



LA NOUVELLE N3

DANS LE CADRE DU DÉVELOPPEMENT URBAIN SUD-OUEST DE LUXEMBOURG





INDEX_

UNE INITIATIVE DE_



LA NOUVELLE N3 : DANS LE CADRE DU DÉVELOPPEMENT URBAIN SUD-OUEST DE LUXEMBOURG

02_ PRÉFACE DU MINISTRE

04_ ORGANIGRAMME DE L'ADMINISTRATION DES
PONTS ET CHAUSSÉES

06_ L'ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES

08_ INTERVIEW

12_ INTERVIEW

18_ MISE EN ŒUVRE DU TRAMWAY, UN ENGAGEMENT
COORDONNÉ

20_ **ASPECTS ÉCONOMIQUES**

PLAN DE FINANCEMENT

22_ PRÉSENTATION DU MASTER-PLANNING

26_ **ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX**

ASPECT PAYSAGER DU DÉVELOPPEMENT URBAIN
SUD-OUEST DE LA VILLE DE LUXEMBOURG

30_ **ASPECTS TECHNIQUES**

LE PONT BÜCHLER

34_ DÉROULEMENT DU CHANTIER PONT BÜCHLER

38_ LE BAN DE GASPERICH OA900

42_ RÉAMÉNAGEMENT DE LA RUE DES SCILLAS
DÉVIATION DE LA DROSBACH

46_ TUNNEL RANGWEE II

54_ PÔLE D'ÉCHANGE HOWALD

56_ PONT Y - OA583

60_ PÔLE D'ÉCHANGE CLOCHE D'OR

66_ ÉPILOGUE

68_ REMERCIEMENTS

72_ IMPRESSUM

Chiffres clés

Roland Fox_ Directeur de l'Administration des ponts & chaussées

Robert Biel_ Chef de la Division des travaux neufs de
l'Administration des ponts & chaussées

Sébastien Lambotte_ Luxtram

Robert Biel_ Chef de la Division des travaux neufs de
l'Administration des ponts & chaussées

Robert Biel_ Guillaume Dubois_

Silvia Alves_ Carlo Mersch_

René Goergen & Christophe Sarti_ Dr. Heiko Gesella_
Annick Becker_

Annick Becker_ Dr. Heiko Gesella_

Robert Biel_ Chef de la Division des travaux neufs de
l'Administration des ponts & chaussées

René Goergen & Christophe Sarti_ Guillaume Dubois_
Marc Theisen_ Alina Gritcenko_

Marc Theisen_ Thomas Hansoulle_

Anne Reuter & Dirk Gaddé_ Mike Ries_



PRÉFACE DU MINISTRE

Face aux multiples projets de développement dans le sud-ouest de la capitale, l'État luxembourgeois réalise d'importants investissements en vue d'une reconfiguration et d'une extension des infrastructures de transport multimodal. La réalisation de la ligne de tramway reliant le Findel à la Cloche d'Or constitue le projet phare en terme de multimodalité. Cette ligne de 16 kilomètres, composée de 5 tronçons, relie les quartiers situés au nord et au sud de la capitale, au centre-ville et dessert le Ban du Gasperich. Le tronçon Gare Centrale – Lycée Bouneweg a été inauguré le 11 septembre 2022 et le tronçon Lycée Bouneweg – Cloche d'Or, en cours de réalisation, sera mis en service au courant de l'année prochaine. Sur ces deux tronçons, le projet de la Nouvelle N3 avec l'intégration de l'assise du tramway, conçue initialement pour se substituer à la N3 existante (route de Thionville) traversant le quartier de Bonnevoie et les localités d'Hesperange et d'Alzingen, représente un élément clé offrant un réseau performant dans la ceinture urbaine au sud-ouest de la capitale.

Le tramway constitue un mode de transport public structurant, qui permet de reconsidérer le tissu urbain ainsi que de restructurer les quartiers et les espaces rues en vue d'améliorer la qualité de séjour dans les espaces publics. Ainsi, le passage du tramway à travers la Rue des Scillas, parsemée de structures obsolètes encourageant l'utilisation de la voiture individuelle, permet d'étendre de façon générale la mobilité des personnes et de revaloriser l'espace public attenant, contribuant ainsi à la métamorphose de Howald.

La Nouvelle N3 prend son départ en aval du Pont Jean-Pierre Büchler, longe les installations ferroviaires des CFL pour se connecter au Rangwee. Cette partie de la Nouvelle N3, dénommée Boulevard de Kyiv, représente le module nord. L'aménagement de la Rue des Scillas constitue le module central de la Nouvelle N3 qui prend son origine au Rangwee et traverse la zone d'activité commerciale Howald jusqu'au rond-point existant avec le CR231 (Boulevard F.W. Raiffeisen - rue de Gasperich). Ensemble avec le nouveau Boulevard de Kockelscheuer et le Boulevard F.W. Raiffeisen, la Rue des Scillas forme un triangle de desserte du Ban de Gasperich et du Howald, permettant le développement de cette partie au sud-ouest de la Ville de Luxembourg.

Le Pôle d'échange du Lycée Bouneweg, situé à proximité du Lycée technique de Bonnevoie, constitue le premier point de rencontre entre le réseau de tramway et les lignes de bus en provenance du corridor N3 et représente un espace central dans la vie quotidienne du quartier. Sa conception vise non seulement la création d'infrastructures de transport, mais accorde également un soin tout particulier à l'intégration urbanistique. La création du nouveau Pôle d'échange multimodal pour train, tram et bus à Howald comme deuxième point de rencontre, permet de connecter les quartiers en développement du Ban de Gasperich, de la Cloche d'Or et de Howald. Finalement, un dernier point de rencontre, à savoir le Pôle d'échange Cloche d'Or équipé d'un bâtiment P+R de 2 000 emplacements, permet de desservir le Stade de Luxembourg avec sa station Stadion.

Le contournement de proximité d'Alzingen/Hesperange constitue le troisième module de la Nouvelle N3, nommé module sud. Le réaménagement de la Rue des Scillas, ainsi que la construction du nouveau Boulevard de Kyiv, garantissent le raccordement du contournement au réseau routier principal. Les localités d'Alzingen et d'Hesperange connaissent des charges de trafic importantes, notamment en provenance du sud, qui traversent les localités afin de se diriger vers Howald, le Ban de Gasperich ou encore le centre-ville. Le contournement d'Alzingen/Hesperange est l'élément clé permettant l'apaisement du trafic motorisé dans les localités d'Hesperange, d'Alzingen, de Fentange ainsi que dans les quartiers de Gasperich et de Bonnevoie. Il s'agira de rediriger les flux de transit vers la Nouvelle N3, qui constituera la nouvelle pénétrante vers la capitale, mais aussi de donner une alternative au trafic local, interne à la commune de Hesperange en donnant des fonctions complémentaires au contournement.

La réussite du projet repose sur une cohérence importante entre la planification de la part de l'Administration des ponts et chaussées et la stratégie du concept pour une mobilité durable du gouvernement. De plus, le projet de la Nouvelle N3 est un élément majeur du concept global du Plan national de mobilité 2035 et s'inscrit dans une série de projets d'infrastructures de transport visant une mobilité durable à l'horizon 2035.

En tant que ministre de la Mobilité et des Travaux publics, je me réjouis de la publication d'une revue vous présentant le projet de la Nouvelle N3 dans son contexte global du développement urbain au sud-ouest de la capitale. Je tiens à féliciter tous les acteurs publics et privés ayant réalisé les travaux dans les quartiers de Bonnevoie, de Howald et au Ban de Gasperich et j'espère que la bonne collaboration puisse se poursuivre pour de futurs projets afin de garantir la réalisation des mesures du concept global Plan national de mobilité 2035.

Dans cette optique, je me permets de vous souhaiter une agréable lecture avec cet aperçu du projet de la Nouvelle N3.

François Bausch
Vice-Premier ministre
Ministre de la Mobilité
et des Travaux publics

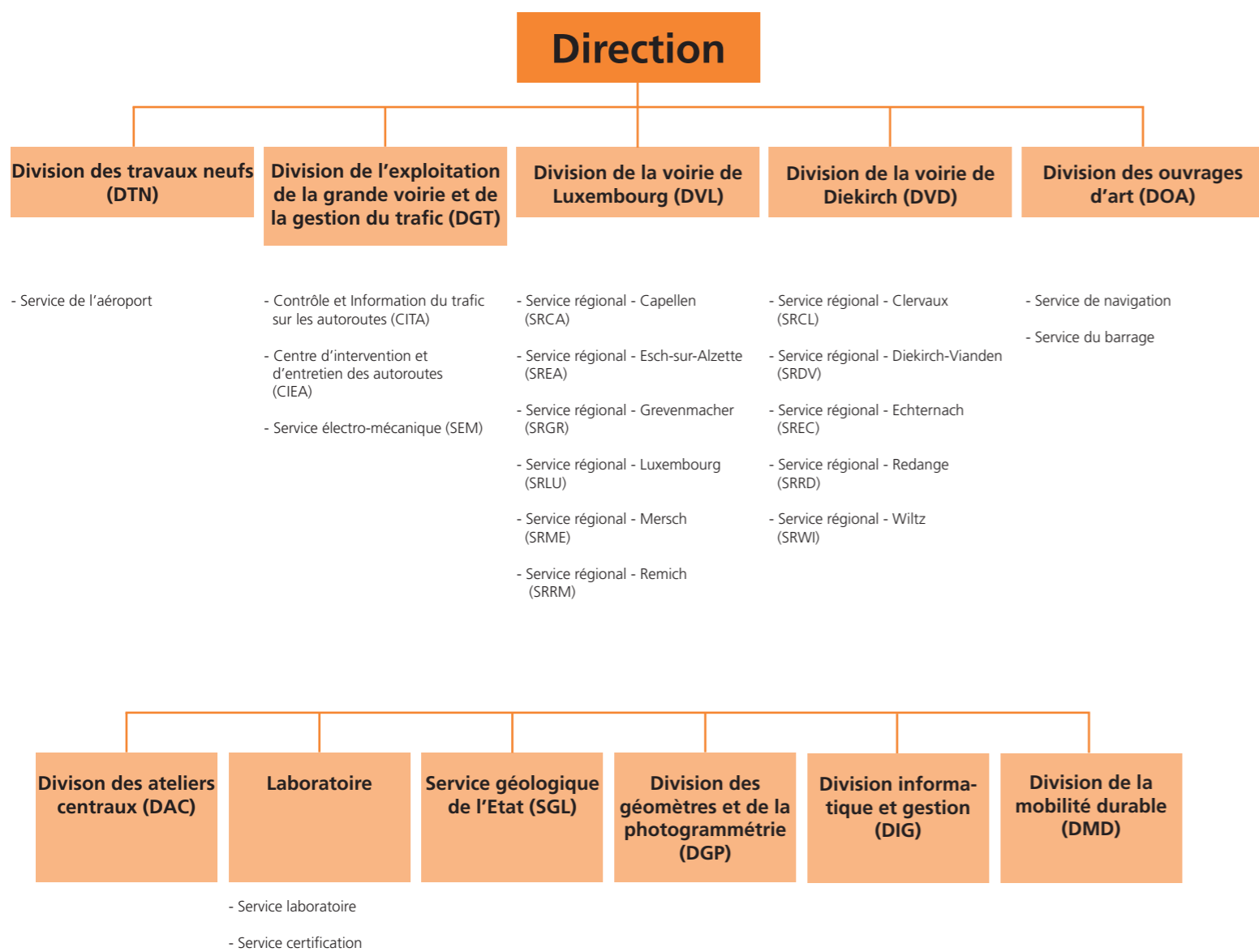


QA900 en chantier
© Christof Weber



ORGANIGRAMME DE L'ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES

L'Administration est dirigée par une Direction à laquelle sont subordonnées 9 divisions, 1 service géologique et 1 laboratoire.



Les origines de l'Administration des ponts et chaussées remontent à 1843. Elle a été créée par Guillaume II, roi des Pays-Bas et Grand-Duc de Luxembourg afin de réaliser la mise en place d'un système cohérent de routes. A cette époque, le Luxembourg, qui avait accédé à l'indépendance en 1839, disposait d'un réseau routier fort modeste d'à peine 200 kilomètres de voies carrossables qui se trouvaient pour la plupart dans un état pitoyable.

Pour satisfaire aux exigences de chaque époque, l'Administration a été réorganisée en 1884, 1897, 1918, 1946, 1964 et 1974, ainsi qu'en 2010, année de laquelle date la loi organique actuellement en vigueur.

Fin 2016, elle gère un réseau routier composé de 165 km d'autoroutes, de 837 km de routes nationales et de 1.891 km de chemins repris.

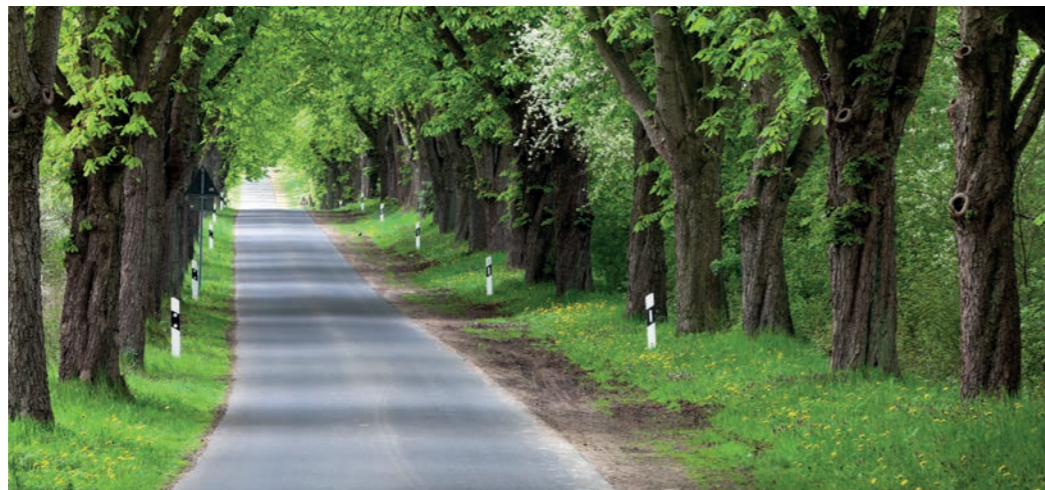
Elle est placée sous l'autorité du membre du gouvernement ayant dans ses attributions les travaux publics.

L'Administration des ponts et chaussées a fêté le lundi 2 juillet 2018 son 175^e anniversaire lors d'une séance académique. L'évènement a eu lieu à l'European Convention Center Luxembourg en présence notamment de S.A.R. le Grand-Duc Henri.

Sources:
<https://pch.gouvernement.lu/fr/administration.html>
<https://pch.gouvernement.lu/fr/actualites/evenements/2018/175e-anniversaire-pch.html>



© Ponts & Chaussées

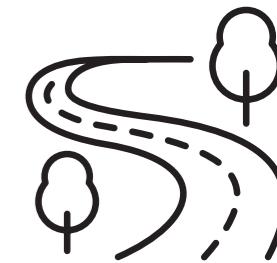


© Adobe Stock

Les PCh sont en charge des routes étatiques

3.000 km / 33%

du réseau national luxembourgeois



605 km

de pistes cyclables

-> **500 km** en planification

13,3 km

de tunnels

1.200

ponts



1.500 km

par an de marquage sont effectués

21.768

arbres et 6 allées protégés

L'ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES EN CHIFFRES CLÉS_



180

ans d'existence

1.225

effectif total



11

divisions

655

véhicules

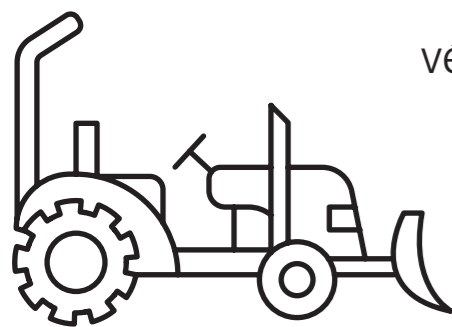
300

véhicules utilisés pour le service hivernal



60

interventions en moyenne chaque hiver





© Ponts & Chaussées

Vue aérienne sur Ban de Gasperich
© Itchiban

INTERVIEW M. ROLAND FOX_

DIRECTEUR_ ADMINISTRATION DES PONTS & CHAUSSÉES_

Roland Fox, en bref

Ingénieur civil diplômé de l'Université technique de Rhénanie-Westphalie à Aix-la-Chapelle, Roland Fox a débuté son parcours professionnel en 1992 en rejoignant l'Administration des ponts & chaussées en tant qu'ingénieur à la Direction.

Il fait ses armes successivement à la Division des ouvrages d'art puis à la Division centrale de la voirie (Luxembourg) avant de devenir, en 2005, chef de la Division des services régionaux de Diekirch. Cinq ans plus tard, il est promu ingénieur première classe et Chef de la division des Travaux neufs. Il prend ensuite, en janvier 2016, les fonctions de directeur adjoint de l'Administration des ponts & chaussées, puis en devient directeur en mai 2017. Il dirige aujourd'hui une administration qui regroupe plus de 1.200 personnes.

« J'ai pu développer mon expérience en interne en ciblant ma spécialité sur les ouvrages d'art, élargie ensuite sur les grands projets et la voirie. J'ai eu la chance de parcourir toute l'Administration et de m'occuper de petits (en envergure) problèmes et de plus gros ; et de petits ou de très grands chantiers pour lesquels on a des responsabilités de plusieurs millions d'euros par mois et plusieurs centaines de personnes. Le plus gros chantier que j'ai eu à gérer a été celui de l'ouverture de la Route du Nord en 2015, via le tunnel du Grouft. »

Monsieur Fox, quelle est la genèse de ce grand projet de la nouvelle N3 ?

« Il était clair que le nouveau quartier Ban de Gasperich nécessite un accès à l'autoroute et à la N3. Les axes structurants du quartier, le boulevard F.W. Raiffeisen (CR231) et le boulevard Kockelscheuer ont été conçus comme nouvel axe entre le rondpoint Glück et la N4 à Kockelscheuer qui se croisent à mi-chemin. La liaison à la N3 sera matérialisée par le contournement d'Alzingen. Dans la suite, sous l'impulsion des études relatives au développement du quartier Midfield et de la rue des Scillas, l'idée d'une liaison entre la route de Thionville et le quartier Howald a vu le jour.

Ces idées se sont concrétisées en 2011, car il fallait, pour aller au bout de l'idée, empiéter sur des terrains des CFL qui se sont libérés à ce moment-là. Les CFL prévoient la construction d'un nouveau centre de remisage et d'ateliers.

Et c'est là que la réalisation du tram est venue se greffer sur ce projet...

« L'idée d'intégrer le tram dans le cadre de ce chantier a commencé à être évoquée en 2012 et s'est concrétisée lorsque François Bausch a pris la tête du ministère du Développement durable et des Infrastructures fin 2013. Le Ban de Gasperich s'est vite développé, avec notamment l'installation de l'entreprise PwC, la galerie Auchan, le Stade de Luxembourg et le P+R Cloche d'Or. La réalisation du Ban de Gasperich a constitué un aimant pour « attirer » le tram. C'est de là qu'est née l'idée d'avoir un tracé commun pour les voitures et pour le tram passant par la rue des Scillas, la nouvelle N3 et le Pôle d'échange de Bonnevoie. Le nouveau stade et le P+R Cloche d'Or ont fortement influencé la planification du futur tracé du tram.

Au fur et à mesure, le projet a pris forme. Il a fallu mettre en place des solutions qui s'accordent avec la planification routière, pour trouver non seulement une solution pour la voirie, mais aussi pour le tram. Dans toutes les étapes de ce long projet, les Ponts & Chaussées ont été fortement impliqués.

Ce facteur temps, qui s'est étalé, a-t-il été une contrainte supplémentaire ?

« Il s'agit d'un de ces projets qui doivent être portés par plusieurs générations de techniciens et d'agents, mais aussi par plusieurs générations de responsables économiques et politiques. De ce fait, il peut y avoir des changements d'orientation. Il faut donc garder à l'esprit que de tels projets, tant qu'ils ne sont pas achevés, sont toujours en mouvement. Et même en pleine construction, il peut y avoir de nouvelles idées.

C'est exactement ce qui s'est passé dans le cadre de la N3. Au début, c'était une route. Puis c'est devenu une route avec un tram, puis cela s'est transformé en infrastructure multimodale avec un Pôle d'échange à Bonnevoie et des bus, un tram, des voitures et des vélos ! À cela, on ajoute l'évolution du Pôle d'échange de la gare d'Howald, qui a pris de l'ampleur au fil du temps :

d'un projet de gare périphérique des CFL au départ, c'est devenu une plateforme multimodale.

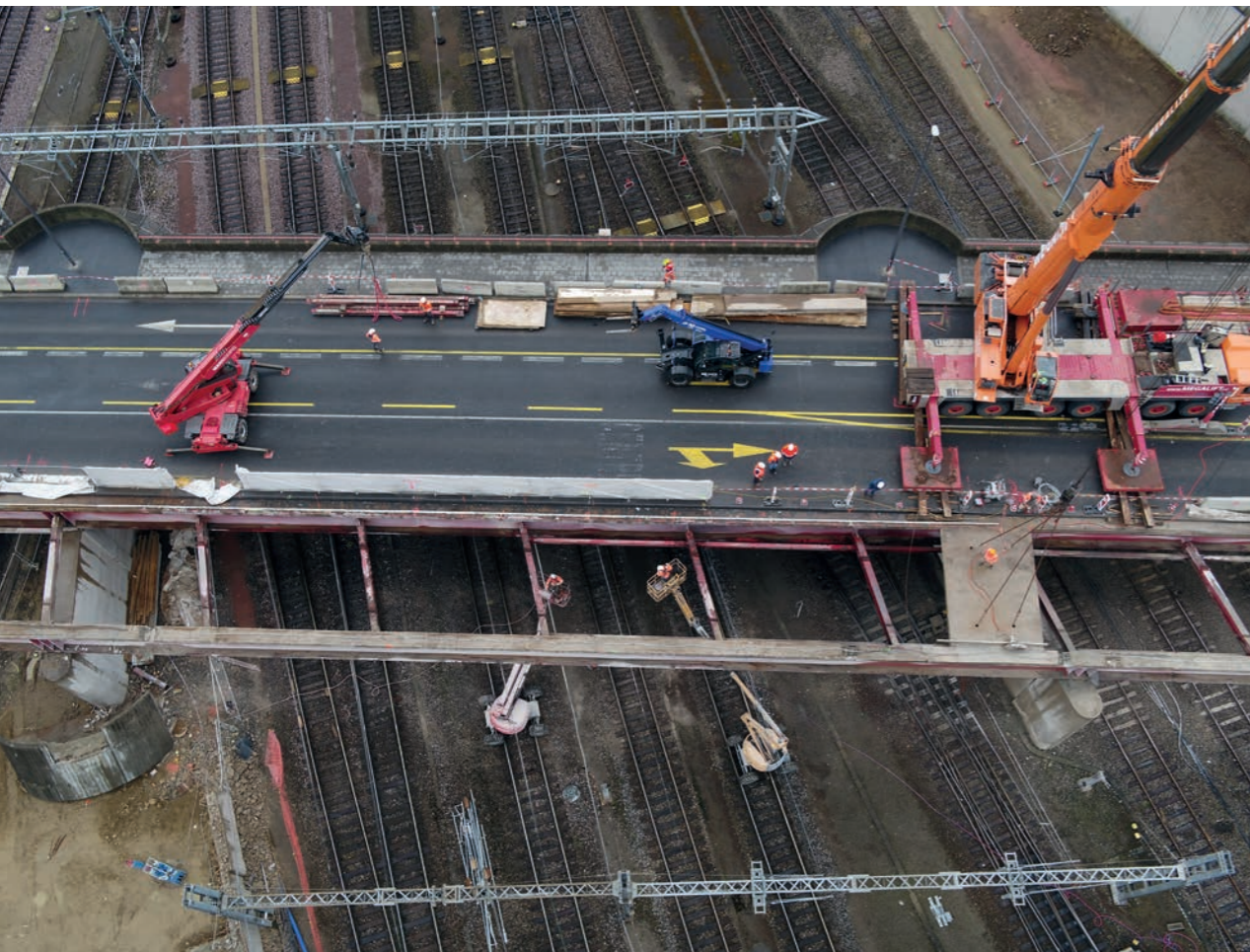
Sur un plan personnel, comment vivez-vous le développement d'un tel projet-clé dans l'environnement urbanistique de la Ville, et même au-delà ?

« Il y a toujours de l'émotion et de la passion quand on s'implique dans des projets de cette envergure. J'ai toujours été passionné par l'histoire de l'ingénierie. Il est indispensable de conserver un lien, une vraie relation avec ce que l'on fait... On peut toujours dessiner un projet sur du papier ou en CAD, mais on sait qu'il ne sera jamais réalisé sur le terrain tel que dessiné. Car il y a, entre les deux, un chantier et de nombreux imprévus qu'il faut savoir gérer. C'est cela aussi qui constitue un challenge intéressant.

Le chantier représente d'ailleurs un microcosme assez fascinant, avec différents acteurs qui ont chacun leurs intérêts propres : l'un doit réaliser des infrastructures, l'autre doit gagner de l'argent, un autre a plutôt intérêt à ne pas trop en dépenser... Quand tout le monde se retrouve autour d'une table, ce n'est pas simple à concilier tous ces intérêts, même si, au final, le principal intérêt est commun à tout le monde : trouver des solutions pour que le projet se réalise de la meilleure des façons. Ce que je trouve aussi très intéressant, c'est la possibilité que nous avons de pouvoir aider à façonner un tel projet avec notre expérience, nos connaissances techniques et notre savoir-faire. Un projet, c'est comme une plante qu'il faut entretenir sur plusieurs années. Et, comme je l'ai dit, parfois par plusieurs générations. C'est ainsi que mes prédécesseurs ont été fortement impliqués dans le développement de ce projet.

C'est là qu'on se rend compte du rôle central de votre administration...

« Les Ponts & Chaussées ont à la fois un rôle de fournisseur d'idées et d'exécutant. Aujourd'hui, nous avons comme mission d'être une administration d'infrastructure multimodale - c'est d'ailleurs inscrit dans le programme gouvernemental - et je nous vois comme « Homme de l'art » dans la matière, à la fois dans la réalisation mais aussi dans l'apport de conseil à grande



Ancien Pont Büchler en déconstruction
© Ponts & Chaussées

valeur ajoutée. À titre personnel, je peux mettre à la fois une cravate et des bottes, un casque et un gilet orange. Nous avons les pieds sur terre, même s'ils sont dans la boue. Cette adhérence au sol est essentielle, car il s'agit de chantiers de centaines de millions d'euros. Pour 2023, par exemple, 280 millions d'euros sont mis à disposition pour la voirie par le seul Fonds des Routes. Nous devons toujours faire preuve de discernement pour gérer en bon père de famille.

Avec le développement vertigineux des technologies, que ce soit pour les matériaux ou les techniques de construction, est-ce de plus en plus compliqué pour l'Humain de se faire une place ?

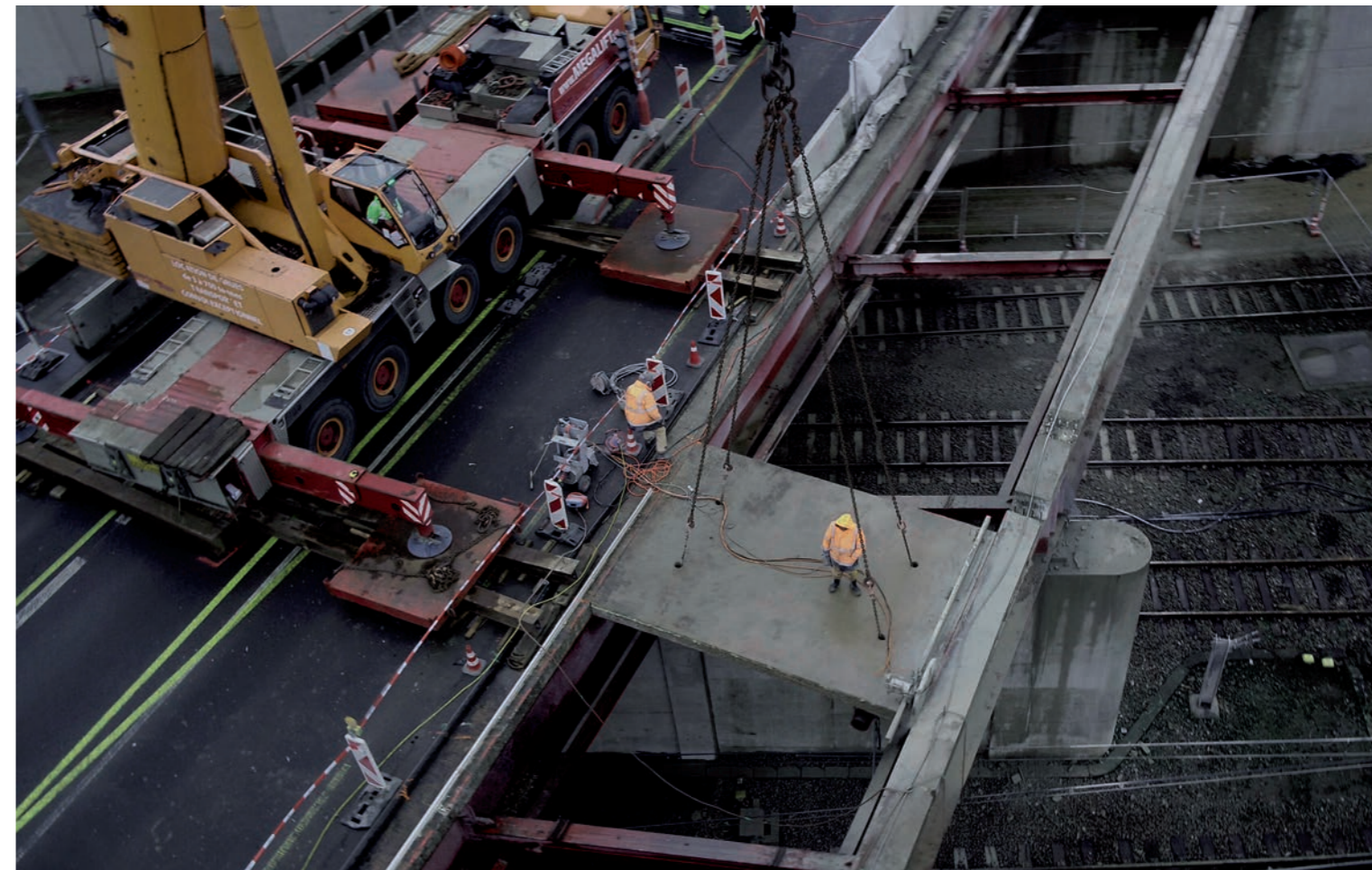
« Pour moi, la qualité de l'humain est irremplaçable ! Quels que soient les progrès significatifs et les réalisations formidables que les ordinateurs, les programmes, les technologies puissent faire, il y aura toujours besoin de l'humain pour gérer tout cela.

Prenez l'intelligence artificielle, par exemple. Elle est déjà présente sur certains chantiers, dans certaines caméras de détection d'incidents. Mais cela reste une intelligence que je qualifierais de mécanique. En termes d'intelligence créative, l'humain reste irremplaçable. Le problème auquel je suis souvent confronté, c'est que beaucoup de personnes n'osent pas utiliser leur créativité... alors que d'autres l'utilisent trop ! Dans les générations actuelles, nous voyons que nous devons fortement

motiver les gens à oser être créatifs. Cela ne veut pas nécessairement dire qu'il faut dépasser tous les normes et standards, mais c'est avant tout être capable de proposer et de trouver des solutions à des problèmes. Et pour cela, il y aura toujours besoin de l'humain.

Sur un chantier, l'interaction humaine est essentielle. Y a-t-il possibilité de l'émergence d'idées lorsque deux machines sont mises ensemble ? Pour trouver des solutions innovantes et à moindre coût, il faut cette émergence, cette interaction que seuls les humains peuvent apporter.

Interview du 19.12.2022
auteur : Georges Briol



Ancien Pont Büchler en déconstruction
© Ponts & Chaussées



Ancien Pont Büchler en déconstruction
© Ponts & Chaussées



© Ponts & Chaussées

Nouvelle N3 - Phase 2 en chantier
© Luxsense

INTERVIEW M. ROBERT BIEL_

ROBERT BIEL_ CHEF DE LA DIVISION DES TRAVAUX NEUFS DE L'ADMINISTRATION DES PONTS & CHAUSSÉES _

Robert Biel, en bref

Après une formation comme ingénieur en génie civil et un diplôme de l'Université technique de Munich, Robert Biel a commencé sa carrière professionnelle chez Profil-Arbed en 2001.

Il a rejoint l'Administration des ponts et chaussées en 2006, d'abord à la Division des ouvrages d'art, puis au CITA (Contrôle et Informations du Trafic sur les Autoroutes).

En 2015, il a occupé pendant une année la fonction de chef de la Division de la voirie de Diekirch, avant de prendre, en 2016, la succession de Roland Fox à la tête de la Division des travaux neufs.

Monsieur Biel, quelle a été la chronologie de ce grand chantier de la N3 ?

« On parle toujours de la N3, mais cela n'est qu'un mailon au sein d'un énorme projet qui a démarré avec toute la voirie autour du Ban de Gasperich, et qui avait déjà bien avancé quand je suis arrivé à la DTN. Les travaux de voirie autour du Ban de Gasperich ont été réalisés dans le cadre de la première loi de financement du Ban de Gasperich, laquelle avait été votée en 2010 pour un montant global de 70 millions d'euros. Le nouveau boulevard Kockelscheuer, le boulevard F. W. Raiffeisen et la voirie autour avaient été construits par les Ponts & Chaussées. La plateforme du tram avait déjà été réalisée aussi et Luxtram est maintenant en train de poser les rails sur la section sud du boulevard entre le centre commercial et le pôle d'échange Cloche d'Or près du stade national.

En 2016, la deuxième loi de financement a ensuite été préparée. Elle portait sur la réalisation de la phase 1 du tracé de la nouvelle N3 entre la Gare Centrale et le pôle d'échange Lycée Bonnevoie, avec une enveloppe globale de 106 millions d'euros. Cela impliquait la reconstruction et l'élargissement du Pont Büchler, l'ouverture d'une nouvelle partie de la N3 à l'été 2022, ainsi que la modification du rond-point Gluck, qui sera transformé en un carrefour avec des feux tricolores et comportera à l'avenir un tunnel souterrain.

Enfin, en 2018, une troisième loi de financement a porté sur la réalisation du pôle d'échange Howald, avec la nouvelle plateforme Howald, ainsi que le réaménagement de la rue des Scillas et la déviation du Drosbach.

S'agit-il de l'un des plus gros projets que vous ayez eu à traiter ?

« Comme évoqué, il s'agit d'une série de différents chantiers, parfois même subdivisés en différents lots, ce qui rend la chose peut être un peu plus digeste. Ce n'est pas comparable à un autre grand chantier comme celui de l'élargissement de l'autoroute A3. Chaque chantier a ses particularités et, généralement, différentes équipes en sont en charge, ce qui rend les choses plus fluides.

Par ailleurs, certains tronçons étaient plus faciles à construire que d'autres, étant donné qu'ils se situaient en dehors du trafic. La gestion du chantier du réaménagement de la rue des Scillas avec la déviation du Drosbach a été particulièrement compliquée en raison de la proximité des habitations et le trafic autour des commerces.

Comment un tel chantier s'organise-t-il ?

« Le projet dans son ensemble est géré par la Division des travaux neufs, en étroite collaboration avec les responsables de la Ville de Luxembourg et de Luxtram. Pour chaque lot, il y a un chef de projet qui est en charge de la gestion des travaux. Un outil très important est le « master planning ». Celui-ci a été mis en place dès le début des projets et regroupe les différents moments clefs ou étapes des chantiers. Il s'agit non seulement d'un document qui décrit l'ordre et la suite des différents chantiers, mais il inclut aussi un calendrier qui définit quand est-ce qu'il faut commencer un lot en particulier, quand est-ce que telle partie doit être terminée pour mettre à disposition la plateforme à Luxtram pour qu'ils puissent y installer leurs infrastructures. Ce master planning est mis à jour trimestriellement et permet ainsi de surveiller le déroulement du projet et de réagir rapidement en cas de retards éventuels.

Il y a plusieurs entreprises qui interviennent sur le terrain, soit seules, soit en partenariat en fonction des lots. La direction des travaux est également assurée par plusieurs bureaux, mais la vue globale avec le suivi du master planning est gérée dans son ensemble par un seul bureau d'études.

Le timing semble être très bien respecté, en dépit des aléas comme le Covid ...

« Le Covid a été un vrai challenge. Par exemple, le planning pour le Pont Büchler avait été très détaillé dès la soumission, avec la planification de toutes les coupures des CFL. En effet, il faut savoir que lorsque vous travaillez directement au-dessus des voies de chemin de fer, il faut annoncer les coupures deux ans à l'avance pour que les CFL organisent et interrompent alors le trafic en conséquence. L'entrepreneur devait évidemment respecter toutes ces coupures : aucun retard n'était possible.

Mais, à cause du confinement, le chantier a été totalement arrêté, et il y a alors eu une partie des coupures qu'il n'était plus possible de respecter. À ce moment, heureusement, les CFL ont bien joué le jeu, car ils avaient eux aussi d'autres chantiers sur leur réseau qu'ils devaient décaler. On a eu la chance de pouvoir reporter plusieurs coupures et quand même respecter le délai global ...

Aujourd'hui, le tram circule jusqu'au Lycée de Bonnevoie et, selon le planning actuel, il devrait arriver fin 2023 au Pôle d'échange de la Cloche d'Or, près du nouveau stade. Ce sera son terminus au Sud. D'autres lois de financement sont en cours de préparation pour une extension du tram vers le sud, vers Esch.

Indépendamment de la complexité du calendrier dû au confinement, qu'est-ce qui a rendu le chantier du Pont Büchler si exceptionnel ?

« En effet, aussi bien la démolition que la reconstruction ont représenté un défi d'un point de vue technique et organisationnel, sachant qu'il a fallu mettre en place un nouveau pont plus large que le pont existant, tout en laissant la circulation ouverte, à la fois sur le pont, mais aussi en-dessous, puisqu'il n'était évidemment pas question d'enlever le pont pendant deux ans pour en

mettre un nouveau.

L'ancien pont n'était pas en mesure, pour des raisons dynamiques, de supporter les nouvelles charges apportées par le tram. Il n'était pas non plus assez large et le gabarit ferroviaire ne correspondait plus aux exigences modernes des CFL. À cela se sont aussi ajoutés des soucis de gabarits routiers afin d'organiser au mieux la circulation des automobilistes, cyclistes et piétons sur l'ouvrage.

Pour toutes ces raisons, la démolition et la reconstruction du pont s'est avérée l'unique option. C'est ce qui a été à l'origine du nouveau projet du Pont Büchler. Il a représenté un véritable casse-tête, car en 2013, nous n'avions pas encore les données techniques relatives aux charges du tram que devait nous fournir Luxtram. Nous avons donc commencé la construction en se basant sur des hypothèses de charge que nous jugions raisonnables.

Le dossier de soumission n'a pu être terminé qu'en 2016, ce qui nous a poussé à modifier le calendrier initialement prévu, car il n'était plus possible de respecter le planning de départ avec les délais impartis et les dates de barrages négociées avec les CFL. Cette concertation a été facilitée par le fait que le directeur des Ponts & Chaussées, qui était à l'époque René Biwer, était membre du Conseil d'administration de Luxtram. C'est pour cela que, finalement, le chantier du Pont Büchler a démarré avec une année de retard, mais c'était un moindre mal. Sinon tout aurait été totalement décalé et le retard aurait alors été d'au moins deux ans. Initialement, le Pôle d'échange de Bonnevoie aurait dû servir de terminus pour cette section du tram, mais avec le décalage du Pont Büchler, nous avons dû réaliser ce terminus intermédiaire à la Gare Centrale.

De ce retard compréhensible ont découlé d'autres effets collatéraux ...

« Dans le même temps, en effet, sur le Ban de Gasperich, nous n'étions évidemment pas les seuls à construire. Il y avait aussi quelques projets privés immobiliers qui, eux aussi, pâtissaient des retards. Alors, pour éviter que tout le monde se renvoie la responsabilité de la situation, nous avons mis en place en 2013 l'outil de



Pile intermédiaire de l'OA900
© Christof Weber

master planning que j'évoquais toute à l'heure, afin de totalement changer notre façon de travailler. C'est un mélange de planning, rétroplanning et suivi des objectifs. À l'époque, tout le monde savait faire un planning, mais le vrai challenge est de savoir le respecter !

Pour y parvenir, il faut toujours garder en vue les grandes étapes intermédiaires. Nous avons ainsi mis en place un « Milestone tracking » permettant d'avoir un suivi le plus précis possible de ces échéances. Et lorsqu'il n'était pas possible de tenir un délai prévu, alors on étudiait la situation et on la documentait afin de comprendre tous les tenants et les aboutissants et de garder en vue les choses importantes.

C'est là qu'on mesure l'impulsion donnée par les Ponts & Chaussées dans l'ensemble de ce projet ...

« Il y a un très grand nombre de partenaires impliqués dans le projet, mais entre ceux qui approuvent, décident et mettent en œuvre, il y a des représentants d'entités autonomes. On ne peut que réagir et prendre en considération les choix arrêtés, sans avoir vraiment le moyen de forcer le budget de l'un ou de l'autre. Nous ne maîtrisons pas toute la chaîne d'événements. Un exemple tout simple : que se passe-t-il lorsqu'une emprise sur un terrain prend du retard ou, pire, ne se réalise pas ? Toutes les méthodes scientifiques de gestion de projet ne savent pas tenir compte de ce type de situation.

Combien de personnes travaillent sur ce projet ?

« Au niveau de la Division des travaux neufs, cela occupe une dizaine de personnes. Mais tous ont d'autres projets à gérer en parallèle. À côté de nos équipes aux Ponts & Chaussées qui s'occupent du projet, il y a le bureau d'études et les bureaux de direction des travaux : ce sont des bureaux d'étude externes qui nous aident sur le terrain à gérer le chantier.

Ils font la conception et préparent les dossiers de soumission, sous notre direction. Puis il y a la soumission en tant que telle et la direction des travaux, avec une équipe composée d'un directeur des travaux, d'un adjoint, d'un géomètre et d'un métreur qui rejoint l'équipe pour nous aider à exécuter le chantier.

Nous nous organisons de cette façon car notre équipe interne n'est pas suffisante pour pouvoir gérer plusieurs chantiers en parallèle.

Comment se passe la mise en place de tels projets ?

« Après la soumission, il faut déjà régler toute la partie administrative, avec l'adjudication, la passation de la commande et la fixation du démarrage des travaux. Puis il y a les premières réunions pour préparer le démarrage des travaux, l'entreprise disposant d'un certain délai

pour se préparer une fois la commande reçue, et voir comment s'organiser pour la mise en place du chantier. S'il y a des coupures de la circulation à organiser, il y a des échanges avec la Ville de Luxembourg ou la commune de Hesperange, pour organiser les barrages des routes, définir les déviations ou mettre en place les règlements de circulation.

Une fois que tout ça est réglé, l'entrepreneur peut alors vraiment démarrer le chantier.

Ici, ce qui a été assez spectaculaire au début du chantier, c'est quand il a fallu travailler sur le Pont Büchler et enlever sa première moitié. L'enlèvement du vieux tablier et les étapes de montage de la nouvelle charpente étaient des moments clés qui nécessitaient une organisation particulière.

Quels ont été les grands défis à relever ?

« Parmi les grands défis techniques qu'il a fallu maîtriser au cours du chantier de la nouvelle N3, on peut en citer au moins trois.

Le premier était, comme déjà évoqué, la reconstruction du Pont Büchler.

Il y a ensuite eu le dédoublement du tunnel Rangwee, qui est un chantier presque passé inaperçu et qui, techniquement était assez complexe. Le nouveau tunnel a été construit en deux parties sur un terrain entre l'autoroute et les voies ferrées, complètement en dehors du trafic. Les gens n'ont pas remarqué qu'on était en train de construire ce tunnel. Puis, grâce à une bonne coordination avec les CFL, on a pu profiter d'un barrage prolongé de deux semaines. Pendant ce temps, il fallait enlever les rails et tous les équipements ferroviaires, terrasser l'ouverture pour l'ouvrage préfabriqué, riper les deux parties de l'ouvrage à leur emplacement définitif, remblayer au-dessus du tunnel, remettre en place le balast des chemins de fer, les rails et tous les autres équipements. Bien qu'il s'agisse d'une technique qui a déjà été appliquée sur d'autres chantiers, elle nécessite toujours une préparation minutieuse et une exécution très précise.

Ce fut un grand défi technique : le chantier a pu être réalisé entièrement à l'écart du trafic et est passé un peu inaperçu. Néanmoins, du point de vue organisation et coordination avec tous les intervenants, entreprises, les CFL, Ville de Luxembourg, commune de Hesperange, etc., ce chantier a particulièrement sollicité nos équipes.

Le chantier de la déviation du Drosbach avec la construction du mur de soutènement et du nouvel ouvrage souterrain était également particulièrement compliqué vu sa proximité avec les maisons et l'organisation du trafic dans la rue des Scillas.



Rangwee II en chantier
© Frame Art

Le fait de minimiser la gêne pour les utilisateurs, c'est un des objectifs initiaux ?

« Le chantier du réaménagement de la rue des Scillas et la déviation du Drosbach a certainement été la partie du projet qui a causé le plus de dérangement, d'un côté pour les habitants des maisons à proximité immédiate du chantier, mais également pour tous les automobilistes étant donné qu'il y avait pendant certaines périodes des déviations agaçantes.

La nature des travaux avec le forage de plusieurs centaines de pieux était très pénible pour les habitants et les riverains, et on a eu des réclamations. On a toujours été à l'écoute des gens et, lorsqu'il était possible d'adapter notre façon de travailler, nous avons réagi. Ensemble, avec les responsables de la commune de Hesperange et la Ville de Luxembourg, plusieurs réunions d'informations ont été organisées afin de donner préalablement des explications sur les prochaines phases de chantier et pouvoir répondre aux questions des habitants du quartier. Néanmoins, je suis convaincu que les gens apprécieront le résultat final et que le réaménagement de la rue des Scillas avec l'arrivée du tram va nettement augmenter la qualité de vie des gens du quartier de Howald.

Quels sont les autres défis à venir ?

« D'un point de vue technique, le pont Y qui est en cours est aussi un ouvrage très particulier du fait de sa géométrie en forme de Y. Étant donné qu'il n'y avait pas de phase de démolition et qu'il n'y avait pas de trafic à maintenir sur l'ouvrage, puisqu'il s'agissait d'un nouvel ouvrage, l'organisation du chantier était nettement plus facile que celle du Pont Büchler.

La réalisation de la plateforme de la gare de Howald s'est faite de nouveau en étroite coordination avec les responsables des CFL. Une fois encore, il a fallu faire preuve d'une certaine flexibilité, étant donné qu'au dernier moment on a dû adapter notre projet à cause d'un problème d'emprise.

Parmi tous ces défis et aléas de chantier, le plus grand « challenge » restera de faire arriver le tram à la Cloche d'Or dans les délais.

Qui décide des solutions techniques à apporter lorsqu'un défi se présente à vous ?

« C'est le fruit de discussions menées ensemble entre les Ponts et Chaussées et le bureau d'études, parfois en partie avec les CFL, comme lors de la mise en place du tunnel Rangwee, en fonction des coupures qui nous étaient accordées par les responsables des CFL.

On ne s'attendait pas à ce qu'ils nous disent « on a un trou de deux semaines pour faire ce nouveau tunnel », car eux aussi avaient une coupure sur leur réseau... Si cela n'avait pas été possible, nous aurions dû envisager une autre technique avec plusieurs barrages séparés des voies. En général, on ne peut pas dire que c'est un acteur tout seul qui décide, mais plutôt souvent une concertation entre toutes les parties impliquées.

Comment gère-t-on un imprévu comme celui de la plateforme de la gare de Howald, qui ne peut être réalisée qu'à moitié ?

« Quand on a su qu'il n'y aurait pas d'accord avec les propriétaires de la parcelle manquante, on ne savait pas trop comment gérer la situation, car on ne pouvait pas s'arrêter et ne rien construire du tout ! Il a fallu être un peu inventif.

Une première idée a été de construire deux voies de tram, mais décalées par rapport au projet définitif. Mais cela aurait impliqué qu'au moment où on aurait eu l'emprise définitive et pu construire la deuxième moitié de l'ouvrage, il aurait fallu de nouveau barrer la circulation du tram pendant une certaine période pour dévier les voies.

Finalement, il a été décidé ensemble avec Luxtram de ne construire qu'une seule voie de tram à son emplacement définitif, avec un aiguillage pour passer de deux voies à une voie. Ceci nous permet de construire le moment venu la deuxième partie de l'ouvrage tout en maintenant le tram en service pendant la majorité des travaux. Ce genre d'imprévu est forcément frustrant, mais il faut respecter les plannings et les budgets et, donc, vite trouver des solutions, ce qui a été uniquement possible grâce à une étroite coordination entre les PCh, les CFL et Luxtram.

Le tram joue un rôle essentiel dans le réaménagement de ces quartiers. Quel a été le défi de la pose des rails du tram ?

« Nous, en tant que Ponts & Chaussées, nous n'avons pas posé de rail ou d'autre équipement spécifique au tram. Notre rôle a consisté à préparer la plateforme jusqu'à un certain niveau défini dans le cahier des charges, afin de préparer l'assise pour le tram. C'est ensuite Luxtram qui intervient pour poser toute l'infrastructure, y compris les rails.

Selon les lots du chantier, la situation a été très différente. Au Ban de Gasperich, nous avons fini la voirie assez tôt. Luxtram n'est intervenu que fin 2022 pour poser les rails. Mais sur d'autres chantiers, comme au



Tablier du Pont Büchler en chantier
© Schroeder & Associés

chantier du Pont Büchler, la coactivité était beaucoup plus étroite. Nous étions encore en travaux quand les entreprises mandatées par Luxtram sont intervenues pour démarrer l'installation des équipements du tram. Il a fallu nous organiser pour assurer cette coactivité.

Au niveau du choix des matériaux, y a-t-il eu des défis ou des innovations spécifiques liés, par exemple, aux contraintes générées par les vibrations du passage d'une rame de tram ?

« Nous avons évidemment fait analyser les vibrations pour nos ouvrages sur lesquels passe le tram. Mais pour le choix de la façon dont les rails sont fixés, c'est du ressort de Luxtram.

Pour les ouvrages d'art, et en particulier les ouvrages près des voies ferrées, c'est la mise à la terre qui nous posait le plus de problèmes. En effet, il s'agissait d'isoler séparément la structure de l'ouvrage et la plateforme du tram afin d'exclure toute sorte de courants vagabonds.

Vu l'ampleur d'un tel projet, ressentez-vous une certaine fierté ?

« Oui, quand tout sera terminé, et que nous arriverons au stade national fin 2023, ce sera un grand soulagement et une grande satisfaction.

Il restera encore tout de même le grand chantier du réaménagement du rond-point Gluck, mais qui a été décalé dans le master planning. Il s'agit d'une partie indépendante qu'on pourra gérer à part. Cela viendra donc ensuite. Là, ce sera de nouveau un chantier très compliqué, car il intervient en dernière partie d'autoroute, au niveau de l'entrée en ville, et qu'il faudra gérer le trafic autour. Les études sont en cours et il n'y a pas encore de date précise à annoncer pour le démarrage des travaux.

Qu'en est-il du projet de grand parc de la Ville ?

« Il s'agit d'un projet de la Ville de Luxembourg pour lequel nous ne sommes pas directement impliqués. Mais nous sommes tout de même en train d'étudier comment gérer le flux de piétons, près du nouveau lycée technique qui va s'implanter ici, et de voir comment les étudiants pourront accéder facilement au parc, et donc au quartier de Gasperich. Actuellement, nous sommes en train d'étudier la réalisation d'une passerelle curviligne au-dessus de l'autoroute et nous devons alors évi-

demment tenir compte de la configuration du parc et des chemins qui ont été aménagés.

Comment les contraintes liées à la mobilité douce ont-elles influé sur ce projet ?

« Nous avons évidemment constaté combien la mobilité douce et la problématique des pistes cyclables ont aujourd'hui une toute autre importance qu'il y a 10 ans par exemple. Hormis le fait que le long de toutes les nouvelles routes qui ont été réalisées, il fallait prévoir un espace suffisamment large pour la mobilité douce, il fallait également pendant l'exécution des travaux et la mise en place des déviations accorder une attention particulière aux piétons et aux cyclistes. Il y a un vrai changement de mentalité. Non seulement il y a de plus en plus de gens qui se déplacent à vélo, mais comme ils ont l'habitude d'avoir souvent des voies séparées, il est évident qu'il fallait en tenir compte lors de la mise en place d'une déviation afin de les guider en toute sécurité à travers le chantier. Particulièrement au niveau du chantier dans la rue des Scillas, la gestion des flux des piétons et des cyclistes était pendant certaines phases du chantier très compliquée.

Interview du 28.10.2022



Inauguration Phase 2 de la NN3 le 11.9.2022
© Ponts & Chaussées



Tram circulant sur le Pont Büchler
© Luxtram



Tram circulant sur le Pont Büchler
© Luxtram

MISE EN ŒUVRE DU TRAMWAY, UN ENGAGEMENT COORDONNÉ

SÉBASTIEN LAMBOTTE_
LUXTRAM_

Le développement de la ligne de tramway, infrastructure clé pour soutenir le développement de Luxembourg, constitue un chantier inédit. Pour le mener à bien, Luxtram, chargé de la mise en œuvre et de l'exploitation du service, travaille en étroite collaboration avec l'Administration des ponts et chaussées afin de proposer une offre de mobilité intermodale qualitative pour chacun.

C'est à partir de 2006 que les autorités luxembourgeoises envisagent de mettre en œuvre une ligne de tramway, anticipant les besoins futurs en mobilité du pays. À l'époque, la Ville de Luxembourg compte alors 86.000 habitants. Cœur économique d'une vaste région transfrontalière, elle attire chaque jour un nombre croissant de travailleurs venant des quatre coins du pays, d'Allemagne, de Belgique et de France. En 2012, la Ville de Luxembourg concentrait déjà 39% des emplois du pays. En 2021, 124.000 personnes y avaient élu domicile. Cette croissance démographique et économique n'est pas sans impact sur la mobilité à l'échelle de la capitale et du pays, et plus globalement sur la qualité de vie des habitants et travailleurs.

Le tramway, élément clé de la future offre de mobilité

Pour répondre à ces enjeux de croissance et éviter la saturation des infrastructures du pays, le gouvernement établit, dès 2012, sa stratégie de mobilité durable, définissant des objectifs visant la transformation des modes de déplacement. Doter la capitale d'un moyen de transport public moderne, à forte capacité, comme l'ont récemment fait d'autres métropoles européennes comme Strasbourg, Nice ou Bordeaux, est apparu comme une réponse structurante aux problèmes de mobilité rencontrés. Le tramway devient alors un élément clé de la future offre de mobilité du Luxembourg.

Autour de la première ligne de tramway, c'est l'ensemble de l'offre de mobilité qui est restructurée, les espaces qui sont repensés, dans l'optique de fluidifier les déplacements de chacun. Parmi ces 24 stations, on compte 10 pôles d'échanges intermodaux, permettant

aux utilisateurs de rejoindre Luxembourg en train, bus, voiture, vélo ou encore en avion pour ensuite circuler plus facilement à travers la ville à bord du tramway. Celui-ci a l'avantage de profiter d'une infrastructure dédiée (contrairement aux bus ou aux voitures qui se retrouvaient régulièrement englués dans le trafic) et prioritaire. Avec une fréquence de passage possible d'une rame toutes les trois minutes, le tram est en capacité de transporter 10.000 voyageurs par sens et par heure, là où le bus ne pouvait en accueillir que 2.500 et où les voitures ne comptent le plus souvent qu'un passager.

Adapter l'infrastructure existante

Le tramway s'est rapidement révélé être une nécessité. Dès 2015, PwC, l'un des principaux employeurs du pays, établi à la Cloche d'Or, faisait part de son impatience de voir la ligne desservir le quartier. Toutefois, la mise en œuvre d'une telle infrastructure constitue un chantier conséquent, inédit au Luxembourg. Il a notamment nécessité un engagement de nombreuses parties prenantes et la mise en œuvre d'une approche coordonnée entre les équipes de Luxtram et l'Administration des ponts et chaussées.

Au-delà de la station Gare Centrale, la poursuite du chantier a exigé des adaptations conséquentes de l'infrastructure pour accueillir la ligne de tramway et, plus généralement, soutenir le développement d'une offre multimodale au niveau des voies existantes. Au niveau du Pont Büchler et de sa rampe d'accès au départ de la gare, par exemple, des travaux d'élargissement conséquents, orchestrés par l'Administration des ponts et chaussées, ont été menés en plusieurs phases sur une période de deux ans. Cela se traduit aussi dans la création d'une nouvelle N3, depuis le quartier de la Gare jusqu'au Pôle d'échange de Howald en passant par la rue des Scillas. Sur ces éléments, l'Administration des ponts et chaussées intervient en amont de Luxtram, préparant l'infrastructure afin de pouvoir accueillir la ligne. Vers la Cloche d'Or comme vers le plateau du Kirchberg et l'aéroport, l'Administration des ponts et chaussées doit aussi mener des chantiers d'envergure.

Un projet commun

La mise en œuvre du tramway et, globalement, la reconfiguration des infrastructures au service d'une mobilité intermodale constituent des projets particulièrement complexes. De tels chantiers impliquent l'intervention d'une grande diversité d'acteurs et, dès lors, une coordination rigoureuse afin de garantir la qualité du projet, le respect des délais, la maîtrise des budgets.

Participant à l'amélioration de la mobilité au sein de la capitale, tous les acteurs sont dépendants les uns des autres et doivent pouvoir travailler en bonne coopération. Sans l'intervention préalable de l'Administration des ponts et chaussées pour adapter l'infrastructure existante, il n'est évidemment pas possible de poser les rails. La coordination, très en amont de la phase de réalisation des chantiers, est cruciale. Cela permet de bien appréhender les divers besoins de chacun, afin d'identifier et de lever les difficultés techniques.

La mise en œuvre de la ligne de tramway est donc le fruit d'une collaboration étroite, et enrichissante pour les parties en présence, entre l'Administration des ponts et chaussées, les équipes de Luxtram et de nombreux autres services de la Ville de Luxembourg et de l'État. Au cœur de ce projet, les équipes ont beaucoup appris les unes des autres, considérant les contraintes et le niveau d'exigence de chacune. Toutes, travaillant de manière rigoureuse, ont cherché à garantir l'excellence de ce nouveau mode de transport public développé au Luxembourg.

Création de nouveaux espaces

Ce chantier ne se limite pas à la pose d'une ligne sur laquelle circuleront les rames du tramway. Le projet contribue à la création de nouveaux espaces partagés entre les divers utilisateurs, avec l'intégration d'une piste cyclable tout le long de la ligne par exemple, autant qu'il permet d'améliorer le cadre de vie.

Dans les étapes de prolongation du tramway, entre le Lycée Bonnevoie et le Pôle d'échange de Howald, la réalisation des chantiers menés de manière coordonnée par les équipes de Luxtram et de l'Administration des ponts et chaussées, avec la création de la nouvelle N3, permettra à une nouvelle dynamique de quartier de voir le jour. À ce niveau, les travaux avancent dans le respect du planning établi. Au-delà, entre le Lycée Vauban et le Stade de Luxembourg, la pose des rails traversant le quartier de la Cloche d'Or a été engagée. Celle-ci a été facilitée par les travaux de voiries réalisés par les Ponts et Chaussées lors de la création de ce nouveau pôle urbain, prévoyant d'emblée l'arrivée du tramway.

Une fois la jonction entre le Lycée Vauban et Howald réalisée, le tramway circulera régulièrement entre les stations « Luxexpo » et « Stadion » au courant du premier semestre de l'année 2024. La jonction vers le Fin-del, elle, est annoncée pour la fin de l'année 2024.



Inauguration Phase 2 de la N3 le 11.9.2022
© Cyrille Horper

ASPECTS ÉCONOMIQUES_

PLAN DE FINANCEMENT_

ROBERT BIEL_ CHEF DE LA DIVISION DES TRAVAUX NEUFS DE L'ADMINISTRATION DES PONTS & CHAUSSÉES _

La réalisation de ce projet d'infrastructure et urbanistique nécessite le vote de plusieurs lois de financement auprès de la Chambre des Députés.

1. BANG : Loi du 16 décembre 2010 relative à l'aménagement du boulevard Raiffeisen et du boulevard Kockelscheuer dans le cadre de la construction du réseau routier du Ban de Gasperich

Montant : 70.295.000 € (Indice 677,02)

Lot 2 : Aménagement du Ban de Gasperich -
Lot 2 : Travaux de voirie de l'infrastructure diverses
Entreprise : Tralux Construction
09/2013 – 08/2015

Lot 1 : Aménagement du Ban de Gasperich - Lot 1
Entreprise : Association momentanée Félix Giorgetti / Kuhn Construction
05/2015 – 07/2019

Lot 3.1 - Lot 3 : Phase 1, OA17 du Ban de Gasperich à Luxembourg
Entreprise : Association momentanée Félix Giorgetti / Cimolai
02/2017 – 09/2019

Lot 3.2 : Aménagement du Ban de Gasperich - Lot 3 Phase 2
Entreprise : Félix Giorgetti
01/2018 – 02/2020

Travaux de plantation d'arbres au Ban de Gasperich
Entreprise : Association momentanée : Iso-Green / Vereal
04/2019 – 04/2024

2. NN3 : Loi du 24 août 2016 relative à la réalisation de la phase 1 de la route Nouvelle N3 entre la Gare Centrale et le Pôle d'échange Bonnevoie

Montant : 106.021.000 €. (Indice 756,97)

Nouvelle N3 Phase 1
(Section Gare Centrale - Route de Thionville) incluant le Pont Büchler (OA751)
Entreprise : Association momentanée Félix Giorgetti / Cimolai
01/2019 – 01/2022

Nouvelle N3 - Phase 2
Démolition du hall à marchandises à petites vitesses (hall CFL) à Bonnevoie
Entreprise : XARDEL Démolition Luxembourg
09/2019 – 07/2020

Nouvelle N3 - Phase 2- Section route de Thionville - Rangwee
Entreprise : Tralux Construction
05/2020 – 07/2022

Nouvelle N3 - Phase 3 - Section Pôle d'échange Bonnevoie - rue de Neufchâteau - rue d'Ivoix -
rue de Houffalize
Entreprise : Tralux Construction
10/2021 – 09/2022

Réaménagement Rondpoint Gluck & Bypass souterrain
Études sont encore en cours : début prévisible des travaux 2024/2025

3. GAHO : Loi du 21 août 2018 relative à la réalisation du pôle d'échange Howald et du réaménagement de la rue des Scillas

Montant : 130.000.000 € (Indice 779,82)

Nouveau tunnel Rangwee II
Entreprise : Félix Giorgetti
05/2020 – 11/2022

Gare Howald 1 Pôle d'échange Howald - Lot 1 - Gare routière
Entreprise : Tralux Construction
01/2021 – 11/2023

Réaménagement de la rue des Scillas – Lot 1 :
Déviation de la Drosbach - Fonçages - Travaux génie civil
Entreprise : Association momentanée OBG Lux / K-Boringen
03/2021 – 12/2023

PONT « Y » - OA583
Entreprise : Tralux Construction
08/2021 – 09/2023

Pôle d'échange Howald - Lot 2a - Plateforme Howald
Entreprise : Tralux Construction
11/2021 – 11/2023

Réaménagement de la rue des Scillas – Lot 2 : Travaux de voirie et d'infrastructure
Entreprise : Tralux Construction
05/2022 – 12/2023

Pôle d'échange Howald - Lot 1A : Serrurerie – Travaux de finition
Entreprise : TMS
03/2023 – 11/2023

Pôle d'échange Howald - Lot 1b - Gare routière - Réalisation d'ouvrages pour sanitaires publics
Entreprise : Fierz
03/2023 – 08/2023

Réaménagement de la rue des Scillas - Mur anti-bruit Lot 3
Entreprise : Ateliers Brucker
06/2023 – 12/2023

Pour de plus amples informations, veuillez consulter les sites ci-dessous:

<https://wdocs-pub.chd.lu/docs/exped/0009/092/18927.pdf>

<https://wdocs-pub.chd.lu/docs/exped/120/626/161295.pdf>

PRÉSENTATION DU MASTER PLANNING_

ROBERT BIEL_ GUILLAUME DUBOIS_
PONTES & CHAUSSÉES_ SCHROEDER & ASSOCIÉS_

NOUVELLE N3_ (GARE DE LUXEMBOURG - KOCKELSCHEUER)_ MASTER PLANNING 2019-2024_

La genèse du master planning de la nouvelle N3 c'est d'abord un défi : comment assurer qu'une volonté politique forte devienne réalité dans un contexte urbanisé dense ?

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Pôle d'échange Bonnevoie	phase intermédiaire: bus/tram		-	-	-	X					
Pôle d'échange Howald	phase intermédiaire (1): quai 1		-	X							
	phase intermédiaire (2): bus/train/mobilité douce			-	-	X					
	phase intermédiaire (3): bus/train/tram					-	-	X			
Pôle d'échange Cloche d'Or / Stade national	phase finale: quai 2								-	-	X
	phase intermédiaire Bus/P&R/mobilité douce		-	-	-	X					
	tram Gare <-> Pôle d'échange Cloche d'Or							X			

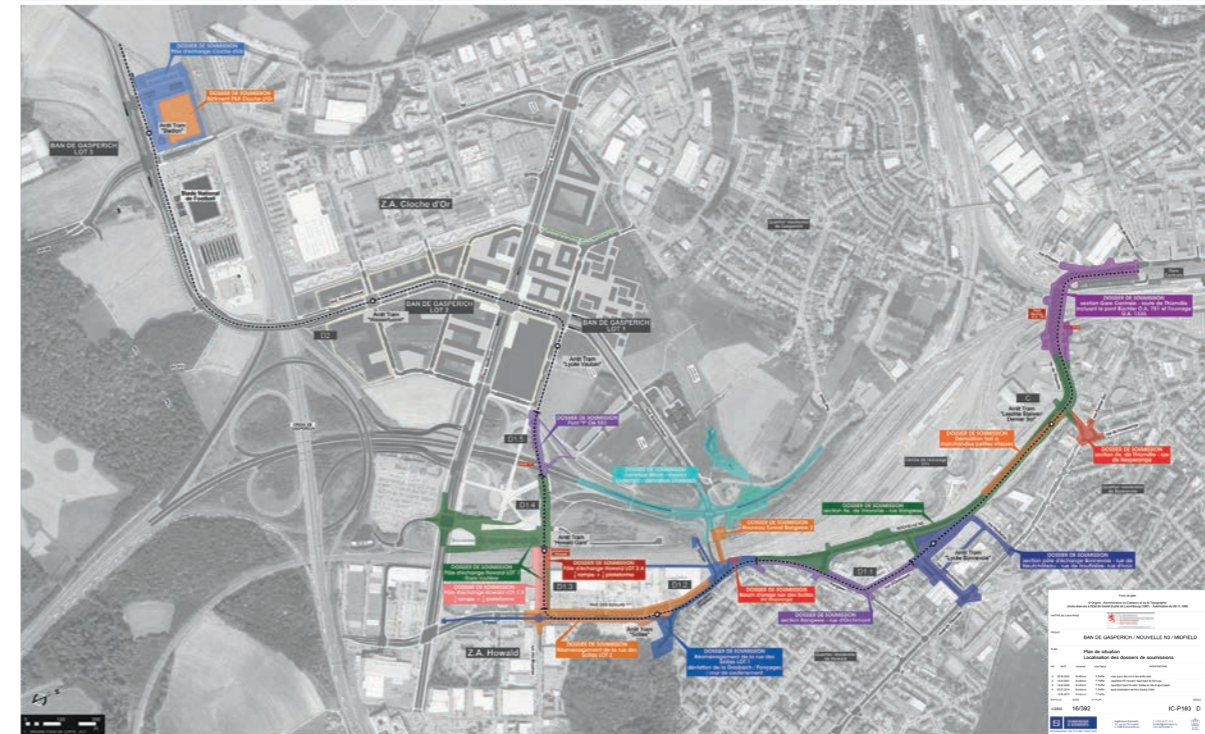
Extrait du document « Nouvelle N3 entre la Gare Centrale et Howald Ban de Gasperich - master planning 2019-21 » PCH-DTN du 23/01/2015

Partir d'un échéancier de base et créer un outil de pilotage permettant de garder une vue d'ensemble sur le déroulement de tous ces projets tout en tenant compte du contexte environnant.

Il existe depuis longtemps de nombreux outils pour la gestion des projets et il en apparaît chaque année de nouveaux mais la base reste toujours la même :

- Définir une structuration claire
- Collecter les données
- Analyser les interactions
- Définir l'organisation optimale

Pour la nouvelle N3 la structuration a été faite en définissant des tronçons numérotés de 1 à 8 et répartis depuis la Gare Centrale jusqu'au Stade de Luxembourg.



Extraits du rapport d'avancement n°16 - annexe 3

Autour de cette colonne vertébrale les données des différents projets connexes ont été collectées :

- Projets connexes d'infrastructures (Rangwee II ; By-pass Gluck ; passerelle Gluck)
- Projet Tram (sectorisation géographique ; planning prévu)
- Projets de construction ou de développement le long du tracé

Le résultat initial a été un planning d'ensemble sous forme d'un diagramme de Gantt avec une structuration basée sur les tronçons. Une base de données précieuse mais très fournie et inutilisable directement car trop complète. Différents documents de pilotage ont alors été créés à partir de ce planning d'ensemble :

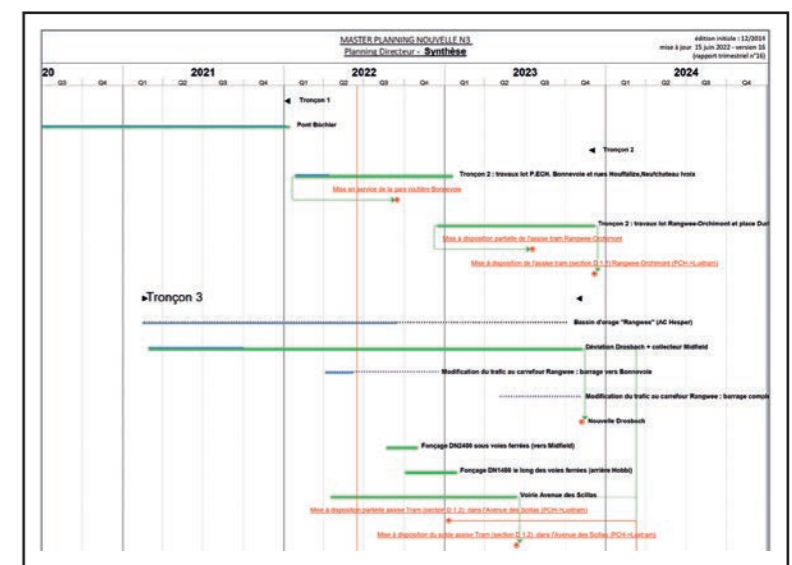
- **Une liste des jalons (ou « milestones ») :** en plus des dates de début et de fin de travaux les points d'interaction avec les projets connexes ont été identifiés pour chaque tronçon. Ces jalons identifient les besoins en raccordement (réseau ou routier) des projets connexes ou bien correspondent aux interactions entre différents tronçons

- **Un planning de synthèse :** pour avoir une vue d'ensemble rapide et claire, le planning de synthèse extrait les dates du planning d'ensemble et présente sur une feuille DIN A3 le planning de réalisation résumé pour chaque tronçon ainsi que les jalons définis précédemment

- **Le rapport régulier d'avancement :** ce document a été établi régulièrement (cadence de 3 à 6 mois) tout au long du projet et était l'outil de pilotage principal.

- **Date d'état du master-planning** : 15.06.2022
- **Planning précédent** : master-planning du 01.03.2022
- **Nouveaux éléments intégrés au planning pour mise à jour 15.06.2022 :**
 - **Tronçon 2 :**
 - Ajout d'1 milestone "Mise à disposition partielle de l'assise Tram" pour le tronçon Rangwee-Orchimont. Ce milestone permettra le début des travaux Tram en coactivité avec des travaux de voirie.
 - **Tronçon 3 :**
 - Prise en compte de la mise à jour du planning par l'entreprise en charge des travaux ("BZP in Phasen 02.08.21 ; Datum : Mon30.05.22"). Avec mise à jour en conséquence du milestone "Début d'achèvement des travaux lot 1" et du milestone "Mise à disposition de l'axe EP dans la rue des Scillas".
 - Mise à jour du milestone "Mise à disposition partielle de l'assise Tram (section D.1.2) dans l'avenue des Scillas" : 17.03.2023 suivant informations reçues de la direction des travaux.
 - **Tronçon 4 :**
 - Intégration du planning entreprise pour le lot 1 ("planning général indice D du 13.05.2022". Avec mise à jour en conséquence du milestone "Mise à disposition de l'assise Tram".
 - Mise à jour de la date de "Pose passerelle CFL" suivant informations reçues de la direction des travaux.

Les informations concernant le Ban de Gasperich ne sont pas reprises dans le présent document ; elles sont disponibles dans le document "Ban de Gasperich - Master-planning 2019-2021".



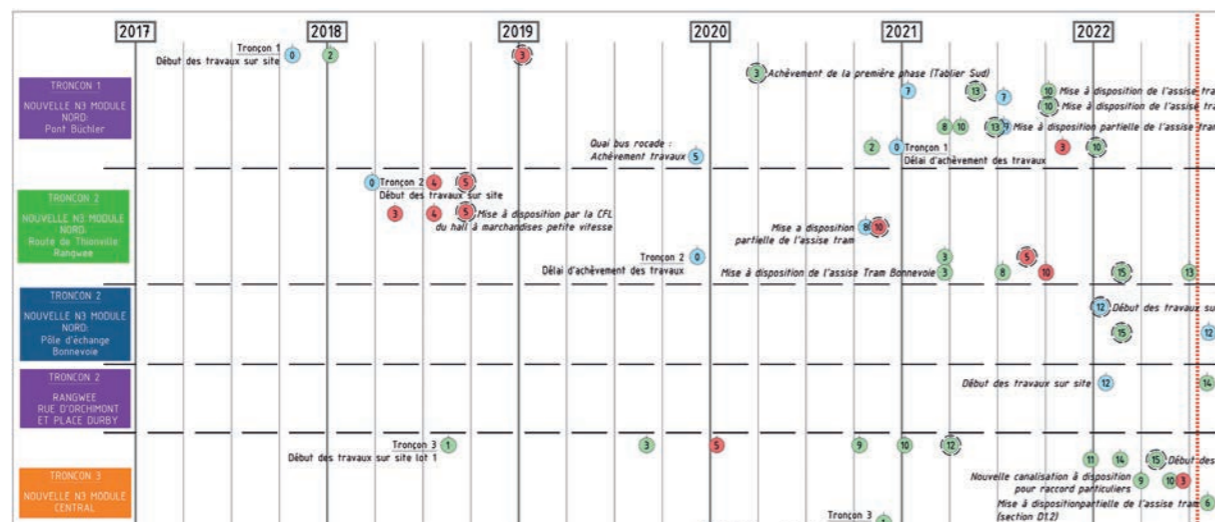
Extraits du rapport d'avancement n°16

Il est constitué en 3 parties :
 -> La présentation des nouveaux éléments intégrés au planning d'ensemble : liste résumée des principaux éléments intégrés au planning de chaque tronçon et mise à jour du planning de synthèse.

-> Le suivi de l'évolution des jalons (« milestone tracking ») : présentation en une page de l'ensemble des jalons définis, de l'évolution des dates planifiées pour chaque jalon. L'objet du document étant de retracer l'évolution des jalons pour que chacun puisse à tout moment « recoller » au master planning même si il n'a pas été impliqué depuis un certain temps.

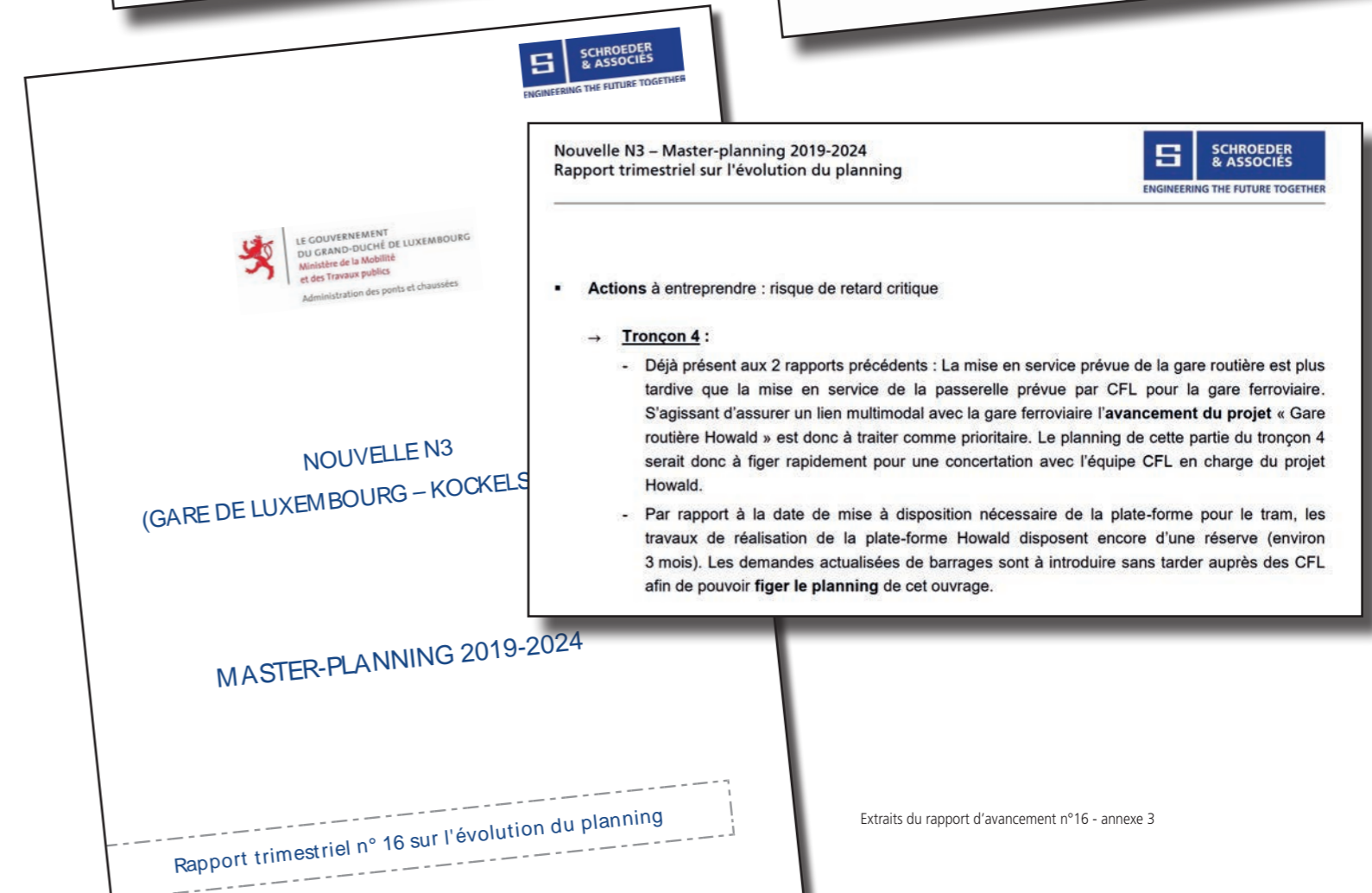
Outil de pilotage pendant la réalisation des projets, le master planning sera aussi la mémoire du déroulement du projet. Sur la plupart des projets le planning a une durée de vie limitée à la réalisation des travaux et il est oublié dès l'achèvement des travaux. Pour la nouvelle N3, les rapports d'avancement garderont la mémoire des évolutions, des points durs, des solutions développées pour que la nouvelle N3 reste un grand projet et non la somme de projets hétéroclites.

- Légende des symboles :**
- Version actuelle
 - Version de base
 - ① Version du 01/12/2016
 - ② Version du 07/03/2017
 - ③ Version du 01/09/2017
 - ④ Version du 15/12/2017
 - ⑤ Version du 15/09/2018
 - ⑥ Version du 03/12/2018
 - ⑦ Version du 15/05/2019
 - ⑧ Version du 01/10/2019
 - ⑨ Version du 15/01/2020
 - ⑩ Version du 30/06/2020
 - ⑪ Version du 15/10/2020
 - ⑫ Version du 15/03/2021
 - ⑬ Version du 15/06/2021
 - ⑭ Version du 01/10/2021
 - ⑮ Version du 01/03/2022
 - ⑯ Version du 15/06/2022
- Légende des couleurs :**
- Version de base
 - Initié par P&Ch
 - Initié par intervenant extérieur



Extraits du rapport d'avancement n°16

-> L'analyse critique des risques de points de blocage : le planning de synthèse et le milestone tracking permettent rapidement d'identifier les retards avec risque de répercussion critique. En concertation avec les chefs de projet et les différentes directions des travaux des actions pour limiter ces répercussions ou pour développer des solutions alternatives étaient alors initiées de façon proactive.



Extraits du rapport d'avancement n°16 - annexe 3

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX_

ASPECT PAYSAGER DU DÉVELOPPEMENT URBAIN SUD-OUEST DE LA VILLE DE LUXEMBOURG_

SILVIA ALVES_ CARLO MERSCH_
PONTES & CHAUSSÉES_ PAYSAGISTE_

Aspect paysager du développement urbain sud-ouest de la Ville de Luxembourg :

Le développement urbain sud-ouest représente une extension de la Ville garantissant des logements, des activités commerciales et de services, des éléments d'une gestion intelligente de la mobilité, des sites alternatifs pour des aménagements importants (par exemple lycée, CGDIS) ainsi que des éléments pour améliorer la qualité de vie



Evolution des arbres dans 10 ans. (à gauche photo prise en 2021 - à droite projection dans 10 ans).

L'intention étant de planter des grands arbres (arbres de 1^{ère} grandeur qui atteindront une hauteur entre 15 à 20 m) qui à terme domineront l'espace rue



Centaurea jacea



dans les quartiers (réseau de distribution urbain étendu, conditions de logement et de détente saines).

Un concept paysager pour un nouveau quartier constitue un atout important pour la création d'infrastructures durables, l'attractivité économique, l'adaptation aux changements climatiques, la santé et le bien-être des citoyens. La clé d'une bonne intégration des arbres aux infrastructures urbaines réside avant tout dans la qualité de la collaboration interdisciplinaires et des échanges caractérisant la gestion du projet.

Pourquoi planter des arbres dans l'espace urbain ?

Les bénéfices de la plantation d'arbres (ici des Erables pseudo-platinoïdes) sur le boulevard Kockelscheuer. En milieu urbain comme c'est le cas ici, les arbres permettent de lutter contre l'effet d'îlots de chaleur. Leur feuillage permet de réfléchir en partie les rayons du soleil. L'ombre qu'ils génèrent apporte de la fraîcheur et contribue à la mise en place d'un micro-climat pour la végétation sous les arbres et limitent le réchauffement des surfaces asphaltées grâce à l'évapotranspiration.

Pieds d'arbres (développement racinaire et biodiversité) :

Les surfaces ouvertes en pieds d'arbres sont importantes pour l'infiltration de l'eau et l'aération du sol. Ces facteurs contribuent entre autres au bon développement des arbres et de leur système racinaire. Les fosses de plantation sont remplies avec un substrat spécial pour arbres. Ce substrat (mélange de terre/pierres) apporte une plus grande porosité au sol.

La diversité de vivaces et graminées :

Des prairies fleuries accompagnent les pieds d'arbres sur tout le projet. Les mélanges de fleurs et graminées sauvages utilisés sont issus de semences certifiées régionales et adaptées au Luxembourg. Parmi ces plantes on retrouve l'achillée millefeuille (Achillea millefolium), le coquelicot argémone (Papaver argemone), la centaurée jacée (Centaurea jacea), le silène commun (Silene vulgaris), la vipérine commune



Schéma arbres fosse



Schéma bénéfices arbres



Papaver argemone



Ginkgo biloba



Achillea millefolium



Silene vulgaris

(Echium vulgare). Les bandes fleuries sont favorables à la biodiversité, constituent un refuge et un garde-mangers pour les insectes et pollinisateurs. Le plus : comme l'arbre, le couvert végétal permet de réduire le réchauffement des surfaces.

Ces bandes sont gérées de manière différenciée avec un fauchage deux fois par an.

La diversité des essences d'arbres :

Le nouveau quartier du Ban de Gasperich compte 857 arbres, plantés depuis 2020. 115 arbres supplémentaires viendront accompagner le tracé du tram d'ici 2024.

Les dix essences d'arbres choisies pour le projet, pour leur esthétique et leur adaptation aux conditions du milieu urbain et de l'espace rue. Parmi ces espèces on retrouve le ginkgo biloba remarquable pour son feuillage jaune doré en automne, le tilleuls (tillia cordata), l'aulne (alnus spaethii) ou encore l'érable (Acer platinoïdes columnare).



Papaver argemone



Lotus corniculatus

ASPECTS TECHNIQUES



Vue aérienne Pont Büchler du 09.11.2021© Schmitt-GlobalView

LE PONT BÜCHLER

RENÉ GOERGEN & CHRISTOPHE SARTI, DR. HEIKO GESELLA,
PONTES & CHAUSSÉES, SCHROEDER & ASSOCIÉS

Nommé d'après l'ancien Ministre Jean-Pierre Büchler (1908-1993), le nouvel ouvrage d'art enjambe les voies ferrées à l'extrémité ouest de la Gare Centrale de Luxembourg pour faire passer le nouveau tronçon de la N3 réaménagée. Celle-ci comporte six voies de circulation routière, deux voies de tramway et deux larges voies destinées à la mobilité douce, de sorte que la largeur de l'ouvrage fait quasiment le double de celle du pont Büchler de 1993.

La nouvelle superstructure fait 42,00 m de largeur et s'étend en continu sur trois travées d'une portée de 29,89 m, 44,52 m et 21,31 m, et ceci en conservant l'emplacement et l'orientation oblique des axes des piles d'origine. L'implantation ainsi que l'orientation oblique sont imposées par le nombre, le gabarit ferroviaire et les tracées de voies de chemin de fer sous l'ouvrage.

Un aspect important pour la conception de l'ouvrage était de garantir la hauteur libre de 6,50 m pour le trafic ferroviaire sous la superstructure, de sorte que le bord inférieur de l'ouvrage devait être relevé d'environ 85 cm par rapport à l'ancien pont, tout en respectant le profil longitudinal et transversal de la nouvelle N3.

À cette fin, une grille de poutres d'une structure mixte acier/béton a été conçue, dont les trois poutres principales sont à différentes hauteurs, correspondant à l'évolution des sollicitations internes, et sont visibles sur le tablier sous forme de voiles métalliques. La hauteur requise pour les poutres principales dans la zone d'appui est de 3,90 m maximum, lesquelles divisent les zones de circulation du tablier. La grille de poutres est complétée par des entretoises d'une section transversale ouverte, placées tous les 3,033 m, et dont les membrures inférieures sont assemblées à fleur avec les membrures inférieures des poutres principales. Les entretoises se prolongent toutes au-delà de la poutre principale extérieure sous forme de porte-à-faux de sorte que les portées sont de 5,40 m, 16,60 m, 16,10 m et 3,90 m. Ces portées permettent d'obtenir des hauteurs très réduites pour les entretoises en acier d'environ 60 cm au niveau des poutres principales extérieures, et d'environ

90 cm au niveau de la poutre principale intérieure. La hauteur variable des poutres est obtenue en plaçant les membrures le long d'une ligne horizontale située en oblique par rapport aux poutres principales, et en faisant en sorte que les membrures supérieures suivent le profil transversal de la voie de circulation. Cette conception permet que la hauteur globale de l'ouvrage, comme pour la géométrie des poutres principales, suive les sollicitations et permet ainsi de garantir une hauteur libre suffisante pour le passage des voies ferrées sous le pont. La grille de poutres présente une caractéristique : malgré l'aspect très oblique de l'alignement des axes des appuis, les entretoises sont toutes, sans exception, raccordées de façon perpendiculaire aux poutres principales. Aucune entretoise n'est située sur les axes d'appui, en revanche, deux entretoises d'extrémité sont renforcées sur les axes des culées.

La dalle du tablier en béton armé a une épaisseur de 30 cm et a été exécutée après le montage complet de la structure métallique de l'ouvrage. La liaison de la dalle béton avec la structure métallique se fait par des goujons d'ancrage. Le coffrage du tablier est réalisé avec des dalles en béton préfabriquées reposant sur les entretoises métalliques et servant de coffrage perdu.

Sous le tablier a été utilisé uniquement de l'acier autopatinable des nuances S355 J2W+N et K2W+N sans autre protection anticorrosion, de sorte que pendant toute la durée de vie de l'ouvrage, aucune opération de renouvellement de la protection anticorrosion nécessitant une coupure du trafic ferroviaire ne sera nécessaire. Au-dessus du tablier a été utilisé de l'acier standard des nuances S355 J2+N et K2+N. Pour garantir la ténacité, a été utilisé de l'acier de construction à grain fin S355 ML pour les membrures supérieures des voiles d'acier ayant une épaisseur de 80 mm. Toutes les surfaces métalliques visibles sur le tablier ont été dotées d'une protection contre la corrosion à base de polymère fluoré.

Les raccords entre les divers éléments métalliques de la superstructure ont été sélectionnés en fonction des différentes possibilités de montage. Pour le transport et

le montage des poutres principales, des segments préfabriqués en usine ont été assemblés par soudure sur le site de construction. Les entretoises préfabriquées en usine ont été raccordées aux poutres principales par des raccords à vis. Lors de la réalisation des détails du raccordement, une attention particulière a été portée à la résistance à la fatigue, de sorte que ni le tramway ni la circulation routière n'ont d'influence sur la durée de vie de l'ouvrage (aucun dommage).

La contreflèche des poutres de la structure en acier a été déterminée en tenant compte du déroulement spécifique des phases des travaux. Les poutres principales ont été surélevées dans le sens longitudinal et les entretoises également dans le sens transversal du pont. Dans sa forme définitive, la structure métallique a vu son poids propre augmenter à cause du poids de la dalle du tablier et de l'équipement des voies de circulation, ce qui a été accompagné d'une rotation des poutres principales autour de leur axe longitudinal.

Les infrastructures (piles et culées) ont été dimensionnées de façon à résister à un impact ferroviaire en cas d'accident, et reposent sur des fondations profondes dans la marne ou le grès. Les culées s'appuient sur des pieux forés d'un diamètre de Ø 0,90 m, et leur longueur cumulée est de 1.200 m. Les deux piles reposent sur des micropieux d'une longueur cumulée de 4.500 m et dotés d'une armature à une barre.

L'organisation et le déroulement des travaux ont été coordonnés avec la société nationale des chemins de fer CFL, et ceci 24 mois avant le démarrage du chantier. Cette coordination préalable était nécessaire pour permettre à l'Administration des chemins de fer de coordonner les coupures des voies ferroviaires avec les

réseaux ferroviaires desservant la Gare de Luxembourg (SNCF, SNCB, DB et CFL), le chantier étant réalisé en maintenant la circulation routière sur la N3 ainsi que sur les 12 voies de circulation ferroviaire. Les travaux au-dessus et près des voies ferroviaires ont nécessité 60 coupures du trafic ferroviaire, et ceci principalement lors de week-ends, en remplaçant les liaisons en train par le bus. À noter qu'aucune des 12 voies ferroviaires n'a vu son tracé modifié, ni en plan, ni en altitude.

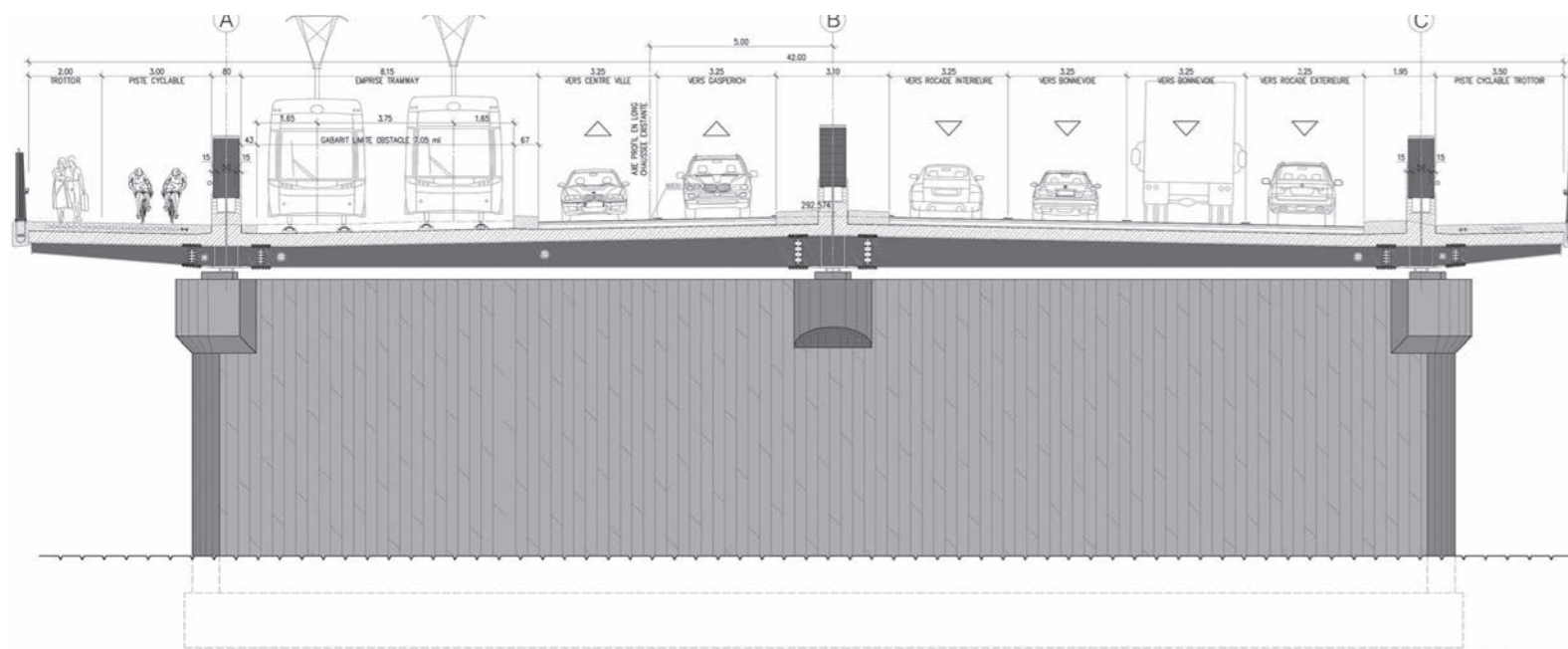
Le phasage a déterminé deux phases principales. Dans la première phase, la circulation routière a été entièrement autorisée sur l'ancien ouvrage pendant que la moitié sud du nouveau pont était érigée en parallèle à son emplacement prévu. Afin de créer l'espace nécessaire, l'ouvrage existant a dû être partiellement démantelé en retirant l'une des quatre poutres principales et la partie correspondante des infrastructures (piles, culées). La construction du nouvel ouvrage a commencé par les infrastructures et leurs fondations. L'accès près des voies de chemin de fer en service était uniquement possible avec des engins de forage à gabarit réduit pour réaliser les fondations profondes pour les piles en micropieux.

Le montage de la structure en acier sur les nouvelles infrastructures de support a été réalisé pendant des week-ends consécutifs avec des grues mobiles. Après montage des poutres principales sud et centrale (axes B et C), celles-ci ont été directement raccordées aux entretoises correspondantes. Une fois le montage de la structure métallique de la première phase terminée, celle-ci a été abaissée sur les appuis définitifs montés sur les infrastructures.

Le coffrage perdu du tablier a été réalisé sous forme de

Pont Büchler en service
© Christof Weber





Coupe-type sur appuis du Pont Büchler
© Schroeder & Associés

dalles préfabriquées en béton armé. Ces dalles préfabriquées reposent sur la structure métallique sans autres supports provisoires. Des échafaudages de protection latérale et de travail ont été installés au niveau des bordures de la superstructure pour garantir une aire de travail sécurisée. Les travaux de construction du tablier en béton armé ainsi que les travaux d'équipement du pont ont ainsi pu être terminés en toute sécurité, sans nécessiter d'autre limitation du trafic ferroviaire.

La deuxième phase a commencé après l'achèvement de la partie sud du pont, en détournant le trafic routier vers le nouveau pont.

La construction de la partie nord du pont a suivi les mêmes étapes que celles de la première phase, c'est-à-dire que seule la poutre principale nord (A) a été montée et raccordée avec des entretoises à la poutre principale centrale (B).

Conçue en tenant compte des multiples contraintes du site, la structure portante se présente à l'utilisateur situé sur le pont sous la forme de voiles en acier faisant partie de la structure porteuse principale. La structure portante du pont est ainsi clairement visible et le caractère oblique des infrastructures (piles et culées) est perçu

comme cohérent et uniforme. De cette façon, l'important ouvrage d'une superficie de 4.400 m² s'intègre de façon harmonieuse dans un paysage caractérisé par les voies ferrées.

Les voiles en acier augmentent également la sécurité des utilisateurs du pont, car elles longent le tracé des voies routières sur le pont au point haut, juste après la zone de courbure et de croisement. Cet effet sécuritaire vaut également pour la mobilité douce, puisque la poutre principale sert de séparation des voies de circulation et de la voie du tramway, et sépare ainsi physiquement les zones de circulation. Entièrement vitrée, la protection des lignes de courant électrique aériennes située en bordure du pont augmente la visibilité des voies de circulation pour la mobilité douce.

La réussite de la conception globale malgré des contraintes exigeantes a permis de réaliser un ouvrage robuste, durable et élégant, nécessitant peu d'entretien.

Techniquement, le Pont Büchler est un élément clé de la modernisation des infrastructures routières de la « Nouvelle N3 » et notamment de l'entrée en gare de Luxembourg. L'ouvrage d'art répond à l'exigence de contribuer à la culture architecturale et d'améliorer le bien-être du quartier de la gare.



Assemblage de la charpente du Pont Büchler parallèlement à l'ancien pont
© Schroeder & Associés

Vue aérienne Pont Büchler du 09.11.2021
© Schmitt-GlobalView



Visualisation Pont Büchler
© MMTP



Passage de la mobilité durable, Pont Büchler en service
© Christof Weber



ASPECTS TECHNIQUES_

DÉROULEMENT DU CHANTIER PONT BÜCHLER_

ANNICK BECKER_
PONTES & CHAUSSÉES_

Le réaménagement du Pont Büchler, de ses accès et de la tranchée couverte de la rocade de Bonnevoie était essentiel pour garantir la circulation du tram entre la gare de Luxembourg et Bonnevoie. Il a été nécessaire de démolir et de reconstruire complètement les deux ouvrages d'art. Les travaux de ce lot ont débuté en janvier 2019 et se sont achevés en novembre 2021.

Afin de maintenir la circulation routière et piétonnière, les travaux ont été réalisés en deux phases.

Dans un premier temps, de fin février 2019 à fin juillet 2020, la circulation a été déviée sur la partie nord du pont pour démonter et reconstruire la partie sud. Du côté sud, le pont a été élargi de 13 mètres par rapport au pont existant.

Le nouveau Pont Büchler a été réalisé selon une structure mixte, en combinant trois poutres principales à un tablier en béton. La charpente métallique visible d'en haut est composée d'une surpoutre grise de hauteur variable. La structure métallique en-dessous du tablier est réalisée en acier auto-patinable, ce qui évitera des interventions pour l'entretien de la peinture au niveau des voies des CFL.

Pour des raisons de sécurité, plusieurs phases du chantier ont nécessité le barrage de la circulation ferroviaire, en particulier pour la démolition de l'ancien pont et la pose de la charpente métallique et des prédalles du nouveau pont. En effet, le Pont Büchler enjambe toutes les lignes ferroviaires du pays, à l'exception de la ligne allant vers le Nord. Un planning détaillé des barrages a été établi en collaboration avec les CFL plusieurs années avant le début du chantier et a défini la planification du chantier.

Cependant, la première phase des travaux a coïncidé avec la pandémie de Covid. L'arrêt du chantier en mars/avril 2020 pendant le confinement a perturbé tous les barrages ferroviaires prévus ultérieurement. Après la reprise du chantier fin avril, en étroite collaboration et grâce à de grands efforts de la part des CFL, de nouvelles dates de barrages ont été rapidement fixées pour

ne pas retarder la mise en service du nouveau pont et la prolongation de la ligne de tramway.

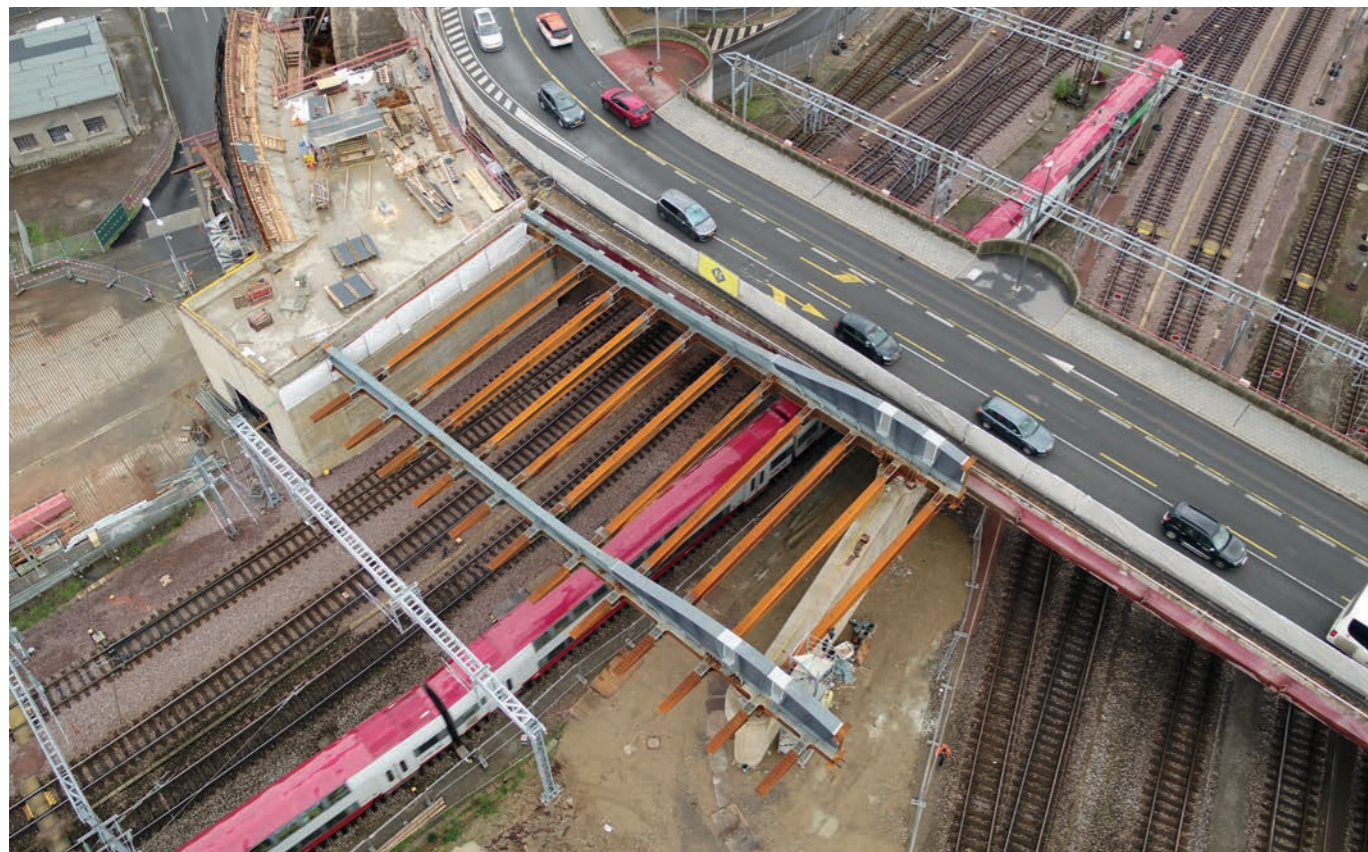
En juillet 2020, le trafic routier a pu être dévié sur la partie sud qui avait déjà été élargie. Le chantier est alors passé à sa deuxième phase, qui consistait à déposer et reconstruire le tablier nord. En avril et mai 2021, la charpente du tablier nord a été installée. En mars 2021 déjà, une première partie de la rampe d'accès vers le Pont Büchler du côté de la Gare Centrale a pu être libérée pour Luxtram. À partir de septembre 2021 le tablier a pu être livré à Luxtram pour la pose des rails. Les travaux d'aménagement sur le Pont Büchler ont été achevés en novembre 2021. La phase de tests et d'essais du tramway a commencé en juillet 2022, et depuis le 11 septembre 2022, le tram circule sur le nouveau Pont Büchler pour desservir les deux nouvelles stations « Dernier Sol » et « Lycée Bonnevoie ».

En trois ans, 1.050 t d'armatures, 1.025 t de structure métallique, 11.260 m³ de béton, 4.500 m de micropieux et 3.600 m de pieux ont été mis en œuvre pour reconstruire le Pont Büchler, dont la longueur est de 100 m et la largeur de 42 m. Le nouveau pont permet le passage de deux voies de tram, et comprend une piste cyclable et un trottoir, une piste mixte piétons/vélos ainsi que six voies de circulation routière.



Pont Büchler en chantier
© itchiban





Montage phase 1 de la charpente du pont
© itchiban



Montage phase 1 de la charpente du pont
© Luxsense



Finitions de la phase 2 du pont en cours
© itchiban

ASPECTS TECHNIQUES_

LE BAN DE GASPERICH OA900_

ANNICK BECKER_ DR. HEIKO GESELLA_
PONTES & CHAUSSÉES_ SCHROEDER & ASSOCIÉS_

L'ouvrage d'art OA900 a été conçu et exécuté dans le cadre du projet d'aménagement urbain du quartier « Ban de Gasperich ».

L'ouvrage surélève le boulevard de Kockelscheuer et enjambe l'autoroute A6/A1 au niveau du raccord avec l'échangeur de Gasperich. Pour ce faire, le tablier de l'ouvrage fait 27,30 m de large et comprend 2 voies de circulation routière par sens de déplacement, un couloir central pour 2 voies de tramway, un vaste espace pour piétons et cyclistes, ainsi qu'une voie de service.

D'un rayon de $R = 449,75$ m, le tracé courbe de l'ouvrage passe au-dessus de l'autoroute et suit par la suite une clothoïde en ligne droite du côté du château d'eau. Le profil longitudinal de l'ouvrage est caractérisé par des pentes de 6,0 % et 6,5 % liées par un rayon de 1.000,00 m.

L'ouvrage d'art est une structure mixte acier/béton avec un système porteur en poutre continue s'étendant sur quatre travées d'une longueur de 31,00 m, 38,00 m, 36,20 m et 29,20 m. La longueur totale de la superstructure est de 134,40 m. Deux des cinq piles d'appui sont en oblique par rapport à l'axe du tablier, de façon à suivre l'orientation du terre-plein central de l'autoroute et à éviter une conduite d'approvisionnement en eau de la SEBES.

L'ouvrage d'art se caractérise par la grande largeur de la superstructure (tablier), une hauteur de passage réduite sur l'autoroute et la nécessité de réaliser le montage pendant que l'autoroute est en service.

La superstructure est donc conçue pour être légère et consiste en une grille de poutres en acier mixte et des dalles préfabriquées en béton, dont la liaison est assurée par des goujons. Les quatre poutres principales ont une section transversale et symétrique simple. Elles font 1,34 m de haut et sont implantées avec un entraxe de 6,10 m. Elles sont reliées par 33 entretoises (0,65 m de hauteur) disposées de façon radiale tous les 4,20 m, chacune dépassant de 4,50 m au-delà de chaque poutre principale située en bordure. La grille de poutres ne comporte pas d'entretoises le long des axes de

support en partie obliques, seules les deux entretoises d'extrémité ont été conçues avec des sections transversales rigides en tenant compte de la hauteur totale des poutres principales. La construction en poutrelles ainsi constituée est en nuances d'acier S355 J2+N, K2+N et ML selon les exigences de ductilité.

Le choix précis des écarts entre les poutres principales et les entretoises de la grille de poutres s'est basé sur la construction du tablier avec une descente de charge dans deux sens et l'utilisation d'éléments en béton préfabriqué comme coffrage perdu. Outre les avantages que cela offrait pour le déroulement des travaux, puisque cela nécessite moins d'interruptions du trafic, la construction de la grille de poutres, malgré la grande largeur de la superstructure, permet d'obtenir une dalle en béton armé d'une hauteur de seulement 30 cm. La superstructure est donc très légère et très élancée avec une armature passive de seulement 167 kg d'acier par mètre carré de surface du tablier. En conséquence, et conformément à la volonté d'aboutir à une construction robuste et durable, les détails d'exécution sont planifiés avec un soin tout particulier. Lors de la réalisation des soudures, une attention particulière a été portée à la résistance à la fatigue, de sorte que ni le tramway ni la circulation routière n'ont d'influence sur la durée de vie de l'ouvrage.

Les culées droites ont été équipées avec des murs de retour sur fondations superficielles. Les appuis intermédiaires sont constitués de quatre piles séparées placées en ligne, et reposent sur une fondation commune superficielle. Les caractéristiques de la géométrie des piles sont une section transversale rectangulaire, une largeur constante de 3,00 m et une épaisseur de paroi variable, allant de 0,40 m à la base de la pile, à 1,00 m à la tête de la pile. Les piles dans le terre-plein central de l'autoroute sont dotées d'un socle anticollision pour le trafic routier.

Les modalités de construction de l'ouvrage ont été décrites dans l'appel d'offres afin de garantir une exécution avec maintien de la circulation routière. L'appui in-



Vue aérienne OA900 du 07.02.2020
© Schmitt-GlobalView

termédiaire dans le terre-plein central de l'autoroute a été construit en déviant les voies de l'autoroute dans les deux sens de circulation. Pour le montage de la grille de poutres, quatre segments ont été soudés ensemble sur un site de pré-assemblage installé au sud de l'autoroute, puis mis en place au cours de trois interruptions du trafic autoroutier de l'A6/A1 pendant des week-ends, de manière à ce que le reste des travaux d'assemblage de la structure en acier puisse avoir lieu en maintenant la circulation routière. Le coffrage perdu du tablier a été réalisé sous forme de dalles préfabriquées en béton

armé. Des échafaudages de protection latérale et de travail ont été installés au niveau des bordures de la superstructure pour garantir une aire de travail sécurisée. Les travaux de construction du tablier en béton armé ainsi que les travaux d'équipement du pont ont ainsi pu être terminés en toute sécurité, sans nécessiter d'autre limitation de la circulation autoroutière. Le démontage des deux échafaudages de protection et de travail a été effectué en fermant partiellement le trafic autoroutier lors de week-ends.

Vue OA900 Travée centrale A6 / Echangeur A3
© Christof Weber





Tablier du pont en construction
© Félix Giorgetti – Simon Schmitt GlobalView

Le nouveau pont au-dessus de l'autoroute est principalement visible par les usagers empruntant l'autoroute A6/A1. De cet ouvrage élancé apparaît ainsi uniquement la corniche claire et continue, et sa finesse est mise en avant visuellement par le contraste entre la couleur foncée de la structure porteuse et la corniche claire. Les appuis intermédiaires avec les quatre piles séparées ont une visibilité agréable et sécurisante et ceci dans tous les sens de circulation.

Comme cet ouvrage d'une superficie de tablier de 3.770 m² passe au-dessus d'un réseau autoroutier faisant partie du réseau européen Trans European Road Network (TERN), la durabilité et l'entretien facile de l'ouvrage faisaient partie des priorités lors la conception et de l'exécution de l'ouvrage. La durabilité de l'ouvrage est garantie quant aux aspects liés à la sécurité de la structure porteuse, à la résistance à la fatigue et à la solidité de la structure portante. Pour la conception de la superstructure, a été prise en compte une exposition défavorable au brouillard salin à moins de 6,50 m au-dessus de l'autoroute. Cela a influencé en premier lieu le choix du système de protection anti-corrosion de la structure métallique et en deuxième lieu la disposition ainsi que la géométrie des poutres principales et des entretoises. Cette conception ingénieuse a ainsi permis l'installation d'un échafaudage de protection et de travail sous le tablier sans nécessiter de supports secondaires dans l'emprise de l'autoroute, et donc sans affecter les voies de circulation de l'autoroute (rétrécissement des voies de circulation). Il faudra par exemple installer un échafaudage de travail sous le tablier pour le renouvellement futur du système de protection anti-corrosion de la structure métallique.

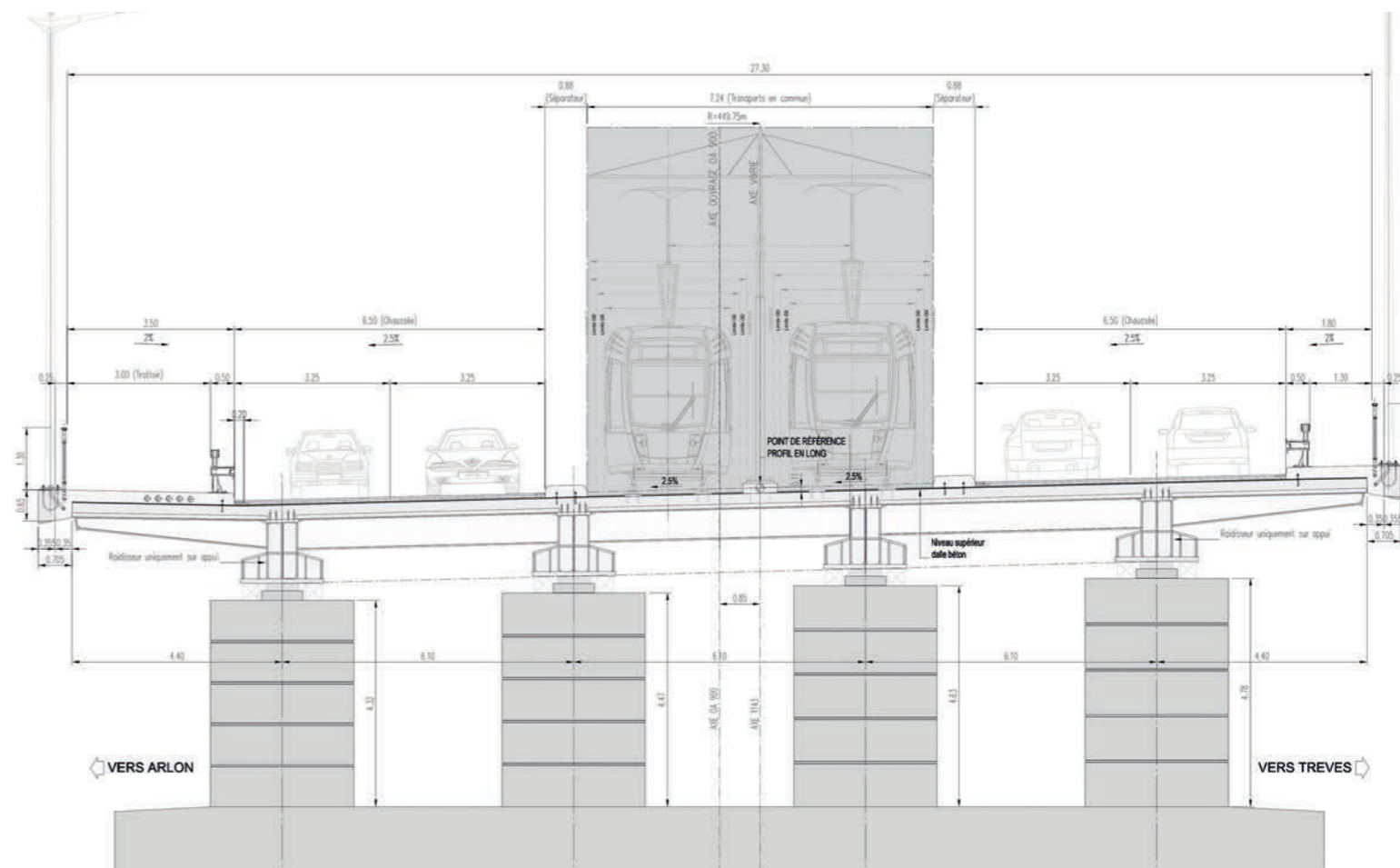
Conformément aux exigences de la DTN de l'Administration des ponts et chaussées, la conception et l'exécution de l'ouvrage d'art OA900 respectent les critères de sécurité et de durabilité et sont ainsi conformes aux exigences de l'Agenda 2030 des Nations Unies. Ces critères clairvoyants ont influencé la conception, la disposition ainsi que le choix des matériaux pour la phase de construction, ainsi que l'exploitation et l'entretien de l'ouvrage d'art tout au long de sa durée de vie.



Vue sur pile intermédiaire avec charpente métallique montée
© Schroeder & Associés



Finitions du pont en cours
© Félix Giorgetti – Simon Schmitt GlobalView



Coupe-type sur appuis intermédiaire du Pont OA900
© Schroeder & Associés

ASPECTS TECHNIQUES_

RÉAMÉNAGEMENT DE LA RUE DES SCILLAS_ DÉVIATION DE LA DROSBACH_

ROBERT BIEL_ CHEF DE LA DIVISION DES TRAVAUX NEUFS DE L'ADMINISTRATION DES PONTS & CHAUSSÉES _

D'Drosbech

Le Drosbach (Drosbech en luxembourgeois) est un ruisseau qui prend sa source près de Leudelange. Il s'écoule ensuite en direction des quartiers de Gasperich et Cloche d'Or. Il traverse le nouveau parc du Ban de Gasperich, dont les berges ont été aménagées dans le cadre de la création du nouveau quartier du Ban de Gasperich.

Il croise le rond-point Gluck et le tunnel Albert Bousser de la Pénetrante Sud (B3), ainsi que les voies ferrées. Il disparaît sous terre au niveau du quartier Howald puis ressort à l'air libre derrière le site du club de tennis Howald. Il s'écoule ensuite en direction Hesperange où il se jette dans l'Alzette.

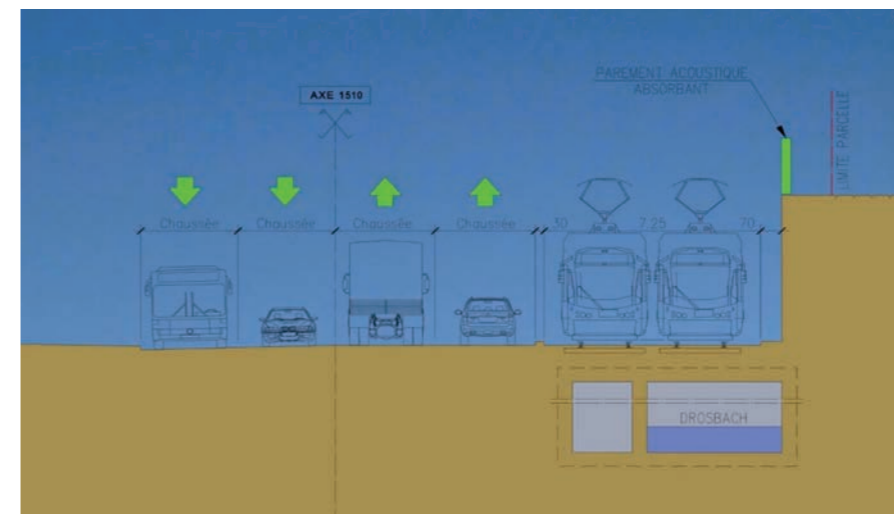
Dérivation du Drosbach à la rue des Scillas/ Rangwee

En raison de l'élargissement de la voirie afin de notamment permettre la mise en place des infrastructures nécessaires au tramway, le profil du Drosbach devait se situer sous la voirie projetée du Rangwee. Or, le recouvrement entre le niveau projeté de la voirie et le profil existant du Drosbach au niveau du Rangwee aurait été insuffisant. Il a donc été nécessaire de prévoir la mise en œuvre d'un nouveau profil pour le cours d'eau Drosbach à un niveau plus profond au Rangwee. Ce profil a été prolongé sous l'assise du tramway jusqu'à l'exutoire situé près des terrains de tennis existants. Le nouveau profil hydraulique du Drosbach a été défini en étroite concertation avec l'Administration de la gestion de l'eau, et a une section d'écoulement plus élevée qu'avant (min. 4,50 m de largeur et (1,40 à 2,00) m de hauteur contre 3 m de largeur et (1,40 à 1,70) m de hauteur à l'heure actuelle, ce qui augmente nettement le gabarit hydraulique du ruisseau. Par ailleurs, le fond du lit du cours d'eau a été aménagé de façon écologique afin d'améliorer l'habitat de la faune aquatique.

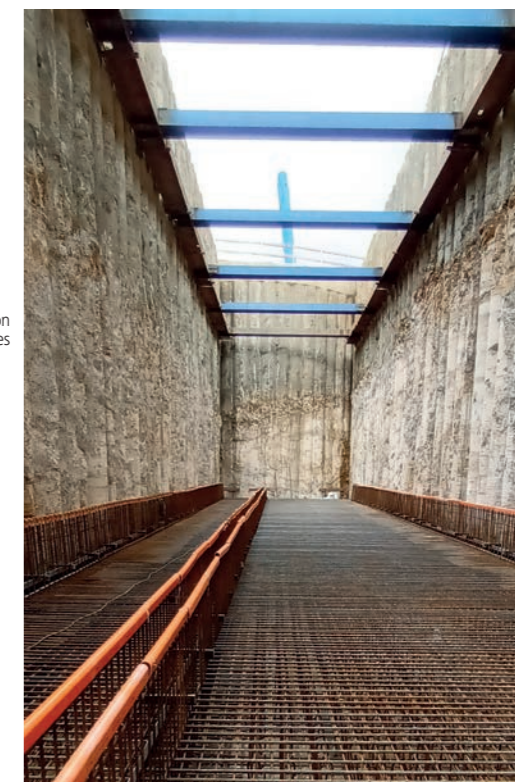
La nouvelle section rectangulaire, d'une largeur de 8,00 m et d'une hauteur maximale de 5,00 m est subdivisée en deux parties, permettant ainsi de reprendre d'un côté le Drosbach, et de l'autre côté une nouvelle canalisation d'eaux usées de raccordement à la station d'épuration



Ouvrage hydraulique (OH) Drosbach en construction
© Ponts & Chaussées



Coupe rue des Scillas avec OH Drosbach
© Ponts & Chaussées



OH Drosbach en construction
© Ponts & Chaussées

de Hesperange. Par ailleurs, l'ouvrage a été conçu de façon à pouvoir servir d'assise pour la plateforme du tramway.

L'écoulement gravitaire du Drosbach ainsi que la topographie du site ont nécessité d'effectuer des fouilles très profondes à plus de 5,00 m de profondeur le long des infrastructures en service, et ceci très proche de la limite des propriétés privées.

Ces contraintes ont nécessité l'exécution de fouilles blindées lourdes en pieux forés. L'ouvrage de dérivation a été exécuté en béton coulé sur place et remblayé par la suite. Le blindage des fouilles sert comme mur de soutènement définitif longeant l'arrière des propriétés privées de la rue Auguste Scholer.

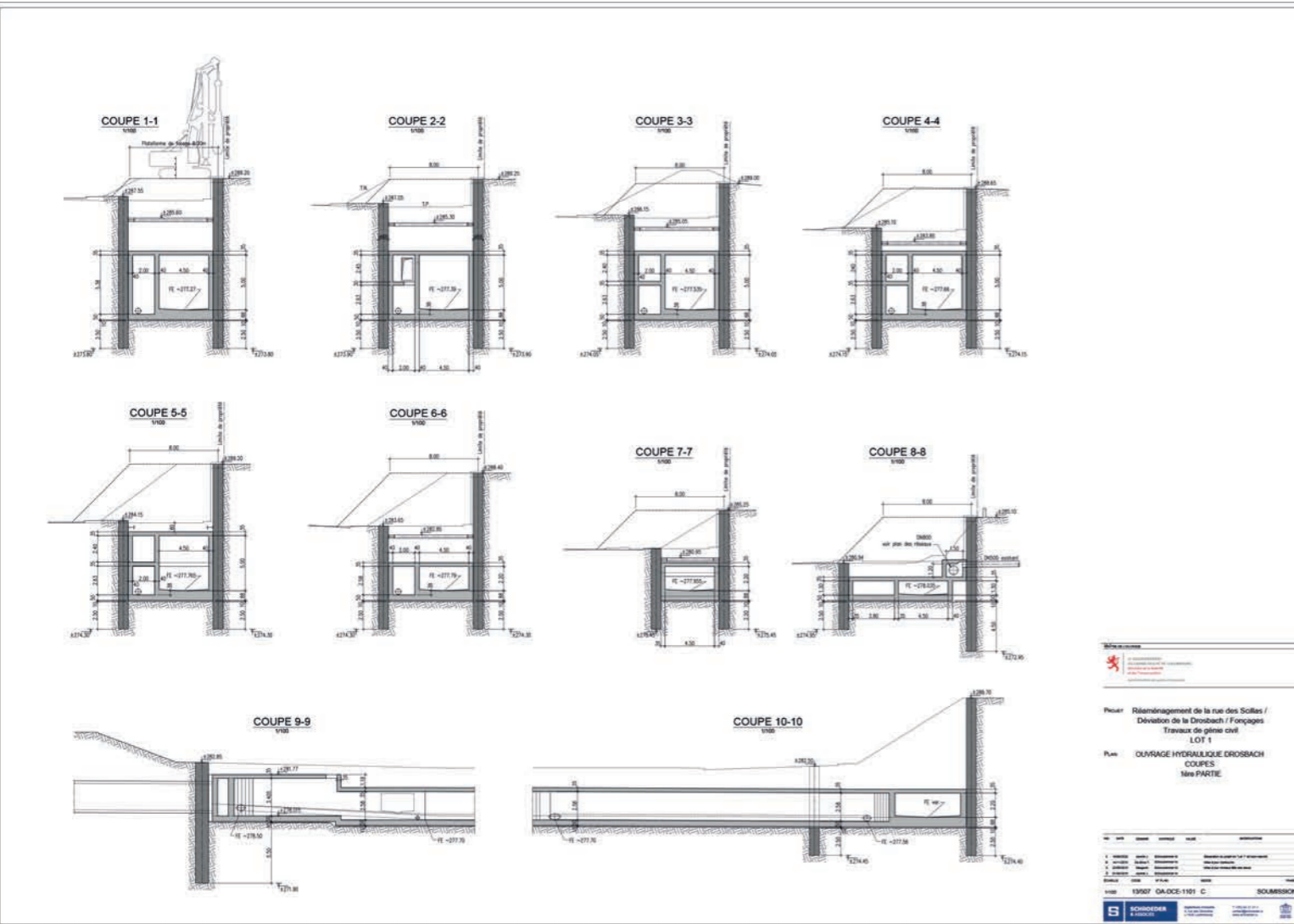
Gestion du chantier

Les deux impératifs majeurs lors de l'exécution du nouvel ouvrage lié à la dérivation du Drosbach étaient d'une part, le maintien en service des infrastructures de transport routier permettant l'accès aux commerces de la rue des Scillas, et d'autre part l'écoulement du Drosbach.

Ces contraintes ont entraîné un phasage onéreux et complexe nécessitant une bonne coordination entre tous les acteurs impliqués.

De plus, l'emprise très limitée du chantier nécessita également la mise en place de diverses mesures provisoires afin de pouvoir réaliser les travaux en garantissant la sécurité des ouvriers du chantier et des usagers des infrastructures de transport routier.





Ouvrage hydraulique Drosbach
© Schroeder & Associés



Etonçonnage du blindage des fouilles
© Ponts & Chaussées

ASPECTS TECHNIQUES_

TUNNEL RANGWEE II_

RENE GOERGEN & CHRISTOPHE SARTI_ GUILLAUME DUBOIS_ PONTES & CHAUSSÉES_ SCHROEDER & ASSOCIÉS_

Le nouveau passage souterrain du Rangwee (« Rangwee II ») permettra d'améliorer la capacité de gestion du volume de trafic du carrefour entre le Ban de Gasperich et la nouvelle N3. La difficulté de ce projet était la réalisation d'une voie de liaison routière dans une emprise réduite, laquelle est en effet coincée entre d'un côté la pénétrante Sud (« rocade de Bonnevoie »), et de l'autre côté

la rue des Scillas menant à Howald.

Historiquement, la liaison routière entre Gasperich et Howald existe depuis longtemps.

C'est avec la réalisation du chemin de fer à la fin du XIX^e siècle que le premier passage Rangwee est devenu nécessaire sous les nouvelles voies ferrées.



Extrait d'une ancienne carte topographique de 1907
© Geoportail.lu



Extrait d'une carte Ferraris de 1778
© Geoportail.lu

Il y a lieu de faire remarquer que le ruisseau de la Drosbach avait alors aussi eu droit à son passage sous les voies ferrées.

Au fur et à mesure du développement du chemin de fer, ce passage du Rangwee a été rallongé et a été en service jusqu'à la fin des années 1990.

L'augmentation du trafic routier a conduit à devoir réaliser une voie de liaison plus large du Rangwee à la fin des années 1990. Au vu du peu d'espace restant, c'est vers le Sud que le nouveau passage a dû être construit.

Du fait de l'espace disponible très restreint et du trafic routier important, il ne fait pas de doute que les ingénieurs de l'époque ont dû se creuser la tête pour réussir à planifier l'ouvrage.

C'est dans ce contexte de contraintes que la planification du Rangwee II a dû être menée à bien. Dans un premier temps, c'est la planification géométrique qui a été réalisée. Ceci a nécessité multiples réflexions et concertations pour planifier un ouvrage d'art s'intégrant au mieux avec les infrastructures existantes.

Finalement, un gabarit de passage d'une hauteur libre de 4,80 m à l'intérieur du Rangwee a pu être garanti, et l'unique endroit permettant de réaliser ce nouveau passage a été l'emplacement de l'ancien Rangwee (le tracé initial).



Photo du Rangwee (et du passage de la Drosbach) dans les années 1970
© Famille Feidt



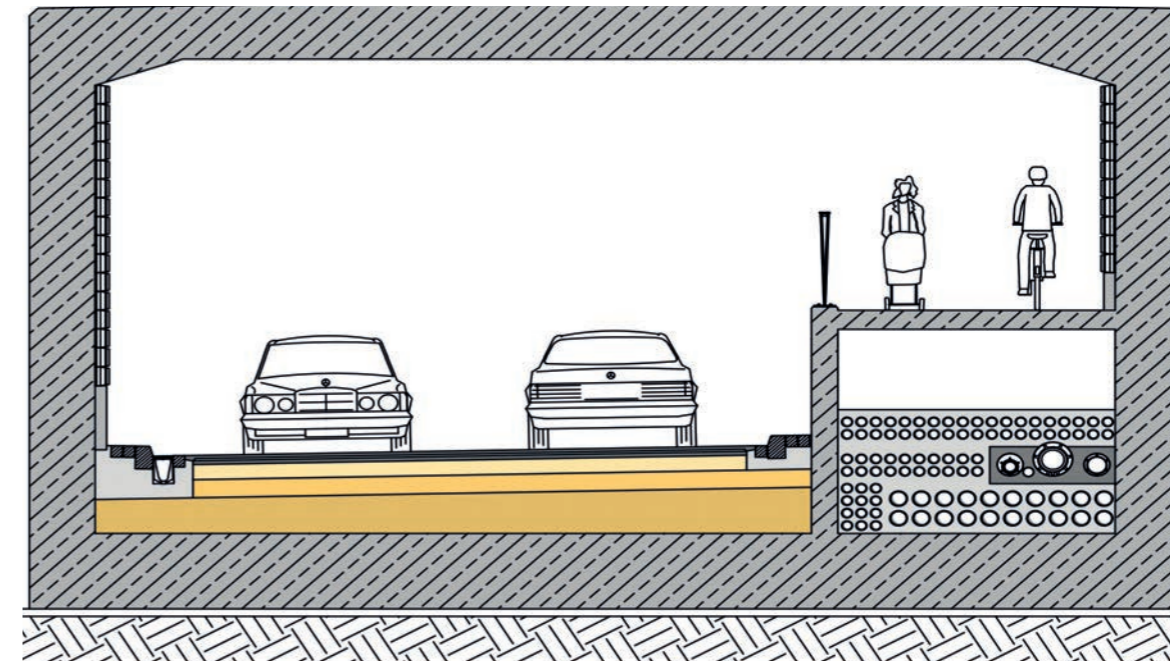
Plan des situation des tunnels Rangwee
© Schroeder & Associés

Concernant la structure portante de l'ouvrage, les réflexions se sont très vite orientées sur un ouvrage en béton armé de type cadre fermé. Le résultat est un ouvrage robuste de conception très simple : le gabarit à enjamber est enveloppé par une structure monolithique en béton armé. L'ouvrage est complété par des murs de tête, soit en aile, soit en retour, assurant le soutènement des remblais adjacents. On obtient ainsi un ouvrage qui donne une impression fonctionnelle et peu exigeant vis-à-vis des conditions variables du sol d'appui.

Après la définition géométrique et la conception structurelle, il a fallu aborder la problématique de la réalisation de l'ouvrage en soi. Différentes solutions de mise en œuvre ont été envisagées, et celle de réaliser un ouvrage de 60 m de long et 13 m de large sous 11 voies ferrées comportant de nombreux aiguillages ferroviaires et installations caténares relevait du défi. Rapidement, il a été évident qu'une solution de terrassement à ciel ouvert était la seule raisonnablement envisageable. En concertation avec les CFL, un barrage prolongé de deux semaines pendant les vacances de Pâques a pu être retenu.



Rangwee II en chantier
© Schroeder & Associés



Coupe type du tunnel Rangwee II
© Schroeder & Associés

La solution développée pour la réalisation a consisté à préfabriquer l'ouvrage cadre en deux éléments du côté de Gasperich (rond-point Glück) et à le mettre en place par ripage lors du barrage prolongé des voies. Pour pallier le manque de place du côté Gasperich, deux morceaux de cadre ont été préfabriqués côte à côte ; chacun faisant 30 m de long et pesant 2.500 tonnes.



Cadres préfabriqués dans l'aire de préfabrication



Premier cadre en cours de ripage

La dépose des voies et le terrassement pour la mise en place des cadres a duré 5 jours (travaux 24h/24h). Les deux morceaux ont ensuite été reliés en appliquant une précontrainte longitudinale afin de les « presser » l'un contre l'autre. Le joint de raccord a été traité en positionnant une membrane soudée sur la partie supérieure de la dalle et sur les voiles du côté intérieur.



Terrassement dans l'emprise des voies déposées



Joint de raccord entre les deux morceaux du cadre



Puis le premier morceau de cadre a été ripé en place sur 65 m.

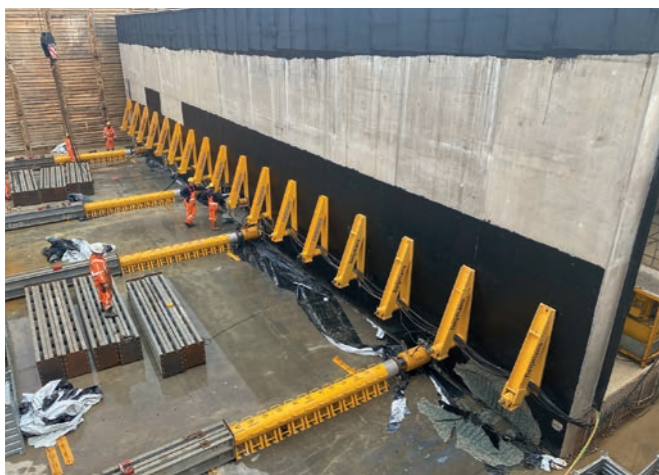


Vue du premier morceau de cadre à l'endroit où il doit être placé



120 ans après le premier passage, et après 2 semaines de travaux intenses et riches en « surprises », le nouveau Rangwee (Rangwee II) était en place le 18 avril 2021, les voies ferrées de nouveau posées et la circulation ferroviaire rétablie.

Le second morceau de cadre a été ensuite déplacé latéralement pour être aligné, puis ripé sur 35 m.

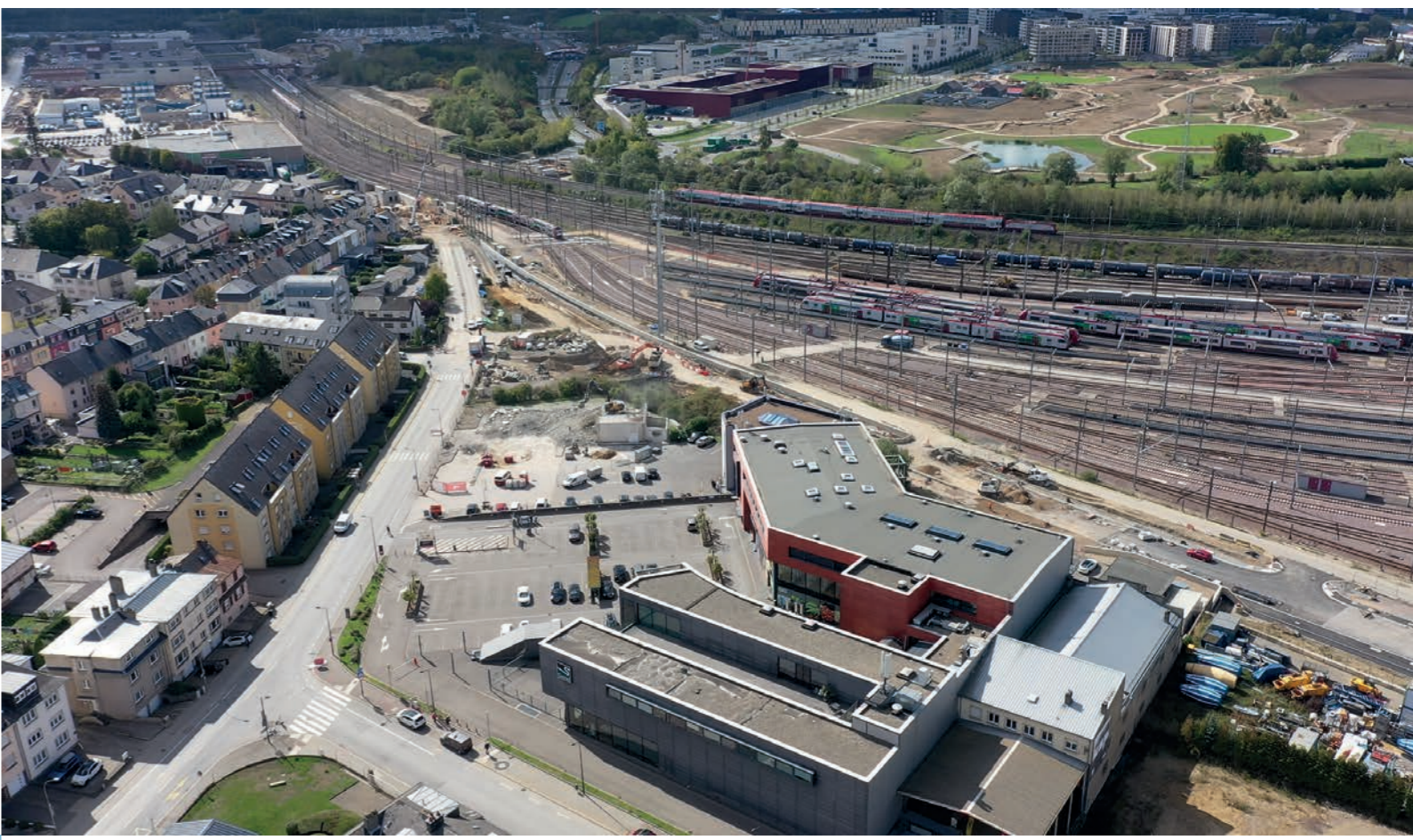


Ripage latéral dans la fosse de préfabrication





Chantier Gare routière Howald, Midfield
© itchiban



Vue aérienne sur Rangwee en chantier
© itchiban

ASPECTS TECHNIQUES_

PÔLE D'ÉCHANGE HOWALD_

MARC THEISEN_ ALINA GRITCENKO_
PONTES & CHAUSSÉES_ SCHROEDER & ASSOCIÉS_

Les ouvrages constituant le Pôle d'échange multimodal Howald comprennent la plateforme d'échange Howald, le mur de soutènement retenant la nouvelle gare routière et situé le long des voies ferrées, ainsi que la rampe raccordant la plateforme à la rue de Scillas.

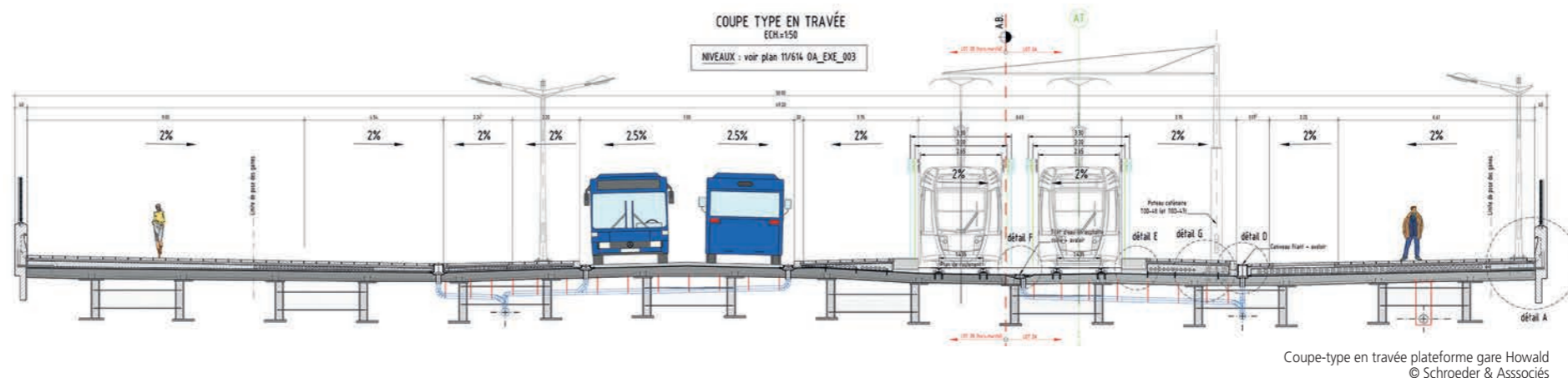
L'objectif de l'ouvrage est le franchissement des lignes ferroviaires par le tramway, le bus et les moyens de mobilité douce et un accès direct depuis l'ouvrage vers les deux quais des CFL. Concernant la création de la plateforme d'échange, l'ouvrage comprend des voies de bus, un arrêt de tramway et de larges zones piétonnes et cyclables, amenant la largeur totale de la plateforme à 50,0 m.

La planification de l'ouvrage doit respecter l'implantation des lignes de chemin de fer, le gabarit ferroviaire de 6,5 m, ainsi que prévoir la construction d'un ouvrage de grande largeur mais d'une hauteur de construction réduite, afin de limiter la pente longitudinale de la rampe d'accès à 6,25 %.

Au vu des différentes contraintes, l'ouvrage projeté a une longueur de 64,80 m et est constitué d'un tablier mixte à deux travées de 20 m et 44,80 m. Les infrastructures sont réalisées en béton armé et fondées à l'aide de deux rangées de pieux forés de 1,20 m de diamètre ancrés dans le grès.

D'une hauteur de construction totale de 1,65 m, le tablier est composé d'une dalle supportée par 16 poutres métalliques longitudinales. L'entraxe de 3,0 m des poutres a permis de réaliser une dalle d'épaisseur réduite (30 cm) et ainsi d'obtenir une structure légère. Pour faciliter la réalisation du tablier dans l'environnement du trafic ferroviaire, des dalles préfabriquées de 8,5 cm ont été utilisées, qui remplissent une fonction de coffrage perdu et permettent de limiter le nombre de barrages des voies ferrées.

La pose des poutres est effectuée indépendamment pour chaque travée. Les poutrelles métalliques sont reliées deux par deux avec des entretoises tous les 6 à 7,5 m, et sont mises en place à la grue par groupes de deux



Coupe-type en travée plateforme gare Howald
© Schroeder & Associés

dans leur position définitive. Après la pose, la continuité des semelles au niveau de l'appui intermédiaire est assurée par la réalisation des soudures sur place. Pour la structure métallique, est utilisé un acier auto-patinable, sans protection anticorrosion supplémentaire, dans les deux nuances S355 J2W+N et S355 K2W+N.

Charpente métallique en place
© Schroeder & Associés



Pour éviter le problème de soulèvement causé par des travées de longueurs très inégales, les poutres métalliques sont complètement encastées dans l'infrastructure du côté de la travée courte, créant un ouvrage semi-intégral. Au niveau de la pile intermédiaire et de l'autre culée, les poutres métalliques sont également encastées dans les chevêtres en béton armé. En revanche, ces chevêtres sont appuyés sur neuf appareils d'appui dans chaque axe, dont l'un maintiendra l'ouvrage transversalement.

L'ensemble des murs de soutènement est réalisé en béton armé avec une longueur totale de plus de 360 m et une hauteur allant jusqu'à 10,80 m. Les murs sont, pour la plupart, fondés sur deux rangées de pieux forés de 1,20 m et 0,88 m de diamètre.

Visualisation du Pôle d'échange Howald
© MMTP



Le processus de construction, coordonné à l'avance avec les CFL, a été divisé en plusieurs étapes en raison de problèmes liés à l'emprise. Seulement un tiers de la largeur totale de la plateforme sera construit dans un premier temps. La réalisation de la première phase du projet a permis la mise en service complète de la gare routière, ainsi que la circulation du tramway sur une voie dans la zone de la rampe et de l'ouvrage. La prochaine étape, qui permettra la mise en service complète des ouvrages, sera effectuée dans la phase suivante.

L'ouvrage ainsi conçu est une structure robuste et durable qui nécessite très peu d'entretien et respecte les contraintes architecturales.

Après la réalisation de ce projet, la gare de Howald située à proximité directe du P&R Luxembourg-Sud, servira comme pôle d'échange train-tram-bus multimodal et permettra de connecter les quartiers en développement Ban de Gasperich, Cloche d'Or et Howald.

ASPECTS TECHNIQUES_

PONT Y - OA583_

MARC THEISEN_THOMAS HANSOULTE_
PONTES & CHAUSSÉES_ BUREAU GREISCH_

L'ouvrage du Pont Y assure la liaison entre le nouveau quartier du ban de Gasperich et le Pôle d'échange multimodal de Howald en enjambant l'autoroute A3. Sa construction est une étape indispensable dans l'extension du tracé du tramway depuis la Gare Centrale de Luxembourg vers le Pôle d'échange de la Cloche d'Or. L'ouvrage d'art fait aussi d'office de porte d'entrée dans la Ville de Luxembourg pour les personnes arrivant de France par l'autoroute A3.

Les voies de liaison de l'ouvrage comprennent une voie de circulation de 6 m de large réservée à la mobilité douce et une voie de circulation du tram dans les deux sens. Une branche secondaire donne au pont sa forme et son nom de « Pont Y » et permet une liaison directe en mobilité douce vers le Lycée Vauban.

L'ouvrage est un pont intégral (sans joints de dilatation ni appareils d'appuis) en béton armé. Il a une portée de 100 m et une travée centrale de 57 m au-dessus de l'autoroute. Son élancement est particulièrement important puisque, d'une section en caisson de 3,4 m de haut en bordure de voirie, l'épaisseur de l'ouvrage se réduit à 30 cm en clef de voute.

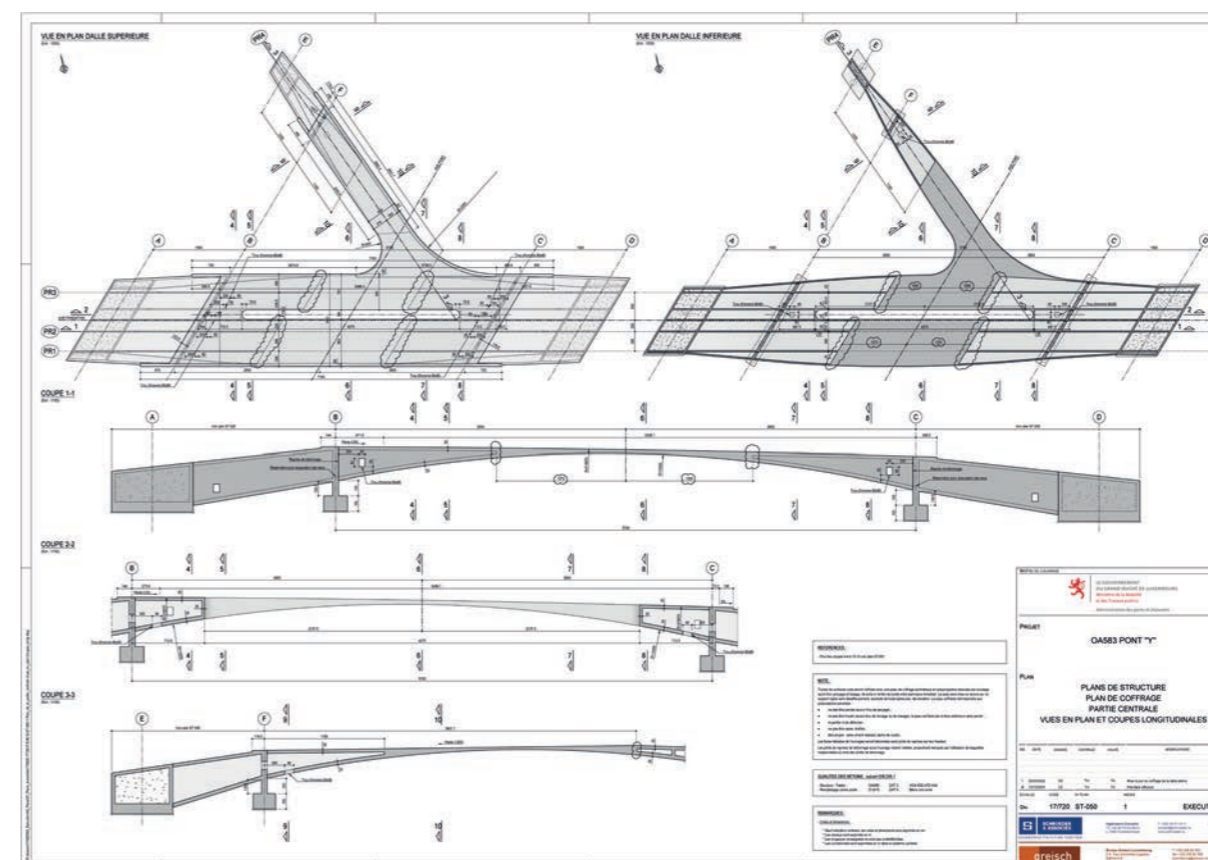
Malgré sa forme en arc, le comportement de l'ouvrage est essentiellement celui d'un pont en flèche à plusieurs travées. La travée centrale plus souple vient s'encaster de part et d'autre de l'autoroute dans les travées d'extrémités, enterrées, fondées sur pieux et lestées.

Sa géométrie complexe a nécessité une modélisation 3D complète pour obtenir la forme désirée : extrusion d'une ellipse en sous face, branche du Y pour rejoindre le futur lycée, biais de 59° de l'ouvrage par rapport à l'axe de l'autoroute, inclinaison de 30° des rives extérieures, etc. Le coffrage du tablier central a ensuite été réalisé sur la base de cette modélisation 3D avec une difficulté supplémentaire, car l'ouvrage doit être construit avec une contre-flèche de plus de 35 cm en son centre.

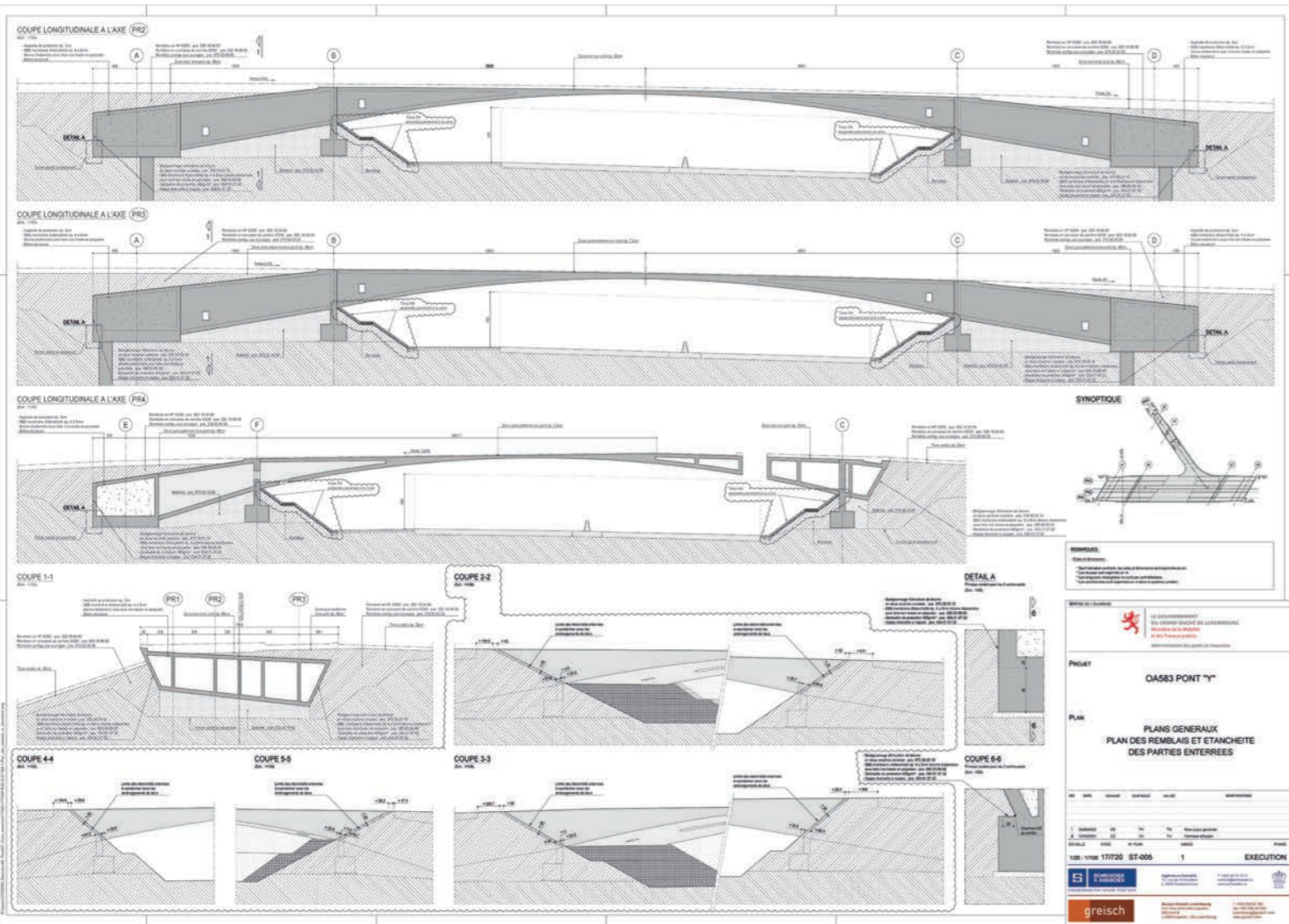
Le garde-corps est constitué d'une main courante intégrant des barres LED qui éclairent les bandes de circulation du pont. Il est supporté tous les 5 m par des montants constitués de plat acier. Un panneau en métal habille le garde-corps et confère à l'ensemble une grande transparence. Une attention particulière est portée à la qualité des parements en béton étant visibles. Le coffrage est traité avec un vernis sur toute sa surface de manière à rendre invisible les jonctions entre panneaux. Les reprises de bétonnage sont réduites au strict minimum. Les rives inclinées et la dalle inférieure seront bétonnées chacune en une seule phase sans reprise.



Visualisation Pont Y
© BG Greisch / Schroeder & Associés



Plan de coffrage du pont
© BG Greisch / Schroeder & Associés



Plan d'ensemble du pont
© BG Greisch / Schroeder & Associés



Pont Y en chantier
© BG Greisch / Schroeder & Associés



ASPECTS TECHNIQUES_



Visualisation d'ensemble Pôle d'échange Cloche d'Or et Stade national © MMTP

PÔLE D'ÉCHANGE CLOCHE D'OR_

ANNE REUTER & DIRK GADDÉ_ MIKE RIES_ PONTES & CHAUSSÉES_ SCHROEDER & ASSOCIÉS_

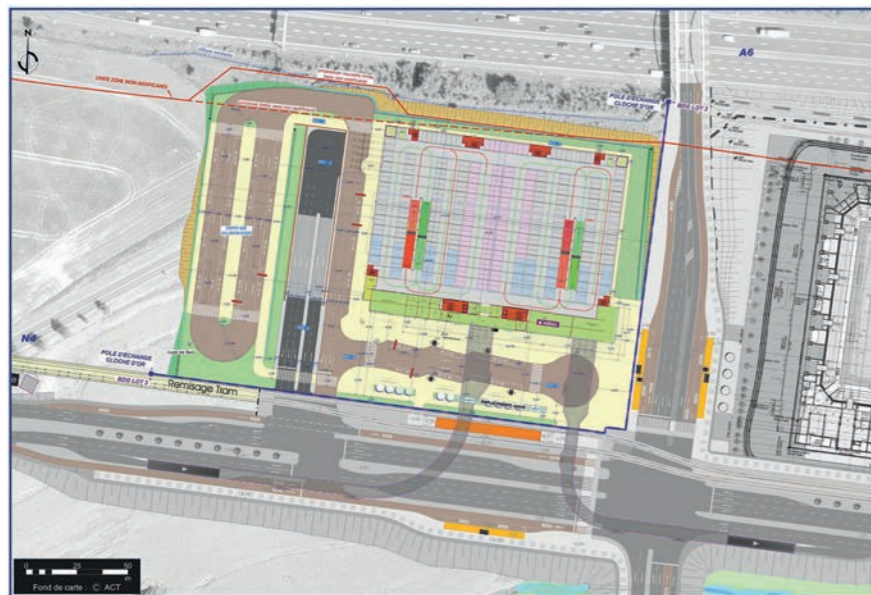
1. PÔLE D'ÉCHANGE CLOCHE D'OR

En concordance avec la stratégie MODU, le Pôle d'échange Cloche d'Or constitue le premier point de rabattement au réseau tram (arrêt terminus Cloche d'Or) des lignes bus en provenance de l'A4 en continuation vers la N4/route d'Esch et en provenance de Kockelscheuer via le CR186.

Dans le cadre de la restructuration des infrastructures de transport précitées, le Pôle d'échange Cloche d'Or bénéficie d'un rôle important dans le contexte global qui vise une desserte durable des transports en commun en cohérence avec le développement urbain au sud-ouest de la Ville de Luxembourg.

Plusieurs objectifs incombent au futur Pôle d'échange Cloche d'Or, à savoir :

- Réalisation d'un Park & Ride pour les flux routiers en provenance de la région sud-ouest du pays.
- Réalisation d'un Pôle d'échange facilitant un libre transbordement entre le trafic individuel motorisé et le réseau de transports en commun, bus et tram.
- Synergie entre les besoins du Pôle d'échange et les infrastructures dédiées aux capacités d'accueil en cas d'événement au Stade de Luxembourg limitrophe.
- Compatibilité avec le réseau routier existant et projeté, dont notamment l'aménagement du boulevard de Kockelscheuer menant depuis le Pôle d'échange Cloche d'Or via le Ban de Gasperich jusqu'au carrefour Gluck/Rangwee.
- Respect des contraintes « emprise au sol », utilisation rationnelle et compacte du terrain tout en tenant compte des contraintes foncières pour les besoins des projets Luxtram et de la Ville de Luxembourg.



Vue d'ensemble du Pôle d'échange Cloche d'Or © Schroeder & Associés

PLAN DE SITUATION DU PÔLE D'ÉCHANGE CLOCHE D'OR



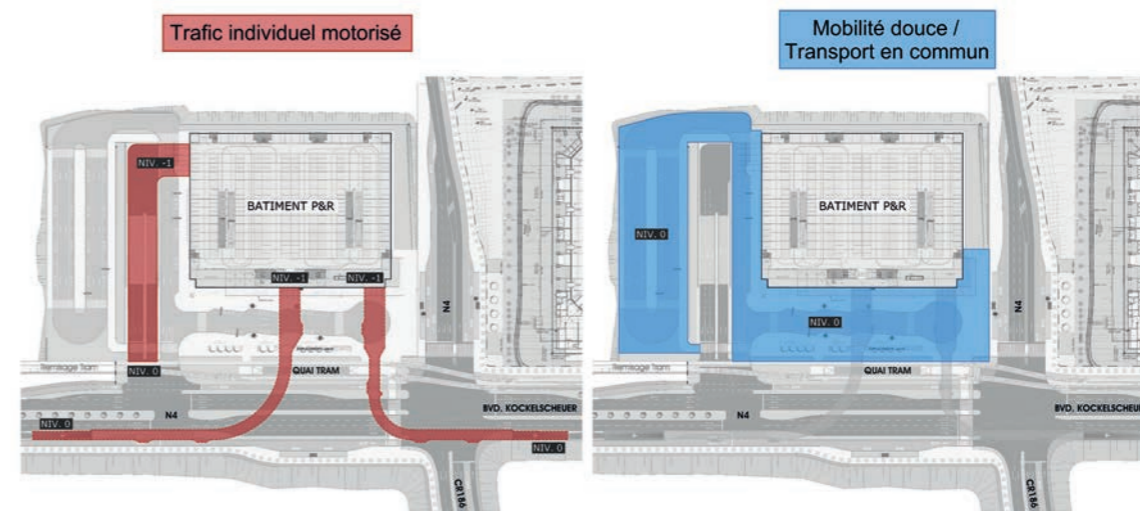
Principe de desserte du Pôle d'échange Cloche d'Or ©MODU, avril 2012

2. LE PÔLE D'ÉCHANGE

La gare routière joue un rôle clé dans le fonctionnement du Pôle d'échange Cloche d'Or. La gare routière est située au sud avec une capacité d'arrêts pour six bus. Elle est équipée de pantographes, pour le chargement des bus électriques qui y ont leur terminus. Les quais de bus sont situés en parallèle du quai central du tram et le changement du mode de transport bus/tram et tram/bus peut se faire à distance optimisée pour les usagers du transport en commun. Les quais de bus qui sont situés sur le boulevard de la N4, sont destinés pour les lignes de bus ayant leur terminus au centre-ville.

Le principe de l'aménagement prévoit des aires réservées au trafic individuel motorisé, à la mobilité douce et au transport en commun. Ce choix a été fait afin d'éviter tout croisement soit entre trafic individuel motorisé et transport en commun, soit entre trafic individuel motorisé et mobilité douce.

A l'ouest du bâtiment P&R est implanté une gare routière pour bus qui peut être utilisée comme parking et aire d'attente, quatre autres emplacements bus sont implantés le long de façade ouest. Ceux-ci seront réservés pour le transport bus en relation avec le Stade de Luxembourg et utilisés comme aire d'attente des bus pour les lignes AVL/RGTR.



Principe de circulation du Pôle d'échange © Schroeder & Associés



Visualisation du Pôle d'échange
© MMTP



Vue aérienne Pôle d'échange en chantier
© Félix Giorgetti – Simon Schmitt GlobalView

3. LE BATIMENT P&R

Le bâtiment du P&R est un élément-clé du Pôle d'échange Cloche d'Or. Avec sa capacité d'environ 2.000 places de stationnement, il offre à ses utilisateurs le confort d'un Pôle d'échange à proximité directe des liaisons bus et du tram. L'ouvrage est relié à la N4 par deux rampes souterraines et par une rampe ouverte. Il se compose d'un niveau de parking souterrain, d'un rez-de-chaussée et de 4 niveaux en étage.

Les dimensions extérieures du parking sont d'environ 89,50 m x 120,95 m en sous-sol, en niveau rez-de-chaussée ainsi que pour le 1^{er} étage et à partir du 2^e jusqu'au 4^e étage les dimensions extérieures sont de 120,95 m x 95,70 m. La différence de niveau entre rez-de-chaussée et sous-sol est de 3,38 m. Les différences entre les étages hors sol sont de 3,38 m. La hauteur de façade hors sol est de 15,00 m.

Un étage a une surface d'environ 11.000 m² et reprend entre 297 à 345 places de stationnement par niveau : 43 places élargies réservées pour personnes à mobilité réduite, 97 places réservées pour femmes ainsi que 56 places équipées de bornes de recharge réservées pour véhicules électriques (possibilité d'extension suivant les besoins futurs).

Le parcours de circulation interne est optimisé de manière à réduire les trajets nécessaires. L'accès en véhicule au parking, ainsi que la sortie, se fait via le sous-sol en utilisant les rampes.

Les locaux techniques ainsi qu'un bassin de rétention pour les eaux d'incendie sont de même localisés au sous-sol.

La construction portante des voiles périphériques du sous-sol, des rampes d'accès et de sortie ainsi que des cages d'escaliers est en béton armé.

La construction portante principale du parking est composée d'une structure mixte acier/béton facilement montable et démontable. Elle se compose de poteaux et de poutres en acier, et d'une dalle en béton coulée sur des prédalles, agissant comme coffrage perdu. Cette construction mixte permet un montage simple et rapide et a ainsi réduit la durée des travaux de construction sur site.

Les poutres et solives sont des profilés laminés IPE en acier. La collaboration poutre/plancher est assurée par des goujons (connecteurs) soudés en usine sur la semelle supérieure des poutres en acier. La connexion entre poutres et poteaux se fait avec des assemblages articulés.

Les poutres et piliers du niveau -1 sont partiellement enrobés de béton, les espaces entre les ailes des profilés seront remplis de béton armé. Cette conception garantit une stabilité au feu R120 sans protection supplémentaire. Les éléments de la structure métallique des niveaux hors sol nécessitent une conformité à la classe de stabilité au feu de R30 et ne sont pas enrobés de béton. La dalle des planchers se compose d'un coffrage perdu (prédalle) sur laquelle est coulée une dalle en béton. Ces dalles reposent sur les poutres métalliques, lesquelles portent de poteau à poteau. La dalle forme avec les poutres métalliques une section mixte. La protection à la corrosion de la structure métallique est garantie par une galvanisation à chaud par processus de bains selon EN 1461. Une mise en peinture par une couche de finition en polyuréthane à deux composants de 80 microns garantit l'aspect architectural - suivant les prescriptions de la charte graphique - du futur exploitant pour mettre à disposition de la clientèle un parking convivial.

Les surfaces de circulation du bâtiment sont dotées d'une étanchéité dynamique de sol type OS11a pour les étages hors sol, ainsi qu'une étanchéité dynamique de sol type OS8 pour les surfaces de sous-sol et rampes. Cette étanchéité présente l'avantage de ponter des fissures et de rester dynamique pendant la durée de garantie. La surface de parking du dernier niveau est dotée d'une étanchéité bitumineuse recouverte d'un asphalte coulé.

Les poteaux métalliques sont disposés dans une trame d'environ 5,00 m. Ils sont filants sur toute la hauteur et articulés en pied.

Les poteaux du niveau -1 jusqu'au niveau rez-de-chaussée seront composés de profilés laminés, qui vont travailler en section mixte avec des armatures et du béton autour des profilés pour garantir une résistance RF120 (poteaux complètement enrobés).

Le bâtiment P&R est subdivisé en 4 éléments par des joints de dilatation. La stabilisation d'ensemble de chaque élément de structure est assurée par les cages d'escaliers ainsi que par des palées verticales en K, disposées entre les poteaux et les planchers intermédiaires.

Une toiture métallique couvre les places de parking du dernier étage. Les poutres sont disposées en pente et recouvertes d'une tôle métallique. Ce concept présente le grand avantage que les places de parking du dernier étage sont utilisables en tout temps, même en cas de neige, de fortes pluies et d'ensoleillement intense. La surface de la toiture de 6.420 m² pourra être utilisée pour l'implantation de panneaux photovoltaïques.



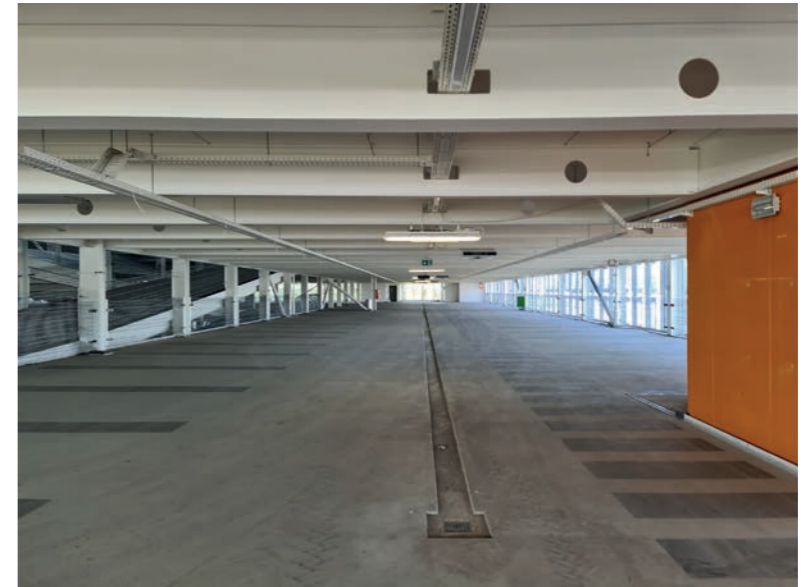
Visualisation du Pôle d'échange
© MMTP



Auvent du bâtiment P&R en construction
© Schroeder & Associés

La façade, conçu par l'agence BENG, est constituée de tôles métalliques perforées, opaques, pour refléter la lumière naturelle le jour, mais suffisamment transparentes, pour laisser passer la lumière artificielle la nuit. Les panneaux de façade ont des micros-perforations irrégulières et sont installés avec des inclinaisons variables pour donner l'aspect d'une enveloppe variée.

L'entrée principale est recouverte par un auvent, couvert avec porte-à-faux, qui sert comme protection contre les intempéries de la zone d'attente des voyageurs. L'entrée principale incombe aussi des ascenseurs, le gardiennage et des sanitaires publics. Des locaux pour vélos privés, des réfectoires pour le personnel bus/tram (avec équipement sanitaire), ainsi que des locaux de commerce sont aménagés au rez-de-chaussée.



Vue parking d'un étage
© Schroeder & Associés



Rampe d'accès aux étages
© Schroeder & Associés



Accès sous-terrain au bâtiment P&R
© Schroeder & Associés

ÉPILOGUE_



© ISL, Thierry Nelissen

OLIVIER GEORGES_
SECRÉTAIRE DE L'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS ET
SCIENTIFIQUES DU LUXEMBOURG_

Chers lecteurs,

Vous venez de parcourir le numéro 18 hors-série de la Revue Technique luxembourgeoise. Ce magazine constitue notre première publication sur papier depuis l'élargissement de notre association, qui réunit désormais sous une même bannière les scientifiques et les ingénieurs. Avec la Revue Technique, devenue numérique et mensuelle, nous pouvons prendre en temps réel le pouls du monde des sciences exactes, avec des publications ciblées. Mais les grands projets et changements vers le futur ne se laissent pas toujours résumer dans un simple et unique article. À l'initiative de l'Administration des ponts et chaussées, cette Revue Technique hors-série vous a menés à travers les préparations et l'exécution d'un ambitieux projet d'infrastructure.

Bien souvent, des projets nécessitant les plus gros efforts, le plus grand savoir-faire, un maximum de planification et une logistique très sophistiquée, deviennent pratiquement invisibles après leur réalisation. C'est d'ailleurs aussi le sort des scientifiques, ingénieurs et développeurs : mieux ils (ou elles) font leur travail, moins on retient leur contribution après la fin du projet. L'association des Ingénieurs et Scientifiques du Luxembourg remercie de tout cœur tous les participants au projet et tous ceux qui ont collaboré à cette Revue Technique, et nous ont donné un aperçu détaillé de ce qui facilitera notre vie quotidienne dans les décennies à venir.

Une des priorités de notre association est justement de promouvoir l'esprit d'innovation, la passion de créer et la volonté de mettre en œuvre ce qui est nécessaire pour

répondre aux challenges du présent comme aux défis du futur. Il faudra, plus que jamais, promouvoir ces filières permettant aux jeunes de se lancer dans les métiers scientifiques et les disciplines de l'ingénierie. Le plaisir du travail bien fait et la satisfaction d'avoir amélioré des choses feront que la passion pour nos métiers ne faiblira jamais. Que demander de plus à un travail ?

Notre association met tout en œuvre pour éveiller cette passion des sciences exactes dès le plus jeune âge. Notre projet « Wëssensatelier » incite les enfants à découvrir les trucs et astuces des disciplines techniques grâce à des ateliers pratiques captivants. Plus d'un y trouvera la motivation nécessaire pour se lancer dans une voie débouchant sur des métiers qui resteront passionnants durant toute une vie professionnelle.

L'équipe de notre association vous donne d'ores et déjà rendez-vous pour de nouvelles découvertes dans la prochaine Revue Technique hors-série. Pour un suivi plus rapproché de nos activités ou pour adhérer à notre association, vous pouvez nous contacter ou consulter notre site www.ingsci.lu.



Forum Da Vinci
© Christof Weber

REMERCIEMENTS_

ÉTUDES, TRAVAUX ET DIRECTION DES TRAVAUX_

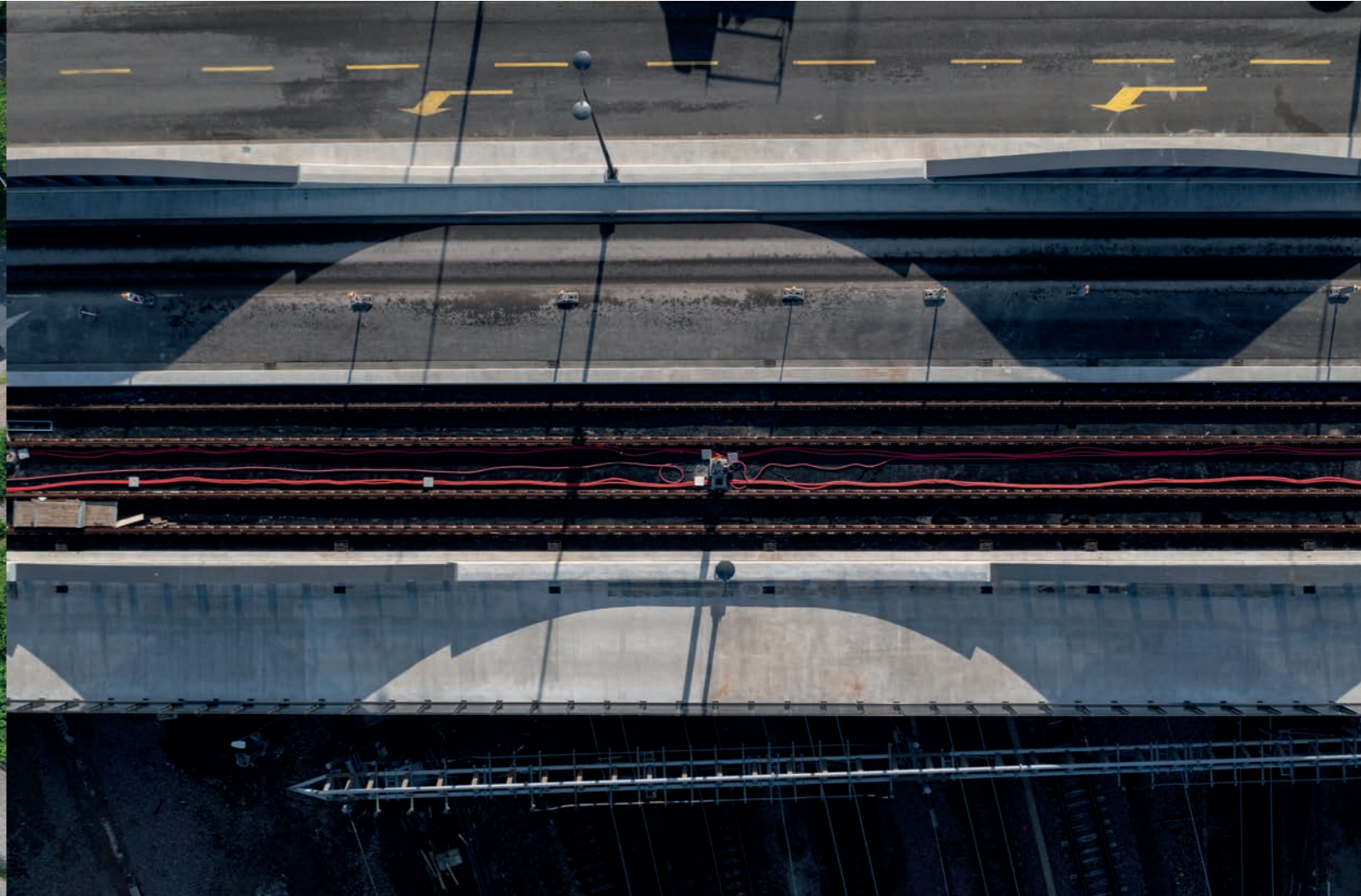
Archeo Constructions	K-Boringen
A-Tech Acoustic Technologies	Kneip Ingénieurs-Conseils
Baudynamik Heiland und Mistler	Kuhn Construction
BCR	Lim Logging
BENG Architectes Associés	LSC Engineering Group
Ateliers Brucker	Luxcontrol
CGC Engineering	Luxplan
Cimolai	Luxsense Geodata
C-Inspect	Mersch Ingénieurs paysagistes
Jim Clemes Atelier d'architecture	Nicklas Architectes
Devolux	OBG Lux
Durth Roos Consulting	OGC
D3 Coordination ECAU	RW Consult
Efco Forodia Exploitation	Safetyplan
Efor-Ersa Ingénieurs-Conseils	Schroeder & Associés
Eneco	Seco Luxembourg
Energie et environnement	Seco Safety
Enotrac	SGL Ingénierie
Enviro Services International	SLV (Gesellschaft für Schweisstechnik International)
Eurasol	Stoelben Bohrunternehmen
Fierz	Teisen & Giesler Architectes
Geocad	TMS
Félix Giorgetti	Tralux Construction
Goblet Lavandier et Associés	TR-Engineering
Greisch	Vereal
Grundbaulabor Trier	Vincotte Luxembourg
IFB Ulrich Bette (Institut für Beeinflussungsfragen)	Bureau d'expertises Wies
Inca Ingénieurs Conseils Associés	WPW Geoconsult
Ineo SCLE Ferroviaire	XARDEL Démolition Luxembourg
Ingérop Conseil et Ingénierie	Patrick Zeches Expertises Immobilières
Iso-Green	



Vue aérienne sur le Pôle d'échange Lycée Bonnevoie
© Luxsense



Vue aérienne sur le début du chantier Rangwee II
© Frame Art



Pose des voies Tram sur le pont Büchler
© Luxsense

LA NOUVELLE N3 : DANS LE CADRE DU DÉVELOPPEMENT URBAIN SUD-OUEST DE LUXEMBOURG

Pour de plus amples informations, veuillez consulter les sites ci-dessous

<https://travaux.public.lu/fr/support/recherche.html?q=n3>

<https://www.youtube.com/watch?v=2Ya-MQbYsQ0>

<https://www.luxtram.lu/fr/prochaine-etape-du-tramway-jusqua-bonnevoie/>

HORS SERIES DE LA REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

- #001 Inauguration Forum da Vinci
- #002 40 years of DELPHI in Luxembourg
- #003 100+1 Administration des bâtiments publics
- #004 Ouvrages d'art - ponts - Administration des ponts et chaussées
- #005 Deuxième Ecole européenne et Centre polyvalent de l'Enfance
- #006 Concours Construction Belvédère
- #007 Ouvrages d'art routiers + fluviaux - Administration des ponts et chaussées
- #008 Château d'eau - Ville de Luxembourg
- #009 Prix d'excellence 2012 - Fondation de Luxembourg
- #010 Prix d'excellence 2013 - Fondation de Luxembourg
- #011 Bâtiment administratif pour l'administration des eaux et forêts
- #012 Prix d'excellence 2014 - 2015 - Fondation de Luxembourg
- #013 Centre d'accueil "Biodiversium"
- #014 Prix d'excellence 2016 - 2017 - Fondation de Luxembourg
- #015 Châteaux d'eau
- #016 Goblet Lavandier & Ass. Neues Bürogebäude
- #017 Prix d'Excellence 2018 - 2019
- #018 La Nouvelle N3 : Dans le cadre du développement urbain sud-ouest de Luxembourg

REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE

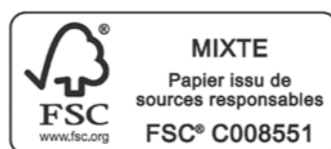
www.ingsci.lu

éditée par
Ingénieurs et Scientifiques du Luxembourg a.s.b.l.
Responsable Revue Technique : Thierry Nelissen
e-mail : t.nelissen@ingsci.lu
6, bld. Grande-Duchesse Charlotte / L-1330 Luxembourg

Mise en page : msdesign by myriamschmit
Project management : Marc Feider (Schroeder & Associés) & msdesign by myriamschmit
Interviews : Georges Brio (en cas où aucune mention ne figure)
Lectorat : Rita Schmit
Tirage : 1.500 exemplaires
Imprimeur : imprimerie Schlimé, Bertrange
Luxembourg, août 2023



revue imprimée sur du papier



ISSN : 2418-4586

© Christof Weber



HORS SERIE

REVUE TECHNIQUE

LUXEMBOURGEOISE

HORS SERIE DE LA REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE # 018

