

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 130 (2004)  
**Heft:** 15/16: Percer AlpTransit

**Artikel:** "Raise-boring" pour le deuxième puits de Sedrun  
**Autor:** Boiani, Cristina  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99333>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 04.05.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## « R a i s e - b o r i n g » pour le deuxième puits de Sedrun

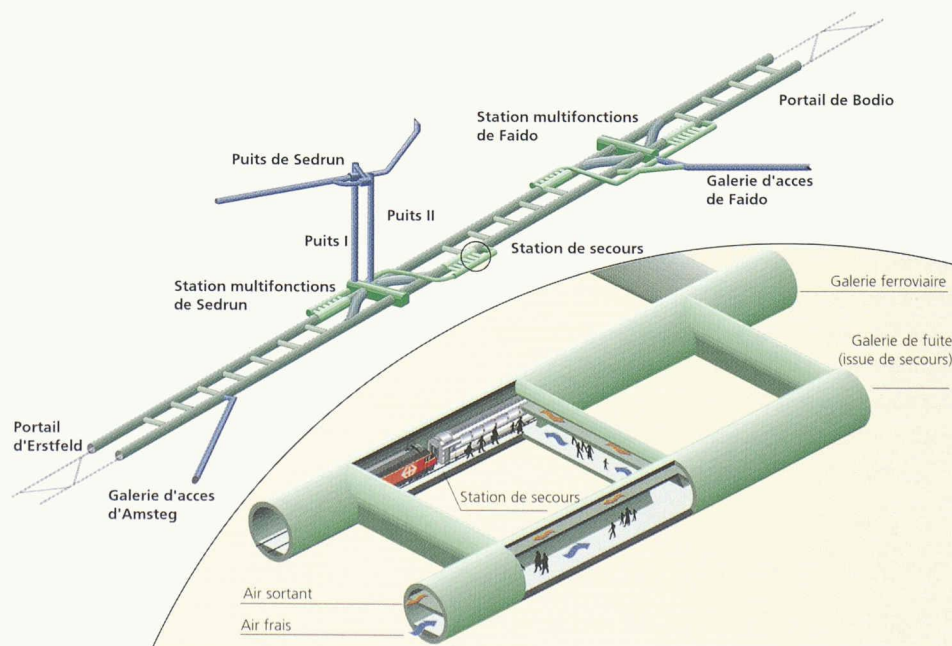
L'attaque intermédiaire de Sedrun se situe à un tiers du tunnel de base du St-Gothard, qui comporte une galerie d'accès d'une longueur d'environ un kilomètre et deux puits verticaux de quelque 800 m de profondeur (fig.1). Tandis que le premier puits a été réalisé entre 1998 et 2002 de manière conventionnelle à l'explosif, le second n'a été projeté que dans une seconde phase d'étude, puis exécuté selon la technique dite du « raise-boring » - terme pouvant être traduit par forage ascendant. Durant le chantier, les deux puits de Sedrun jouent à la fois un rôle logistique (l'ensemble du matériel de chantier et les déblais y transitent) et de ventilation - seconde fonction qu'ils continueront à assumer après l'ouverture du tunnel de base du St-Gothard.

### Pourquoi un deuxième puits ?

Le projet initial pour l'attaque intermédiaire de Sedrun ne prévoyait qu'un seul puits (puits I), qui devait être équipé

d'une paroi de division pour la ventilation - avec introduction d'air frais du côté du lift et aspiration de l'air vicié de l'autre côté de la paroi. Cette paroi de division pour la ventilation pouvait être à l'origine de certains dangers. En cas d'incendie dans le tunnel, le passage de l'air frais et de l'air vicié de part et d'autre de la paroi aurait pu causer un fort gradient thermique à l'intérieur de celle-ci, ce qui pourrait compromettre sa sécurité statique en certains points. Donc, pour s'adapter à des standards toujours plus exigeants en matière de sécurité, il a fallu chercher une solution alternative pour la division de l'air frais et de l'air vicié.

Pour ces raisons de sécurité, et pour des questions de logistique de chantier, profitant par ailleurs des énormes progrès effectués par la technique de fonçage des puits verticaux, il a été décidé, pendant la seconde phase du projet, de construire un deuxième puits. La technique du « raise-boring » permet en effet de creuser des puits d'une grande profondeur en des temps limités et pour des coûts relativement modestes.



Cette option assure non seulement un niveau de sécurité accru grâce à une meilleure séparation de l'air frais et vicié, mais aussi l'abandon de la paroi de division dans le premier puits, permettant une exploitation logistique optimale de ses huit mètres de diamètre.

Le système de ventilation du chantier prévoit l'introduction d'air frais dans le tunnel à travers la galerie d'accès et le puits I, puis sa distribution dans les tubes par des ventilateurs, enfin l'élimination de l'air vicié par le puits II et la cheminée d'extraction débouchant dans le Val Nalps (fig. 1).

Du point de vue logistique, le rôle du puits II est également capital, puisqu'il est utilisé pour le transport de matériels encombrants tels que les machines de chantier, les tubes, les barres de clouage et les rails par exemple.

Durant l'exploitation du tunnel de base du Gotthard, le puits II ne conservera qu'une fonction de ventilation et demeurera en principe fermé. En cas d'incendie toutefois, ou dès que les valeurs climatiques dans le tunnel ne respecteront plus les normes prescrites, un clapet situé au fond du puits II et réglable de l'extérieur permettra son ouverture; dans ce cas, les ventilateurs placés au sommet seront mis en route afin d'aspirer les fumées ou l'air vicié.

### Le projet du second puits

Le puits II a été élaboré par le consortium de bureaux d'ingénieur *IG GBTS*<sup>1</sup> dans le cadre du projet Tunnel Sedrun.

Alors que l'étude initiale prévoyait un puits de 4,50 m de diamètre, l'offre proposait, pour le même prix, un ouvrage de 7,0 m de diamètre. Une variante justifiée dans la mesure où l'élargissement permettait l'usage du puits pour le transport sans démontage d'équipements de grande dimension, en particulier des grosses machines. Tandis que l'ascenseur du puits I permet le transport d'éléments d'une taille maximale de 5,90 m x 2,50 m, le passage de machines de chantier entières à travers le second puits supprime les pauses forcées dans les opérations de déblai à travers le premier, ainsi que les délais et l'organisation liés à l'assemblage de ces équipements au pied du puits.

Le fonçage du second puits selon la technique du « raise-boring » a été projeté en trois phases :

- phase 1 : forage pilote d'un diamètre d'env. 40 cm (fig. 2a)
- phase 2 : élargissement du forage pilote à 1,80 m en « raise-boring » (fig. 2b)

<sup>1</sup> Electrowatt Engineering AG, Amberg Engineering AG et Lombardi Consolenti SA

<sup>2</sup> BATIGROUP AG, Frutiger AG, Bilfinger und Berger GmbH et Pizzarotti S.p.A.

<sup>3</sup> Thyssen Schachtbau GmbH, RUC International Ltd. et Östu-Stettin Hoch- und Tiefbau GmbH

- phase 3 : fonçage du puits à l'aide d'un tunnelier vertical d'un diamètre de 7,0 m (fig. 5).

### Les travaux

Les travaux du deuxième puits de Sedrun ont été effectués parallèlement à la phase initiale de creusement et d'installation du lot 360 Tunnel Sedrun. Le consortium *TRANSCO Sedrun*<sup>2</sup>, chargé par *AlpTransit Gotthard AG* de construire le tunnel de Sedrun, a délégué au consortium *ABS*<sup>3</sup> les travaux de fonçage du puits II. Le déroulement de ceux-ci est présenté ci-après.

#### Installation pour le « raise-boring »

Le montage de l'installation de « raise-boring » du type Wirth HG 330 SP - dotée d'une force de traction de 8340 kN combinée à un couple d'environ 540 kNm - a débuté en mai 2002 et duré environ un mois. La machine a été installée au-dessus d'un élargissement prévu pour le montage ultérieur du tunnelier vertical (fig. 2).

#### Forage pilote (phase 1)

D'un diamètre d'environ 40 cm sur une profondeur de quelque 800 m, le forage pilote a constitué la phase initiale du fonçage en « raise-boring ». Dans un deuxième temps, cette opération devait permettre un premier élargissement du puits à 1,80 m de diamètre.

Ce premier forage a été exécuté par étapes de 1,50 m - ce qui correspond à la longueur d'une barre - la machine HG 330 SP effectuant automatiquement le montage des barres (environ 530).

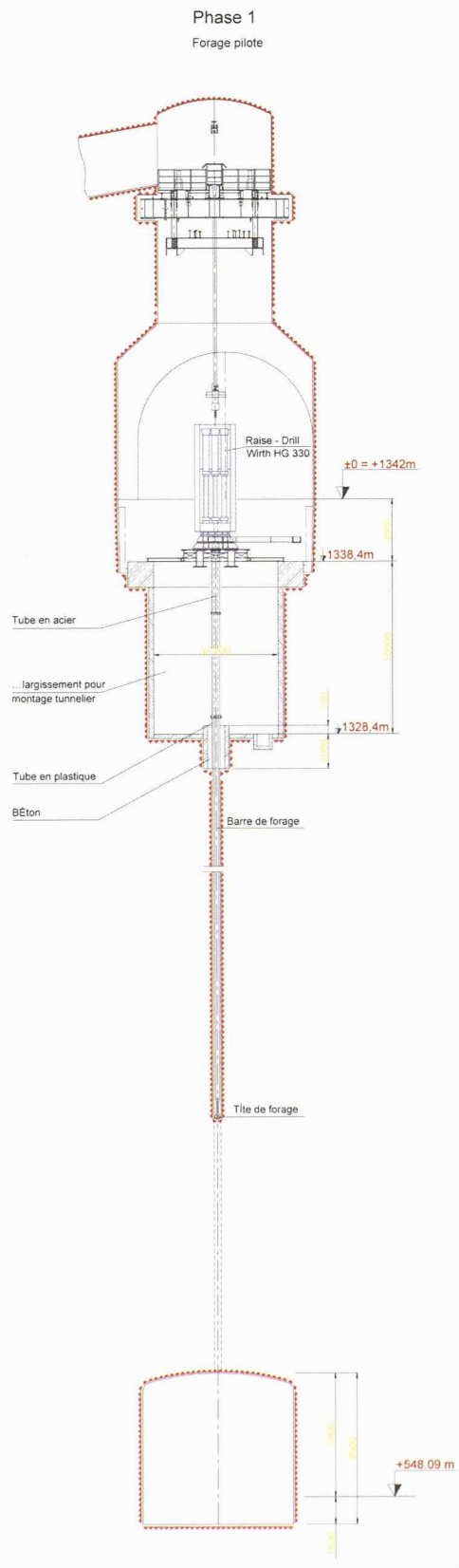
Une condition essentielle à la réussite du projet était la précision du forage pilote : au pied du puits (800 m), l'écart entre l'axe théorique et le résultat réel du forage pilote devait demeurer inférieur à 1 m à l'issue d'une opération menée dans une géologie difficile prévoyant des variations entre couches souples et couches dures.

Pour y parvenir, un système d'autocontrôle de la direction de forage (le « Rotary-Vertical Drilling System » (R-VDS) de la société *Micon*) a été mis en place. Ce dispositif permet un guidage automatique de l'inclinaison du forage : à l'aide de systèmes hydrauliques montés juste derrière la tête de forage, il est possible, en cas d'éloignement de la position théorique, de rétablir la bonne inclinaison et de corriger ainsi la trajectoire du forage.

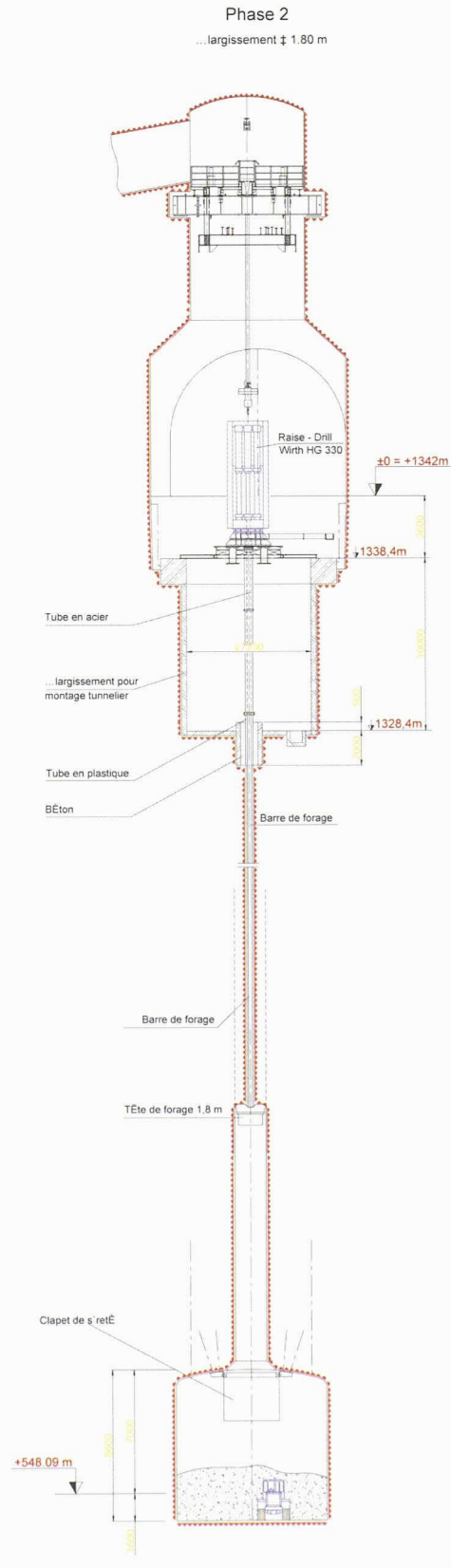
Grâce à l'efficacité de ce système, la différence entre la position théorique et la position effective atteinte à une profondeur de 800 m fut limitée à 34 cm. Le creusement du forage pilote s'est achevé en août 2002.

Fig. 2a : Phase 1 « raise-boring » : forage pilote

Fig. 2b : Phase 2 « raise-boring » : élargissement



2a

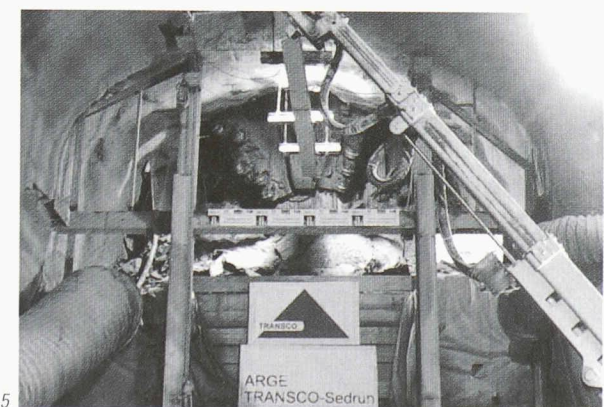
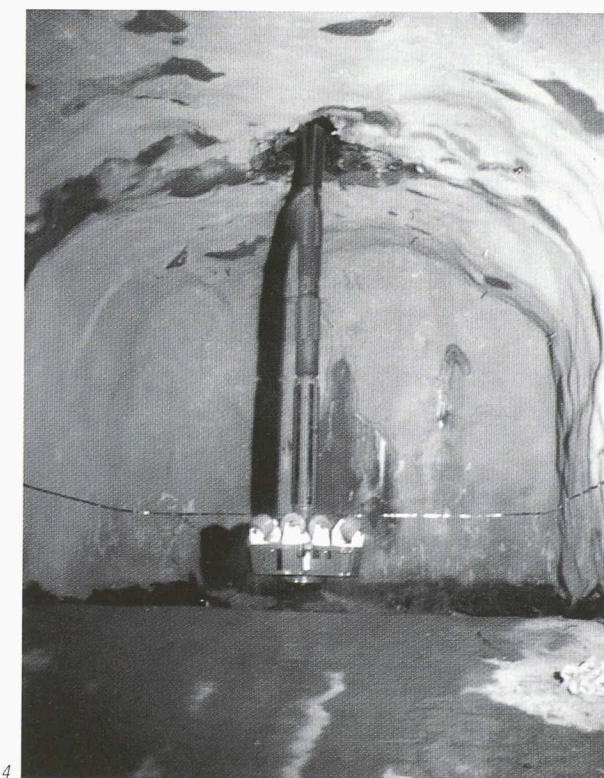
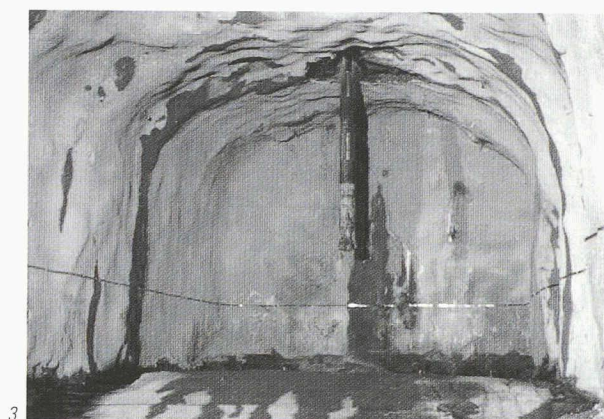


2b

Fig. 3 : Fin du forage pilote

Fig. 4 : Tête de forage pour l'élargissement prête pour le départ

Fig. 5 : « Atterrissage » du tunnelier vertical



#### « Raise-boring » (diamètre 1,80 m - phase 2)

Une fois la caverne au pied du puits atteinte (fig. 3), la tête de forage a été remplacée par une nouvelle d'un diamètre de 1,80 m, destinée cette fois au creusement du bas vers le haut. (fig. 2b, fig. 4). Ultérieurement, pendant la phase du fonçage avec le tunnelier, le matériel de déblai tombait à travers ce puits. Lancée en septembre 2002, cette seconde phase a duré environ un mois.

#### Installation du tunnelier vertical

La deuxième phase terminée, il a fallu démonter la HG 330 SP afin de pouvoir installer le tunnelier vertical. Durant les derniers mois de l'année 2002, la machine - de type Wirth VSB VI - a été assemblée au sommet du puits, lequel a été préalablement élargi à la géométrie finale du puits II - d'un diamètre de 7,0 m - sur une profondeur de dix mètres (fig. 6).

#### Fonçage du puits II (phase 3)

Le fonçage du puits II à l'aide du tunnelier VSB VI a commencé en janvier 2003. Avancant vers le bas grâce à son poids propre et à la pression exercée sur la roche, la machine constituée d'une partie intérieure mobile (*Innenkelly*) et d'une partie extérieure fixée aux parois du puits (*Aussenkelly*) était guidée par un système hydraulique relié à un rayon laser.

Après une première étape d'excavation d'environ 25 m, la plate-forme suspendue pour la pose du soutènement au fur et à mesure de l'avancement a été installée (fig. 6). Le système prévoyait la pose de treillis fixés à la roche par des clous d'une longueur comprise entre 3 et 4 m, puis recouverts d'une couche de béton projeté d'une épaisseur de 22 cm.

La réalisation des éléments de soutènement a été menée parallèlement au fonçage du puits : le clouage et la pose des grilles s'effectuaient à partir d'une plate-forme installée directement sur le tunnelier alors que la couche de béton projeté était apposée dix à vingt mètres plus haut, au niveau de la plate-forme suspendue.

Comprise entre 20 et 25 m, la distance maximale entre la plate-forme suspendue et le tunnelier était à la fois dictée par la longueur maximale des câbles reliant les deux installations et la nécessité d'assurer une position de travail sûre à la plate-forme au-dessus du tunnelier.

Trente mètres après le passage de la machine, le puits équipé de tous ses éléments de soutènement était ainsi terminé. En juin 2003, le tunnelier vertical a atteint la caverne au fond du puits, effectuant son « atterrissage » sur le matériel de déblai encore sur place (fig. 5). Le démontage du VSB VI a duré environ dix jours.

Fig. 6 : Phase 3 « raise-boring » : tunnelier vertical  
(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur)

### Matériaux de déblai

Durant toutes les phases de fonçage du puits II, la caverne au pied de celui-ci a été séparée du reste du chantier souterrain par une grande porte isolant les deux types de travaux, les seuls recoupements entre l'avancement des deux ouvrages correspondant aux étapes de transport des déblais. Dans cette situation, la porte d'accès à la caverne du puits II s'ouvrait aux pelleteuses chargeant les matériaux dans les wagons qui les transportaient en surface à travers le puits I. Tous les déblais du second puits ont ainsi été évacués en surface à travers le premier.

### Une couche résistant à la chaleur

L'avant-dernière phase de la construction du second puits de Sedrun était le recouvrement du béton projeté par une couche de 8 cm résistante à la chaleur. Cette protection était rendue nécessaire par le futur rôle de l'ouvrage dans l'exploitation du tunnel de base du Gothard : comme voie d'évacuation de l'air vicié et des fumées en cas d'incendie, le puits II devra en effet supporter la circulation de flux dont les températures peuvent atteindre 1000 °C. Appliquée à partir de la plate-forme suspendue ayant servi à la réalisation du soutènement pendant le fonçage du puits, cette couche résistante appelait la mise en œuvre d'un béton spécial qui a été projeté sur toute la surface interne du puits II en environ deux mois.

### Monte-charge

De novembre 2003 à mars 2004, le monte-charge à fort tonnage pour le transport des équipements de chantier a été installé dans le puits II et les derniers petits travaux précédant sa mise en fonction ont été achevés. Les premiers transports à travers le puits II de Sedrun ont eu lieu vers fin mars 2004.

### Conclusion

Le projet et la réalisation du second puits de Sedrun ont permis d'améliorer sensiblement la sécurité au St-Gothard, tant dans la phase de chantier que pour l'exploitation future du tunnel. La construction de cet ouvrage foré parallèlement aux travaux de percement du tunnel n'a donc en rien modifié le programme général des travaux du tunnel de base. De même, elle n'a engendré aucun problème particulier ne pouvant être résolu par les mesures déjà prévues dans le projet.

