ArcelorMittal

HSL South - Netherlands

Steel sheet pile solution for railway construction
Solution palplanche en acier pour construction ferroviaire
Stalen damwand als oplossing voor spoorwegconstructie

Picture p.1: Halfverdiepte open bak Bergschenhoek - Projectorganisatie HSL-Zuid / Ton Poortvliet
Picture p.2 & p.15: Bovenbouw bij Nieuw Vennep - Projectorganisatie HSL-Zuid / Ton Poortvliet

1. Introduction Introduction Inleiding

To become part of the Trans-European rail network in 2007, the Netherlands has been working on an important part of its future transport system, the High-Speed Line (HSL) which will provide direct links from Amsterdam and Rotterdam to Antwerp, Brussels, and Paris. Amsterdam and Rotterdam will then be no more than thirty-five minutes apart, and other major cities will be brought closer: 3 hours 43 minutes to London, and 7 hours 15 minutes to Barcelona. Growing numbers of travellers will find in the HSL an environmentally friendly alternative to driving or flying. Access will be vastly improved to Holland as a whole and to its western conurbation, the Randstad, in particular, enhancing the country's international competitiveness and helping to boost the Dutch economy. It is expected that every year between six and seven million people will use the High-Speed Line for domestic journeys alone, with about the same number choosing it for their international travel.

Short journey times and a high standard of comfort will make the HSL like flying – only without the wings. The track will allow high-speed trains to travel at speeds of up to 300 km/h, making them superior in many respects to cars and planes. By providing a comfortable, safe, and super-fast means of travel from city

Afin d'intégrer le réseau ferroviaire transeuropéen en 2007, les Pays-Bas ont travaillé sur une partie importante de leur futur système de transport, la Ligne à Grande Vitesse (LGV), qui reliera directement Amsterdam et Rotterdam à Anvers, Bruxelles et Paris. Amsterdam et Rotterdam seront alors à moins de 35 minutes l'une de l'autre. Ce rapprochement concernera également d'autres grandes villes: on sera à 3 heures et 43 minutes de Londres, à 7 heures et 15 minutes de Barcelone. Des voyageurs toujours plus nombreux disposeront, avec cette LGV, d'une alternative écologique au transport routier ou aérien. L'accès aux Pays-Bas de manière générale, et à la conurbation de la Randstad à l'ouest en particulier, sera largement amélioré, ce qui favorisera la compétitivité du pays au niveau international et dopera l'économie néerlandaise. On prévoit que six à sept millions de voyageurs utiliseront chaque année la LGV pour des déplacements intérieurs, et un nombre équivalent pour les déplacements internationaux.

La courte durée des déplacements et le niveau élevé de confort feront de la LGV l'équivalent de l'avion – aux ailes près. La voie pourra être empruntée par des trains circulant à des vitesses allant jusqu'à 300 km/h, ce qui les rendra à bien des égards supérieurs à la voiture et même à l'avion.

Om in 2007 te behoren tot het Trans-Europese spoornetwerk werkt Nederland aan de hogesnelheidslijn (HSL), die tevens een belangrijk onderdeel zal zijn van het Nederlandse vervoersnetwerk. Deze lijn zal een directe verbinding vormen tussen Amsterdam, Rotterdam, Antwerpen, Brussel en Parijs, waardoor deze en andere grote steden dichterbij zullen zijn dan ooit. Vanuit Amsterdam zal de reiziger al na 35 minuten in Rotterdam zijn, na 3 uur en 43 minuten in Londen en na 7 uur en 15 minuten in Barcelona. Een toenemend aantal reizigers zal in de HSL een milieuvriendelijk alternatief vinden voor de auto of het vliegtuig. De bereikbaarheid van heel Nederland en in het bijzonder het westelijk stedelijk gebied, de Randstad, zal aanzienlijk toenemen, waardoor de internationale concurrentiepositie verbetert en de Nederlandse economie een impuls krijgt. Verwacht wordt dat jaarlijks zes à zeven miljoen mensen gebruik zullen maken van de hogesnelheidslijn voor binnenlandse reizen en ongeveer een gelijk aantal voor internationale reizen.

Door de korte reistijden en het comfort is de HSL te vergelijken met vliegen - maar dan wel zonder vleugels. De hogesnelheidstreinen zullen snelheden tot 300 km/uur kunnen halen, hetgeen ze in vele opzichten superieur maakt aan auto's en vliegtuigen. Door de

centre to city centre, the new line will meet the key requirements for customer satisfaction.

The client for the HSL project is the Ministry of Transport, Public Works & Water Management. Like design and construction, maintenance will be carried out under a close public/private partnership (PPP) scheme. The way in which the principle of public/private partnership is being applied to the HSL project is already stimulating the development of PPP across the country.

This, the Netherlands' first high-speed rail line, has a design lifetime of 100 years. Consequently, design requirements for structural engineering along the line are particularly severe.

The first pile for the line was driven near Prinsenbeek in March 2000. Barring surprises, the train operator, the NS/KLM consortium, will have commercial services running in April 2007.

ArcelorMittal Belval & Differdange S.A., the long products manufacturing unit of ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l., rolled all the sheet piles used for the construction of the High Speed Line at its Luxembourg mill. The piles were sold through ArcelorMittal's Dutch office: ArcelorMittal Projects Netherlands BV.

La nouvelle ligne, en assurant un moyen de transport confortable, sûr et hyperrapide de centre ville à centre ville, est la réponse parfaite pour satisfaire les exigences essentielles des clients.

Le maître d'ouvrage du projet LGV est le Ministère des Transports, des Travaux Publics et de la Gestion des Eaux des Pays-Bas. Tout comme la conception et la construction, la maintenance sera réalisée dans le cadre d'un partenariat public-privé (PPP). L'application du principe du PPP au projet LGV stimule dès à présent sa mise en œuvre dans tout le pays.

La durée de vie de projet de cette première Ligne à Grande Vitesse néerlandaise est de 100 ans, d'où des exigences particulièrement sévères en matière de conception et d'exécution des ouvrages de génie civil tout au long du tracé.

La première palplanche de la ligne a été foncée près de Prinsenbeek en mars 2000. Sauf imprévus, les services commerciaux de l'opérateur ferroviaire, le consortium NS/KLM, seront disponibles en avril 2007.

ArcelorMittal Belval & Differdange S.A., l'unité de production des produits longs d'ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l., a laminé toutes les palplanches utilisées pour la construction de la LGV dans son usine du Luxembourg. Elles ont été commercialisées par le bureau d'ArcelorMittal au Pays-Bas: ArcelorMittal Projects Netherlands BV.

comfortabele, veilige en supersnelle manier van reizen van stadscentrum naar stadscentrum zal de nieuwe lijn voldoen aan alle eisen van de reizigers.

De opdrachtgever van het HSL-project is het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Net als bij het ontwerp en de bouw, zal het onderhoud worden uitgevoerd als publiek private samenwerking (PPS). De wijze waarop dit beginsel wordt toegepast op het HSL-project, stimuleert de ontwikkeling ervan in het hele land.

Deze eerste Nederlandse hogesnelheidsspoorlijn heeft een verwachte levensduur van 100 jaar. Om die reden zijn de ontwerpeisen voor de constructie bijzonder streng.

In maart 2000 is de eerste paal van de lijn geheid nabij Prinsenbeek. Als alles volgens plan verloopt, zal de treinexploitant, het NS/KLM-consortium, de treinen vanaf april 2007 volgens de dienstregeling laten rijden.

ArcelorMittal Belval & Differdange S.A., de productie-éénheid van lange producten binnen ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l., heeft alle voor dit project gebruikte damwandplanken in haar Luxemburgse fabriek gewalst.

2. The route

The Dutch High-Speed Line follows a gentle 100-kilometre curve from Amsterdam to the Belgian border. There are no level crossings, and wherever possible the new line runs parallel to existing railway lines or motorways. Between Leiden and Burgerveen, the High-Speed Line runs for 8 km alongside the A4 motorway; between the Hollandsch Diep and the Belgian border it follows the A16 for 25 km.

In Amsterdam, Rotterdam, and near Breda, the line is linked to the existing conventional network so that trains can enter existing stations. In The Hague there will be a fast shuttle link to the High-Speed Line. The entire route is a succession of 170 structures: in addition to bridges, flyovers, and a special elevated section, a serie of excavated tunnels, immersed tunnels and underpasses will help to merge the line into the Dutch landscape with the slightest possible environmental impact.

Le tracé

La Ligne à Grande Vitesse néerlandaise suit un tracé qui ondule légèrement sur 100 kilomètres entre Amsterdam et la frontière belge. Il n'y a aucun passage à niveau et, partout où cela était possible, la nouvelle ligne est parallèle aux lignes de chemin de fer ou aux autoroutes existantes. Ainsi, entre Leiden et Burgerveen, la LGV est parallèle à l'autoroute A4 sur 8 km; entre Hollandsch Diep et la frontière belge, elle suit l'A16 sur 25 km.

A Amsterdam, à Rotterdam et près de Breda, la ligne est interconnectée au réseau conventionnel de sorte que les trains peuvent pénétrer dans les gares existantes. La Haye sera reliée à la LGV par une navette rapide. 170 ouvrages se succèdent sur la totalité du tracé: aux ponts-rails, viaducs et estacades s'ajoutent une série de tunnels, de ponts-routes, qui contribueront à l'intégration de la ligne dans le paysage néerlandais, en minimisant les impacts sur l'environnement.

Het traject

De Nederlandse hogesnelheidslijn volgt een 100 km lange lichte boog van Amsterdam naar de Belgische grens. Er zijn geen gelijkvloerse kruisingen en waar mogelijk loopt de nieuwe lijn parallel met reeds bestaande spoor- of snelwegen. Tussen Leiden en Burgerveen loopt de Hogesnelheidslijn 8 km langs de autosnelweg A4; tussen het Hollands Diep en de Belgische grens volgt de lijn de A16 over een afstand van 25 km.

In Amsterdam, Rotterdam en in de buurt van Breda is de lijn gekoppeld aan bestaande conventionele spoorbanen zodat de trein de huidige stations kan gebruiken. In Den Haag zal gebruik worden gemaakt van een snelle pendeldienst naar de HSL. Het gehele traject is een opeenvolging van 170 constructies; naast bruggen, viaducten en een speciaal verhoogd gedeelte, zal een reeks gegraven tunnels, afgezonken tunnels en onderdoorgangen ervoor zorgen dat de lijn opgaat in het Nederlandse landschap en dit met de kleinst mogelijke invloed op de omgeving.

Subprojects of the HSL line

Noordelijk Holland:

- Connection to the existing tracks (Hoofddorp)
- Railwayviaduct Bennebroekerweg (Hoofddorp)
- Railwayviaduct Venneperweg (Nieuw Vennep)
- Railwayviaduct Rijnlanderweg (Wetering Bridge)
- Railwayviaduct A44 (Wetering Bridge)
- Railwayviaduct Lisserweg
- Viaduct over N207 (Nieuw Vennep)
- Aquaduct Ringvaart (Roelofarendsveen)
- Bundle HSL-A4 (Roelofarendsveen – Hoogmade)
- Deepened crossing A4 (Hoogmade)
- Bored tunnel Groene Hart (Leiderdorp - Hazerswoude-Dorp)

Zuid-Holland Midden:

- Settlement free plate (Rijnwoude-Zoetermeer)
- Through railwayviaduct (Bleiswijk)
- Halfly deepened open construction (Bergschenhoek-Berkel en Rodenrijs)
- Tunnel Rotterdam Noordrand (Rotterdam)
- Connection to existing tracks (Rotterdam)

Zuid-Holland Zuid:

- Settlement free plate (Develgebied en Hoeksche Waard)
- Tunnel Oude Maas and Tunnel Dordtsche Kil
- Bridge Hollandsch Diep

Brabant:

- Hollandsch Diep till Zevenbergsche Hoek
- Zevenbergschen Hoek till Zonzeel
- Zonzeel till Prinsenbeek
- Prinsenbeek
- Princeville
- Effen – Belgian border
- Shuttleboog

3.

Noordrand tunnel

Tunnel du Noordrand

Noordrand tunnel

North of Rotterdam the HSL is built partly as a tunnel and partly as an open excavation. Once completed, the HSL-tunnel will obstruct neither roads nor waterways. The most important roads were temporarily diverted during the construction phase.

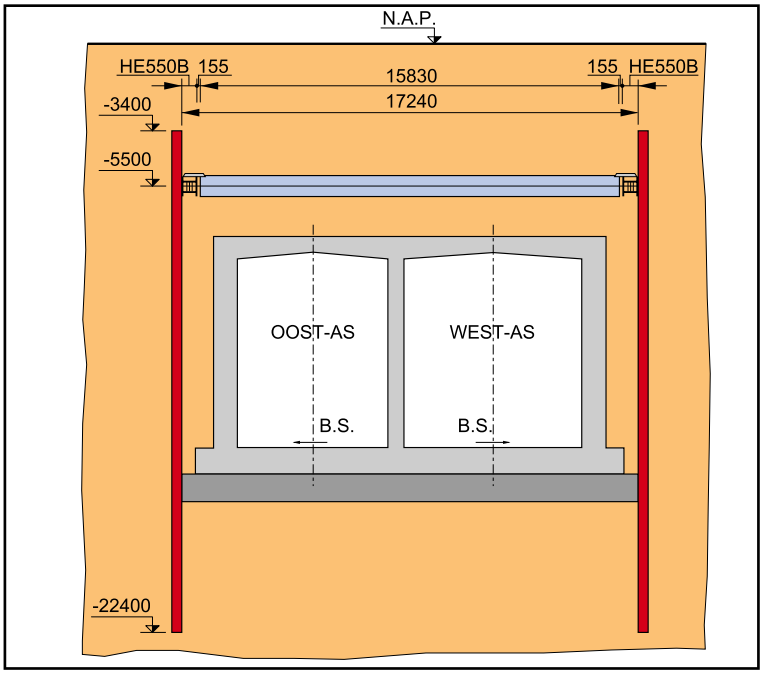
For the Noordrand tunnel approximately 10 000 metric tons of steel sheet piles were used. The main type used for this tunnel is the AZ 36 profile, in 19 m lengths. Lighter AZ 26 profiles are sufficient for the tunnel portals, and AZ 50 profiles are necessary for the deepest points (dewatering sumps).

Au nord de Rotterdam, la LGV comporte une partie en tunnel et une partie en tranchée. Grâce au tunnel, la LGV ne fait obstacle ni aux routes ni aux voies navigables (les routes les plus importantes avaient été temporairement déviées pendant la phase de construction).

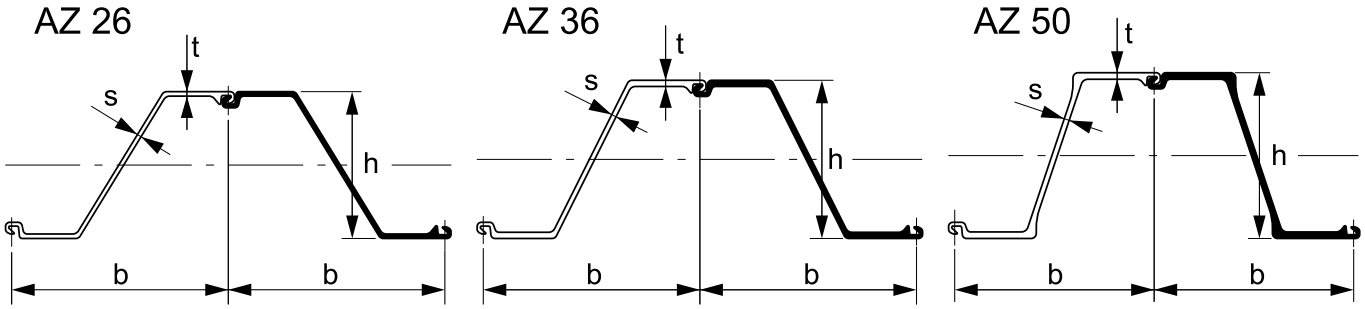
Environ 10 000 tonnes de palplanches en acier ont été utilisées pour ce tunnel, principalement des profils AZ 36, de 19 m de longueur. Des profils AZ 26 plus légers se sont avérés suffisants pour les têtes de tunnel tandis que des profils AZ 50 étaient nécessaires pour les points les plus profonds (puits de pompage).

Ten noorden van Rotterdam is de HSL gedeeltelijk aangelegd als tunnel en deels als open bak. Deze tunnel zal autowegen noch waterwegen belemmeren (tijdens de aanleg waren de belangrijkste wegen tijdelijk omgelegd).

Voor de aanleg van de Noordrandtunnel zijn ongeveer 10 000 ton damwandplanken gebruikt, voor het merendeel AZ 36-profielen met een lengte van 19 m. De lichtere AZ 26-profielen voldeden voor de tunneltoeritten, terwijl voor de diepste punten AZ 50-profielen noodzakelijk waren (pompkelders).



3.



Sheet piles have a vital advantage over rival construction methods: after completion of the underground structure, they can be extracted and reused. As the soil at the construction site is rather soft, the contractor was able to reuse the piles. As a result, not only is this construction method by far the most economical but it is also the most environmentally-friendly solution because piles could be removed.

Les palplanches présentent un avantage capital par rapport aux méthodes de construction concurrentes: elles peuvent être retirées et réutilisées une fois l'ouvrage souterrain achevé. Le sol au droit de l'ouvrage du Noordrand étant relativement mou, l'entreprise a pu réutiliser les palplanches. Cette méthode de construction est donc non seulement de loin la plus économique, mais elle constitue aussi la solution la plus avantageuse pour l'environnement, puisque les palplanches ont été retirées.

Damwanden hebben een cruciaal voordeel ten opzichte van concurrerende bouwmethoden: na voltooiing van de ondergrondse constructie kunnen de planken verwijderd en hergebruikt worden. Omdat de bodem op de bouwplaats bestond uit relatief zachte grond, kon de aannemer de planken hergebruiken. Hierdoor is deze bouwmethode niet alleen de meest economische oplossing, maar ook de meest milieuvriendelijke.

Profile	Width b (mm)	Height h (mm)	Thick. t (mm)	Thick. s (mm)	W_x (cm^3/m)	Mass (kg/m)	Mass (kg/m^2)
AZ 26	630	427	13	12.2	2600	97.8	155
AZ 36	630	460	18	14	3600	122.2	194
AZ 50	580	483	20	16	5015	146.7	253

To reduce water flow into the excavation during the construction phase, a bituminous filling product called Beltan was used in the interlocks of the cofferdam sheet piles. Beltan considerably reduces water flow rates through the interlocks at relatively low cost.

Afin de réduire les venues d'eau dans la tranchée pendant la construction, les serrures des palplanches des batardeaux ont été remplies d'un mastic bitumineux, le Beltan, qui réduit considérablement les débits au travers des serrures, pour un coût relativement faible.

Om de toestroom van water in de bouwput tijdens de bouwfase te beperken, zijn de sloten van de damplanken gevuld met een bitumineus product, Beltan, en dit tegen relatief lage kosten.

3.

Since there is a layer of sand between the bottom of the excavation and the toe of the sheet piles, underwater concrete was placed to make the excavation watertight. Once the concrete tunnel structure had been built in a given area, the sheet piles were removed.

Par ailleurs, du fait de l'existence d'une couche de sable entre le fond de la tranchée et le pied des palplanches, un béton immergé a dû être coulé de manière à rendre l'excavation étanche. A mesure que la structure en béton du tunnel était réalisée, les palplanches pouvaient être retirées.

Omdat er tussen het onderste gedeelte van de damwand en de bodem van de put een zandlaag lag, was het noodzakelijk onderwaterbeton te storten om de bouwput waterdicht te maken. Telkens als een deel van de betonnen tunnel klaar was, werden de damplanken verwijderd.

A variable-moment vibrator was used to install and remove the sheet piles. The rig used was capable of driving 15 piles per day and removing 25 per day.

The sheet piles, the HE 550 B walings, and the tubular struts (Ø 813 x 8.9 mm) were supplied by ArcelorMittal. For economic reasons a relatively light section of high-grade steel (Histar 460) was chosen for the walings.

Le fonçage et l'extraction des palplanches ont été réalisés avec un vibrateur à fréquence variable. Le matériel utilisé a permis d'atteindre des cadences de 15 palplanches par jour pour le fonçage et de 25 palplanches par jour pour l'extraction.

Les palplanches, les liernes (HE 550 B), les butons tubulaires (Ø 813 x 8.9 mm) ont été fournis par ArcelorMittal. Des raisons économiques ont conduit à retenir une section relativement légère pour les liernes, mais dans un acier de nuance élevée (Histar 460).

Om de planken te plaatsen en te verwijderen werd een trilblok met variabel moment gebruikt. Met het gebruikte materieel was het mogelijk 15 planken per dag te plaatsen en 25 planken per dag te verwijderen.

De damplanken, de HE 550 B-gordingen en de 813 x 8,9 mm stempels zijn geleverd door ArcelorMittal. Uit economisch oogpunt is gekozen voor gordingen met een relatief licht profiel van hoge staalkwaliteit (Histar 460).

4. Ringvaart aqueduct / Tunnel du Ringvaart / Ringvaart aquaduct

A watertight sheet pile cofferdam has been built to enable the construction of the tunnel that will allow the HSL to pass under the Ringvaart canal in dry conditions. During the construction phase, the sheet pile wall was the primary water defence for the nearby low-lying Haarlemmermeerpolder area, which would have been threatened by flooding were the retaining wall to collapse.

Un tunnel a été construit pour permettre au LGV sud de passer en dessous du Ringvaart. Pendant la phase de construction, un rideau de palplanches constituait la défense primaire du polder de Haarlemmer voisin, qui aurait été menacé de submersion si le rideau de soutènement s'était rompu.

Met behulp van een waterdichte damwandconstructie is een tunnel gebouwd zodat de HSL onder de Ringvaart door kan gaan. Tijdens de bouwfase was de damwand de voornaamste waterkering voor de aangrenzende, laaggelegen Haarlemmermeerpolder, die bedreigd zou worden door overstroming indien de grondkering zou bezwijken.

4.

The design called for the sheet piles (ranging from AZ 18 to AZ 50) to be in high-grade steel. For a given moment, a higher steel grade makes it possible to choose a lighter and therefore more economical profile. To allow for deflection, the designers reserved a 400 mm space between the temporary sheet pile wall and the final concrete wall.

D'après le calcul, les palplanches (AZ 18 à AZ 50) devaient être en acier de nuance élevée. Un acier de nuance supérieure permet en effet de choisir un profilé plus léger et donc plus économique pour reprendre un moment fléchissant donné. Le bureau d'études avait par ailleurs prévu un espace de 400 mm entre le rideau de palplanches provisoire et la paroi en béton finale, de manière à tenir compte des déformations.

Het ontwerp schreef damplanken (AZ 18 tot AZ 50) voor van hoge staalkwaliteit. Een hogere staalkwaliteit maakt het mogelijk een lichter en daardoor economischer profiel te kiezen. Om rekening te houden met buigingen, hebben de ontwerpers 400 mm ruimte behouden tussen de tijdelijke damwand en de definitieve betonnen wand.

The soil at the site of the Ringvaart aqueduct consists of a Pleistocene sand layer with soft clay and peat layers below, all containing salt water. Water was kept outside the excavation by filling the sheet pile interlocks with the bituminous filler material Beltan that also demonstrated its effectiveness at the Noordrand tunnel site.

Le sol, sur le site du tunnel, est constitué de sables du Pléistocène, surmontant des couches d'argile molle et de tourbe, l'ensemble étant saturé d'eau salée. L'eau a pu être maintenue à l'extérieur de l'excavation grâce au remplissage des serrures des palplanches avec du Beltan, matériau bitumineux qui a également démontré son efficacité sur le site du tunnel du Noordrand.

De grond van de Ringvaart-aquaduct-bouwplaats bestaat uit een Pleistocene zandlaag met daaronder zachte klei- en veenlagen, die allen zout water bevatten. Het water werd buiten de bouwput gehouden door de sloten te vullen met het bitumineuze product Beltan, dat zijn doeltreffendheid ook bij de Noordrand-tunnel heeft bewezen.

4.

At the deepest point of the excavation, with a soil retaining height of almost twenty metres, the designers needed a tension tie above the compression strut to reduce the maximum bending moment in the sheet pile. With this design, the strongest pile among Arcelor's AZ range, the AZ 50, was strong enough to withstand the maximum bending moment in the sheet pile wall. The AZ 50, a rolled up AZ 48 sheet pile, is the strongest sheet pile in the world, with an elastic section modulus of 5015 cm^3/m.

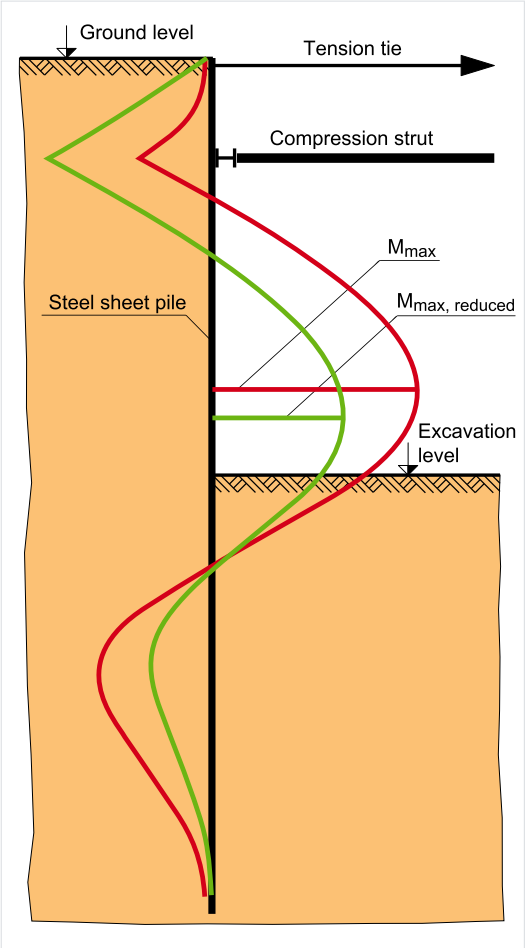
The graphs below show the cone penetration resistance, q_c, the skin friction, q_s, of the soil down to a depth of 37 m as well as the relative friction ratio, q_s/q_c.

Là où la tranchée était la plus profonde – avec une hauteur de soutènement de près de vingt mètres – le bureau d'études a dû prévoir un niveau de tirants au-dessus du niveau des butons, ceci afin de réduire le moment fléchissant maximal dans les palplanches. L'AZ 50 qui représente le module de flexion le plus important de la gamme AZ, était alors suffisante pour reprendre le moment fléchissant maximal dans le rideau. L'AZ 50, une AZ 48 laminée en plus, est la palplanche la plus résistante qui existe sur le marché, avec un module de flexion élastique de 5015 cm^3/m.

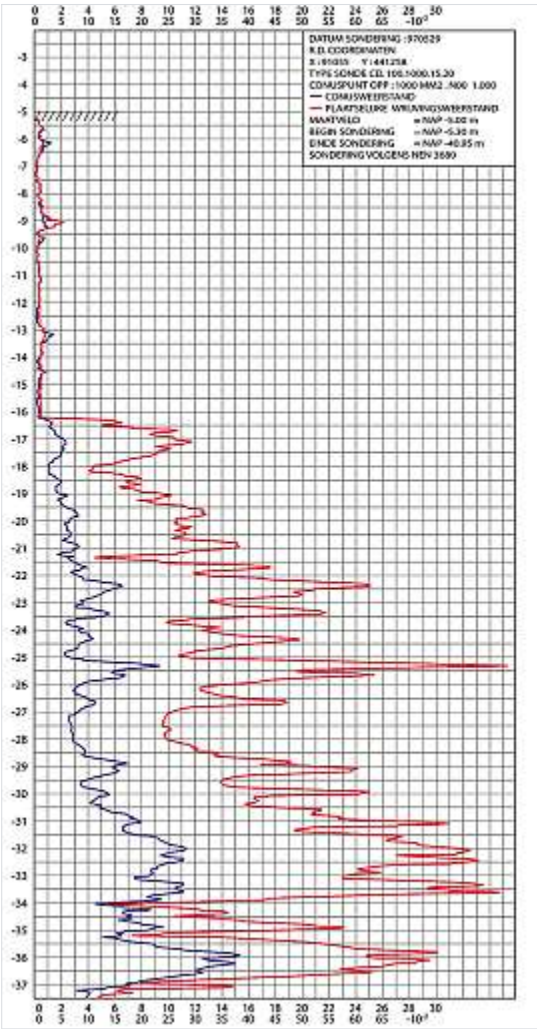
Les graphiques ci-dessous montrent la résistance en pointe q_c le frottement latéral q_s du sol jusqu'à une profondeur de 37 m ainsi que le rapport de frottement q_s/q_c.

Op het diepste punt van de ontgraving, met een grondkerende hoogte van bijna twintig meter, hadden de ontwerpers een trekstempel nodig boven de drukstempel om de maximale buiging in de damwand te verminderen. De AZ 50, de zwaarste damwand van Arcelor, was sterk genoeg om de maximale buiging in de damwand te weerstaan. De AZ 50, een dikker gewalste AZ 48 damplank, is de sterkste damwand ter wereld met een elastisch weerstandsmoment van 5015 cm^3/m.

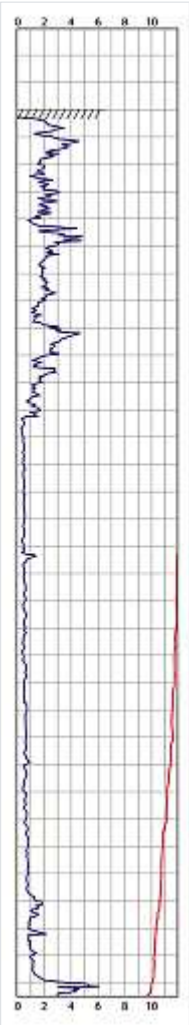
De grafieken hieronder geven de conusweerstand q_c, de mantelwrijving van de grond q_s tot een diepte van 37 m, en het wrijvingsgetal q_s/q_c weer.



A tension tie reduced the maximum bending moment in the sheet pile.



Cone penetration resistance q_c (blue curve) & skin friction q_s (red curve).



Relative friction ratio q_s/q_c.

5. Oude Maas and Dordtse Kil tunnels

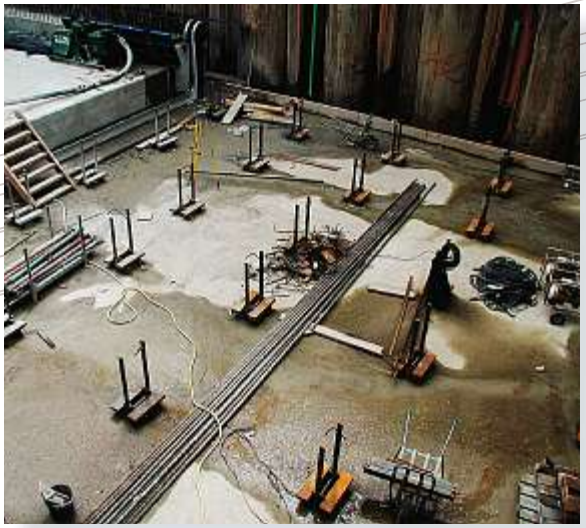
The tunnels beneath the Oude Maas and Dordtse Kil rivers are immersed tunnels. To prevent uplift of the entrance shaft due to their low selfweight and high groundwater levels, tension piles were used to hold the floor in position. When tensile forces are high, precast concrete piles are not strong enough, so special piles (MV piles) were used for the deepest sections of the declines. They are constructed from HP piles, which are H-profiles specially designed for foundation works. A pipe is welded to HP-piles for grouting and improving the soil friction around the pile.

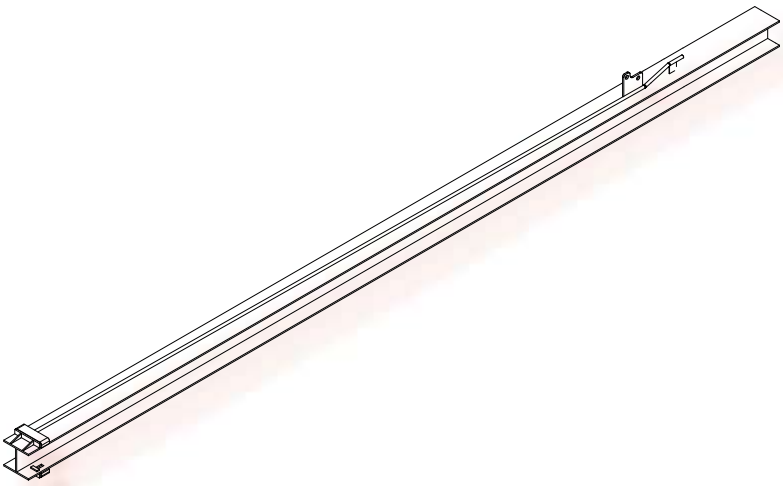
Tunnels de Oude Maas et Dordtse Kil

Les tunnels sous les rivières de Oude Maas et Dordtse Kil sont des tunnels immergés. Pour éviter le soulèvement des trémies du fait de leur faible poids propre et du niveau élevé de la nappe, des pieux de traction ont été utilisés afin d'ancrer le radier. Lorsque les efforts de traction sont importants, les pieux en béton préfabriqués ne sont pas assez résistants de sorte que des pieux spéciaux (pieux MV) ont été utilisés aux points les plus bas des trémies. Ces pieux sont constitués à partir de pieux HP, eux-mêmes étant des profilés en H spécialement conçus pour les ouvrages de fondation, auxquels est soudé un tube pour permettre l'injection de coulis et améliorer ainsi le frottement le long du pieu.

Oude Maas en Dordtse Kil tunnels

De tunnels onder de Oude Maas en Dordtse Kil zijn afgezonken tunnels. Om opdrijving van de toeritten wegens hun eigen lage gewicht en de hoge grondwaterstand te voorkomen, zijn trekpalen gebruikt om de vloer op zijn plaats te houden. Als de trekkrachten hoog zijn, zijn geprefabriceerde betonnen palen niet sterk genoeg en daarom is gebruik gemaakt van speciale MV-palen voor de diepste delen van de toeritten. Deze worden gemaakt van HP-palen, H-profielen speciaal ontwikkeld voor funderingswerken. Er wordt een buisje aan de HP-palen gelast ten behoeve van het grouten, waardoor de wrijving tussen grond en paal verbetert.





6. Facts and figures

Over 50 000 metric tons of steel products were supplied, including:

- Sheet piles used as retaining walls/cofferdams
- HP piles used as MV piles
- Tubes used as struts
- HE 550 B beams used as walings

Total length of the HSL: approx. 100 kilometres. 25% of the route is at ground level. The remaining 75% consists of approximately 170 elevated or immersed structures: flyovers, underpasses, embankments, U-boxes, four tunnels, and a major bridge.

- Costs: Euro 6.8 billion
- Opening: 2007
- Stations: Amsterdam, Schiphol Airport, Rotterdam, The Hague (fast shuttle link), and Breda
- Speed: up to 300 km/h
- Power supply: 25 kV
- Safety: Europe's most modern rail safety system
- Crossings: no level crossings

Faits et chiffres

Plus de 50 000 tonnes de produits en acier ont été fournis sous forme de:

- palplanches (rideaux de soutènement / batardeaux)
- profils HP (pieux MV)
- tubes (butons)
- poutres HE 550 B (liernes)

Longueur totale de la LGV: env. 100 km. 25% du tracé suivent le terrain naturel. Les 75% restants sont constitués d'environ 170 ouvrages hors sol ou enterrés: ponts-rails, ponts-routes, remblais, tranchées, tunnels (au nombre de quatre) ainsi qu'un viaduc.

- Coût: Euro 6.8 milliards
- Mise en service: 2007
- Gares: Amsterdam, Aéroport de Schiphol, Rotterdam, La Haye (navette rapide) et Breda
- Vitesse: jusqu'à 300 km/h
- Alimentation électrique: 25 kV
- Sécurité: système de sécurité ferroviaire le plus moderne d'Europe
- Intersections: pas de passages à niveau

Feiten en getallen

Meer dan 50 000 ton staal is geleverd, waaronder:

- Damwand gebruikt als grondkering
- HP-palen gebruikt als MV-palen
- Buizen gebruikt als stempel
- HE 550 B-balken gebruikt als gording

De totale lengte van de HSL: circa 100 kilometer. 25% van de route is op maaiveldniveau. De overige 75% bestaat uit ongeveer 170 verhoogde of diepgelegen constructies: viaducten, onderdoorgangen, waterkeringen, ontgravingen, 4 tunnels en een grote brug.

- Kosten: Euro 6.8 miljard
- Opening: 2007
- Stations: Amsterdam, vliegveld Schiphol, Rotterdam, Den Haag (snelle pendeldienst) en Breda
- Snelheid: tot 300 km/uur
- Stroomvoorziening: 25 kV
- Veiligheid: Europa's meest moderne spoorveiligheidssysteem
- Kruisingen: geen gelijkvloerse kruisingen

7. Conclusion Conclusion Conclusie

ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l. and its Dutch partner ArcelorMittal Projects Netherlands BV delivered a complete foundation solution.

The following tonnages were delivered to the different HSL contracting consortiums:

- HSL 1 Constructies: 8 000 metric tons
- HSL-Combinatie Zuid-Holland Midden: 22 000 metric tons
- Bouwcombinatie HSL Drechtse Steden: 18 000 metric tons
- HSL Combinatie Brabant Zuid Constructies: 7 000 metric tons
- Bouwcombinatie HSL InfraRail: 300 metric tons
- Bouwcombinatie Constructies Westerpark: 1 500 metric tons

ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l. et son partenaire hollandais ArcelorMittal Projects Netherlands BV ont fourni une solution complète pour les ouvrages enterrés.

Les tonnages fournis aux différents groupements ayant travaillé sur la LGV sont les suivants:

- HSL 1 Constructies: 8 000 tonnes
- HSL-Combinatie Zuid-Holland Midden: 22 000 tonnes
- Bouwcombinatie HSL Drechtse Steden: 18 000 tonnes
- HSL Combinatie Brabant Zuid Constructies: 7 000 tonnes
- Bouwcombinatie HSL InfraRail: 300 tonnes
- Bouwcombinatie Constructies Westerpark: 1 500 tonnes

ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l. en haar Nederlandse partner ArcelorMittal Projects Netherlands BV hebben een complete funderingsoplossing geleverd.

De volgende tonnages zijn geleverd aan de verschillende HSL-consortia:

- HSL 1 Constructies: 8 000 ton
- HSL-Combinatie Zuid-Holland Midden: 22 000 ton
- Bouwcombinatie HSL Drechtse Steden: 18 000 ton
- HSL Combinatie Brabant Zuid Constructies: 7 000 ton
- Bouwcombinatie HSL InfraRail: 300 ton
- Bouwcombinatie Constructies Westerpark: 1 500 ton

Principal of the Project HSL Zuid:
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

162810 - IC - 12/07

ArcelorMittal Commercial RPS
Sheet Piling

66, rue de Luxembourg
L-4221 Esch-sur-Alzette
Luxembourg

T +352 5313 3105
F +352 5313 3290
E sheet-piling@arcelormittal.com
www.arcelormittal.com/sheetpiling

ArcelorMittal Projects Netherlands BV

Vlasweg 9
NL-4782 PW Moerdijk
The Netherlands

T +31 168 385 885
F +31 168 385 888
E info@arcelorprojects.nl
www.arcelorprojects.nl

ArcelorMittal Projects Belgium NV

Industrielaan 2
B-3900 Overpelt

T +32 11 800 890
F +32 11 800 895
E info@arcelorprojects.be
www.arcelorprojects.be

4-19-07-1-X