavées en partie sup
- 40 ouvrages réalisés
- 30 000 m<sup>2</sup> de surface couverte
- Ouverture comprise entre 5 \* 6 et 9\*14
- Exécution sur chantier: 1 mois environ
- Hauteur de remblai: de 1,5m à 6m
- Utilisation pour les passages à faune et rétablissements



### OUVRAGES PRAD

- 50 OAC et 9 viaducs / 100 000 m<sup>2</sup> de tablier
- Portées : variable de 7 à 30 m, portée courante 25m



**PRAD - Piles préfabriquées**



**PRAD - Joint Belge**

Réalisation en deux phases

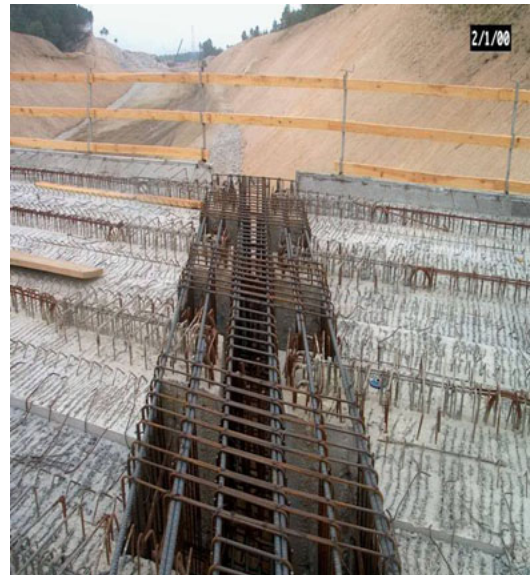
- 1ère phase: entretoise de liaison des poutres d'une même travée: mise en place d'un polystyrène
- 2ème phase: bétonnage du hourdis et de la partie supérieure du joint belge



### OAC - PRAD - continuité BA

Continuité mécanique entre les poutres préfabriquées des différentes travées par une entretoise BA

- Attentes sur les poutres
- Renforts de l'entretoise
- Adaptation au biais

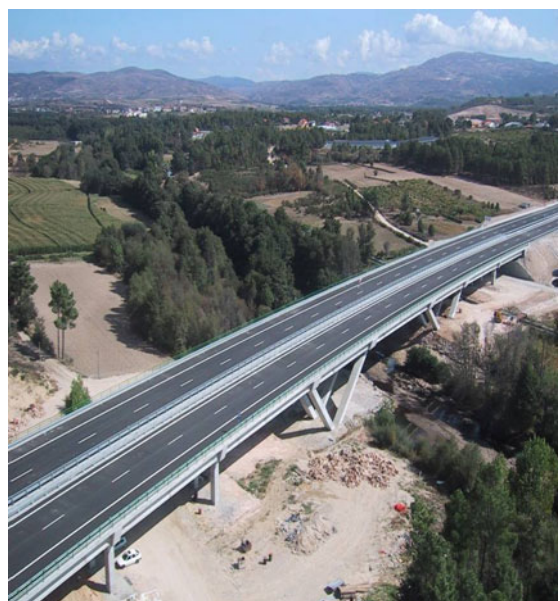


### OA - Équipements

BN4 - Liaison BN4/GS et GS/GBA  
Joints de chaussée type Setra  
Environnement des appareils d'appuis

### OAC - Tranchées couvertes

### Viaduc du Tamega - Pont à béquilles en BA



### Viaducs - PI cintres auto lanceurs

#### Cintre par dessus:

- 11 viaducs réalisés soit 60 000 m<sup>2</sup> de tablier
- Portées comprises entre 32 et 44m
- Inserts pour appuis provisoires
- Cycle en 1 semaine
- Montage du cintre: 5 semaines

#### Cintre par dessous:

- 1 viaduc réalisé soit 4 000 m<sup>2</sup> de tablier
- Portées comprises entre 30 et 46m
- Inserts sur piles pour le support du cintre
- Travées de rives réalisées sur étaie

### Ponts poussés - Poutre PI

4 viaducs réalisés soit 4 000 m<sup>2</sup> de tablier

Travées courantes de 30m de portée et de 25m pour les travées de rive

### Ouvrages exceptionnels - Pont poussé - caisson BP

#### Viaduc du Vouga: (Longueur: 340m)

- Travées de 45m+55m+ 3\*60m+50m+40m
- Hauteur caisson: 3,8m
- Hauteur de pile: variable de 12 à 32m
- Cycles de poussage: 3 semaines / travée

#### Viaduc du Corgo

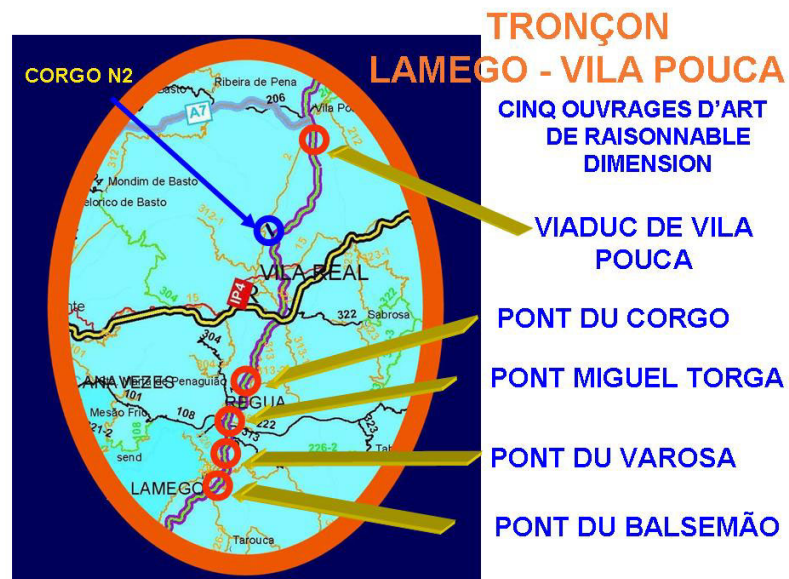
- Longueur: 625m - 2 tabliers
- Travées de 93+3\*142+93
- Courbe en plan: R = 5000m
- Hauteur de pile: variable de 19m à 68m
- Hauteur caisson: variable 3,2 à 8,4m
- Haubanage en phase provisoire des piles
- Equipage par-dessous

### Ouvrages exceptionnels - Encorbellements successifs

#### Viaduc de Vila Pouca de Aguiar

- Longueur: 1 350m - 2 tabliers
- Hauteur de pile maxi : 90m
- Travées d'accès sur cintres par dessous (sud) et par dessus (nord) - portée maxi 60 m
- 6 travées centrales construites par encorbellements successifs encastrées sur pile (130m)
- Hauteur caisson au clavage : 3.8 m
- Haubanage du tablier en phase provisoire
- Délai 24 mois





## PONT DU BALSEMÃO 1998



Portées<sub>máx</sub> = 100 m - H<sub>máx</sub> = 110 m

# **PONT DU VAROSA** 1998



Portées<sub>max</sub> = 100 m - H<sub>max</sub> = 120 m

# **PONT MIGUEL TORGA** 1997



Portée<sub>max</sub> = 180 m - H<sub>max</sub> = 85 m

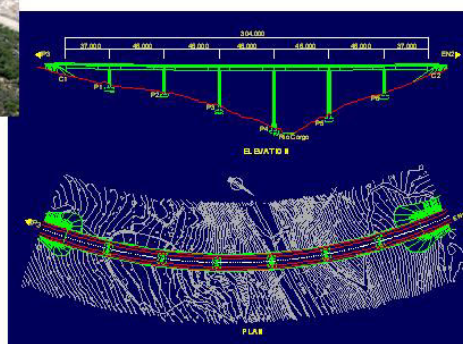


# PONT DU CORGO - EN2

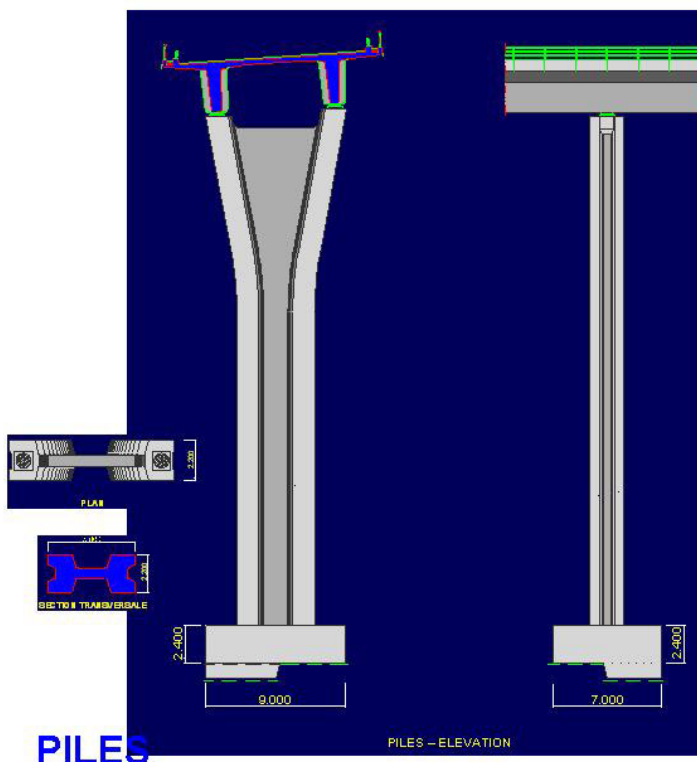


## Liaison de l'Autoroute à l'EN 2

Longueur - 304 m  
 Largeur - 14,10 m  
 H max. - 55 m  
 Travées - 37 + 3 x 46 + 37 m



# PONT DU CORGO - EN2



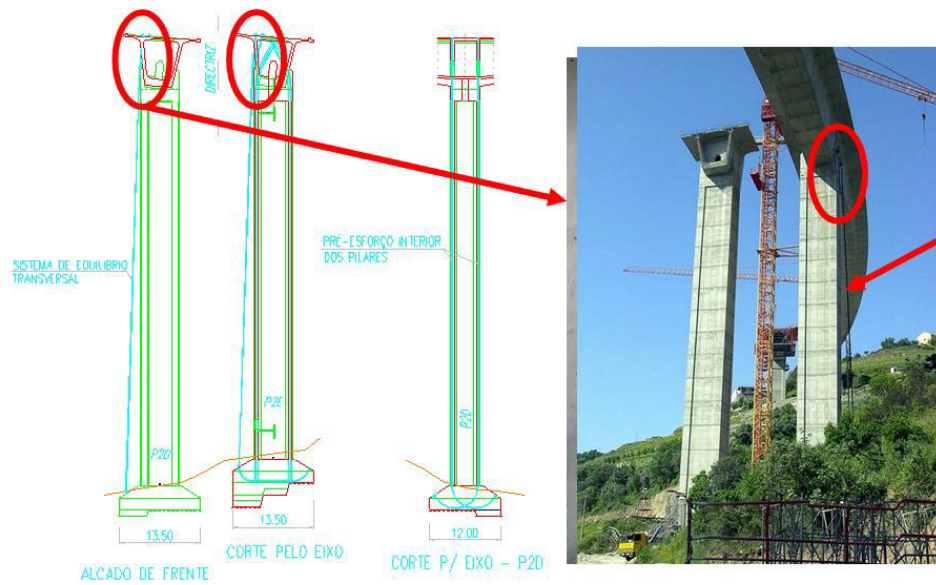
## PONT DU CORGO 2004



Longueur - 625 m  
 Largeur - 2 x 13,00 m  
 H max. - 80 m  
 Travées - 95 + 3 x 145 + 95 m



## PONT DU CARGO



### Dispositifs de stabilisation

## VIADUC DE VILA POUCA DE AGUIAR



### Vue coté Nord

Longueur - 1 348 m  
 Largeur - 2 x 13,00 m  
 H max. - 90 m  
 Travées N/S - 40 + 4 x 60 + 79 + 5 x 130 + 79 + 3 x 60 + 48 + 32

## VIADUC DE VILA POUCA DE AGUIAR



Haubanage de stabilisation

## VIADUC DE VILA POUCA DE AGUIAR



TABLIERS DES  
ZONES D'ACCÈS

Intérieur du caisson  
Vue depuis le porte à faux  
vers l'appui sur pile

Mise en place du ferrailage

Précontrainte

Câbles paraboliques  
de continuité

Câbles éclisses

Câbles de renforcement sur les zones d'appui



## VIADUC DE VILA POUCA DE AGUIAR



Coffrages en position fermée

### CINTRE PAR DESSUS

Coffrages ouvertes en position de lancement



### TABLIERS DE L'ACCÈS NORD

Longueur - 292 m  
Portées de 60 m  
h = 3,60 m

## VIADUC DE VILA POUCA DE AGUIAR



### CINTRE PAR DESSUS

Détail de l'intérieur du coffrage



### TABLIERS DE L'ACCÈS NORD

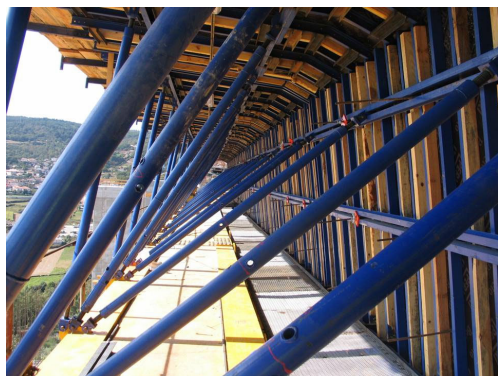
Longueur - 292 m  
Portées de 60 m  
h = 3,60 m



Deux poutres indépendantes équilibrées par contrepoids  
Des avant-becs et arrière-becs en treillis pour translation  
seule  
Déplacement par glissement

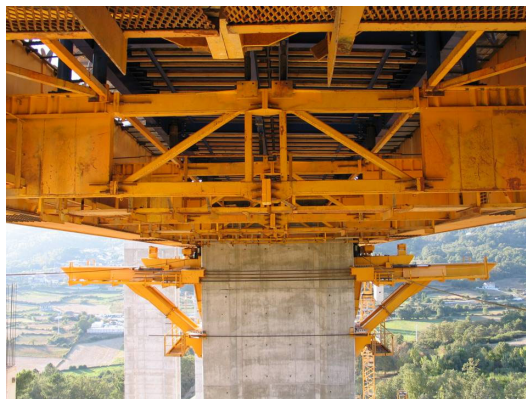


Consoles provisoires de translation serrées sur les piles



Un coffrage directement appuyé sur les poutres

## Les journées techniques



Dispositif de liaison des poutres lors des coulages



Poutres libérées pendant le transfert longitudinal



Position de bétonnage avec report arrière des charges  
sur béton





Une poutre importante et monolithique



Un important avant-bec pour les phases de translation



Préparation de l'outil pour bétonnage d'une travée

## Les journées techniques



Outil ouvert pour translation après coulage



Outil ouvert pour translation après coulage : vue intérieure



Outil ouvert pour translation après coulage : face inférieure



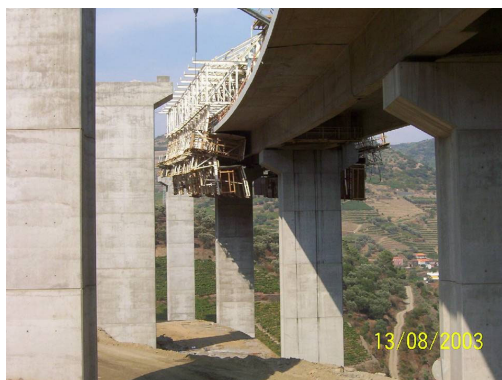
Outil en place



Outil coffrant



Préparation d'un bétonnage



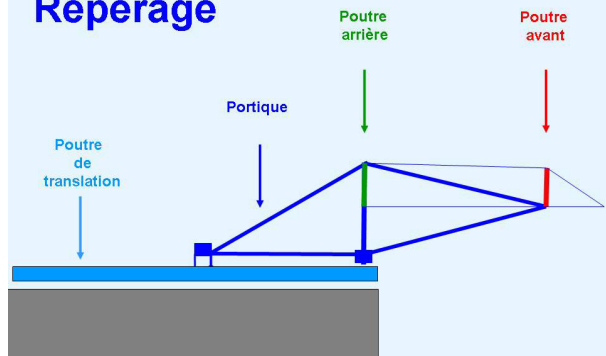
Cintre ouvert pour translation

## Les journées techniques

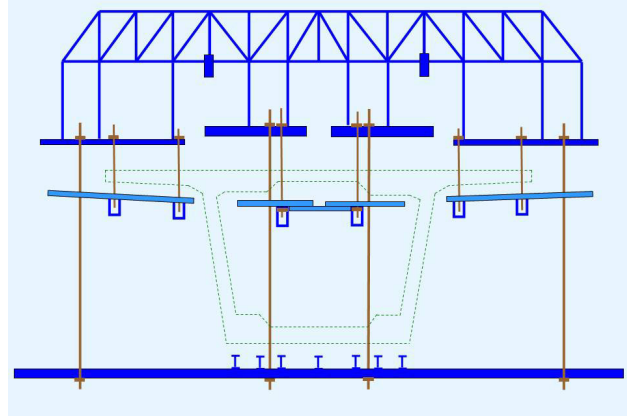
### Viaduc de Vila Pouca - Equipages

- Six fléaux de 130 m
- Six paires d'équipage
- Des voussoirs de 5 m de longueur

#### Repérage

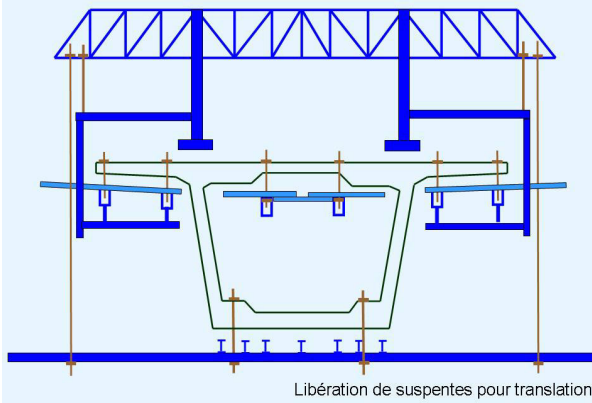


#### Dispositif avant de reprise des charges



Dispositif avant de reprise des charges

Dispositif arrière de reprise des charges



Libération de suspentes pour translation



Dispositif d'appui à l'arrière des poutres latérales



Dispositif arrière de reprise des charges



Report des charges de l'équipage sur le tablier

#### Viaduc du Corgo a Regua - Equipages

- Fléaux de 150 m
- Rayon de courbure en plan de 500 m
- Des voussoirs de 3,5 m de longueur



Des équipages fixés sur poutres latérales rigides

#### LES SOUTÈNEMENTS ET FONDATIONS Pierre VEZOLE

Quelques photos



Soutènement en remblai renforcé avec parement gabions, surélevé gabions constituant écran acoustique



Soutènement à parement gabions



Chaussées dénivelées en amont d'un soutènement remblai renforcé



Soutènement à parement treillis soudé



Soutènement Terre Armée® h = 30m



Cascade de soutènements



Pratique locale des murs de soutènement en « pierres sèches »

### Mécanique des roches et stabilité des talus :

Mise au point d'un logiciel spécifique basé sur la méthode cinématique du calcul à la rupture pour étudier l'équilibre des dièdres et choisir en fonction des orientations spatiales des familles de discontinuités et de la résistance des joints au cisaillement (sans oublier la pression interstitielle) la pente optimale des talus. Permet aussi de définir le renforcement.

Confrontation à la réalité !



Talus rocheux : Caractérisation de l'orientation des joints ?



### Reconnaissance géotechnique et fondations :

Pratique usuelle de nos amis portugais :

- prélèvement de carottes et qualification de l'altération de la roche ;
  - essais SPT :
- choix de fondations superficielles ou profondes en fonction de l'expérience locale.

Quelques doutes, donc essais pressiométriques, et conclusions bien plus favorables !

Sur la base d'essais réalisés sur les mêmes sites, permettant une comparaison entre SPT et pressiomètre, corrélation pour les arènes ;  
Utilisation ?

### LA RÉALISATION DES CHAUSSÉES : DE LA CONCEPTION A LA MISE EN ŒUVRE Bernard HERITIER

#### Conception des chaussées

##### Choix d'une méthode de dimensionnement:

Méthode française ou portugaise ?  
Concepts de dimensionnement différents  
Propriétés différentes des matériaux

##### Méthode retenue:

Guide de dimensionnement Scétauroute  
Durée de calcul: 15 ans  
Entretien progressif  
Normes françaises

##### Vérifications:

Comparaisons avec la méthode portugaise  
Notes justificatives (IEP et Conseils)

#### Structures souples bitumineuses

Trafics selon les lots  
Plate-forme PF3  
Épaisseurs:  
BBSG: 6 cm  
BBTM: 2.5 cm  
GB: 9 à 16 cm

#### Matériaux constitutifs

##### Nature des matériaux:

Granites  
(Schistes)

##### 0/150 (Concasseur mobile):

Concassage sur la trace  
Los Angeles: LA = 45

##### 0/40 (GNT de carrière):

Production en carrière  
LA variable selon origine  
Matériau peu fillerisé

#### Mise en œuvre de la plateforme

Mise en œuvre à la niveleuse  
Compactage: vibrant V3 puis pneu P5



## Compactage de la plateforme

### Planche de référence:

Choix des compacteurs  
Module " intrinsèque "

### Teneur en eau (0/40):

w (Proctor Modifié)= 5,7 %  
w mise en œuvre très différente !

### Compacités mesurées:

Vibrants: 91 à 95 %  
Pneus: > 95 %

## Construction des chaussées

### Principales quantités

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Enrobés             | 1 360 000 t              |
| Bitume              | 6 500 t                  |
| Imprégnation        | 2 900 000 m <sup>2</sup> |
| Couche d'accrochage | 2 000 000 m <sup>2</sup> |

### Ressource en granulats

### Problème clé sur ce type de chantier

### Carrières de granite:

ADIFER  
BRITENTEROS  
BRIVEL  
MONTEIRAS  
NORINTER

### Carrière de Verin (Espagne)

### Carrières de granite:

Granites variés  
Variabilité du Los Angeles  
Bonne résistance au polissage  
Peu de fines  
Problèmes d'adhésivité

### Propriétés:

LA: 27 à 39  
MDE: 11 à 15

## Fabrication des enrobés

### Bitume: 35/50 Cepsa

### Formulation:

Laboratoires Eiffage Travaux Publics  
Contrôle Chantier

### Postes d'enrobage:

TSM 25  
TSM 21

## Mise en œuvre des enrobés

### Transport:

9 semi-remorques  
2 porte chars

### Finisseurs:

2 Vögele 2500  
1 Vögele 1800  
1 alimentateur Franex

### Compacteurs:

Vibrants HD 130  
Vibrant CC 501

### Autres:

Niveleuse  
Epandeurs  
Gravillonneur  
Tracteurs agricoles...

### Finisseur grande largeur

Utilisation d'un alimentateur  
Utilisation d'une poutre de guidage  
Recherche d'un uni de qualité avec deux couches d'enrobés

## Compactage des enrobés

Compactage difficile des granites  
Tendance à la ségrégation  
Nécessité d'un suivi constant

## Contrôle de qualité

| Caractéristique          | Seuil d'alerte | Travaux |
|--------------------------|----------------|---------|
| Uni (IRI)                | 3,5            | >       |
| Macrotexture (mm)        | 0,4            | <       |
| Adhérence SCRIM          | 0,45           | <       |
| Profondeur d'ornièr (mm) | 15             | >       |
| Déflexion (mm,82 KN)     | 0,6            | >       |

