

L'Innovation chez Vinci

De l'azur grec à la terre francilienne ...

des hommes, des idées, de la technologie

Vinci

Sommaire

Sommaire	1
1. Présentation de Vinci	2
1.1. VINCI les années-clés	4
1.2. L'ORGANIGRAMME du groupe	4
1.3. QUATRE métiers complémentaires.....	5
1.4. VINCI, des performances remarquables sur un marché dynamique.....	6
1.5. Les Instances de direction	11
2. L'innovation chez Vinci	12
2.1. Qu'est ce que l'Innovation ?	12
2.2. L'Innovation, Pourquoi ?	12
2.3. Les acteurs de l'Innovation	13
2.3.1. L'existence du prix de l'Innovation Vinci	13
2.3.2. Le Management par projets	13
3. Le Pont de Rion-Antirion : L'Innovation, une nécessité	14
3.1. Les contraintes	14
3.1.1. du site	14
3.1.2. les contraintes financières et juridiques.....	15
3.1.3. les contraintes temporelles	15
3.1.4. les contraintes professionnelles.....	16
3.2. Des solutions innovantes pour répondre aux multiples défis.....	16
3.2.1. Le montage juridique et financier.....	16
3.2.2. Les Innovations techniques dans la conception	18
3.2.3. Les Innovations dans la construction.....	21
3.3. Conclusion	33
4. Les applications du GPS chez GTM Terrassement, l'Innovation, une opportunité et une stratégie	35
4.1. La démarche de l'Entreprise.....	35
4.2. L'Histoire du projet.....	35
4.3. Le principe du système.....	38
4.4. Les intérêts du système.....	38
4.4.1. pour le topographe.....	38
4.4.2. pour le guidage des engins.....	38
4.4.3. pour le maître d'œuvre	39
4.5. Les développements en cours.....	39
4.6. Conclusion	41
Conclusion générale	42
Remerciements	44
Bibliographie	45
Glossaire	45

1. Présentation de Vinci

*Premier groupe mondial de concessions, constructions et services associés**

Effectif*

128 000
salariés dans le monde

Présent dans plus

de 80 pays

Chantiers

250 000
par an

Chiffre d'affaires*

19,5 MDs
d'euros

Capitalisation Boursière

9,4 Mds
d'Euros au 28 février 2005

Résultat net*

731 millions
d'Euros

* Source : classement du Moniteur, décembre 04



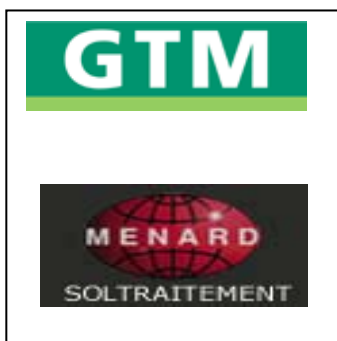
VINCI, un groupe jeune créé en 2000

VINCI, héritier d'entreprises centenaires qui depuis le XIXème siècle ont associé leur nom aux plus ambitieux projets de construction en France et dans le monde.



Les fondateurs

Alexandre GIROS
Louis LOUCHEUR

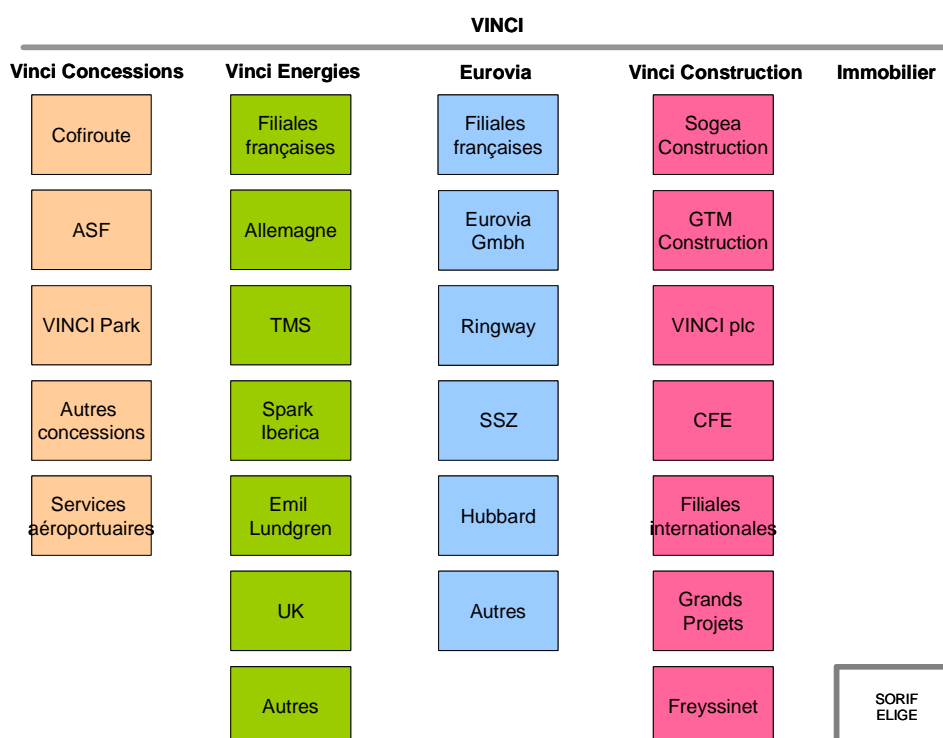


Quelques entreprises du groupe

1.1. VINCI les années-clés

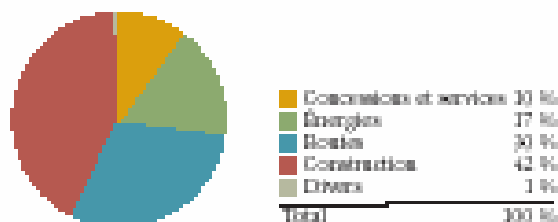
Les années clés de VINCI	
1891. Création des Grands Travaux de Marseille (GTM)	1988. Saint-Gobain cède la SGE à la Compagnie Générale des Eaux, qui apporte au groupe ses filiales de BTP Campenon Bernard et Freyssinet ainsi que Viafrance (travaux routiers)
1899. Création, par Alexandre Giros et Louis Loucheur, de la société Girolou, qui construit des centrales et des réseaux électriques et obtient sa première concession avec le tramway Lille-Roubaix-Tourcoing	Années 1990. Plusieurs opérations de croissance externe donnent à la SGE une dimension européenne
1908. Création, au sein de Girolou, de la Société Générale d'Entreprises (SGE)	1996. La SGE se réorganise en quatre pôles de métiers : concessions, énergies, routes, construction
1908-1918. La SGE connaît une croissance rapide jusqu'à la Première Guerre mondiale, participe à l'effort de guerre puis à la reconstruction. Elle s'illustre par de grands chantiers comme la construction de barrages et de centrales thermiques	1997. La SGE cède à la Compagnie Générale des Eaux ses activités de traitement des ordures ménagères et de distribution d'eau, et acquiert de celle-ci les entreprises GTIE et Santerne (travaux électriques) et CBC (construction)
1918-1946. La SGE se développe principalement dans le domaine de l'électricité jusqu'à la nationalisation du secteur en 1946. Elle se redéploie ensuite dans le bâtiment et les travaux publics	1999. Le Groupe réalise une OPA amicale sur Sogeparc, leader français du stationnement
1966. La Compagnie Générale d'Électricité prend le contrôle de la SGE	2000. Vivendi se désengage du capital de la SGE, qui change de nom pour devenir VINCI. VINCI lance une OPE amicale sur Groupe GTM ; Suez y apporte sa participation majoritaire. La fusion des deux groupes donne naissance au premier groupe mondial de concessions, de construction et de services associés
1970. La SGE participe à la création de Cofiroute, qui finance, construit et exploite les autoroutes A10 (Paris-Orléans) et A11 (Paris-Le Mans)	2002. VINCI entre au CAC 40 et acquiert 17% du capital des ASF
1984. La Compagnie de Saint-Gobain devient l'actionnaire majoritaire de la SGE. Les travaux routiers (avec Bourdin Chaussé et Cochery) et l'équipement électrique et climatique deviennent deux pôles d'activité importants	2003-2004. VINCI porte sa participation dans ASF à 23%

1.2. L'ORGANIGRAMME du groupe

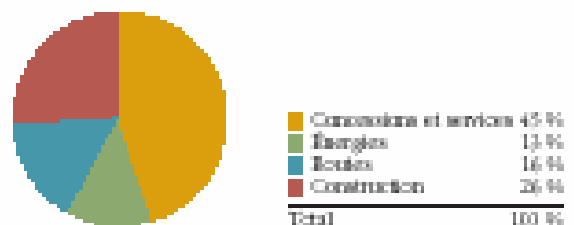


Quatre métiers complémentaires, exercés principalement en Europe

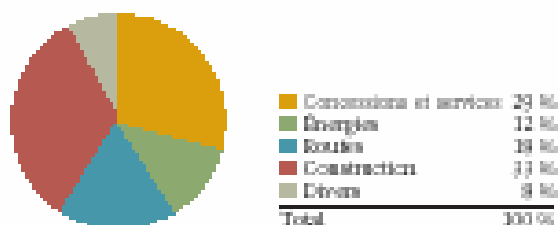
Chiffre d'affaires 2004 par métier



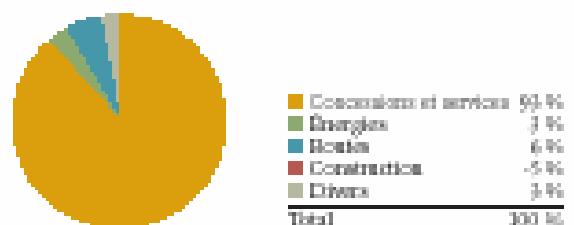
Résultat d'exploitation 2004 par métier



Résultat net 2004 par métier



Capitaux engagés au 31/12/04 par métier



1.4. VINCI, des performances remarquables sur un marché dynamique

Performances remarquables sur un marché dynamique



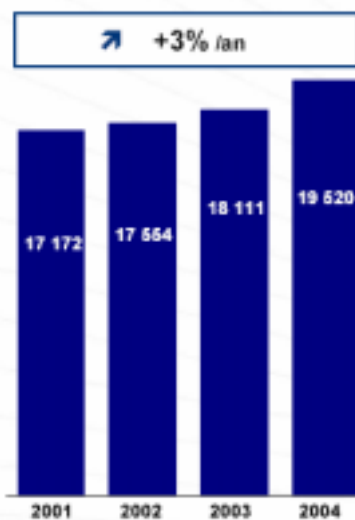
- Résultats en nette progression
- Une croissance particulièrement forte dans les métiers du BTP, de la route et des travaux électriques
- Nouveau renforcement de la situation financière de VINCI
- Carnet de commandes à un niveau historique
- Des succès qui valident le modèle de développement intégré de VINCI dans la construction et les concessions
- Nouvelle étape vers le rapprochement avec ASF

Croissance ininterrompue

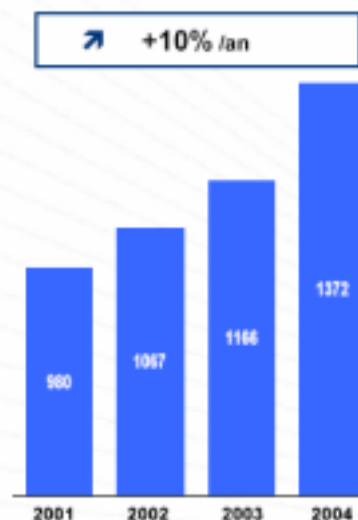


En millions d'euros

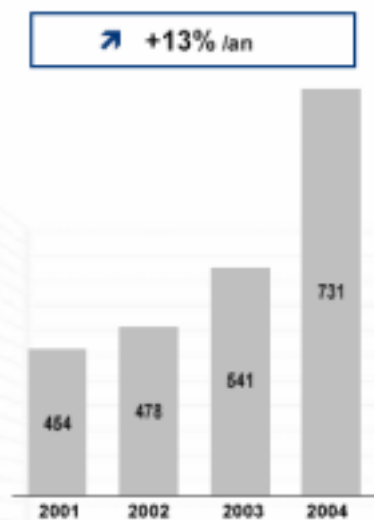
Chiffre d'affaires 2000-2004



Résultat d'exploitation 2000-2004



Résultat net 2000-2004



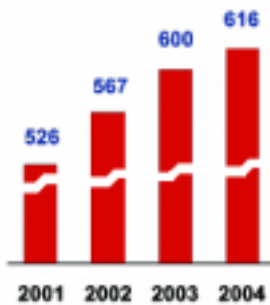
Tous les métiers contribuent à l'amélioration des résultats

Evolution du REX 2001/2004

En millions d'euros

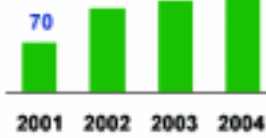
Concessions

↗ +5,5% /an



Energies

↗ +37% /an



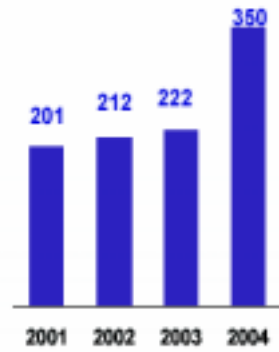
Routes

↗ +9% /an



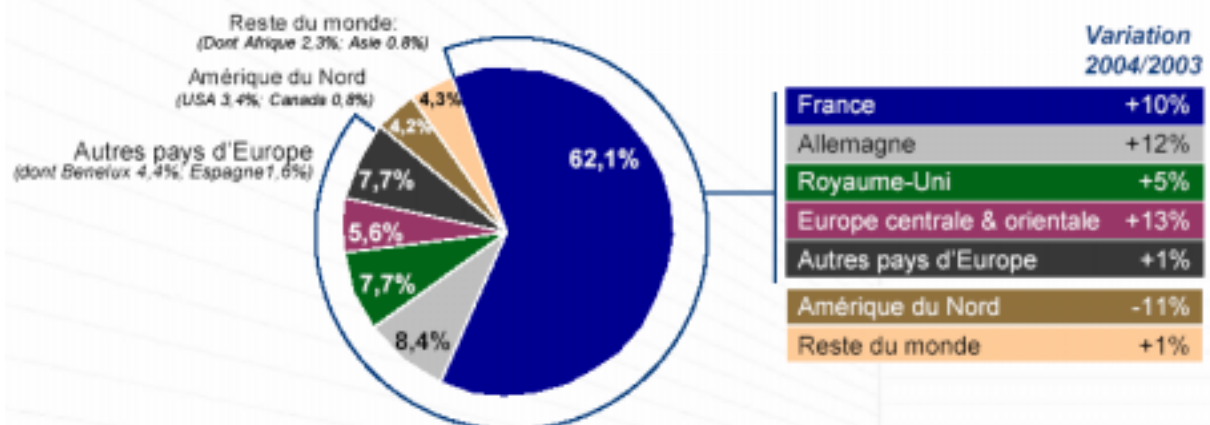
Construction

↗ +20% /an



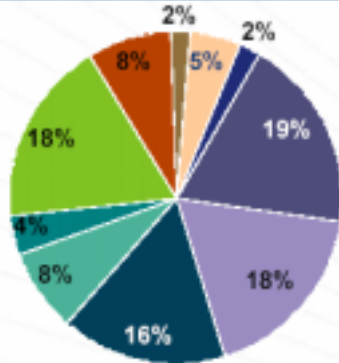
Renforcement des positions du Groupe en France et en Europe

Répartition géographique du chiffre d'affaires 2004



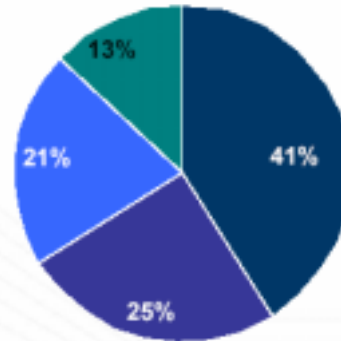
Des savoir-faire complémentaires, une bonne diversification de la clientèle

Chiffre d'affaires 2004 par savoir-faire



Génie civil	19%
Bâtiment	18%
Travaux routiers	16%
Travaux d'aménagement urbain	8%
Matériaux de construction pour la route	4%
Énergies	18%
Concessions	8%
Services aux infrastructures	2%
Facility management	5%
Immobilier	2%

Chiffre d'affaires 2004 par clientèle



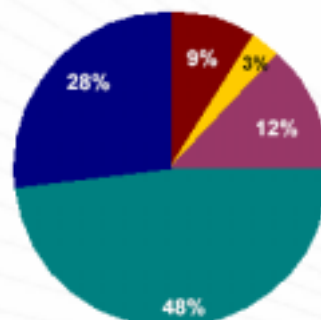
Collectivités locales et entités publiques	41%
Entreprises industrielles	25%
Investisseurs privés et entreprises de services	21%
Grand public	13%

2 500 centres de profit
250 000 chantiers / an

Un actionariat flottant à 88%

Actionariat au 31/12/04 (83,81 millions d'actions)

Salariés	9%
Autocontrôle	3%
Actionnaires individuels	12%
Institutionnels étrangers Coat : UK 20%, USA 17%, autres Europe 11%	48%
Institutionnels français	28%

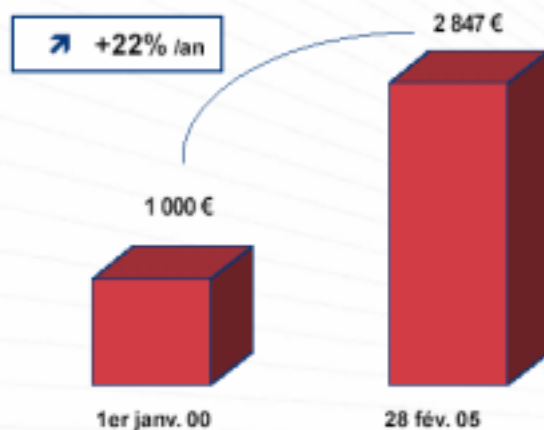


- Les salariés sont le 1er actionnaire de VINCI (46 000 personnes)
- 80 000 actionnaires individuels (hors salariés)
- Les institutions étrangères représentent près de la moitié du total, bonne répartition par zone géographique

2000 / 2004 : une forte création de valeur pour l'actionnaire

Rendement moyen pour l'actionnaire de VINCI depuis 2000

- Un actionnaire qui aurait investi 1 000 euros le 1er janvier 2000 se retrouverait à la tête d'un capital de 2 847 euros au 28 février 2005 en ayant réinvesti en actions VINCI les dividendes perçus
- Son investissement de départ lui aurait donc rapporté en moyenne 22% par an

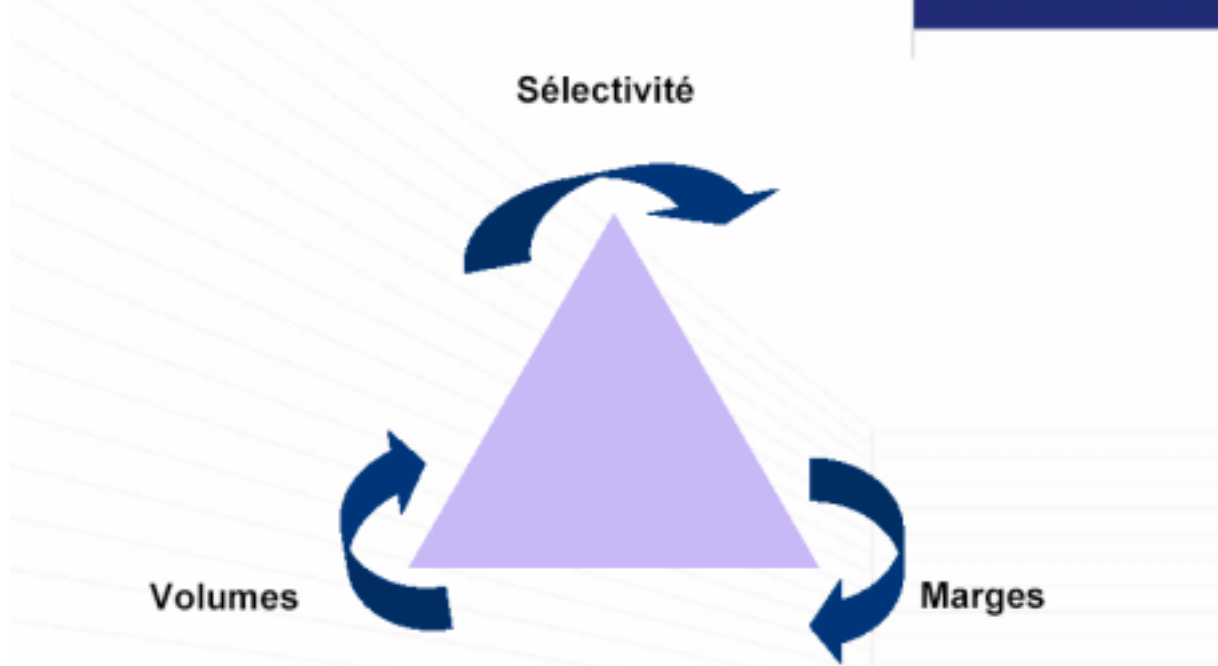


Excellentes performances des 4 métiers de VINCI sur des marchés dynamiques

- Importants besoins en construction et rénovation d'infrastructures de transport en Europe
- Demande soutenue en logements et en équipements publics
- Vent de créativité contractuelle et mobilisation de nouvelles sources de financement
- Forte demande dans l'énergie et les télécoms



DES MARCHES DURABLEMENT PORTEURS



1.5. Les Instances de direction

Conseil d'administration			
<p>Président Antoine Zacharias, P-DG de VINCI.</p> <p>Vice-Président Bernard Huvelin, conseiller du président de VINCI.</p> <p>Administrateurs Dominique Bazy, vice chairman d'UBS Investment Bank. François David, président du groupe Coface.</p>	<p>Quentin Davies, député à la Chambre des Communes du Parlement du Royaume-Uni. Guy Dejouany, président d'honneur de Vivendi Universal. Alain Dinin, P-DG de Nexity. Patrick Faure, P-DG de Renault Sport et président du conseil d'administration de Renault F1 Team Ltd.</p>	<p>Dominique Ferrero, vice chairman de Merrill Lynch Europe. Serge Michel, président de Soficot. Alain Minc, P-DG d'AM Conseil et président du conseil de surveillance du Monde. Henri Saint Olive, P-DG de Banque Saint Olive.</p>	<p>Yves-Thibault de Silguy, délégué général de Suez. Willy Stricker, senior banker de la Caisse nationale des Caisses d'Épargne. Denis Vernoux, administrateur représentant des salariés actionnaires.</p>
Comité exécutif			
Le comité exécutif assure la direction générale de la société (photo ci-contre).			
<p>Antoine Zacharias, président-directeur général de VINCI, président de VINCI Concessions.</p>	<p>Bernard Huvelin, vice-président du conseil d'administration de VINCI, conseiller du président de VINCI. Xavier Huillard, directeur général délégué de VINCI, président de VINCI Energies.</p>	<p>Roger Martin, directeur général délégué de VINCI, président-directeur général d'Eurovia. Philippe Ratynski, président-directeur général de VINCI Construction.</p>	<p>Christian Labeyrie, directeur financier. Pierre Coppey, directeur de la communication, des ressources humaines et des synergies.</p>
Comité d'orientation et de coordination			
Le comité d'orientation et de coordination rassemble aux côtés des membres du comité exécutif les principaux dirigeants du Groupe et a pour mission d'assurer une large concertation sur la stratégie et l'évolution de VINCI.			
<p>Antoine Zacharias, président-directeur général de VINCI, président de VINCI Concessions. Bernard Huvelin, vice-président du conseil d'administration de VINCI, conseiller du président de VINCI. Xavier Huillard, directeur général délégué de VINCI, président de VINCI Energies. Roger Martin, directeur général délégué de VINCI, président d'Eurovia. Bruno Angles, directeur général de VINCI Energies. David Azéma, directeur général de VINCI Concessions.</p>	<p>Renaud Bentegeat, administrateur délégué de CFE. Pierre Berger, directeur général de VINCI Construction Grands Projets. Pierre Coppey, directeur de la communication, des ressources humaines et des synergies de VINCI. Bruno Dupety, président de Freyssinet. Richard Francioli, président de VINCI Construction Filiales Internationales. Denis Grand, président de VINCI Park. Robert Hosselet, président de GTM Construction.</p>	<p>Christian Labeyrie, directeur financier de VINCI. Jean-Yves Le Brouster, directeur général délégué de VINCI Energies. Patrick Lebrun, directeur général adjoint de VINCI Energies, directeur de VINCI Assurances. Jean-Louis Marchand, directeur général délégué d'Eurovia. Jean-Pierre Marchand-Arpoumé, président de VINCI Services aéroportuaires. Jean-Luc Pommier, directeur du développement de VINCI.</p>	<p>Philippe Ratynski, président de VINCI Construction. Daniel Roffet, directeur général adjoint international d'Eurovia. Jean Rossi, président de Sogea Construction. John Stanion, président de VINCI plc. Henri Stouff, président de Cofiroute. Philippe Touyarot, directeur général adjoint de VINCI Energies. Guy Vacher, directeur général adjoint France d'Eurovia.</p>

2. L'innovation chez Vinci

L'ambition avouée de Vinci et de son PDG, Antoine Zacharias, est de « poursuivre la trajectoire de développement maîtrisé et d'amélioration des résultats » en étant toujours plus « agile, innovant et responsable ».

C'est à la caractéristique « innovante » du groupe que nous allons nous attacher ici au travers de deux exemples :

- le pont Charilaos – Trikoupis (Rion Antirion en Grèce, Vinci Grands Projets)
- le pilotage d'engins de chantier par GPS (GTM Terrassement)

2.1. Qu'est ce que l'Innovation ?

Nous savons qu'elle diffère de l'invention :

Elle représente la mise en œuvre de l'invention et son intégration dans le milieu social. C'est le processus selon lequel on confronte les qualités théoriques de l'invention à la réalité et à ses contraintes.

Elle est aussi déviance et donc prise de risques.

Elle résulte d'une conjugaison de talents et d'un partage des connaissances.

Pour Jean Louis Deslandes (Vinci Construction Grands Projets) « Innover, c'est ne pas se satisfaire des solutions existantes et se servir de l'expérience pour faire face à des situations nouvelles ».

2.2. L'Innovation, Pourquoi ?

En continuité avec les théories classique et néo-classique, Joseph Schumpeter considérait déjà que la recherche du profit de la part de l'entrepreneur était au cœur de la croissance du système capitaliste.

Afin d'augmenter son profit, « le rôle de l'entrepreneur consiste à réformer et à révolutionner la routine de production »¹. Le profit récompense donc l'entrepreneur dynamique et innovant.

Selon la théorie micro-économique traditionnelle, en raison de la concurrence que se livrent les entreprises, le profit a tendance à diminuer et même devenir nul. Une des façons pour l'entrepreneur de réaliser un profit malgré cette concurrence est d'innover. L'innovation dans un nouveau produit le mettra dans une situation de monopole et l'innovation de procédé lui permettra d'avoir des coûts inférieurs à ceux du marché.

Cette rente de monopole ou de ce surprofit ne sera que temporaire car d'autres entreprises imiteront rapidement l'entreprise innovatrice. L'entreprise est donc condamnée à innover.

¹ In « Capitalisme, Socialisme et Démocratie », J.A Schumpeter

Le profit n'est toutefois pas la seule motivation, l'entrepreneur est un créateur, un aventurier qui trouve du plaisir et de la joie à découvrir de nouvelles combinaisons productives et à l'emporter sur ses concurrents.



Les prouesses techniques ne se traduisent pas toujours par des réussites économiques (cf Eurotunnel). A Rion-Antirion, Vinci a pris des risques énormes : lorsque l'entreprise déposa son offre en 93, l'extrême complexité du projet, les incertitudes sur les conditions de la concession avaient découragé plus d'un candidat.

Qu'il veuille faire du profit, Vinci ne s'en cache pas, il l'érige même en valeur. Dès lors, pour assurer sa pérennité, sa compétitivité, sa croissance, la rentabilité des capitaux investis, une stratégie s'impose : la différenciation vis à vis de la concurrence. Qui dit différenciation dit innovation.

L'innovation est donc une ardente obligation pour l'entreprise et pour Vinci en particulier.

2.3. Les acteurs de l'Innovation

L'Innovation ne se décrète pas, toutefois elle peut être encouragée par le Top-management.

C'est le cas chez Vinci où la politique d'innovation associe une impulsion forte à l'échelle du groupe et des initiatives mises en œuvre sous la responsabilité des entités opérationnelles. L'impulsion donnée par le groupe se traduit notamment par :

2.3.1. L'existence du prix de l'Innovation Vinci

Après les éditions de 95, 97 et 99 plus modestes, les éditions 2001 et 2003 du Prix de l'Innovation VINCI ont suscité plus de 1100 projets. Dans ce vivier exceptionnel, le comité « recherche, développement et innovation » a engagé une démarche visant à identifier les innovations susceptibles d'être largement diffusées dans le Groupe. Cette sélection a abouti à distinguer les innovations technologiques applicables à des métiers ou à des filières spécifiques (guidage GPS des engins de chantier, recyclage des matériaux, etc.) et les innovations liées à des thèmes transversaux (formation, marketing, qualité-environnement, sécurité-prévention, management des connaissances), susceptibles d'être étendues en les adaptant à l'ensemble du Groupe. L'édition 2005 en cours a collecté près de 1000 dossiers confirmant le succès et la mobilisation importante puisque près de un cadre et un technicien sur dix participent maintenant à chaque édition.

Mais l'innovation ne se limite pas à une simple adaptation au progrès tel qu'il peut être défini par d'autres. C'est une prise d'initiative et de définition concrète du progrès. Le rôle des acteurs est donc déterminant dans ce processus qui se heurte à l'inertie de l'existant en plus des difficultés propres à l'aboutissement de tout projet nouveau.

2.3.2. Le Management par projets

Peu ou prou toutes les entreprises, Vinci y compris s'y sont mises. Il apparaît comme la stratégie gagnante capable de répondre aux exigences de la clientèle et de faire face à la concurrence. L'entreprise constitue des pôles d'experts issus de ses différents départements, qu'elle fait travailler ensemble au lancement d'un produit (ex : le pont Rion Antirion). La démarche permet de gagner du temps puisque toutes les compétences sont regroupées autour d'un même objectif et elle évite les dérapages financiers.

Le chef de projet, pour être extrêmement réactif dispose de structures souples, débarrassées des lourdeurs administratives. Les innovations seront donc plus faciles.

3. Le Pont de Rion-Antirion : L'Innovation, une nécessité

Cet ouvrage hors du commun a représenté un véritable défi tant les contraintes étaient nombreuses. Il a donc suscité de nombreuses innovations, chaque ouvrage étant par ailleurs singulier.

3.1. Les contraintes

3.1.1. du site

Ce pont allait être construit :

- au débouché du Golfe de Corinthe dans la mer Ionienne près du lieu où se déroula la bataille de Lépante (1571 entre les forces chrétiennes de la Sainte Ligue et la flotte Ottomane),
- enjambant un bras de mer large de 2,5 km séparant le Péloponnèse du continent, marqué par son histoire géologique,
- des eaux profondes (65 m),
- des sous-sols marins de qualités médiocre :

Les différentes campagnes de sondages montrent un profil géologique hétérogène, alternant sable, silt et argile, sans détection d'un quelconque horizon rocheux jusqu'au niveau -100m sous le fond marin.

Sous l'action dynamique sismique, certaines couches présentent des risques de liquéfaction notamment dans, la zone de la culée d'Antirion. La culée de Rion étant située quant'à elle dans une zone sensible à des glissement de talus,

- une faille tectonique active écartant régulièrement les deux rives,
- des vents violents (la vitesse de référence prise en compte selon les British Standards est de 32 m/s. Elle correspond, au niveau du tablier, à une vitesse moyenne de 50 m/s sur 10 minutes),
- une navigation importante : chacune des 4 piles principales devant pouvoir résister au chocs de bateaux suivants :
 - € pétrolier de 180 000t de port en lourd, naviguant à vide à 16 nœuds
 - € vraquier de 85 000t de port en lourd , naviguant à pleine charge à 16 nœuds



Cet ouvrage avait été « rêvé » il y a un siècle déjà par un premier ministre grec visionnaire à l'origine du percement du canal de Corinthe, Charilaos Trikoupis. Il aura fallu que les progrès techniques le rendent faisable.

3.1.2. les contraintes financières et juridiques

Le budget de ce pont représentant l'équivalent de ceux du Pont de Normandie et du Viaduc de Millau réunis. Le montage de la concession, la première en Grèce, nécessita de longues tractations avec l'Etat Grec et les banques.

3.1.3. les contraintes temporelles

Il fallait que ce pont soit achevé pour les Jeux Olympiques d'Athènes en 2004. Un ouvrage aussi complexe ne pouvant naître dans l'urgence, les tractations commencèrent en 1993, le financement fut bouclé en 1997, en janvier 1998 le projet pouvait démarrer sur des bases saines. 7 ans avaient été prévus pour sa construction :

- € 2 années dites de « préparations » consacrées aux études, expropriations et installations de chantier ;
- € 5 ans pour la construction de l'ouvrage proprement dit. Les pénalités de retard étaient prévues.

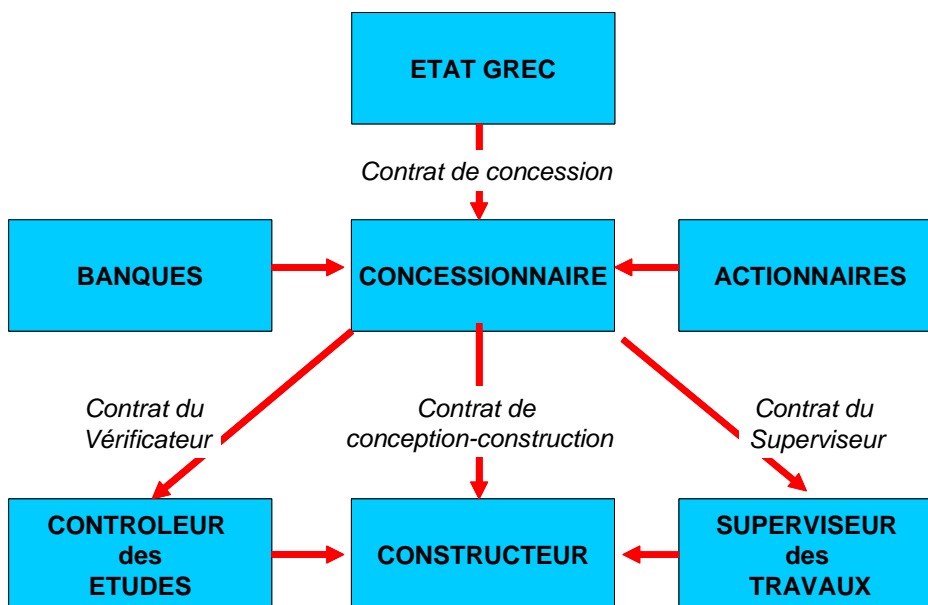
3.1.4. les contraintes professionnelles

Sur le projet de Rion, la structure des entreprises locales et leur mode d'organisation n'offraient pas sur le marché du travail local les chefs d'équipe et les chefs de chantier, maillons intermédiaires et indispensables dans l'organisation du chantier.

3.2. Des solutions innovantes pour répondre aux multiples défis

3.2.1. Le montage juridique et financier

C'était en effet la première fois que l'Etat grec allait accepter une concession privée d'infrastructure. Il est toujours délicat de faire accepter à une administration n'ayant pas d'expérience en matière de concession les dispositions nécessaires au montage financier qui reviennent en fait à la déposséder d'une grande partie de ses prérogatives pour le contrôle du projet.



3.2.1.1. *La structure juridique de l'opération est classique*

- une société concessionnaire (Geyfire SA) est formée par les partenaires de l'opération. Vinci pour 53 %, 6 entreprises grecques pour les 47% restants. Elle signe avec le concédant – l'Etat grec – un contrat de concession.
- Une joint-venture – formée par les mêmes partenaires avec les mêmes parts – signe avec la société concessionnaire un contrat de conception – construction.
- Le concessionnaire confie le contrôle technique à 2 sociétés d'ingénierie.
 - ∉ le contrôle des études est assuré par le Design Checker (la société canadienne Buckland and Taylor)
 - ∉ la supervision des travaux est assurée par le Supervisor (la société britannique Faber Maunsell)

Il est à noter que le contrat de conception – construction entre le concessionnaire et le constructeur est basé sur un prix forfaitaire incluant tous les aléas techniques, y compris la nature des sols. Un tel contrat peut sembler léonin. C'est malheureusement une condition nécessaire pour le montage du financement. Une règle stricte de partage des risques entre les banques et les entreprises s'est en effet établie dans les concessions. Les premières refusent désormais de prendre le moindre risque sur le coût final de l'ouvrage, reportant entièrement sur les secondes – et sur le concédant par exemple en cas de force majeure – l'ensemble des aléas de conception et de construction. Inutile de souligner la gravité des risques ainsi assumés par les entreprises et les conséquences d'une telle situation sur la sélection des affaires et l'étude des offres.

3.2.1.2. Le plan de financement

DEPENSES	
Coût de construction	630 millions €
Frais du concessionnaire	65 millions €
Frais financiers	77 millions €
Total	772 millions €
RESSOURCES	
Capital	69 millions €
Subvention publique	335 millions €
Prêt BEI	362 millions €
Produits financiers	6 millions €
Total	772 millions €

Le coût du pont est tel, eu égard aux recettes prévues, qu'il ne peut être financé sans une aide publique significative. Cette dernière traduit bien le rôle d'aménagement du territoire qui est dévolu à l'ouvrage et le montant de cette aide publique a été déterminé à partir des emprunts qui pouvaient être gagés sur les recettes escomptées. L'estimation de ces recettes a été moins délicate que dans bien d'autres projets de concession. Le trafic empruntant les bacs constitue en effet une base sérieuse pour estimer la demande de transport. Une fois l'ouvrage mis en service il n'existera aucun itinéraire concurrent susceptible de faire peser un risque sur le niveau des recettes.

Il fallut convaincre la BEI (Banque Européenne d'Investissement) d'accorder un prêt important à la société concessionnaire. Or la BEI avait une image négative du projet : trop risqué, peu rentable. Toute l'année 1996 fut consacrée à la convaincre du contraire. Restait enfin à boucler le financement avec un groupement de banques commerciales garantissant le prêt de la BEI. Les négociations furent là encore difficiles du fait d'un schéma inédit : alors qu'un contrat de concession classique se négocie entre trois parties (concedant, concessionnaire, banques), dans ce projet quatre entités se trouvaient autour de la table des négociations (les trois précédentes + la BEI). Les divergences les plus importantes apparurent entre la BEI et les banques commerciales sur la teneur des garanties que celles-ci devaient apporter. Le financement fut bouclé fin décembre 1997. Le nombre et l'épaisseur des documents signés à cette occasion (plus de 30 contrats financiers différents) donne la mesure de la complexité du montage de la concession.

Il est à noter que le seul organisme prêteur est la BEI, fait exceptionnel pour une concession. En effet, jusqu'à une date encore très récente, la durée des prêts commerciaux sur la Grèce n'excédait pas 10 ans, ce qui est largement insuffisant pour le financement d'un projet d'infrastructure. Le seul organisme financier capable d'accorder des prêts à très long terme sur la Grèce est la BEI. Par contre celle-ci n'acceptant pas de risques liés aux projets, il a

fallu mettre en place une garantie fournie par un groupe de banques commerciales mené par Bank of America et Bank of Tokyo Mitsubishi. C'est cette garantie qui a fait l'objet des longues tractations mentionnées plus haut.

Le concessionnaire a toute latitude pour fixer les péages dans les limites d'un tarif maximal qui se situe entre 30 et 40% au dessus des tarifs actuellement pratiqués par les bacs.

La durée de la concession est de 42 ans. Le contrat de concession prévoit toutefois une fin anticipée de la concession, au cas où le rendement du capital atteindrait un certain plafond. Une telle clause (ou une clause basée sur un plafond de recettes) devient de plus en plus fréquente dans des concessions portant sur un ouvrage à caractère monopolistique.

3.2.2. Les Innovations techniques dans la conception

3.2.2.1. *Comment fonder en ce site difficile un ouvrage résistant aux séismes ?*

La zone de Patras est située dans une région à l'activité sismique fréquente et élevée. Le dernier séisme important a eu lieu le 15 juin 1995 à une trentaine de km du site avec une magnitude de 6,3.

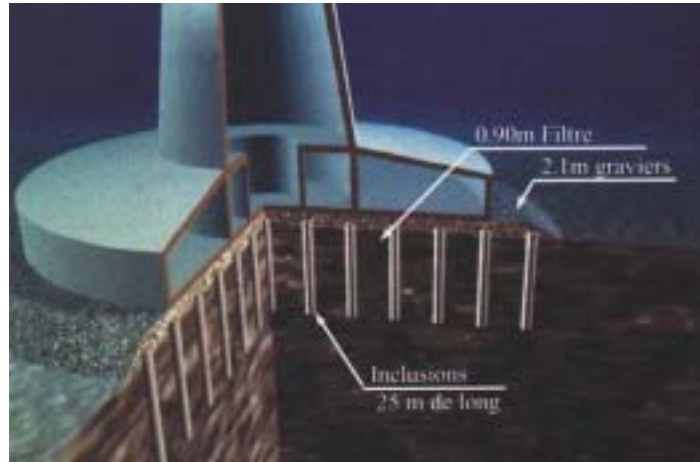
Le risque d'instabilité du sol a nécessité des études spécifiques qui ont conduit à l'adoption d'une solution novatrice pour les fondations des piles de l'ouvrage.

3.2.2.2. *Une zone à forte sismicité:*

Cette solution – structure poids simplement posée sur un sol renforcé par l'intermédiaire d'une couche de granulats frottante – n'avait jamais été mise en œuvre dans une zone à forte sismicité, elle a nécessité :

- des méthodes de calcul originales
- des outils numériques puissants
- le recours à la validation expérimentale sur modèle réduit.

La solution retenue peut sembler surprenante : pas de pieux car, ancrée rigidement sur des pieux, la structure aurait basculé en cas de séisme supérieur au séisme de référence. C'est un caisson de gros diamètre – 90 m – reposant sur les fonds marins qui a été choisi. Le sol doit être renforcé, il le sera par un procédé très innovateur : le battement d'inclusions rigides (tubes métalliques de 2m de diamètre et 25 à 30 m de longueur) qui solidarisent un massif de sol important pour éviter les basculements de la pile sous séisme de référence.



Entre la tête des inclusions et la sous face du radier est interposée une couche de matériaux de ballast (2,75 m de matériaux granulaires) parfaitement drainant dont le rôle est de répartir les efforts, de prévenir les problèmes de succion et surtout de jouer le rôle de fusible en permettant le glissement horizontal – sans basculement donc – de la fondation sur le sol lors de séismes majeurs.

3.2.2.3. *Comment mettre en œuvre la solution retenue ?*

- comment battre 500 inclusions avec la précision requise par 65 m de fond ?
- comment placer au dessus un lit de gravier avec une précision de nivellement inférieure à 10cm ?

Là encore, des méthodes et des engins spécifiques ont été nécessaires.

3.2.2.4. *La structure au dessus des fondations est elle aussi innovante*

Un pont multahaubanné formé de 3 travées centrales de 560m avec un tablier continu sans joint intermédiaire, entièrement suspendu au sommet des pylônes pour être parfaitement isolé lors des séismes.

Cette balancelle doit bien sûr être fixe pendant la vie normale de l'ouvrage, ceci étant assuré par des fusibles et des amortisseurs de dimensions exceptionnelles. Ajoutons à cela deux joints de chaussée d'un débattement encore jamais réalisé.

Un ouvrage exceptionnel donc qui allait bénéficier de l'expérience acquise lors des projets précédents (2^e pont sur la Severn en Grande-Bretagne, pont de la Confédération au Canada, pont Vasco de Gama sur le Tage au Portugal). Certes, chacun de ces ouvrages présente des caractéristiques particulières qui déterminent sa conception et sa construction

mais il s'en dégage un savoir-faire qui permet d'aborder un ouvrage nouveau avec plus d'assurance. Il est clair que sans cette expérience acquise, Vinci ne se serait jamais engagé.

Produits

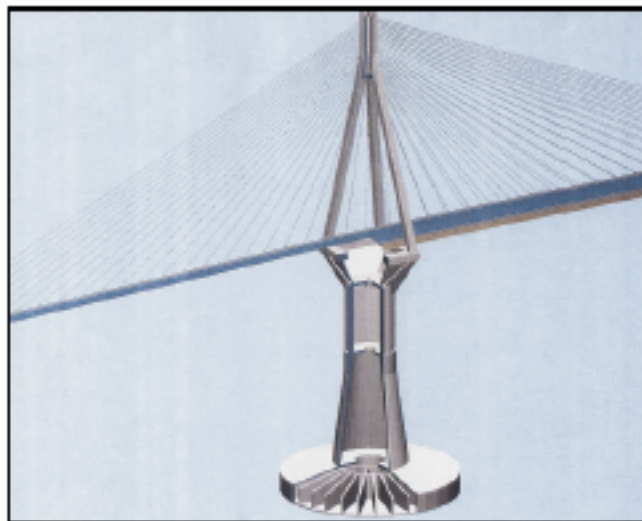
Ouvrages
et fondations

Conception de la structure du pont de Rion-Antirion

Le contexte

Les contraintes spécifiques remarquables de dimensionnement de la structure du pont de Rion-Antirion sont :

- Le mouvement tectonique de large amplitude qui se traduit par un déplacement imposé d'un appui par rapport aux autres de 2 m, dans pratiquement toutes les directions ;
- Le séisme majeur de magnitude 7 sur l'échelle de Richter, action dynamique.



Description de l'innovation

La conception de la structure a nécessité des développements logiciels internes pour vérifier la structure en cas de séisme réel. C'est la première fois que de tels calculs sont mis en œuvre dans ce type d'application.

La structure est justifiée par des calculs d'ensemble statiques et dynamiques avec prise en compte simultanée des non-linéarités de comportement des matériaux et des grands déplacements.

Intérêts majeurs

Economique

- Optimisation tant au niveau des quantités de matière que des méthodes de mise en œuvre.

Technique

- Mise au point d'une méthode de calculs dynamiques, en grands déplacements.

Projet n° 10

Nom de la filiale

DUMEZ-GTM

Noms des personnes de l'équipe

Jean-Marc TOURTOIS

Gilles BARRAS

Lucian ILIE

Représentant de l'équipe

Jean-Marc TOURTOIS

Adresse

57, avenue Jules-Quentin
92000 NANTERRE

TÉL : 01 41 91 45 03

Fax : 01 41 91 40 60

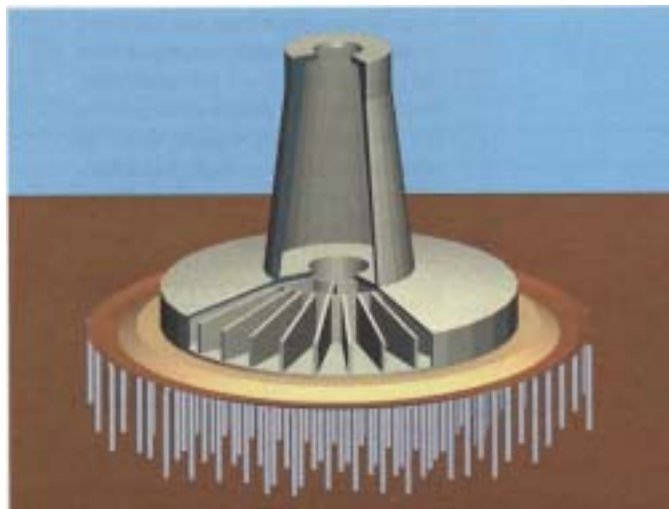
3.2.3. Les Innovations dans la construction

3.2.3.1. *La Construction des piles*

Le pont de Rion –Antirion possède 4 piles d'un diamètre de 90 mètres environ.

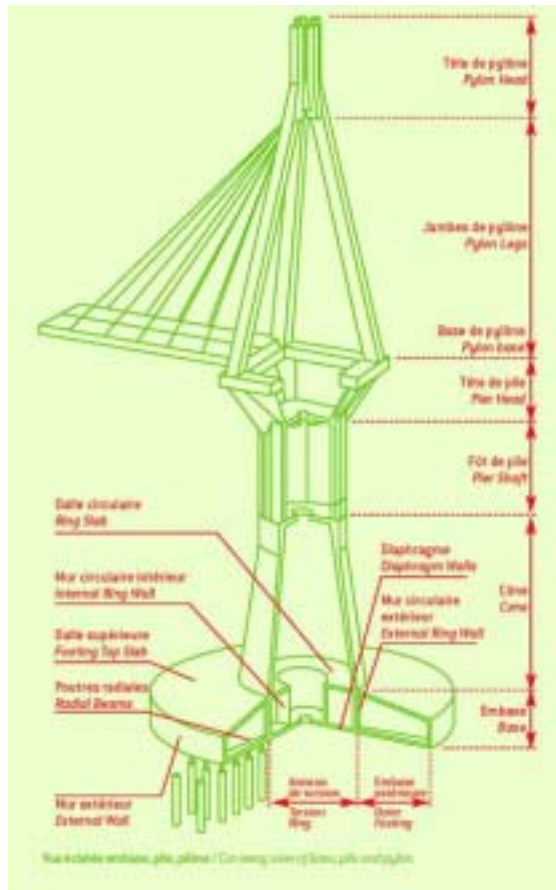
Les méthodes de construction utilisées pour les embases et les fûts coniques des piles sont proches de celles utilisées pour les plateformes offshore en béton.

Les appuis de Rion-Antirion sont les plus gros jamais réalisés pour un pont. Ils sont constitués d'une embase circulaire de 90m de diamètre et d'une hauteur variant de 9 à 13,5 m. La densité de ferrailage est de l'ordre de 300 kg/m³. Cette embase est formée d'un radier de 1,1 m d'épaisseur sur lequel reposent 32 voiles rayonnants, faisant office de raidisseurs autour d'un noyau central. Cet ensemble est couvert par une dalle radiale inclinée qui donne naissance à un fût tronconique. La partie immergée restante est constituée d'un cône de 50m de haut avec un diamètre extérieur variant de 38m à 27m.



Cette construction de pile se fait en 3 temps :

- dans un premier temps, l'embase de la pile est construite en cale sèche (dry dock) jusqu'à une hauteur suffisante pour assurer sa flottabilité,
- elle est ensuite remorquée et ancrée dans un poste à flot (wet dock), zone protégée en mer où est construit le fût conique de 50 m de haut avant remorquage et échouage à sa position définitive,
- c'est alors que commence la 3^{ème} phase de la construction (in situ) de la pile



3.2.3.1.1. Construction du Dry Dock



Prix de l'Innovation VINCI 2001 / Grand Prix
The 2001 VINCI Innovation award / Grand Prize

CAFFRENE / CAFFREY Technicien	DOMINE / AUCH Directeur général de l'ouvrage
---	--

DOUBLE CALE SÈCHE À FERMETURE ASSURÉE PAR LES PILES EN PRÉFABRICATION DOUBLE DRY-DOCK CLOSED BY PIERS BEING PREFABRICATED

« Inevitably, CAD is proving itself. New design solutions are starting to be derived from experience, but have been faced in less situations previously. »

"Developing systems not working with existing solutions, but having more experience to deal with new situations."

Jean-Louis Deslandes

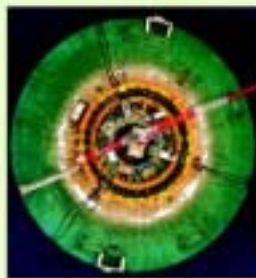
SUR LE CHANTIER DU PONT DE RION-ANTIRION, la réalisation des quatre embases monumentales (90 m de diamètre sur 13 m de hauteur) était déterminante pour l'économie et la réussite du chantier. Les procédés traditionnels – une digue en enrochement avec rideau de palplanches ou un bateau-porte – s'avéraient, le premier, long à mettre en œuvre, le second, complexe et coûteux. Et tous deux étaient peu compatibles avec une bonne organisation du chantier. Il fallait choisir entre ces deux techniques tout en satisfaisant l'exigence de gagner ce temps si précieux. Petit à petit, l'idée de construire les deux embases en parallèle s'est imposée. L'étude de sa mise en œuvre a permis d'arriver logiquement à la solution :

- sur une seule cale sèche, travailler sur deux embases mises en parallèle ;
- travailler sur deux niveaux puisque les niveaux d'avancement sont différents ;
- passer d'un niveau à l'autre par flottaison (grâce au principe d'Archimède) ;
- enfin, puisque l'embase est aussi grande que la largeur de la cale sèche, l'utiliser comme mur de quai provisoire avec des rehausures métalliques.



1. Construction de la première embase de la cale sèche sur le site de l'ouvrage existant. Construction de la deuxième embase en parallèle.

2. Construction des deux premières bases de la cale sèche par flottaison. Construction de la deuxième embase en parallèle.



ON THE RION-ANTIRION BRIDGE PROJECT, the construction of the four gigantic bases (90m in diameter and 13m high) was a key factor in the economic and technical success of the operation. However, conventional techniques – a rock dyke with a sheet piling curtain or a barge gate – proved to be either time-consuming, in the first case, or difficult and expensive, in the second. And neither was really compatible with efficient project organisation. On the one hand, there was the choice between two methods, one or the other, the return on investment to build the bases in parallel to save precious time. Considering each of these factors in turn and logically to the conclusion:

- working on two bases in parallel in a single dry dock;
- working on two levels since the units are at different stages of completion;
- float from one level to other (using the Archimedes principle);
- since the base is as big as the dry dock is wide, use it as a temporary wharf with the addition of upper steel walls.

Construction n° 73

VINCI Construction Grands Projets – VINCI Construction

Jean-Louis Deslandes

1, avenue Ferdinand de Lesseps
92011 Issy-les-Moulineaux Cedex

01 47 35 30 01 – 01 47 35 44 34

Sur le chantier de Rion-Antirion, la réalisation des quatre embases monumentales (90 m de diamètre sur 13 m de hauteur) était déterminante pour l'économie et la réussite du chantier. Les procédés traditionnels – une digue en enrochement avec rideau de palplanches ou un bateau-porte – s'avéraient, le premier, long à mettre en œuvre, le second, complexe et coûteux. Et tous deux étaient peu compatibles avec une bonne organisation de chantier. Il fallait choisir entre ces deux techniques tout en satisfaisant l'exigence de gagner ce temps si précieux. Petit à petit, l'idée de construire les deux embases en parallèle s'est imposée. L'étude de sa mise en œuvre a permis logiquement d'arriver à la solution :

- sur une seule cale sèche, travailler sur deux embases mises en parallèle ;
- travailler sur deux niveaux puisque les niveaux d'avancement sont différents ;
- passer d'un niveau à l'autre par flottaison (grâce au principe d'Archimède)
- enfin puisque l'embase est quasiment aussi grande que la largeur de la cale sèche, l'utiliser comme mur de quai provisoire avec des rehausures métalliques.

L'intérêt de cette double cale sèche est à la fois technique et économique :

Technique : c'est une des bases de pile en cours de construction qui sert de fermeture auto stable à la cale sèche double pour la fabrication de la suivante.

Economique : ce système rend inutile la conception et la réalisation d'un bateau-porte autostable de 100 m de long. Le gain du coût de construction de cet ouvrage est de 6 millions d'Euros ; l'économie rendue possible par le lissage des tâches est de 1,5 millions d'Euros ; le gain sur le délai de réalisation est de douze mois en comparaison de la solution à une seule cale sèche (36 mois), et encore de deux mois par rapport à l'utilisation de deux cales sèches indépendantes (26 mois) ; enfin, une meilleure utilisation de la main d'œuvre qu'il n'est donc pas besoin de démobiliser.



3.2.3.1.2. Une série d'autres astuces

A cette innovation majeure de la double cale sèche se sont ajoutées toute une série d'astuces :

PROJET N°38	ECHAFAUDAGE ELB 69			
CATEGORIE MATERIELS ET OUTILS	Un outil performant et robuste, adapté aux grands chantiers de construction faisant un usage intensif de ferrailage et du coffrage.			
PROJET VINCI Construction Grands Projets RESPONSABLE DU PROJET Jean-Louis DESLANDES EQUIPE Patrick BILLET (GEPABA), Raphaël MACEUR, Sébastien PACHOUD, Roger RIGAS, Frédéric SCHILO CONTACT S. Jean-François de Lesseps, 52855 Rueil-Malmaison Cedex Tél : (02) 47 26 30 03 Fax : (02) 47 26 44 08 E-mail : jilesseps@vnciconsult.com vnciconsult.com		contexte La construction en béton armé des 4 embases des piles du port de Rio-Antirion en Grèce, dans un dry-dock, représentait un chantier de grande envergure, en matière de ferrailage et de coffrage. Pour la réalisation des voiles (de 9 à 13 m de haut), sur une surface de 120 000 m ² à coffrer, 20 000 tonnes de ferrailage et 66 000 m ³ de béton étaient nécessaires. Les outils usuels ne pouvaient pas être utilisés, une méthode de réalisation de cet ouvrage, notamment en matière d'échafaudage, s'imposait.	description L'ELB 69 (Echafaudage à Lest Béton) est un dérivé amélioré de l'ELB68. Adapté pour des hauteurs allant jusqu'à 12 m, ce dispositif métallique, constitué de 3 niveaux avec portiques d'accès à formatants automatiques et munis d'un contre-poids en béton, de deux étais tre-poussés et d'une élingue, est autostable. Sa structure porteuse est renforcée pour accrocher sur sa face arrière un panier (pne tonne maximum) permettant aux ouvriers de s'approvisionner à leur niveau d'utilisation en épingles de ferrailage, accessoires de coffrage...	Intérêts majeurs L'ELB 69 contribue à optimiser la sécurité du personnel. Au cours des deux années nécessaires à la construction des piles, aucun accident de chute de hauteur n'a été constaté. De plus, adapté aux opérations fréquentes et répétitives, ce dispositif génère un gain de temps considérable en heures de main-d'œuvre et de grus, par rapport à tout autre type d'échafaudage. Celui-ci est estimé à environ 1 million d'euros grâce à la rapidité de mise en place d'échafaudage et à la diminution du ratio de pose de ferrailage.
La construction d'une embase dans le dry-dock est facilitée par l'utilisation de l'ELB69.				

- un enclencheur pour palplanches plates

Façons de faire

**Génie civil
et bâtiment**

Procédés généraux

Enclencheur pour palplanches plates

Le contexte

Les bases des 4 piles principales du pont de Rion-Antirion sont construites à sec, à l'intérieur d'une forme de construction dont les bajoyers sont constitués de 15 gabions circulaires (20,50 m) en palplanches plates du type AS-503. L'enclenchement des palplanches entre elles peut se faire, soit manuellement, soit automatiquement, avec un enclencheur dont le coût est très élevé.

Une solution permettant d'utiliser la grue auxiliaire, présente sur le gabarit de battage, a été imaginée.



Description de l'innovation

L'enclencheur, mis au point pour faciliter l'enfilage des palplanches les unes dans les autres, est un guide métallique qui se fixe en tête de la palplanche précédente.

Cet enclencheur permet ainsi de maintenir en position la palplanche à enclencher pendant toute son opération de levage et, grâce à un levier, de la mettre en position d'enfilage depuis le sol.

Intérêts majeurs

Humain

- Évite l'effort manuel de maintien en position de la palplanche à enfiler.

Economique

- Permet d'enfiler des palplanches plates, même en cas de vent modéré et assure ainsi une meilleure rentabilité de l'atelier.

Projet n° 89

Nom de la filiale

DUMEZ-GTM

Noms des personnes de l'équipe

Jean-Louis DESLANDES

Yann LE SCANFF

André LIBAL

Représentant de l'équipe

Jean-Louis DESLANDES

Adresse

57, avenue Jiles-Quentin
92000 NANTERRE

Tél. : 01 41 91 40 45

Fax : 01 41 91 83 30

3.2.3.2. Les travaux maritimes

La réalisation des piles en mer du pont principal haubané a nécessité des travaux maritimes de grande ampleur :

- outre la réalisation des fondations : dragage, renforcement du sol, couche de forme
- construction de piles en flottaison
- mise en place des piles par remorquage et immersion

Ces travaux exécutés en eau profonde ont nécessité eux aussi le développement de méthodes de construction, de matériels, de moyens de contrôle hors du commun.

Il convient ici encore de souligner la créativité et la réactivité des équipes.

3.2.3.2.1. la connaissance des fonds marins

PROJET N°23

CATEGORIE
MATERIELS
ET OUTILS

PROJET
Nimrodia Gelyra
(VINCI Construction
Grecs Projects)

RESPONSABLE DU PROJET
Givani PASOUBON

EQUIPE
Luis GOWER,
Julien MONNERIE,
Jean-Pierre PETERMANN

CONTACT
Antistatocostasias
30020 Antirio, Grèce
Tél. : (+30) 63 40 56 100
Fax : (+30) 63 40 32 344
E-mail : givani_pasoubon@
gelyra.com

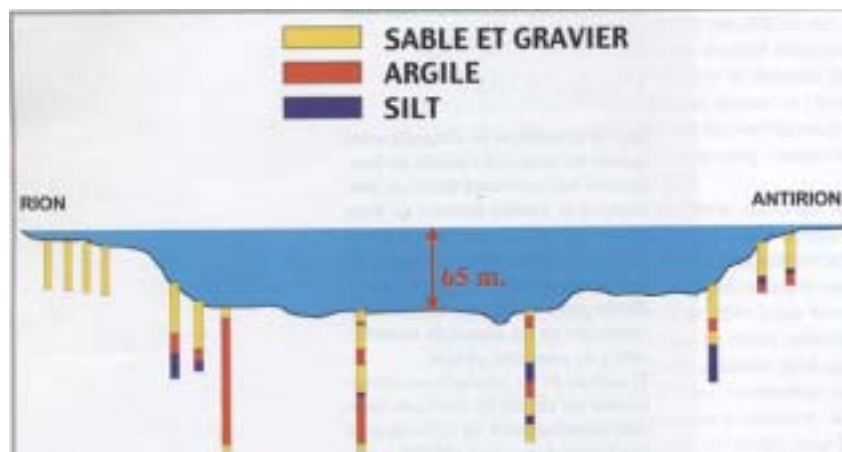
MODULE DE RELEVES BATHYMETRIQUES INTERCHANGEABLE
Pour connaître les fonds marins à moindre coût



contexte
Les travaux sous-marins comme la construction des fondations de pont impliquent une connaissance précise des fonds, que l'on peut obtenir par des relevés bathymétriques. Ces relevés sont cependant onéreux et nécessitent généralement l'emploi d'un engin spécial.

description
Un module unique a été développé pour réaliser des relevés bathymétriques pour le pont Rion-Antirion en Grèce. Ce module est interchangeable et peut être monté sur deux engins de travaux sous-marins, ce qui rend inutile la location d'un autre engin. Le module comprend une écho-sonde multifaisceaux, un système GPS, un compas gyroscopique et un capteur de mouvement dynamique, alignés sur un mât pour réduire les décalages. Le module est suffisamment compact pour être transféré d'un engin à l'autre en deux heures.

Intérêts majeurs
Ce module permet de ne pas louer un engin de relevés, qui coûte environ 1 000 euros par jour, et coûte moins cher que deux jeux d'équipements standard. Son niveau de précision est élevé, et la possibilité de calculer et d'imprimer les résultats à bord permet au responsable des travaux sous-marins de prendre immédiatement les décisions relatives à la construction.

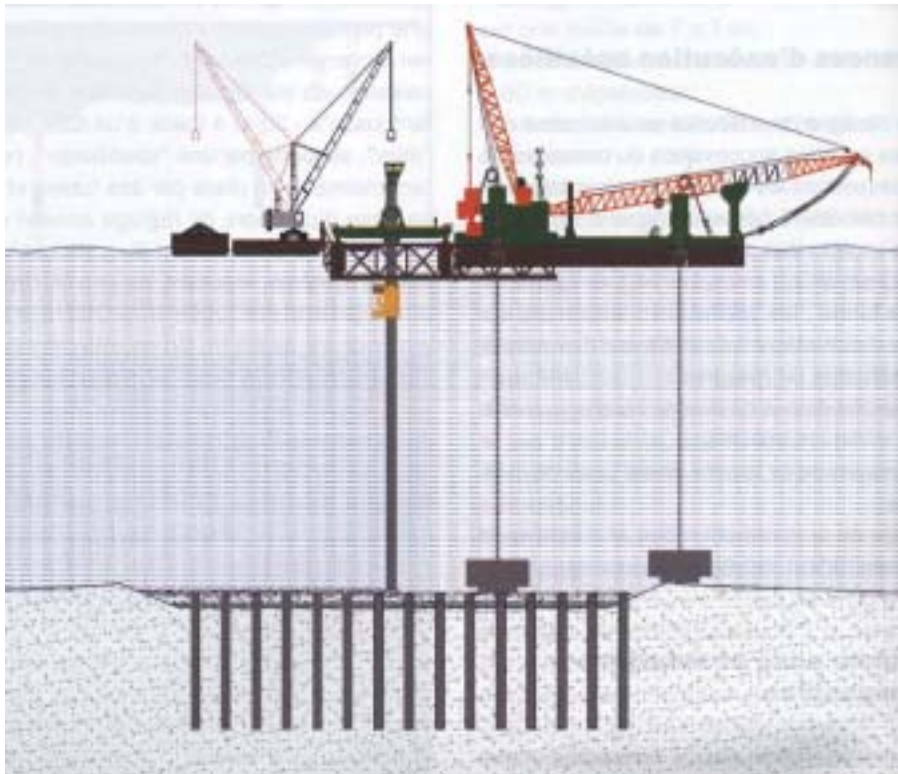


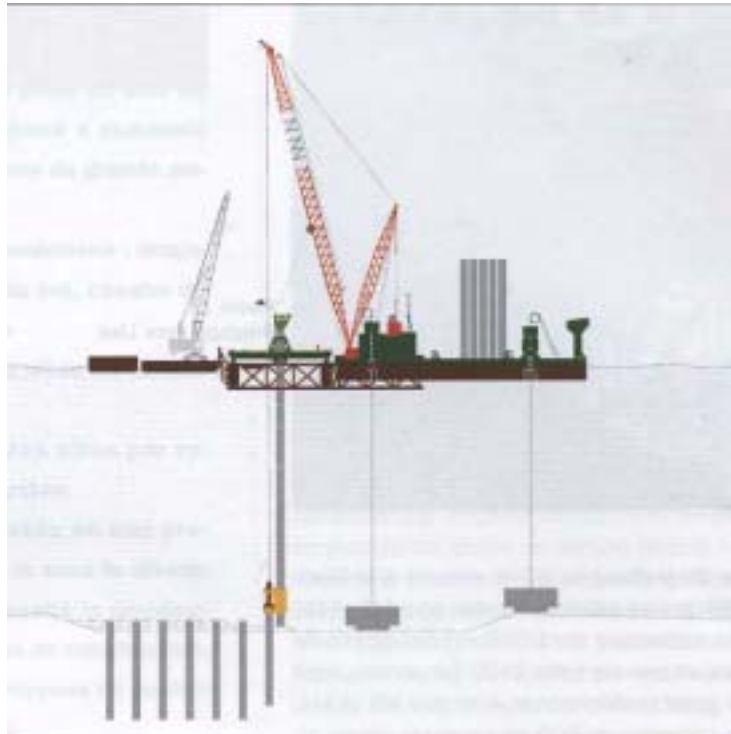
3.2.3.2.2. la réalisation des fondations

Le problème le plus difficile a été celui du réglage de la couche de forme à $-63,5$ m. A cette profondeur, les méthodes traditionnelles qui font largement appel aux plongeurs sont exclues, car le temps de travail des équipes à ces profondeurs sont très faibles. Le principe retenu sera de partir d'une plateforme stable en altitude, de prendre les références de réglage à l'air libre par GPS et de les relayer pour le réglage au fond par un dispositif à géométrie contrôlée.

Là encore, on a dû renoncer aux options traditionnelles : la barge sur 8 lignes d'ancre est très stable certes, mais les lignes d'ancres interdisent la navigation sur une large zone ou la barge autoélevatrice pose de gros problèmes dans les pentes aggravés par la taille des patins nécessaire pour pouvoir porter la barge sur des sols de mauvaise qualité.

C'est une idée nouvelle quoique inspirée des pétroliers qui a vu le jour : celle de la barge à pieds tendus.





3.2.3.3. *La construction des pylônes*



La réalisation des pylônes, structures de 165 m de haut, dans un environnement difficile, a nécessité de recréer pour chaque poste de travail des conditions optimales de sécurité. Des outils spécifiques ont été développés, et la préfabrication à terre des ferrillages a toujours été favorisée.

Le fût de la pile est constitué des parties suivantes :

- la première dalle à +3m ;
- le fût de la pile octogonal, appelé octogone ;
- la tête de pile en pyramide inversée ;
- la poutre de couronnement.

<p>PROJET N°71</p> <p>CATEGORIE PROCEDES ET TECHNIQUES</p> <p>FRANCE VINCI Construction Grands Projets</p> <p>RESPONSABLE DU PROJET Jean-Louis DESLANDES</p> <p>EQUIPE Nadine NACEUR, Piero GORDOVA, Claude LAQUOTI-PREANT, Danyel FACHOLD, Frédéric SCHILD</p> <p>CONTACT S. GAZIN, Festival@vnc- Lorraine, 92951, Rue de Malmaison Cedex Tel : 01 47 15 30 83 Fax : 01 47 15 44 86 Email : jdeslandes@ vinci-construction.com</p>	<p>GIRELLE</p> <p>Echafaudage tournant sur pile de pont géante en surplomb</p>	<p>contexte</p> <p>A la manière d'un énorme chapiteau à 50 m au-dessus de la mer, les têtes des piles du pont de Rion-Antioch (qui traverse le canal de Corinthe) ont la forme d'un tronc de pyramide inversée dont la grande base mesure 40 m x 40 m. Il a fallu monter au point un procédé qui permette le décoffrage de 2000 m² de panneaux de coffrage de ces têtes inaccessibles à la grue.</p>	<p>description</p> <p>Le principe retenu, développé et utilisé est un plateau mobile appelé « Girelle », qui se déplace à 360° sur la périphérie d'un plateau annulaire dénommé « Octolage ». Cet échafaudage spécial calcine le fût de la pile à la naissance du chapiteau. Chaque panneau de coffrage y est descendu verticalement par un treuil puis enlevé par la grue.</p>	<p>Intérêts majeurs</p> <p>Cette technique présente des avantages à tous les niveaux : humains, techniques, environnementaux et économiques ; elle permet d'effectuer les différentes opérations de décoffrage à grande hauteur en toute sécurité ; les 48 panneaux de 10 tonnes de moyenne ont pu être récupérés et réutilisés directement sur la pile suivante ; la Girelle et l'Octolage récupèrent tous les déchets (qui, ainsi, ne polluent pas la mer de Corinthe) et, par rapport à une solution classique, de grand conseil, l'économie directe est de 4 millions d'euros.</p>
---	--	--	--	---



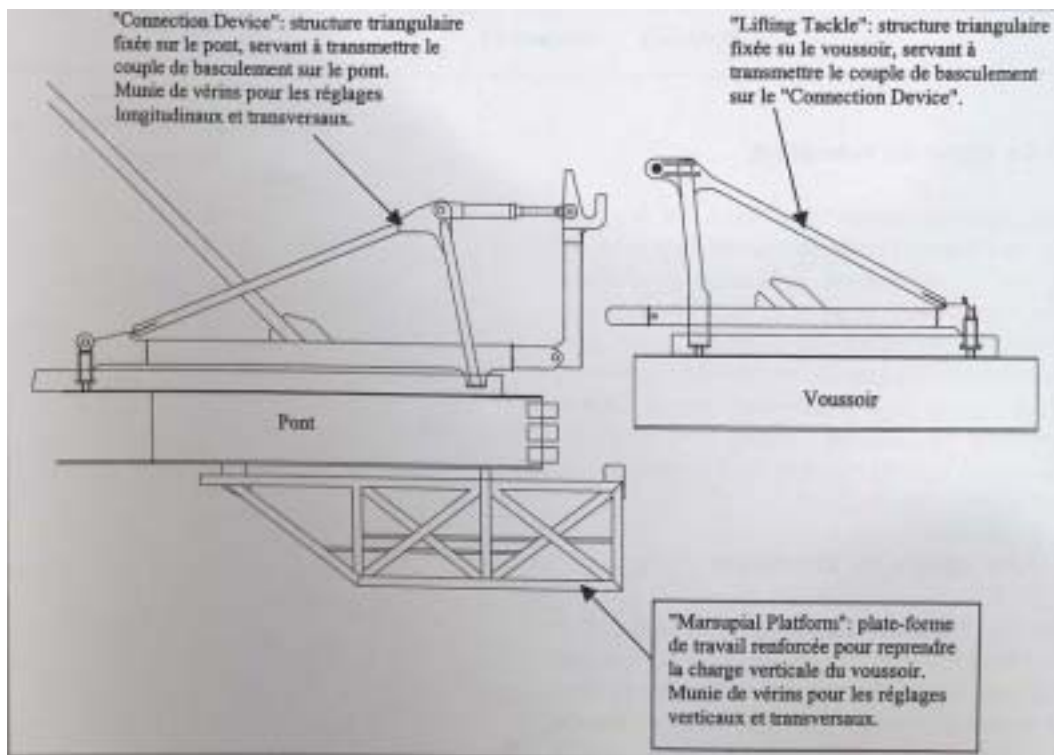
Des opérations de décoffrage à grande hauteur s'effectuent en toute sécurité.

3.2.3.4. Le tablier

Il s'agit du plus grand tablier multahaubané du monde. Les méthodes choisies lors des études d'avant projet détaillé n'avaient pas résolu tous les problèmes, comme les risques liés au séisme en particulier. Les voussoirs en cours de pose notamment étaient exposés à un risque de séisme important. En effet, chaque voussoir était suspendu aux DSL (Double Shear Leg ou chèvre de levage) pendant une durée de l'ordre de 24 heures avant d'être connecté par boulonnage au voussoir précédent.

Cette durée d'exposition au risque sismique conduisait à concevoir des DSL extrêmement complexes.

C'est donc un moyen d'accostage sur tablier totalement inédit qui a été conçu et mis en œuvre permettant de saisir, positionner, régler les voussoirs de manière très rapide et sécurisée vis à vis du séisme, la manutention étant le fait d'une grue flottante.



3.2.3.5. Les haubans

Les haubans résistant aux séismes et au vent

PROJET N°73 **HAUBANS RESISTANTS AUX SEISMES ET AU VENT**
Une conception de haubans originale

CATEGORIE
PROCEDES
ET TECHNIQUES

TRAVAIL
 Freyssinet International & Co
 RESPONSABLE DU PROJET
 Benoit LECHE

EQUIPE
 Jean-Pierre MESSIERE,
 Laurent BOUTILLON
 (VING Construction-Specials Projects)

CONTACT
 1 bis, rue du Petit-Carnot, Bâtiment C
 78148 Vélizy
 Tél. : 01 46 01 90 39
 Fax : 01 46 01 96 02
 E-mail : bleding@freysinet.com



Exterior view of the Rion-Antirion bridge deck.

contexte
 Le pont Rion-Antirion en Grèce constitue la structure haubannée la plus longue du monde. Celle-ci devra être capable de résister à des vents violents et à des séismes importants.

description
 En raison de la forte déviation angulaire du pont Rion-Antirion, un nouveau déviateur parasismique a été mis au point et intégré aux points d'attache des haubans. Ce dispositif en résine polyuréthane moulée en forme de diabolo guide les câbles sur un rayon de courbure défini en cas de séisme, réduisant ainsi la flexion et donc l'usure éventuelle des câbles. La géométrie est très précise pour que le déviateur ne réduise pas l'efficacité des amortisseurs hydrauliques internes servant à limiter les vibrations. Les plaques métalliques tenant les amortisseurs ont été modifiées pour résister à des charges d'exploitation normales, et se rompent en cas de séismes afin de limiter l'effort de flexion des goussets.

Intérêts majeurs
 Cette solution qui utilise au maximum les composants standards du hauban Freyssinet est un facteur de sécurité et d'économie. Elle correspond également aux critères esthétiques du design du pont Rion-Antirion. L'approche novatrice adoptée pour ce projet a permis à Freyssinet de remporter d'autres gros marchés, notamment celui du pont Cooper River aux Etats-Unis.

Les haubans du pont de Rion-Antirion :




Photo 1
 PSD équipés des tubes écarteurs à l'intérieur de goussets d'ancrage côté tablier pendant l'installation des torons de haubans
 PSD fitted with spacer tubes inside the anchorage gusset plates on the deck side during installation of the stay cable strands




Photo 2
 Les ancrages des haubans sur les goussets de tablier
 Stay cable anchorage points on the deck gusset plates

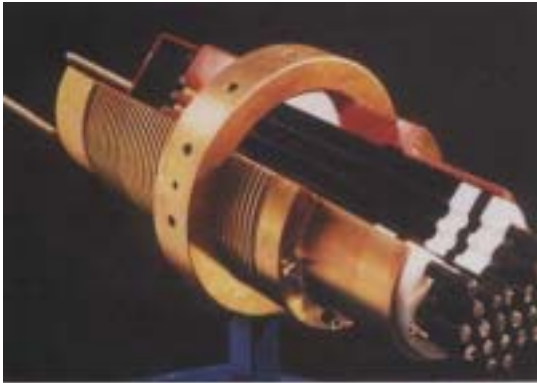


Photo 3
 Vue éclatée de l'ancrage réglable Freyssinet HDR
 Exploded view of the Freyssinet HDR adjustable anchorage

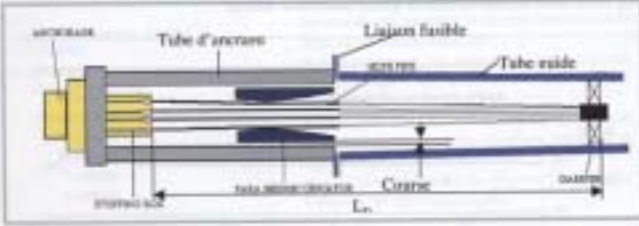


Figure 8
 Principe de fonctionnement du déviateur parasismique côté tablier
 Operating principle of the parasismic deviator on the deck side

3.2.3.6. La gestion intégrée des achats

CATÉGORIE / CATEGORY	THÈME / THEME	DOMAINE / AREA
Méthodes pratiques Best practices	Travail au quotidien Day-to-day working	Services administratifs Administrative procedures

CLICK : UNE GESTION INTÉGRÉE DES ACHATS

CLICK: INTEGRATED PURCHASING MANAGEMENT

CONTEXTE

Important en termes de chiffre d'affaires comme de durée, le chantier du pont de Rion-Antirion devait faire face à de très nombreuses demandes d'approvisionnement. Un système de gestion des achats inédit a été créé et mis en place.

The Rion-Antirion bridge construction project is a very big operation both in terms of sales value and duration, and as such has involved large procurement volumes. To meet the demand, an original purchasing management system was devised and implemented.

Extrait : Intelligence Financière des achats de l'Etat N° 31 34-4323
Excerpt including the technology overview of the purchase of the book No 31 34-4323

DESCRIPTION

En évoquant l'opération informatique la plus élémentaire, le programme de gestion des achats Click affiche d'emblée son parti pris de simplicité. Ce qui lui permet d'être partagé entre le service achat et le magasin rattaché au service matériel, mais aussi avec le service administration-finances-comptabilité, le service contrôle des coûts et les équipes de travaux. À partir d'une seule saisie effectuée au moment de la commande et d'un document unique (le bon de commande), l'ensemble des opérations est synthétisé et toutes les opérations s'effectuent d'un simple... click.

DESCRIPTION

With its reference to the most basic of computer-related operations, the Click purchasing management programme makes it clear from the outset that it has opted for simplicity. It is this simplicity that enables it to be used not only by the purchasing department and the store that is part of the equipment department, but also by the admin/finance/accounts department, the cost control department and the works teams. With just one input when the order is placed, and just one document (the order form), all other operations are ready to be completed with just one... click.

MAJN BENEFITS

Simplicity, efficiency and speed: the system architecture, designed around the order form, guarantees its efficiency. By accounting for orders, deliveries and store consumption on a daily basis, it is possible to achieve virtually real-time management and reporting.

INTÉRÊTS MAJEURS

Simplicité, efficacité, rapidité : l'architecture du système, conçu autour du bon de commande, est le gage de son efficacité. La prise en compte quotidienne des commandes, des livraisons et des consommations du magasin permet, quant à elle, un reporting et une gestion en quasi-temps réel.

Projet / Project n°122

Nom de la filiale / Name of subsidiary
VINCI Construction

Responsable du projet / Head of project
Jean-Paul Mayeux

Responsable / From:
Georges Tsoulakis (Phœnix Informatica)

Adresse / Address
Antirio Aetolocarcimianes
30020 Grèce

Tél. / Phone / Fax
00 30 634 56 169
00 30 634 56 111

3.2.3.7. La gestion des ressources humaines

L'équipe de Rion s'est constituée de manière progressive encourageant le risque du sur-encadrement du début afin de créer un milieu favorable aux apprentissages et à la transmission de l'information.

Des binômes – conducteurs de travaux expérimentés et jeunes ingénieurs – ont été constitués afin de résoudre entre autres le problème de la carence en personnel d'encadrement local.

En effet, la formation des chefs d'équipe n'existe pas en Grèce, quant aux chefs de chantier, le foreman ou ergodigos, ils se recrutent pas cooptation, sans compter qu'aucun n'avait encore travaillé sur un chantier d'une telle ampleur avec un tel degré de risque (travailler 165m au dessus du niveau de la mer avec les vents violents et un risque sismique toujours présent !)

Il a donc fallu, parmi les chômeurs recrutés par l'AFPA/ANPE grecque, identifier les potentiels capables d'assurer un encadrement au niveau des travaux, les former et les suivre. Un centre de formation a donc été spécifiquement créé, des supports pédagogiques conçus (il s'agissait de les rendre accessibles à des chômeurs sans qualification pour la plupart). Un manuel de formation sécurité édité. 3 ou 4 promotions de 20 stagiaires se sont donc succédées.

Le transfert dans un contexte culturel différent n'a pas été facile mais il a été payant, le taux de fréquence des accidents sur le chantier a été inférieur de moitié à ce qu'il est ordinairement dans le BTP en France. Le taux de leur gravité (qui se mesure par le nombre de jours de travail perdus par centaine de milliers d'heures travaillées) a été faible sur un chantier d'une telle ampleur.

3.3. Conclusion

Le pont de Rion Antirion illustre de façon remarquable la capacité d'innovation d'une entreprise sur le plan technique pour concevoir et construire un pont dans les conditions les plus défavorables que l'on puisse imaginer et sur le plan financier et juridique avec un contrat de conception – construction sur la base d'un prix forfaitaire incluant tous les aléas.

L'innovation sur ce projet ne s'est pas en effet limitée au domaine technique. Cet ouvrage à tous égards exceptionnel constitue certes une véritable prouesse technique. Elle a été rendue possible notamment par la stratégie proactive mise en œuvre par VINCI sur ce projet : le montage juridique a confié la conception, la construction, la concession à un même opérateur. L'un des enjeux étant d'isoler le projet des perturbations futures possibles du niveau politique et administratif du pays tout en préservant en interne, une grande souplesse dans la finition de l'ouvrage.

L'intérêt de ce contrat s'est par ailleurs avéré manifeste lors de l'incident qui avait fait disparaître l'un des dolphins ou duc d'Albe – structure destinée à arrimer le wet dock – le métal, fatigué par la houle et les courants violents à cet endroit, ayant lâché, il a fallu là encore recourir à un autre procédé, recours facilité par les liens étroits existant entre concepteurs et constructeurs.

Le système contractuel de la concession globale a donc permis de gagner en efficacité. Le contrat en conception-construction a notamment facilité la mise en place des solutions innovantes et c'est avec 4 mois d'avance sur la date fixée que le pont a pu être livré.

Outre la question du contrat, la qualité de la relation avec le Client a été décisive pour accélérer le projet. Si le fonctionnement du projet a été performant et réactif, c'est en raison de la confiance qui a régné entre les acteurs du projet. Dès le départ, le groupement s'est mobilisé pour communiquer avec le « technical advisor » et le « design checker » (les organismes indépendants capables d'évaluer et de critiquer les points de vue du groupement de la réalisation) et les impliquer dans le projet. En fabriquant ce contre-pouvoir « constructif », le projet a construit les fondations de sa stabilité et de sa légitimité.

Le pont Charilaos – Trikoupis (Rion-Antirion) vient de recevoir le prix « Outstanding Civil Engineering Achievement », remis par l'American Society of Civil Engineers à Washington. Ce prix récompense chaque année, depuis 1960, un ouvrage exceptionnel tant par ses qualités techniques et d'innovation que par sa contribution au bien-être des populations. Le pont Charilaos-Trikoupis a été choisi parmi cinq finalistes, non seulement pour le formidable défi technique qu'il représente mais aussi pour son impact en termes de développement économique européen et d'amélioration de la qualité de vie des riverains...et parce qu'il réalise un rêve vieux de plus d'un siècle.



4. Les applications du GPS chez GTM Terrassement, l'Innovation, une opportunité et une stratégie

Développé par l'armée américaine pour localiser ses troupes et ses ennemis, le GPS permet depuis quelques années aux conducteurs de voiture d'être guidés vocalement.

Le Global Positioning System ou en français géopositionnement par satellite est constitué d'un réseau de satellites en orbite à 20 000 km d'altitude. Ils permettent de localiser avec une grande précision toute personne ou véhicule équipés d'un récepteur approprié. Pour les cibles peu mobiles et grâce à un relais terrestre fixe dont la position est connue, la précision peut atteindre quelques millimètres. L'Europe est en train de développer son propre réseau de satellite – Galiléo - pour casser le monopole américain.

GTM Terrassement, une société du groupe VINCI (250 millions de chiffre d'affaires, 1000 personnes, 300 gros engins de chantier) a eu l'idée d'équiper un certain nombre de ses engins (environ 40) de ce système GPS afin d'améliorer la précision de réalisation du projet de terrassement tout en en réduisant les coûts :

4.1. La démarche de l'Entreprise

Elle a été tout à la fois pragmatique et progressive, et s'est inscrite sur le long terme et non pas dans une logique de réponse à un projet spécifique comme sur Rion-Antirion :

- il fallait tout d'abord s'assurer que la technique en question permettait d'obtenir une précision au centimètre (pour le nivellement par exemple) quand les techniques traditionnelles n'assuraient qu'une précision de 5 cm. Quand on pense aux kilomètres de terrassement autoroutier, on imagine aisément les réductions de coûts qui pourraient être réalisées.
- Il fallait ensuite embaucher des gens spécialisés
- Mettre en place un partenariat avec Thalès Navigation qui disposait des composants et travailler en équipe.
- Il fallait enfin obtenir l'adhésion de tous les opérationnels de l'entreprise.

4.2. L'Historique du projet

- 1995 : Première utilisation du GPS Thalès en topographie (5 ans environ avant les concurrents)
- 1997 : Développement du premier guidage GPS d'un engin (il s'agissait d'un rotograde pour la réalisation d'une piste d'essais pour Renault)
- 1998 : Validation du système et développement à tout type d'engins (Pelles, niveleuses, rotogrades, pulvimixeurs, bouteurs)

Façons de faire

**Génie civil
et bâtiment**

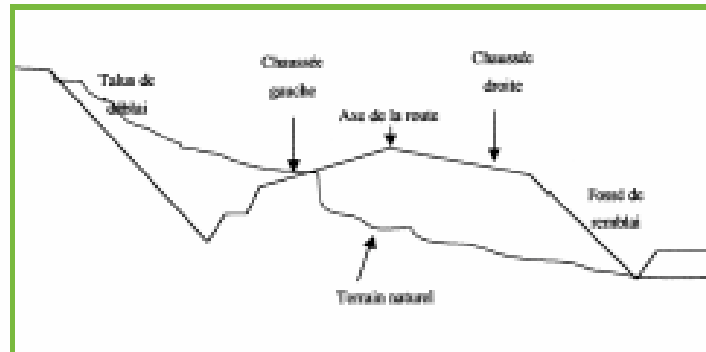
Terrassement

SYNULOG

Système de numérisation de localisation et de guidage

Le contexte

Pour exploiter toutes les possibilités du système SAGA de réglage au centimètre des engins de terrassement et en particulier la conduite automatique, il est nécessaire d'intégrer la définition CAO des profils routiers.



Description de l'innovation

Le produit correspond à un logiciel routier pouvant être embarqué.

Ce logiciel est destiné aux topographes et aux systèmes de guidage des machines (voir projet SAGA).

Ses principaux modules répondent aux objectifs de numérisation, de localisation et de guidage et transfèrent les données CAO en données topographiques de pilotage de l'outil de coupe selon la position de l'engin.

Intérêts majeurs

Stratégique

- Evaluation en temps réel de l'état des lieux du chantier pouvant servir à réorienter la stratégie du chantier

Compétitivité

- Augmentation considérable des rendements des équipes topographiques (50 % pour certaines tâches). Suivi en temps réel de l'action des machines de terrassement (prévention des risques d'erreurs).

Commercial

- Possession d'un cœur de calcul évolutif et indispensable à tout nouveau système adapté aux chantiers linéaires.

Projet n° 131

Nom de la filiale

GTM CONSTRUCTION

Noms des personnes de l'équipe

Francis RICHARD

Gaëtan HINTZY

Représentant de l'équipe

Francis RICHARD

Adresse

Z.A. de la Vallée
60700 FLEURINES

Tél. : 03 44 54 17 31

Fax : 03 44 54 11 85

UN «TOPO» DE 60 TONNES

Le conducteur pilote avec précision son engin sur écran comme un jeu vidéo

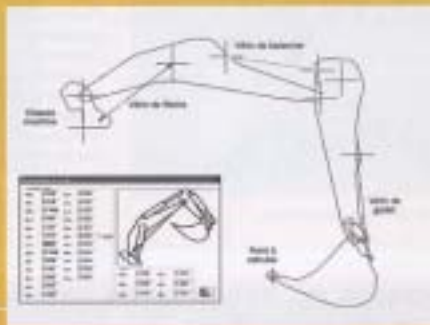


Construire une digue n'est pas une nouveauté, mais la concurrence actuelle exige une grande maîtrise de la chaîne de production en qualité de réalisation, en précision, quantités et coûts. La réponse se trouve dans l'industrialisation du terrassement et notamment dans les méthodes de réglage de l'ouvrage.



Pour obtenir la précision d'exécution voulue, il faut savoir où se trouve le godet de la pelle (qui met en place les blocs de rocher qui formeront la digue) et comparer cette position au projet de digue.

La pelle est localisée par un système GPS en 3D. Un deuxième récepteur détermine l'orientation du bras de la machine commandé par le conducteur de l'engin. Les données acquises représentent en temps réel les mouvements de la machine sur écran couleur. La pelle ainsi équipée permet de réaliser directement les levés, y compris sous l'eau, supprimant les contrôles topographiques délicats (par mauvais temps, par bateau, de nuit...)



LE JURY A APPRECIÉ :

L'intégration réussie de techniques éprouvées, de la CAO, de la topographie et l'instrumentation d'un engin avec une chaîne cinématique conçue, produisant une aide très efficace à la conduite, avec une précision proche mesurée par d'autres techniques.



Pascal LE GALL
Responsable du projet

- L'innovation doit faire partie du quotidien de chacun, car pour réaliser les chantiers dans de bonnes conditions, il faut être capable d'analyser les situations et d'inventer ou de créer des solutions.-

contexte

Le chantier «Port 2000» au Havre est l'un des plus grands chantiers de GTM. Construction du moment : GTM Terrassement doit y réaliser 10 km de digues constituées de plusieurs couches de différents matériaux qui doivent être positionnées avec une grande précision par une pelle hydraulique de 60 t équipée d'un bras long. Les réglages sous l'eau sont imprécis et les contrôles topographiques dangereux car ils doivent se faire à partir d'un bateau navigant près des enrochements. Pour être satisfaisantes, les levés des différentes couches obligent à l'arrêt de la production.

description

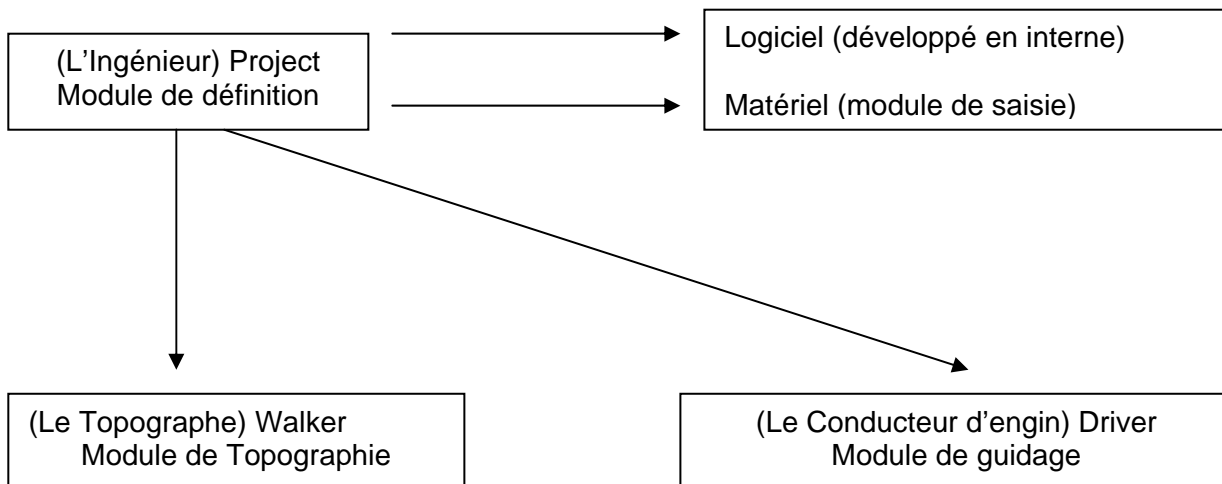
L'expérience de GTM Terrassement en matière de GPS (Global Positioning System) a été mise à profit pour un véritable défi : positionner les enrochements par GPS. La pelle est tout d'abord localisée à l'aide de deux GPS différentiels. Un inclinomètre détermine ensuite la position du bras jusqu'à la dent centrale du godet à l'aide de capteurs. Cette position détaillée est alors comparée au projet dessiné et comme dans un jeu vidéo, le conducteur pilote le travail de son engin sur écran en fonction des profils prévus et enregistre le travail exécuté.

Intérêts majeurs

Après les 100 premiers mètres de digue, la précision obtenue (de quelques cm) dépassait toute attente. Cette qualité est fréquemment vérifiée pour une réelle maîtrise des quantités. L'engin est entièrement autonome ; il effectue seul les relevés topographiques (autocontrôle) et permet de plus la réception des implantations. Le travail sous l'eau ou de nuit ne demande aucune mesure particulière et le gain de temps s'élève à 40 %. Après 3 km de digue réalisés, il est prévu d'équiper une deuxième pelle.

4.3. Le principe du système

Le système opère la synthèse de trois « opérateurs » :



On insère la disquette dans l'ordinateur de bord de l'engin équipé de capteurs GPS et d'asservissements hydrauliques : l'engin est alors soit guidé automatiquement soit le système offre une assistance au guidage.

4.4. Les intérêts du système

4.4.1. pour le topographe

- La rapidité d'exécution pour les relevés et pour les implantations. Le repère vaut pour 20 km en 3D alors que le système laser précédemment utilisé devait être implanté tous les 100 mètres et n'offrait qu'une seule dimension. Le système est par ailleurs moins sensible aux intempéries : la vision n'est pas nécessaire comme pour toute visée optique.
- Le suivi des volumes : l'homogénéité et la qualité de la précision permettent un suivi rigoureux des différentes couches du projet en temps réel

4.4.2. pour le guidage des engins

- la précision plus grande pour le terrassement permet de réaliser des économies de matériaux
- la sécurité sur le chantier est accrue : il n'y a plus de piétons topographes dans le périmètre des engins qui évoluent
- la rapidité d'exécution permet une meilleure organisation du travail, un gain de temps et donc une augmentation de la productivité. Par exemple, sur le chantier « Port 2000 » au Havre. La pelleteuse de 60 t travaillait même à marée haute dans les conditions de sécurité. Quant à la pelleteuse de 80 t qui posait des blocs de béton destinés à la digue, le système avait permis de multiplier par 6 sa cadence de pose.
- L'aide au pilotage de l'engin facilite la tâche du conducteur tout en la valorisant.

4.4.3. pour le maître d'œuvre

- il n'est plus obligé de se déplacer sur le terrain pour le contrôle du travail : le système présente donc, en étant autocontrôlé et par ses outils de traçabilité, un avantage psychologique certain en instaurant la confiance

4.5. Les développements en cours

- le contrôle d'autres types d'engins (par exemple les finisseurs compacteurs)
- le suivi de la traçabilité géotechnique

Contrôler les engins signifie les équiper d'un système de suivi : on a ainsi une meilleure connaissance de ce qui se fait, on peut ajuster le nombre des engins, savoir quels matériaux sont allés où, on a une meilleure compréhension de la chaîne de production. Cependant on se heurte dans ce domaine à la résistance des conducteurs d'engins qui se sentent surveillés.

- Du pilotage d'un engin on pourrait passer au pilotage d'un chantier, étalonner les pratiques de chacun, agir par exemple sur la consommation de carburant

CATÉGORIE / CATEGORY	THÈME / THEME	DOMAINE / AREA
Façons de faire Working methods and procedures	NTIC ICT	Terrassement Earthmoving

SUIVI ET GESTION D'UNE FLOTTE D'ENGINS PAR SATELLITE TRACKING AND MANAGING A FLEET OF MACHINES VIA SATELLITE

CONTEXTE

Le Centre national d'études spatiales (Cnes) a pour mission d'aider le milieu industriel dans l'exploitation des ressources spatiales, notamment en favorisant le développement de nouvelles applications. En 1999, un partenariat a été signé entre le Cnes et GTM Construction afin d'expérimenter le suivi et la gestion d'une flotte d'engins de chantier par satellite.

The Centre national d'études spatiales (Cnes) space agency is responsible for supporting industrial exploitation of space resources, particularly by fostering the development of new applications. In 1999, a new partnership agreement was signed between Cnes and GTM Construction to conduct an experiment in satellite-based monitoring and management of a fleet of construction site machines.

DESCRIPTION

Cette expérimentation a eu lieu dans le cadre d'un chantier de terrassement d'infrastructures sur un tronçon de l'autoroute A89, près de Tulle. Elle visait principalement trois objectifs :

- le suivi des parcours et des performances des engins (nombre de rotations, plages de vitesses, zones d'attente, etc.) ;
- le suivi de l'avancement des opérations de déblai et de remblai ;
- la gestion fine du mouvement des matériaux.

Sur le plan des moyens, cette expérimentation reposait sur le système de navigation GPS (Global positioning system) couplé à un dispositif de transmission de données par satellite (Orbcomm ou Globalstar), permettant d'enregistrer les positions des engins toutes les quatre secondes et de les retransmettre, via la constellation de satellites, vers une station de suivi et de contrôle.

INTÉRÊTS MAJEURS

Ce type de système permet une nouvelle approche de l'état d'avancement d'un chantier, et en particulier des transferts de matériaux entre les différentes zones. En ce sens, il autorise une meilleure gestion des ressources sur un chantier et contribue à l'amélioration de la productivité et de la compétitivité.



DESCRIPTION

The experiment was performed at an earthmoving worksite on a section of the A89 Motorway near Tulle. There were three objectives:

- *tracking of movements and performance of machines (number of turns, speed ranges, waiting areas etc.);*
- *monitoring of excavation and back-filling operations;*
- *detailed management of materials movements.*

This experiment was based on the GPS (Global positioning system) navigation system combined with a satellite data transmission system (Orbcomm or Globalstar) which recorded the positions of the machines every four seconds and transmitted them to a tracking and control station via the satellite constellation.

MAIN BENEFITS

This type of system provides a new approach to assessing progress on construction sites, especially with respect to transfers of materials among different zones. It thus makes it possible to better manage construction site resources and helps improve productivity and competitiveness.

Projet / Project n°360	
Nom de la filiale Name of subsidiary	Levy (Cnes), Claude Maury (GTM Construction), Jérôme Belloj (GTM Construction)
GTM Construction – VINCI Construction	
Responsable du projet Head of project	Adresse / Address
Gaetan Hintzy	61, avenue Jules-Quentin 92003 Nanterre Cedex
Équipe / Team	Tél. / Phone – Fax
Stéphane May (Cnes), David	03 87 05 52 12 03 87 86 24 14



- Asservissement d'autres types d'engins
- Etendre l'application à d'autres chantiers de par le monde (Sogea-Satom en Afrique par exemple tout en sachant cependant qu'en forêt équatoriale il n'est pas possible de voir suffisamment de satellites et le fonctionnement du système devient aléatoire).

4.6. Conclusion

Le système n'a pas été réellement commercialisé - bien que 6 ou 7 aient été vendus – ce n'est pas le métier de VINCI.

L'avantage du système réside à la fois dans l'amélioration de la productivité, les économies de matériaux et l'amélioration de la sécurité. L'entreprise communique d'ailleurs sur ce point. Son image ne peut qu'en être valorisée. Toutefois dans les appels d'offres, les conditions de mise en concurrence ne sont pas réunies pour réaliser l'ensemble des économies potentielles.

Conclusion générale

1/ Qu'est ce que l'Innovation pour Vinci ?

- elle ne se limite pas aux problèmes techniques et ne couvre pas que les produits et processus
- l'Innovation pour Vinci comprend aussi la prise en compte de la sécurité (par exemple la Girelle), la mise en place de logiciels, les dispositifs de formation et plus généralement toute activité qui mène à bonne fin l'application pratique d'une nouvelle idée ou d'un nouveau savoir-faire
- l'objectif final est l'amélioration de la performance technique, économique, sociale et environnementale
- l'Innovation anticipe la vie de l'entreprise
- elle apporte souvent des réponses spécifiques à des projets uniques présentant de véritables défis,
- elle s'inscrit aussi dans des visions de long terme implémentées progressivement au rythme des commandes et de l'acceptabilité sociale interne.

2/ La politique RDI de Vinci

- la politique d'innovation de Vinci se confond avec sa culture d'entrepreneur
 - € impulsion forte à l'échelle du groupe
 - € démarche pragmatique (prosaïque aurait dit Schumpeter)
 - € sous la responsabilité des unités opérationnelles au plus près de leurs marchés
 - € mise en réseau des énergies et des compétences au service du développement stratégique des entreprises
- le rôle de la Holding
 - € animer et mettre en réseau les compétences pour permettre l'échange des bonnes pratiques et la circulation des idées
 - € susciter et encourager les initiatives
 - € mettre en valeur et en forme des initiatives ou des réalisations susceptibles de nourrir la communication institutionnelle du groupe

3/ Quelques exemples de la politique d'innovation de VINCI

- les laboratoires de recherche intégrés comme le centre de recherche et développement Eurovia à Mérignac
- les collaborations avec les laboratoires de recherche des universités (celle de Patras pour le projet de Rion-Antiron, celle de Sunchéon pour le projet Vacuum à Kwang Yang, Corée du Sud, des écoles et des entreprises du monde entier)
- accueil de stagiaires, de doctorants, de contrats CIFRE
- la participation à de multiples programmes de recherche européens
- une présence croissante au sein de grandes organisations comme la plateforme technologique européenne (ETP), l'opération Futuris (ANRT) qui cherche à recommander une nouvelle orientation du système de recherche et d'innovation en France
- une participation accrue dans les conférences, colloques, séminaires (exemple rencontres du Moniteur sur l'Innovation)
- la participation à des concours externes : Prix de l'Innovation FNTP, prix Siemens...

- et ... les Prix de l'Innovation VINCI
 - € pour encourager et valoriser la créativité de chacun des collaborateurs du groupe VINCI
 - € pour connaître et reconnaître les innovations et les innovateurs
 - € pour partager les connaissances et favoriser la généralisation des Innovations à l'ensemble du groupe
 - € pour promouvoir l'image à l'extérieur d'un groupe innovant et dynamique.

Ce dernier dispositif permet tous les deux ans de faire participer près d'un membre de l'encadrement sur dix.

*« Quoique tu rêves d'entreprendre, commence-le.
L'audace a du génie, du pouvoir, de la magie. »
Goethe*

Remerciements

Je tiens à remercier

- Vincent COUSIN, consultant,
- Gilles DE MAUBLANC, directeur de GEFYRA, la Joint-Venture de construction du Pont de Rion-Antirion
- Pierre MORAND, chef de Projet Rion-Antirion
- Hakim NACEUR, responsable des travaux piles et pylônes en mer,
- Jean HERVET, directeur général adjoint de GTM Terrassement
- Stéphane COURANT, jeune Ingénieur Travaux sur la LGV Est
- Christian MOREAU, chef d'équipe
- Daniel BELLANGER, conducteur d'engins (niveleuse équipée du système GPS)

Je les remercie pour le temps qu'ils m'ont consacré, pour leur accueil sans condescendance, pour la patience qu'ils ont manifestée devant la naïveté de mes questions, pour leur remarquables qualités pédagogiques et la passion dont ils ont fait preuve dans la réalisation de leurs chantiers respectifs

J'espère n'avoir pas trahi leurs propos

Merci à Vincent Cousin tout particulièrement qui m'a guidée dans ce travail, fourni les documents nécessaires à cette monographie, expliqué le jargon du BTP, choisi les cas à étudier, accompagnée aux entretiens et corrigé cette production.

Bibliographie

1/ Revue Travaux

2/ Le management de projet par expérience chez VINCI : G.GAREL, S.JOUINI, C.MIDLER, Juin 2001 Univ MLV

Glossaire

Bouteur : engin de terrassement avec une lame frontale servant à ameublir le terrain en place et à le mettre en tas, correspond en anglais à bulldozer.

Culée : ouvrage d'extrémités des ponts sur les rives de la brèche à franchir

Hauban : câble d'acier reliant en oblique la tête d'un pylône au tablier d'un pont

Palplanches : profilés long en acier fichés dans le sol et reliés aux palplanches déjà en place pour constituer des rideaux continus permettant de tenir les sols et d'obtenir des parois d'excavation verticales.

Pulvimixeur : engin de terrassement permettant le mélange en place d'une couche de matériaux de sols avec des additifs de traitement à base de chaux ou de ciment

Radier : dalle épaisse de béton assurant la liaison de tout ouvrage de génie civil avec le sol en place en fond de fouille.

Relevé bathymétrique : se dit d'un relevé des profondeurs du fond de la mer sous le niveau de référence, qui selon les conventions peut être le niveau moyen de la mer ou le niveau des plus basses mers connues.

Rotograde : engin de terrassement spécialisé permettant de « raboter » la dernière couche de fondation d'une route (avant les couches d'enrobés) à la cote de nivellement précise.

Silt : matériaux de sols très fins, intermédiaires entre les sables et les argiles

Voussoir : se dit des éléments préfabriqués constitutifs soit d'un tablier de pont soit d'un anneau de tunnel.