

VISIONS

Juin 2016

MAGAZINE DES CLIENTS DE VIGIER

TUNNELS – DES CHEFS-D'ŒUVRE D'INGÉNIERIE

ENTRETIEN: POURQUOI LES TUNNELS
OUVRENT DES HORIZONS

VIGIER: LA CONSTRUCTION
DE TUNNELS, UN PILIER
ESSENTIEL



vigier

SOLUTIONS PAR PASSION

SOMMAIRE

UNE LONGUE HISTOIRE

Les tunnels ont une longue tradition dans notre société. **04**

NEWS

Vigier: tendances, nouveaux produits et innovations. **10/16**

ENTRETIEN

Anabel Hengelmann, directrice d'entreprise de Vigier Rail, à propos des tunnels. **12**

VIGIER, CONSTRUCTEUR DE TUNNELS

Les tunnels jouent un rôle essentiel dans presque tous les secteurs de Vigier. **18**

DR. GREEN

Chronique consacrée à l'écologie et au développement durable. **22**

CHIFFRE CLÉ

250 000 mètres cubes de béton pour deux tunnels de la branche Est de l'A5. **23**

IMPRESSUM

Le magazine VISIONS de Vigier paraît généralement une fois par an. Tous les articles sont protégés par le droit d'auteur. Toute utilisation sans autorisation de l'éditeur est interdite et répréhensible. C'est notamment valable pour les photocopies, traductions, microfilms et le traitement pour des systèmes électroniques et multimédia.

Editeur: Vigier Holding AG, Wylhof 1, CH-4542 Luterbach, www.vigier.ch, info@vigier.ch

Comité de rédaction: Didier Kreienbühl, Anita Schmid, Rebecca Werder (tous membres de Vigier Holding SA).

Textes/rédaction: textatelier.ch, Elfenastrasse 5, 2502 Bienne. www.textatelier.ch

Graphisme/maquette: virus Ideenlabor AG, Cornouillerstrasse 6, Postfach, 2500 Biel 4. www.virusad.com

Couverture: Atmosphère saisissante dans le tunnel de base du Saint-Gothard achevé (tronçon Faiedo-Bodio). (Photo: AlpTransit)

LES TUNNELS – DES OUVRAGES DE TOUS LES SUPERLATIFS 04



Photo: BL5

«LES TUNNELS EMPÊCHENT D'AVOIR UNE VISION RESTREINTE DES CHOSES» 12



AU SERVICE DES CONSTRUCTEURS DE TUNNELS 19



NOUVELLES ET TENDANCES 10/16



Photo: zvg



Chefs-d'œuvre de la construction de tunnels

La Suisse est le pays des tunnels et des ponts. On le doit à la topographie de notre pays, mais aussi à son excellente infrastructure de transport. Bon nombre de ces ouvrages permettent de franchir des obstacles naturels tels que des cours d'eau, des vallées, des collines ou des montagnes. Soit ils les enjambent, soit ils les traversent.

La construction de tunnels est soumise aux mêmes règles que la construction de ponts (thème sur lequel nous nous sommes penchés en détail dans une édition antérieure de VISIONS): de nombreux ouvrages sont de véritables prouesses de l'ingénierie. Et comme pour les ponts, Vigier apporte depuis des années sa précieuse contribution à la construction de tunnels, qu'ils soient routiers ou ferroviaires.

Avec la percée principale du tunnel de base du Ceneri en janvier et l'achèvement du plus long tunnel ferroviaire au monde, le tunnel de base du Saint-Gothard, l'année 2016 est entièrement placée en Suisse sous le signe de la construction de tunnels. La nouvelle liaison ferroviaire alpine NLFA pour laquelle ces deux tunnels jouent un rôle important est même un projet européen que l'on peut qualifier de projet du siècle. Nous sommes fiers que notre entreprise ait largement contribué à la réalisation de ce projet.

Dans cette édition de VISIONS, nous abordons le thème passionnant de la construction de tunnels pour vous en faire découvrir les multiples facettes. Nous vous souhaitons bonne lecture!

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'L. Epple', written in a cursive style.

Lukas Epple
CEO de Vigier



The background image shows the interior of a large, modern tunnel. The walls are made of large, curved concrete segments. A series of bright lights are mounted on the wall, creating a strong perspective effect as they recede into the distance. In the foreground, there are concrete tracks or platforms, and a row of dark, rounded objects, possibly drainage covers or sensors, runs along the edge. The overall atmosphere is industrial and clean.

LES TUNNELS – DES OUVRAGES DE TOUS LES SUPERLATIFS

Les tunnels sont des ouvrages souterrains qui permettent de franchir des obstacles tels que des montagnes ou des plans d'eau. Ils réduisent les distances et rendent de précieux services. Bon nombre d'entre eux sont des chefs-d'œuvre d'ingénierie. Le tunnel de base du Saint-Gothard en est un exemple.

N'est-ce pas fascinant pour la plupart d'entre nous de passer sous des amas de roches et des masses d'eau? Pourtant, beaucoup sont impatients de voir le bout du tunnel, au sens propre du terme. Au fil du temps, les ingénieurs ont perfectionné cet art millénaire qu'est la construction de tunnels grâce à l'utilisation de machines sophistiquées et à des concepts de sécurité et installations parfaitement étudiés si bien que ces passages sous terre sont désormais sans danger et efficaces. Les tunnels creusés sous les rivières, les zones urbaines ou les bras de mer, mais aussi sous les collines et les montagnes de toute taille sont presque partout monnaie courante aujourd'hui. De nombreux pendulaires les traversent jour après jour, sur route comme sur rail. Ils masquent certes la vue, mais raccourcissent les distances et réduisent les temps de déplacement, les trajets sont plus agréables, avec moins de virages.

5,7 KM

C'est la longueur du plus long tunnel de navigation du globe, le «Souterrain de Riqueval». Situé dans le nord de la France, il a été réalisé sur ordre de l'empereur Napoléon entre 1801 et 1810. Il se situe sur le canal de Saint-Quentin qui relie la Belgique à la région parisienne.

tranchée dans une montagne ou sous l'eau, on a alors toujours affaire à un tunnel.

Tout a commencé par des aqueducs souterrains

Conformément à la définition de l'Institut allemand de normalisation (DIN), les tunnels sont des constructions situées sous la surface de la Terre ou sous l'eau. Lorsqu'ils sont réalisés à la surface de la Terre en construction ouverte, ils ne relèvent de cette catégorie que s'ils sont couverts sur au moins 80 mètres. A défaut, l'ouvrage entre alors pour les ingénieurs dans la catégorie des passages souterrains. Si on a eu recours à une technique de construction souterraine pour percer une

Les plus vieux ancêtres des actuels tunnels routiers et ferroviaires sont des aqueducs souterrains situés en Orient. Il y a quelque 3000 ans, certains réservoirs d'eau souterraine ont été exploités grâce à la création de galeries à la pente appropriée pour acheminer sans effort l'eau jusqu'aux cités. Sous les ordres de l'ingénieur Eupalinos, les Grecs ont creusé sur Samos un tunnel de 1000 mètres pour l'approvisionnement en eau. Il porte encore aujourd'hui le nom de son constructeur. A la même époque, des tunnels routiers permettant de passer sous les rochers ont été creusés dans les montagnes d'Albanie.

Tunnel pour l'approvisionnement en eau: construit par les Grecs sur Samos sous la direction d'Eupalinos.

Les ingénieurs romains ont eux aussi laissé des traces, comme en témoignent de célèbres aqueducs. Parmi ces ouvrages historiques, citons également un tunnel sous la Manche qui, à l'époque, est resté inachevé: à proximité de Douvres, des archéologues ont trouvé des vestiges d'anciens puits souterrains. Des galeries de régulation des eaux ont ainsi été créées au fil du temps dans toute l'Europe soit pour acheminer l'eau vers les villes et les moulins, soit pour l'évacuer de zones problématiques (plaines inondables). Il a fallu attendre le XVII^e siècle et le percement de la roche à la poudre noire pour que les tunnels soient utilisés pour la circulation.

Les plus longs tunnels du monde

De nombreux tunnels impressionnent de par leur longueur. Le tunnel de la ligne de métro de la métropole de Guangzhou en Chine méridionale (67,3 kilomètres) est réputé être le plus long du monde. Jusqu'à récemment, le tunnel ferroviaire le plus long était le Seikan au Japon (53,8 kilomètres). Ce mois-ci, il a été supplanté par le tunnel de base du Saint-Gothard (57 kilomètres). Le tunnel routier le plus long se trouve en Norvège (24,5 kilomètres).



Un ouvrage gigantesque pour bateaux

En Norvège, des ingénieurs planifient un important tunnel pour bateaux. Il doit permettre aux marins d'éviter une zone aux eaux dangereuses aux abords de la presqu'île de Stadlandet. Les cargos, les bateaux postaux et les ferrys de la ligne Hurtigruten sont en effet régulièrement en retard en raison de ses vagues imposantes, de ses bas-fonds et de ses courants marins. Les plans de l'ouvrage existent depuis 1970. Le «Stad Skipstunel» ne fera certes que 1,7 kilomètre lorsqu'il sera inauguré en 2022, mais il n'en constituera pas moins un record puisqu'il n'existe pas encore d'ouvrage comparable dans le domaine du trafic maritime.

Parmi les tunnels les plus célèbres figure l'Eurotunnel, long de 50 kilomètres, qui permet aux trains de passer sous la Manche entre Folkestone en Angleterre et Coquelles en France. C'est également en empruntant un tunnel routier que les automobilistes peuvent atteindre le point le plus septentrional de l'Europe: en Norvège, l'euroroute E69 mène ainsi directement du continent à l'île de Magerøya, permettant d'éviter la traversée des eaux agitées de la mer de Norvège. Mais même des tunnels plus courts peuvent jouer un rôle capital, notamment lorsqu'ils relient des îles au continent.

Un travail de pionnier dans le massif du Saint-Gothard

Le premier tunnel réalisé sur une route des Alpes fut construit dans le massif du Saint-Gothard. Le pont de Twärren ayant été emporté par les eaux tumultueuses de la Reuss, l'ingénieur Pietro Morettini fit percer le «trou d'Uri» en 1708. Le premier tunnel routier percé à l'extrémité méridionale

des gorges de Schöllenen marqua le début d'une nouvelle ère. C'est à la poudre noire que les mineurs creusèrent dans la roche ce tunnel de 64 mètres. Il était juste assez haut pour que les charrettes puissent passer. Aujourd'hui, il est traversé par la route du col du Saint-Gothard entre Göschenen et Airolo et a été agrandi pour la dernière fois en 2014.

Le tunnel de base du Saint-Gothard entre Erstfeld et Bodio est le plus gros ouvrage de l'histoire minière suisse et sera bientôt le plus long tunnel ferroviaire au monde. Après des décennies de planification, il sera ouvert à la circulation ferroviaire ce mois-ci, six ans après la percée principale réalisée le 15 octobre 2010. Si l'on tient compte de toutes les galeries annexes et des puits d'accès, le système tunnelier du tunnel de base du Saint-Gothard s'étend sur 152 kilomètres. Jusqu'à 2400 personnes ont œuvré simultanément sur ce chantier, par endroits sous 2,3 kilomètres de roche.

La patronne des constructeurs de tunnels

Sainte Barbe est la patronne des constructeurs de tunnels. Sur de nombreuses illustrations, elle tient dans ses mains des outils, une torche ou un livre. Les ouvriers qui travaillent sous terre à la construction de tunnels sont conscients des dangers du métier. La légende veut que sainte Barbe ait défendu sa conversion au christianisme avec beaucoup de détermination. Elle fut protégée par un rocher qui s'ouvrit et dans lequel elle se dissimula. Elle a également été associée à la foudre et au tonnerre. C'est pourquoi les mineurs l'ont choisie comme patronne, tout comme les forgerons, les maçons, les tailleurs de pierre, les charpentiers, les électriciens, les pyrotechniciens et les sapeurs-pompiers. Dans de nombreux tunnels et mines souterraines, on trouve des statues de sainte Barbe placées dans des niches ou sur des reposeirs.





Mesures de sécurité importantes pour l'exploitation:
 éclairages de sécurité, détecteurs d'incendie, galeries de secours et bien plus encore.

Avec ses deux tubes de 57 kilomètres de long, cette artère principale du réseau de transport suisse est désormais le plus long tunnel ferroviaire au monde à traverser une montagne. Lors du percement, les tunneliers progressant de part et d'autre se sont rencontrés avec une précision de quelques centimètres.

**«SI TU ES COINCÉ DANS UN TUNNEL,
 SUIS LA LUMIÈRE.»**

Andreas Tenzer, philosophe et pédagogue allemand

Une grande partie des 28,2 millions de tonnes de matériaux d'excavation a été réutilisée dans la construction du tunnel sous forme de béton. Parallèlement, les matériaux restants ont permis de créer des îles destinées à la baignade et à la protection de la nature dans le lac d'Uri. Cette nouvelle référence en matière de technologie ferroviaire a nécessité l'installation de 290 kilomètres de

«tonnelle» ou «ton»?

L'origine du mot tunnel utilisé en anglais, en allemand, en français et en italien (en espagnol: el tunél) est incertaine. Ce mot apparaît pour la première fois au XV^e siècle en anglais et désigne à l'époque un nid d'oiseau en forme d'entonnoir. Nous ne savons pas s'il vient du français «tonnelle» (filet) ou «ton» (petit tonneau). En 1540, «tunnel» est employé pour la première fois comme synonyme de «tube» et vers 1660, il désigne pour la première fois un «passage souterrain». Le terme est ensuite repassé de l'anglais au français supplantant le mot «mine» utilisé jusqu'alors pour parler d'ouvrages souterrains.

rails, de 380000 blochets indépendants et d'un système de sécurité. Le tunnel de base sera prochainement emprunté quotidiennement par 324 trains. Grâce à des vitesses de 250 kilomètres-heure, la durée du trajet Lugano-Zurich sera réduite de 45 minutes pour les trains de voyageurs.

Des défis techniques

Les constructeurs de tunnels sont souvent confrontés à des missions difficiles. La situation et la structure des masses rocheuses ne peuvent souvent être analysées qu'en cours de construction, même si les géologues et ingénieurs les ont calculées sur la base de méthodes complexes. C'est pourquoi la plupart des travaux réalisés réservent des surprises de taille. Aujourd'hui, le tunnel de faîte du Lötschberg

Les plus longs tunnels du monde

1. Tunnel du métro de Guangzhou (Chine)	60,4 km
2. Tunnel du métro de Pékin (Chine)	57,1 km
3. Tunnel de base ferroviaire du Saint-Gothard (Suisse)	57 km
4. Tunnel ferroviaire de Seikan (Japon)	53,8 km
5. Tunnel ferroviaire Eurotunnel (France/Angleterre)	50,4 km
6. Accélérateur de particules du CERN (Suisse/France)	26,6 km
7. Tunnel routier de Lærdal (Norvège)	24,5 km
8. Tunnel routier de Zhongnanshan (Chine)	18,0 km

(Source: Wikipedia, état de 06/2016)



Percée principale du tunnel de base du Saint-Gothard à Sedrun:
 après de nombreuses années de travail, c'est toujours un véritable événement pour toutes les personnes impliquées.

ne suit pas totalement le tracé prévu sur les plans d'origine, car il a fallu contourner une partie de la route initiale après que quelque 7000 mètres cubes de sable, de gravier et de boue provenant du dôme du Doldenhorn se sont déversés dans les galeries sur 1,5 kilomètre.

Les constructeurs de tunnels sont donc aussi des spécialistes des travaux complexes. Les longs tunnels sont creusés simultanément des deux côtés, ce qui suppose des techniques de mesure ultra-précises. Ces tunnels ne sont plus construits en ligne droite, mais suivent un tracé en courbes tenant compte du centre de la Terre et de la courbure de la surface terrestre. La variante minière est une construction fermée. Par ailleurs, on réalise des tunnels à ciel ouvert qui ne deviennent de véritables tun-

nels qu'une fois les tranchées couvertes en fin de travaux.

Les engins de chantier fonctionnent avec des moteurs électriques afin de garantir aux ouvriers un air sain et respirable. Les systèmes de ventilation jouent un rôle crucial. Dans la mesure du possible, les galeries sont libérées des gaz d'échappement et alimentées en oxygène par ventilation naturelle. De grands ventilateurs contribuent également à la circulation de l'air: ils aspirent l'air vicié par des cheminées d'extraction, ce qui crée une dépression provoquant l'aspiration d'air frais en tête de tunnel. De nombreuses mesures de sécurité sont requises pour l'exploitation des tunnels, que ce soient des systèmes de drainage des liquides inflammables, des détecteurs d'incendie, des galeries de secours ou des éclairages de sécurité pour n'en citer que quelques-uns.



Vigier Ciment

DÉFI EN HAUTE MONTAGNE

Le nouveau télésiège «Hirli» (Hörnli) a été construit à l'été 2015 au pied du Cervin, en remplacement d'un remonte-pente vieillissant. Vigier Ciment a fourni 825 tonnes de ciment spécial CEM II/A-LL 42,5 N pour la fabrication des 2500 mètres cubes de béton nécessaires. Le béton a été fabriqué dans une installation spécialement construite à cet effet à 2200 mètres d'altitude. La logistique a constitué un défi de taille. En raison de la limitation de tonnage imposée sur la route de montagne sinueuse qu'il fallait emprunter, le transport du ciment n'a pu être assuré qu'avec des véhicules-silos à deux essieux. Il a par ailleurs fallu une autorisation spéciale pour traverser la ville de Zermatt interdite à la circulation automobile. Depuis novembre dernier, le télésiège «Hirli» long de près de deux kilomètres transporte les amateurs de sports d'hiver de 1850 m à 2550 m d'altitude. L'installation comprend une station amont et une station aval ainsi que 17 piliers pour les câbles de transport.

www.vigier-ciment.ch





Creabeton Matériaux

DÉCOUVRIR L'UNIVERS DU BÉTON

Comment transforme-t-on une masse de béton visqueuse en une élégante dalle de trottoir, en une bouche d'égout durable ou en un élément DELTA BLOC® susceptible de sauver des vies? Lors des visites d'usine «L'expérience du béton» organisées sur les sites de production de Creabeton Matériaux à Lyss et à Granges-près-Marnand, les clients, partenaires et spécialistes intéressés ont la possibilité de découvrir la fabrication de produits en béton – offre dont quelque 500 personnes ont profité jusqu'à maintenant. Des stations d'information et des activités interactives permettent de se distraire sans s'ennuyer au cours de cette visite découverte d'environ trois heures. Lors de l'apéritif qui conclut la visite, il reste encore suffisamment de temps pour discuter et échanger. Les visites prévues pour des groupes d'au plus 20 personnes ont lieu le matin des jours ouvrables. Il est conseillé aux personnes intéressées de s'inscrire au plus tard deux semaines avant la date souhaitée.

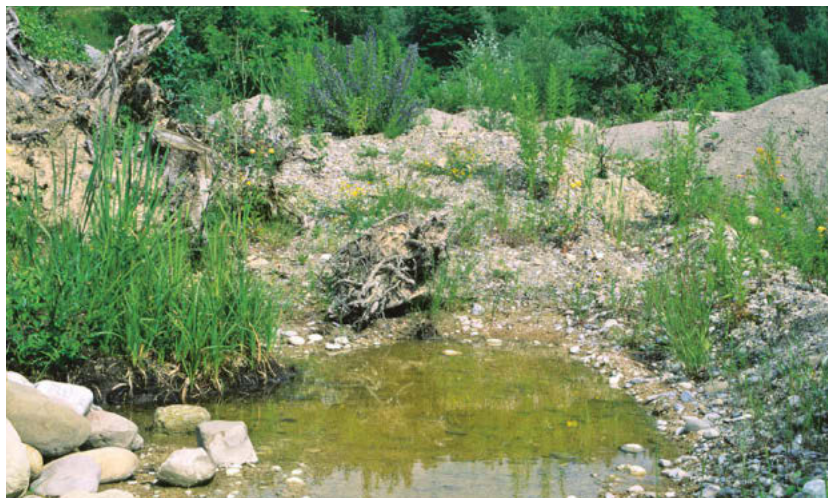
[i experiencedubeton@creabeton1.ch](mailto:experiencedubeton@creabeton1.ch)

Vigier Beton

SENSIBILISER À L'ÉCOLOGIE

La gestion responsable de la nature est constamment à l'ordre du jour dans les carrières et les gravières de Vigier. L'entreprise prend de nombreuses mesures afin de concilier l'exploitation économique et la préservation des précieux milieux naturels abritant animaux et plantes rares. Mais l'exploitation est-elle vraiment durable? Agathe Tribouillard de la société mère Vicat a étudié cette question en Suisse dans le cadre d'un stage. Elle a conçu un questionnaire qui permet d'évaluer l'ensemble des aspects importants pour l'environnement. Sur la base de 75 questions qui se rapporte à la biodiversité, à la gestion environnementale, aux déchets, à l'eau et à la circulation, il est ainsi possible d'obtenir une bonne impression d'ensemble de la situation. Pour le site Vigier Beton de Saint-Ours étudié par Agathe Tribouillard, 80% des réponses étaient positives. L'analyse a révélé un potentiel d'optimisation supplémentaire et sensibilisé encore davantage les collaborateurs et collaboratrices à l'écologie.

[i www.vigier-beton.ch](http://www.vigier-beton.ch)



A portrait of a woman with long, wavy, reddish-brown hair and freckles. She is smiling slightly and looking towards the camera. She is wearing a dark, possibly maroon or black, jacket. The background is a blurred indoor setting with a prominent orange vertical element and a grey concrete-like surface on the left.

**«LES TUNNELS
EMPÊCHENT D'AVOIR
UNE VISION RESTREINTE
DES CHOSES»**

Les tunnels sont très présents dans la vie professionnelle d'Anabel Hengelmann, directrice d'entreprise de Vigier Rail et présidente de Sonneville AG. Un entretien sur les trous noirs, l'importance de la mobilité dans notre société et les projets qui ouvrent de nouveaux horizons.

Madame Hengelmann, avez-vous des souvenirs d'enfance en lien avec la traversée d'un tunnel?

Oui, enfant je détestais les voyages en voiture. Quand en plus nous traversons un tunnel, j'avais généralement mal au cœur ou du moins, c'est ce que je m'imaginais.

Qu'associez-vous aujourd'hui au mot tunnel?

Je trouve les tunnels formidables. Ce sont des ouvrages d'ingénierie impressionnants qui permettent d'aller plus rapidement d'un point à un autre. Bien sûr, j'ai parfois un petit pincement au cœur quand je pense que l'on n'emprunte plus les routes de montagne et que l'on ne profite plus de la vue. Mais les liaisons plus rapides facilitent quand même bien des choses. Aujourd'hui, il ne faut plus que trois heures pour faire Berne-Milan et il n'en faudra bientôt plus que deux et demie pour aller de Zurich à Milan. Je vis moi-même à Zurich et je prends toujours le train pour me rendre à Müntschemier. Je suis sans doute l'une des rares femmes capables de citer tous les noms des tunnels de ce trajet (rire).

Vous est-il déjà arrivé de vous trouver dans un tunnel au passage d'un train?

Oui, bien sûr. C'est très impressionnant. On pénètre dans ce trou noir et on se rend très vite compte qu'un train arrive au courant d'air, alors qu'on ne l'entend et qu'on ne le voit que beaucoup plus tard. On se réfugie dans une

niche de sécurité et on attend qu'il soit passé. Bien que je sois toujours accompagnée d'un protecteur de la sécurité des chantiers ferroviaires, je suis malgré tout toujours sur le qui-vive dans les tunnels. Même après des années, les déplacements dans les tunnels restent quelque chose de particulier. Il faut aimer...

Quelle est l'importance des tunnels dans l'activité de Vigier Rail?

Ils sont très importants. Le secteur «Voie sans ballast» est un des trois piliers de notre entreprise. Et partout où le sol est stable, on utilise des systèmes de voie sans ballast tels que notre Low Vibration Tracks LVT. C'est notamment le cas des ponts et des tunnels.

Cette importance s'exprime-t-elle aussi en chiffre d'affaires?

Le secteur «Voie sans ballast» est un secteur de projets, son chiffre d'affaires n'est donc pas constant. Il peut varier du simple au double d'une année sur l'autre. Cette volatilité n'est pas toujours évidente pour une entreprise. Il n'en reste pas moins que ce chiffre d'affaires est essentiel pour nous. Ce domaine a également de l'importance en raison de son caractère international. L'expérience acquise à l'étranger par nos collaborateurs favorise de nouvelles approches: les tunnels nous empêchent d'avoir une vision restreinte des choses (rire).

«LA LIGNE DIAMÉTRALE DE ZURICH ÉTAIT UN PROJET FORMIDABLE.»

sans ballast» est un des trois piliers de notre entreprise. Et partout où le sol est stable, on utilise des systèmes de voie sans ballast tels que

notre Low Vibration Tracks LVT. C'est notamment le cas des ponts et des tunnels.

Cette importance s'exprime-t-elle aussi en chiffre d'affaires?

Le secteur «Voie sans ballast» est un secteur de projets, son chiffre d'affaires n'est donc pas constant. Il peut varier du simple au double d'une année sur l'autre. Cette volatilité n'est pas toujours évidente pour une entreprise. Il n'en reste pas moins que ce chiffre d'affaires est essentiel pour nous. Ce domaine a également de l'importance en raison de son caractère international. L'expérience acquise à l'étranger par nos collaborateurs favorise de nouvelles approches: les tunnels nous empêchent d'avoir une vision restreinte des choses (rire).



En tant que directrice d'entreprise de Vigier Rail et présidente de Sonneville AG, Anabel Hengelmann s'intéresse de près aux tunnels, à titre professionnel.

Votre entreprise s'est forgé une réputation internationale avec des projets tels que le tunnel de base du Saint-Gothard pour lequel Vigier Rail a livré 380 000 blochets LVT et donc quelque 13 500 mètres cubes de béton. Ce projet reste-t-il à ce jour votre projet le plus important?

Vraisemblablement. Avoir participé à la construction du plus long tunnel ferroviaire au monde nous aide considérablement à l'international. Nous sommes actuellement en pleine discussion pour implanter le système LVT en Chine dans le cadre de la construction d'une ligne pour charges lourdes. Mais nous avons concrétisé de nombreux autres projets.

Par exemple la ligne diamétrale de Zurich qui relie les gares d'Altstetten et d'Oerlikon?

Oui, c'était un projet formidable qui a malheureusement été un peu occulté par le tunnel de base du Saint-Gothard. C'est là que nous avons utilisé pour la première fois bon nombre de nos développements sur le réseau des CFF. Notre système LVT a par exemple été utilisé ici sur un viaduc – une nouveauté en Suisse. Ce système n'est d'ailleurs pas uniquement utilisé dans la gare souterraine de Löwenstrasse et dans l'ensemble du tunnel. Nous avons pu livrer notre solution de branchement LVT pour l'entrée dans la gare principale et des blochets LVT HA plus massifs et plus tendres ont également été installés. Ce projet nous permet de démontrer toute l'étendue de notre savoir-faire technique.

Quels autres projets sont encore prévus?

Le projet CEVA Genève qui comble un manque entre les réseaux ferroviaires suisse et français est passionnant. Dès 2019, la gare principale genevoise de Cornavin sera reliée à la ville française d'Annemasse. La phase d'appel d'offres est en cours et nous menons de premiers entretiens. Nous avons déjà obtenu le marché du tunnel de base du Ceneri dans le sillage du tunnel de base du Saint-Gothard. D'autres projets intéressants pour nous sont le tunnel de l'Eppenbergr et du Kestenberg, l'extension du tunnel de Bözberg, le tunnel du Zimmerberg II et la gare de Stadelhofen.

Tous ces projets sont des projets des CFF. Qu'en est-il des chemins de fer privés?

Nous espérons que notre système sera choisi pour le tunnel de l'Albula des Chemins de fer rhétiques, actuellement en cours de percement. Le système LVT pourrait également devenir réalité dans le tunnel de la Furka du Matterhorn Gotthard Bahn qui doit être réalisé d'ici 2023.

Pourquoi les systèmes de voie sans ballast défient-ils toute concurrence dans les tunnels?

Parce que le sous-sol y est généralement stable. Dans les tunnels, il faut également des voies de bonne qualité en raison des vitesses plus élevées. Et comme on souhaite limiter les travaux d'entretien, on est prêt à

investir un peu plus. Mais il n'en a pas toujours été ainsi. La Suisse joue ici un rôle de pionnier à l'échelle internationale. Avec le Japon, elle a été le premier pays au monde à construire une voie sans ballast. Dans le tunnel de Bözberg, les traverses ont été posées

«ON EXIGE DES PERSONNES QU'ELLES SOIENT DE PLUS EN PLUS MOBILES.»

dans un chausson en caoutchouc doté d'une semelle pour tester un système qui convien-

draît pour la construction du tunnel de base du Saint-Gothard si jamais ce projet voyait le jour. Un premier essai de grande envergure a été réalisé sur ce principe dans le tunnel de Heitersberg mis en service en 1975. Le système LVT a été utilisé pour la première fois dans le tunnel du Grauholz et du Zimmerberg. Les décisions prises à l'époque étaient incroyablement visionnaires et innovantes. C'est une formidable success-story suisse.

En dehors du système LVT, d'autres produits de Vigier Rail sont utilisés dans les tunnels, par exemple la traverse plate B06 FS nouvellement développée.

Elle a été développée pour les vieux tunnels dotés d'une superstructure ballastée et de traverses en bois, et dont la hauteur est insuffisante pour les traverses en béton classiques. Notre traverse plate est aussi haute que les traverses en bois et peut donc les remplacer. Dans sa variante B07 FS, cette traverse est également intéressante pour les chemins de fer privés à voie métrique. Outre

service sur une extension de 2,1 km du principal réseau de transport d'Amérique du Nord, la Metropolitan Transportation Authority. Nous aimerions également obtenir le marché de la construction de la 2nd Avenue Line.

Des systèmes LVT sont utilisés dans trois des quatre plus longs tunnels ferroviaires du globe.

Oui, dans le tunnel de base du Saint-Gothard et du Lötschberg ainsi que dans l'Eurotunnel. Il n'y a que le tunnel de Seikan au Japon qui repose sur un autre système. Personnellement, j'apprécie toujours que nous puissions contribuer au développement des réseaux ferroviaires européens qui concurrencent les lignes aériennes. Pour moi en

tant qu'entrepreneuse, l'aspect écologique est important et porteur de sens. Je ressens aussi toujours une certaine fierté quand je passe dans un tunnel en sachant que nous avons contribué à sa réalisation.

La mobilité est actuellement essentielle dans notre société. Où cette tendance nous conduira-t-elle selon vous?

«JE SUIS TOUJOURS
SUR MES GARDES DANS
LES TUNNELS.»

On attend de plus en plus de mobilité de chacun, que ce soit dans la vie professionnelle ou pour les loisirs. Comme le trafic individuel n'offre pas les capacités nécessaires, je suis optimiste pour l'avenir des chemins de fer. Je ne crois pas que le système ferroviaire extrêmement performant puisse disparaître un jour. Certes, il y a quelques années, on était loin d'imaginer que nous marcherions un jour dans la rue en téléphonant. On assistera certainement à des changements au cours des prochaines années, dans le domaine du fret comme ailleurs. On peut se demander si le service des chemins de fer qui transporte les gens d'une gare à l'autre sera encore suffisant ou si nous serons un jour expédiés à destination dans des capsules de mobilité.

L'important pour notre entreprise est de suivre attentivement toutes les tendances et de développer nos produits, tout en augmentant inlassablement la durabilité. Nous étudions actuellement la possibilité d'utiliser le ciment écologique CEM II de Vigier Ciment ou des matériaux recyclés pour fabriquer nos produits afin d'améliorer encore notre empreinte carbone.

la hauteur de construction, la meilleure répartition de la charge résultant de la plus grande surface d'appui représente un atout technique important.

Vigier Rail produit et distribue les systèmes LVT en Suisse et en Europe, tandis que Sonnevile AG, une filiale à 100% de Vigier Holding, est responsable de la distribution mondiale. Pourquoi cette séparation?

Elle a des raisons historiques. Vigier Rail a d'abord été preneur de licence du système LVT de Sonnevile en Suisse. Dès 2006, nous avons pu étendre notre rayon d'action à toute l'Europe. Lorsque Vigier a repris l'entreprise Sonnevile en 2009, nous avons conservé les structures existantes. Mais nos spécialistes travaillent à la fois pour Sonnevile et Vigier Rail.

Quels sont vos principaux projets internationaux de référence?

Nous sommes particulièrement bien représentés en Corée. Ce pays compte plus de 400 kilomètres de LVT, principalement dans le réseau métropolitain de la capitale Séoul. Nous avons également eu une commande intéressante pour le réseau Gautrain en Afrique du Sud. Il relie Johannesburg, Prétoria et l'aéroport international OR Tambo, et ce, dans un pays qui n'a jamais eu de système de voie sans ballast. Dans le cas du tunnel de Gilon en Israël, nous avons aidé le producteur local à fabriquer 40000 blochets LVT et nous avons également participé à l'extension du métro de Hong Kong. A New York, le système LVT est en

Anabel Hengelmann: «Dans les tunnels, il faut des voies de bonne qualité en raison de la vitesse élevée et, dans ce contexte, les systèmes de voie sans ballast tels que le LVT sont la solution idéale.»





Creabeton Matériaux

LEVER DE RIDEAU POUR SKYFLOR®

En 2015, le système de façades végétales SKYFLOR® a eu pas moins de deux occasions de se présenter à un public international. Lors de l'exposition universelle de Milan, des panneaux couverts de menthe, de sauge et de thym ornaient les tours du pavillon suisse. Nombreux ont été les visiteurs qui en ont profité pour plonger le nez dans ce «jardin vertical» odorant, dont entre autres le conseiller fédéral Alain Berset. Lors de la conférence sur le climat COP21 qui s'est tenue à Paris début décembre, on a pu également découvrir SKYFLOR® dans le cadre d'une exposition consacrée aux innovations des pays participants. Là encore, des célébrités intéressées se sont mêlées aux visiteurs, notamment le Prince Albert II de Monaco ou la conseillère fédérale Doris Leuthard. SKYFLOR® a été développé par Creabeton Matériaux et la haute école hepia. Les façades végétales apportent une contribution non négligeable à un climat sain en milieu urbain.

www.skyflor.ch



Altola

UN SUPPORT PUBLICITAIRE ATTRACTIF

Comme l'affirme un dicton populaire, «toutes les bonnes choses viennent d'en haut», ce qui est valable également pour le support publicitaire attrayant d'Altola. Qui lève les yeux au ciel par beau temps, dans l'Emmental ou l'Oberland bernois, a toutes les chances d'apercevoir cette montgolfière bleue. Propriété du groupe aérostatique d'Emmental, elle est sponsorisée par Altola. Elle a notamment été utilisée lors de la journée portes ouvertes de l'entreprise, en septembre dernier à Olten. Altola organise aussi régulièrement des tirages au sort avec à gagner des billets pour des vols à bord de cet élégant ballon qui fait également la publicité de la boutique en ligne Altola.

www.altola.ch



Creabéton Matériaux

NOUVEAU LABEL «TERRASUISSE»

Depuis peu, Creabéton Matériaux appose le label TERRASUISSE sur de nombreux produits en béton. Il certifie que les produits ont été fabriqués avec des matières premières régionales et naturelles (gravier, sable, roche, marne, eau). Il garantit en outre une exploitation respectueuse de l'environnement, une production qui ménage les ressources et des circuits courts. Pour le directeur d'entreprise Adrian Forrer, ce label remplit une mission importante: «Nos produits en béton ont une grande valeur écologique, mais cette information n'est pas encore vraiment parvenue jusqu'aux clients. C'est ce que nous voulons changer.» Comme il l'explique, la sensibilité aux questions environnementales augmente dans la construction et Creabéton Matériaux est en mesure d'offrir une valeur ajoutée écologique avec ses produits: «C'est pour nous une opportunité considérable.»

www.creabeton-materiaux.ch/terrasuisse

Creabéton Matériaux

PLUS DE SÉCURITÉ GRÂCE AU DELTA BLOC®

Le système de retenue pour véhicules DELTA BLOC® peut être posé dans les plus brefs délais et améliore la sécurité des usagers de la route – des avantages de taille qui se passent de commentaire. Aussi le système DELTA BLOC® est-il désormais utilisé sur un tronçon de 2,4 kilomètres de l'A8, entre Reinach et Muttenz Süd. Dans le sillage de la rénovation des voies, Creabéton Matériaux a récemment livré 400 éléments en béton de type DB 100S pour le terre-plein central – chaque élément mesure 6 mètres de long, pèse 4,15 tonnes et satisfait aux exigences du niveau de retenue H2 en Suisse. Ce système a été posé sur le terre-plein central en quelques nuits, l'A18 ou tout au moins une partie des voies restant tout ce temps ouverte à la circulation. Christophe Liechti, Key Account Manager Sécurité routière de Creabéton Matériaux, s'en réjouit: «Le système DELTA BLOC® convainc de plus en plus de responsables de la construction de routes. D'autres utilisations du système sont prévues.»

www.deltabloc.ch



Chaque tunnel ouvre de nouvelles perspectives. Mais confronte aussi les constructeurs à des défis de taille. Vigier aide à les surmonter.

Gothard, Lötschberg, Mont Blanc: certains tunnels ont des noms parlants. Il en existe d'autres dont on ignore généralement le nom bien qu'ils se trouvent sur les principaux axes de circulation. Pour finir, il y a des tunnels que presque personne ne connaît et auxquels peu de gens ont accès, ce qui ne signifie pas pour autant qu'ils soient accessoires, bien au contraire. On trouve un de ces chefs-d'œuvre méconnus dans la commune de Péry-La Heutte dans le Jura bernois. Il appartient à Vigier et constitue une sorte d'artère vitale pour le secteur suisse de la construction.

Il s'agit du tunnel de 2325 mètres qui relie la cimenterie de Vigier à la carrière de Tschärner sur la crête voisine. En plus d'une voie de circulation, il est doté d'un convoyeur qui transporte chaque année 500 000 mètres cubes de marne et de calcaire dans la vallée. Un broyeur concasse au préalable la roche en morceaux plus petits dans la carrière. A l'usine, ils sont ensuite transformés en ciment, composante indispensable du béton.

Pour la protection de l'homme et de la nature

Sans le tunnel, la ligne de production serait interrompue, explique Bernard Kernen, chef de la carrière: «Il serait inconcevable de transporter la roche par camion.» Il faudrait

faire près de 30 000 trajets par an sur une étroite route de montagne, sans compter la traversée des villages, tandis que le tunnel préserve l'environnement et la population, comme il l'explique: «Pas de bruit, pas de poussière, le transport se déroule dans la montagne.» Mais mieux encore, alors que les camions consomment d'importantes quantités de diesel, le bilan énergétique du tunnel est positif: grâce à la pente et à la force de gravité, le convoyeur entraîne un générateur et produit du courant.

Le tunnel de Vigier apporte ainsi une solution de transport écologique, mais aussi économique. Les coûts de construction ont certes été considérables. Sans compter qu'étant construit dans de la roche karstique, le tunnel a besoin d'un système de drainage complexe et doit être régulièrement entretenu. Mais la facture s'allège d'année en année, explique Bernard Kernen: «Quand on exploite une usine de ciment, on considère les investissements sur la durée. Dans la carrière Tschärner, la roche sera encore exploitée de nombreuses décennies.»

Une route émaillée de tunnels dans le Jura

La construction de tunnels constitue toujours un grand défi pour les parties prenantes. Or





AU SERVICE DES CONSTRUCTEURS DE TUNNELS

400 000 m³

C'est le volume de gravier exploité pour la construction du tunnel de Rosshäusern. Il est transformé en béton et en matériaux non liés destinés au remplissage et au coffrage. Le volume des matériaux d'excavation et déblais qui ont servi à combler la carrière est encore plus important, il se monte à environ 600 000 m³.



Juste à côté du chantier: gravière et centrale à béton pour la construction du tunnel ferroviaire de Rosshäusern.



250 000 mètres cubes: c'est la quantité de béton livrée par Vigier pour la construction du tunnel de l'A5 à Bienne.

ce défi, Vigier le relève régulièrement, car l'entreprise possède les compétences et les ressources nécessaires pour mener à bien des projets de cette envergure, tels que la construction de la route nationale A16. La «Transjurane» qui relie Bienne à Boncourt comporte de nombreux tunnels et galeries (sections couvertes). A lui seul, le dernier tronçon manquant dans le Jura bernois entre Court et Loveresse comptera deux tunnels et trois galeries. Ce tronçon de 8,8 kilomètres est sur le point d'être achevé.

Phase de test pour le tunnel du Lötschberg

Lors de la construction du tunnel de Vigier à Péry-La Heutte, le modèle de tunnelier utilisé était le même que celui employé peu de temps après pour la construction du tunnel de base du Lötschberg. Ce «petit» tunnel du Jura a donc permis au constructeur du tunnelier et à l'entreprise de construction exécutante d'acquérir une expérience précieuse pour la réalisation du grand tunnel ferroviaire reliant l'Oberland bernois et le Valais. Le tunnel de Vigier a été mis en service en 2002, le tunnel de base du Lötschberg en 2007.

Erich Wälti, directeur d'entreprise de Vigier Beton Seeland Jura, se souvient: «Nous avons livré la totalité du béton pour cette portion de route et le tunnel Sous le Mont qu'elle traverse, soit quelque 300 000 mètres cubes entre 2011 et 2016.» Les travaux de bétonnage se déroulaient généralement sur plusieurs chantiers à la fois. Il s'agissait de transporter le béton au lieu et à l'heure convenus – ici du béton pour pieux afin de sécuriser le terrain, là du béton de construction pour un mur de soutènement et régulièrement du béton projeté pour le revêtement des tunnels. La fiabilité est un critère décisif dans la construction de tunnels, explique

Erich Wälti: «La technique utilisée ici est celle de l'attaque en calotte, c'est-à-dire qu'une fois percé, le plafond du tunnel est immédiatement stabilisé avec du béton projeté. Les mineurs n'ont pas le luxe de nous attendre. Mais nous avons l'habitude de livrer «just in time.» Avec trois centrales à béton spécialement conçues à cet effet, Vigier a été en mesure de garantir la flexibilité nécessaire. Au siège de l'entreprise à Safnern dans le Seeland, les dispatcheurs coordonnaient les interventions des camions et s'assuraient que l'approvisionnement en béton des chantiers fonctionne en continu. Grâce au GPS, ils savaient à tout moment où se trouvaient

les différents véhicules, une condition essentielle pour une logistique efficace.

Un tunnel en agglomération

Dans le cadre de la construction de la branche Est du contournement autoroutier de Bienne, la mission de Vigier est également un challenge. Environ un an avant l'inauguration, ses deux tunnels de 2,5 et

1,5 kilomètres sont pratiquement opérationnels. Grâce à eux, l'autoroute située en bordure d'agglomération sera à peine visible. Aldo Quadri qui, en sa qualité de chef de projet global de l'Office cantonal des ponts et chaussées, était respon-

sable de la branche Est de l'A5 de 2006 à 2014, est convaincu que ce contournement de l'agglomération de Bienne sera particulièrement bénéfique: «Une partie du transit n'aura plus besoin de passer ni par la ville ni par les voies de contournement régionales. Grâce aux trois jonctions réalisées sur seulement 5 kilomètres, l'autoroute absorbera aussi une part importante du trafic local actuel et désengorgera le réseau routier. La qualité de vie et d'habitation s'en trouvera améliorée en de nombreux endroits.»

Aldo Quadri est satisfait de la collaboration avec Vigier Beton: «Il était particulièrement

«LES PROPRIÉTÉS
EXIGÉES POUR LE BÉTON
ONT TOUJOURS ÉTÉ
RESPECTÉES.»

Aldo Quadri, ancien chef de projet global Branche Est de l'A5



«Just in time» sur le chantier:
pour les tunnels de la Transjurane, Vigier a toujours livré le béton juste à temps et respecté les délais même les plus courts.

important pour nous que les propriétés du béton exigées et la qualité du remblai soient respectées, ce qui a toujours été le cas.» Dans cette région à forte densité de population, Vigier a par ailleurs assuré le transport sans bruits parasites, explique Aldo Quadri. A l'instar de la Transjurane, les courtes distances entre le site et les carrières, gravières et centrales à béton de Vigier (une des centrales se trouvant sur le chantier) se sont avérées être un atout.

Un tunnel dans une roche friable

Pour le tunnel ferroviaire de Rosshäusern du BLS, Vigier a pu proposer une solution «complète» convaincante avec son partenaire Aluvia. Ils exploitent ainsi les matières brutes requises dans le Mäderforst, à quelques centaines de mètres du tunnel. Le gravier est lavé et trié dans la gravière spécialement créée à cet effet. Une usine à béton qui approvisionne le chantier a également été montée sur place. Les courtes distances réduisent les coûts et le trafic de chantier dans les environs. Les matériaux d'excavation du tunnel n'ont pas non plus besoin d'être transportés très loin. On les utilise pour combler progressivement la carrière. La forêt repousse dans quelques années dans le Mäderforst.

Vigier et ses partenaires ont été mis à rude épreuve pour ce qui est de la technologie du béton. Le tunnel de Rosshäusern traverse une roche très instable. Il a été percé avec

une attaque en calotte et le plafond du tunnel a immédiatement été stabilisé avec du béton projeté. Problème: l'usine à béton doit interrompre son activité toutes les nuits, alors que le percement du tunnel se poursuit sans interruption. Il faut donc que le béton projeté fabriqué avant 22 heures reste liquide jusqu'à son utilisation quelques heures plus tard, tout en se solidifiant rapidement après la projection. Kurt Strahm, responsable Technologie du béton chez Vigier, explique à ce propos: «Nous avons dû élaborer une formule de béton satisfaisant aux exigences spécifiques de résistance initiale.» En tant que représentant de la direction générale des travaux, Rolf Baumberger de la société Bächtold & Moor se dit satisfait du résultat finalement obtenu.

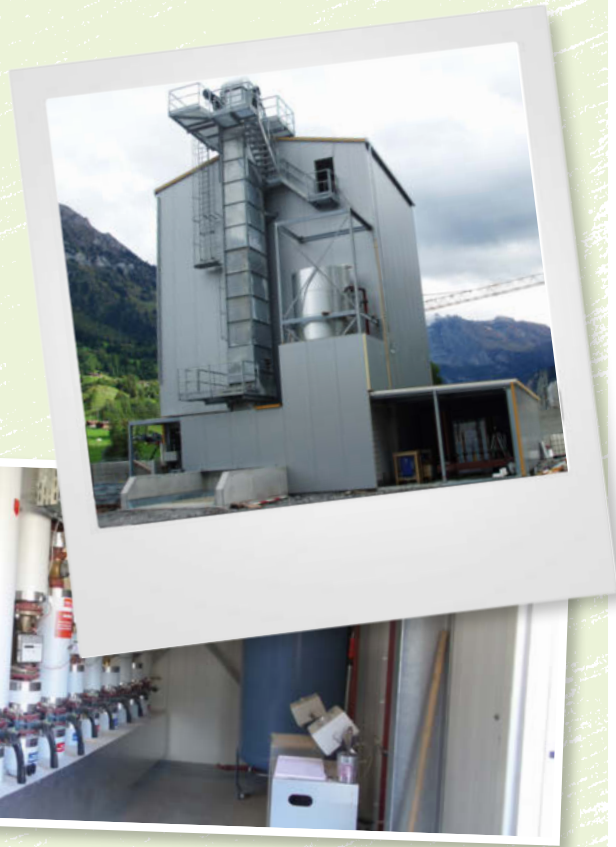
Le gros œuvre du tunnel de Rosshäusern s'achèvera en 2017, la mise en service est prévue pour 2018. Ce tunnel à deux voies de 2,1 kilomètres remplacera un tronçon sinueux, à une seule voie, de la ligne Berne-Neuchâtel. Le BLS pourra ainsi améliorer la performance de la ligne, réduire les pannes et les retards et optimiser les horaires. Une fois de plus, Vigier aura contribué à la construction d'un tunnel qui deviendra un élément important de l'infrastructure suisse des transports de demain.

Du béton, mais pas uniquement

Vigier a bien plus à offrir aux constructeurs de tunnels que «seulement» du béton. Par exemple l'évacuation des matériaux d'excavation. Lors de la construction de l'A16 entre Tavannes et Court, jusqu'à 5000 m³ de roches ont parfois été dégagés chaque jour, soit un total d'un million et demi de mètres cubes. La partie non exploitable a été déposée dans l'ancienne carrière de la cimenterie de Péry. D'anciennes fosses réalisées sur le site dans le cadre de l'exploitation de la roche pour la production de ciment ont ainsi été comblées. L'ensemble des matériaux non liés (gravier) provient d'une autre carrière de Vigier, le «Vorberg» à Bienne.

L'évacuation des matériaux d'excavation et déblais (environ 2 millions de m³) de la branche Est de l'A5 à Bienne faisait également partie du mandat confié à Vigier Béton. Par ailleurs, l'entreprise a livré 250 000 m³ de béton depuis une centrale à béton spécialement créée pour l'occasion et 250 000 m³ de gravier provenant de carrières de la région. Au total, l'entreprise a transporté quelque 5 millions de tonnes de matériaux.

DR. GREEN



DURABILITÉ À TOUS LES NIVEAUX

Le mot «durabilité» est aujourd'hui sur toutes les lèvres, mais bon nombre de personnes font la moue dès qu'elles en entendent parler. J'ai donc été d'autant plus heureux de constater que la nouvelle brochure de Vigier consacrée à la durabilité contenait avant tout des chiffres et des faits concrets.

J'ai pour habitude d'aborder dans mes chroniques les thématiques de l'écologie et de la durabilité. J'ai donc bien sûr étudié dans les détails la nouvelle brochure de Vigier envoyée aux clients et à tous les collaborateurs. C'est avec plaisir que j'ai découvert les objectifs concrets que l'entreprise s'est fixés jusqu'en 2020. D'autant plus que les différentes unités de Vigier ont déjà bien avancé sur cette voie, comme le montrent leurs réalisations. On ne trouve pas de blabla stratégique, mais des chiffres, des faits et des engagements clairs.

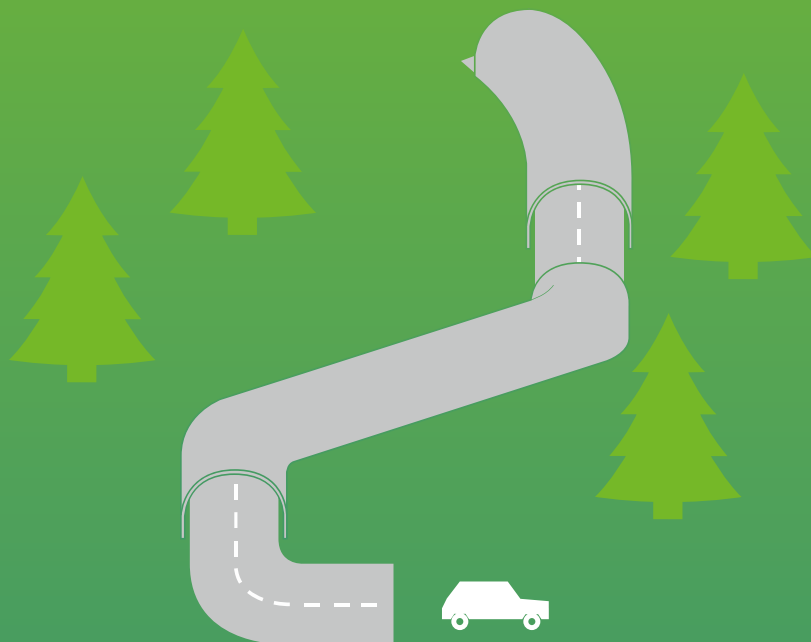
J'ai été particulièrement frappé par un projet que je tiens à citer comme un modèle d'initiative. Grâce à Peter Bütschi, membre de la direction de Vigier Beton Berner Oberland, Vigier exploite à Frutigen la première centrale à béton de Suisse entièrement chauffée à l'énergie renouvelable. L'approvisionnement est garanti par deux pompes à chaleur eau-eau indépendantes et par un réservoir de 35000 litres qui chauffent actuellement l'usine à béton de Frutigen mais aussi, par le biais d'un système de chauffage à distance, un nouveau bâtiment industriel et qui chaufferont à l'avenir également un atelier de machines agricoles. Au cours des premières années d'exploitation, en 2013/2014, cette installation a permis d'économiser plus de 80000 litres de mazout. C'est donc à juste titre que ce projet a été récompensé l'an dernier par la médaille d'or du Prix CréaVicat dans la catégorie Environnement, prix décerné par la maison mère.

La durabilité caractérisera également la nouvelle liaison ferroviaire alpine NLFA dont la mise en service est prévue pour 2020. Il ne sera plus nécessaire de franchir de forts dénivelés pour traverser les Alpes, ce qui augmentera l'attrait du fret ferroviaire tout en contribuant à la mise en œuvre de l'article constitutionnel sur la protection des Alpes. Parallèlement, la NLFA représentera un gain de temps considérable pour le trafic voyageurs. Mais, pourquoi est-ce que j'évoque tout cela? Parce que c'est notamment à Vigier Rail que l'on devra ce gain de temps sur cette ligne, grâce à un des premiers systèmes de voie sans ballast au monde. Pas moins de 380000 blochets LVT en béton ont été livrés à cet effet. Vraiment impressionnant, non?

Votre Dr Green

380 000

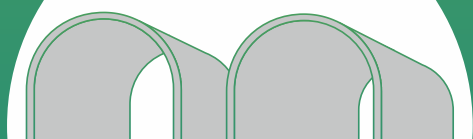
380000 – c'est le nombre de mètres cubes de béton que Vigier Beton Seeland Jura a livrés pour la construction de la branche Est biennoise de la route nationale A5. Entre 2008 et 2016, deux tunnels ont été construits sur ce tronçon de 4,9 km: le tunnel du Büttenberg de 1,5 km et le tunnel du Längholz de 2,5 km. Pas moins de 250000 mètres cubes de béton ont été nécessaires rien que pour ces travaux. Cela correspond à un poids de 600000 tonnes, autant que 1690 trains pendulaires ICN complets des CFF, d'une longueur de 189 mètres chacun.



600000 t



Tunnel



250000 m³

Béton

Pendulaire ICN (CFF)



×1690

**POUR LA
PLUS HAUTE
PRÉCISION**


vigier rail
SOLUTIONS PAR PASSION

Qualité, fiabilité et précision sont capitales en matière de construction ferroviaire. C'est pour cela que de nombreuses compagnies ferroviaires et entreprises de transport public en Suisse et à l'étranger font confiance à Vigier Rail. Notre passion porte sur la fabrication et le développement continu de produits en béton de qualité pour la construction ferroviaire. La compétence, la flexibilité et la fiabilité, y compris pour les demandes personnalisées: c'est Vigier Rail.

www.vigier-rail.ch