

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79 (1961)
Heft: 41

Artikel: Percement des galeries en terrain difficile, méthode des injections à l'avancement
Autor: Barbedette, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-65605>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.01.2026

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

Percement des galeries en terrain difficile, méthode des injections à l'avancement

Par M. R. Barbedette, Sondages, Injections, Forages S. A., Bussigny-Lausanne ¹⁾

DK 624.191.22:624.138.24

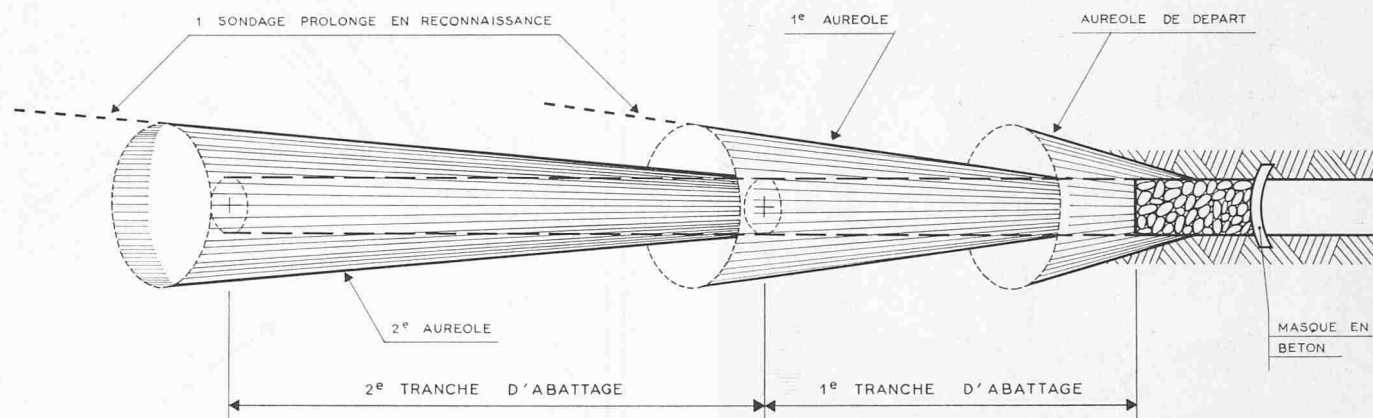


Fig. 1. Schéma de principe des injections à l'avancement

La méthode du traitement du terrain par injections à l'avancement consiste à réaliser à l'avance autour de l'excavation à exécuter une zone de protection à l'intérieur de laquelle le percement de la galerie pourra être exécuté dans de meilleures conditions que s'il s'effectuait dans un terrain qui serait resté dans son état naturel. Cette méthode peut s'appliquer à des cas variés, parfois très différents; mais cette application exige chaque fois une adaptation spéciale nécessitant un très minutieux travail de reconnaissance, d'études et d'essais.

Le traitement peut parfois être exécuté à partir de la surface du sol — c'est de cette manière que S.I.F. S.A. a pu procéder en 1953, pour effectuer le traitement qui a permis de reprendre et poursuivre l'exécution de la partie terminale de la galerie de fuite de l'Usine des Clées. Mais en général, on est contraint de partir de la galerie elle-même à l'aide de forages partant du front d'attaque; dans ce cas, les forages sont habituellement disposés selon les génératrices de troncs de cône (appelés aussi souvent «aureoles») s'emboîtant les uns dans les autres (Fig. 1).

Les forages eux-mêmes sont généralement injectés à l'avancement, par tranches successives, au besoin avec recyclage.

Une fois une longueur de terrain traitée, il faut arrêter le chantier de forage et d'injection, le démonter et reprendre l'avancement de la galerie. Si la zone de mauvais terrain dépasse la longueur qu'il est possible de traiter en une seule fois, il faudra procéder par tronçons successifs ou phases en faisant alterner traitement et dérochement, ce qui conduit à des installations et démontages de chantier et à des ruptures de cadence, dont vous imaginez aisément les inconvénients. C'est pourquoi il y a le plus

grand intérêt à réduire le plus possible le nombre des phases en augmentant au maximum la longueur de chaque tronçon. Malheureusement, cette augmentation entraîne des sujétions plus ou moins rapidement prohibitives selon les cas, de sorte que la détermination de la longueur optimum résulte d'un compromis entre de nombreux facteurs.

Il est rare que le démarrage du traitement puisse se faire en terrain nu; l'établissement d'un masque est généralement nécessaire, soit parce que la galerie a débouché brusquement dans le mauvais terrain, soit parce que la nature elle-même de ce terrain et du traitement l'exige; il est alors aussi généralement nécessaire de réaliser le revêtement en amont du masque et de procéder à des injections soignées de bourrage et de clavage de ces ouvrages; pour les phases suivantes, la nécessité des masques et revêtement est un cas d'espèce, comme nous le verrons dans les exemples suivants.

Comme je l'ai signalé, la méthode des injections à l'avancement peut s'appliquer à des cas très variés; je me permettrai de donner trois exemples très caractéristiques et très différents: le premier et le troisième peuvent être considérés comme des cas extrêmes, et le second comme un cas intermédiaire; ces différents travaux ont été réalisés par le groupe des Entreprises P. Bachy, de Paris.

1. Galerie d'aménée d'Afourer

Cette galerie fait partie de l'aménagement de l'Oued el Abid, Maroc. Elle présente le cas typique de terrain de

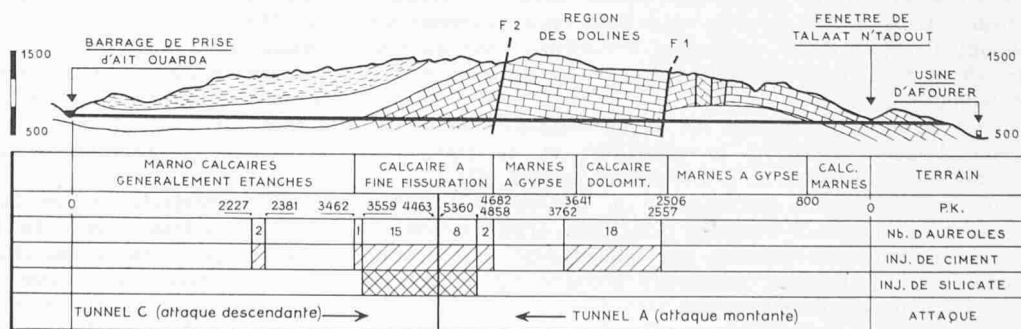


Fig. 2. Coupe 1:90 000 suivant l'axe de la galerie Ait Ouarda—Afourer

¹⁾ Conférence faite à la Société suisse de mécanique des sols et des travaux de fondation lors de sa 6ème assemblée générale, Saas-Grund, le 9 juin 1961



Fig. 3. Galerie Ait Ouarda—Afourer, venues d'eau au PK 2557 de l'attaque A. Photo J. Belin

bonne tenue générale, mais baigné par une nappe atteignant 150 m au-dessus du niveau de la galerie. Le tronçon amont de l'ouvrage traverse, sans fenêtre intermédiaire, un massif calcaire et marno-calcaire, sur 10 km environ (Fig. 2).

Le traitement a eu ici essentiellement un but d'étanchement; les dispositions ont varié selon les conditions locales: auréoles simples, de 3 ou 4 forages seulement, d'une centaine de mètres de longueur pour l'attaque aval, avec injections de ciment pur; auréoles généralement doubles, plus courtes, totalisant une douzaine de forages, avec injections combinées de ciment et de silicate pour l'attaque amont. La bonne tenue générale de la roche permet de réaliser sans masque les reprises successives. Le traitement fut appliqué sur près de 3 km sur les 10 km de la galerie; percement en section de 30 m² (Fig. 3).

C'était la première fois que la méthode était appliquée à une si grande échelle et venait ainsi s'inscrire au rang des grands procédés de Génie-Civil; il en résulta une amélioration considérable des cadences de percement et de bétonnage ainsi que de la sécurité.

2. Galerie d'amenée de Roselend

Les conditions étaient tout autres pour la traversée de l'accident géologique de la Grande Combe par la galerie d'amenée de Roselend (cf. SBZ 1959, p. 563), galerie également de 30 m² au percement. Là, on était en présence d'un terrain de très mauvaise tenue, pour la plupart bouillant, et baignant dans une nappe de 150 à 200 m au-dessus du niveau de la galerie. Il s'agissait d'une bande sédimentaire houiller, trias et lias) laminée entre deux épontes cristallines distantes d'environ 80 mètres, et constituée pour sa plus grande partie par des quartzites et calcaires finement broyés et bouillants.

La figure 4 représente les dispositions d'ensemble des reconnaissances (galeries et sondages) et du traitement réalisé. Ce traitement et le percement furent effectués en deux tronçons d'une quarantaine de mètres de longueur comportant chacun 6 auréoles principales d'environ 80 forages en moyenne injectés par silicatisation-cimentation combinées. Un masque fortement ferrailé fut nécessaire pour chacun des deux tronçons.

Je me permets d'attirer l'attention sur le fait qu'il n'y avait là pas d'autre méthode pratiquement applicable.

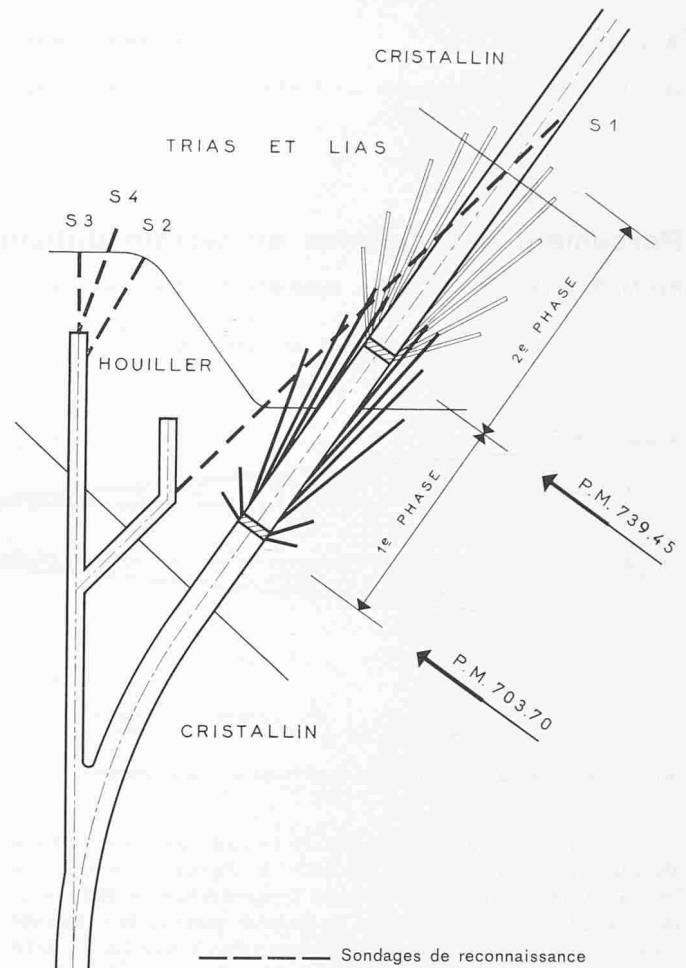


Fig. 4. Galerie de Roselend, accident de la Grande Combe, coupe horizontale

Les chiffres moyens suivants traduisent bien la différence énorme entre les deux exemples précédents: ciment et argile consommés par mètre linéaire de galerie: 1,5 à 2 t à Afourer, 25 t à la Grande Combe; gel de silice 6 m³ (dans les zones ayant nécessité du silicate) à Afourer; 100 m³ à la Grande Combe.

3. Galerie de percement du Lac naturel d'Issarlès

(Aménagement de Montpezat, France, voir SBZ 1956, p. 670)

Ce cas est assez original et peut être considéré comme un cas intermédiaire. Le terrain (granitique) de qualité variable et la proximité du Lac dont le niveau atteignait 50 m au-dessus de la galerie, nécessitèrent des traitements à l'avancement en quatre tronçons, assurant à la fois l'étanchement et la consolidation; le nombre d'auréoles varia de 2 à 5 par tronçon, la longueur de ceux-ci étant de 20 à 25 m; injection de coulis argile-ciment avec, parfois, silicatisation préalable; deux masques furent nécessaires (Fig. 5).

Dans ce dernier exemple, la méthode était en compétition avec des procédés classiques; elle fut choisie en raison de l'économie financière et du gain de délai qu'elle procurait, mais aussi en raison de la sécurité, facteur si important quand on entreprend le percement d'un lac. On mesurera la précision de l'opération par le fait que le rameau terminal de percement a pu s'approcher à 2,50 m de la paroi baignée par le lac (Fig. 6).

*

Je désirerais attirer l'attention sur quelques points particuliers très importants: D'abord, chaque cas est un cas d'espèce qui demande une étude et une adaptation spéciales. C'est vrai pour les travaux publics en général, c'est encore plus vrai pour le traitement du terrain préalablement au percement. Non seulement on ne rencontre jamais deux fois le même terrain, dans les mêmes conditions hydrogéolo-

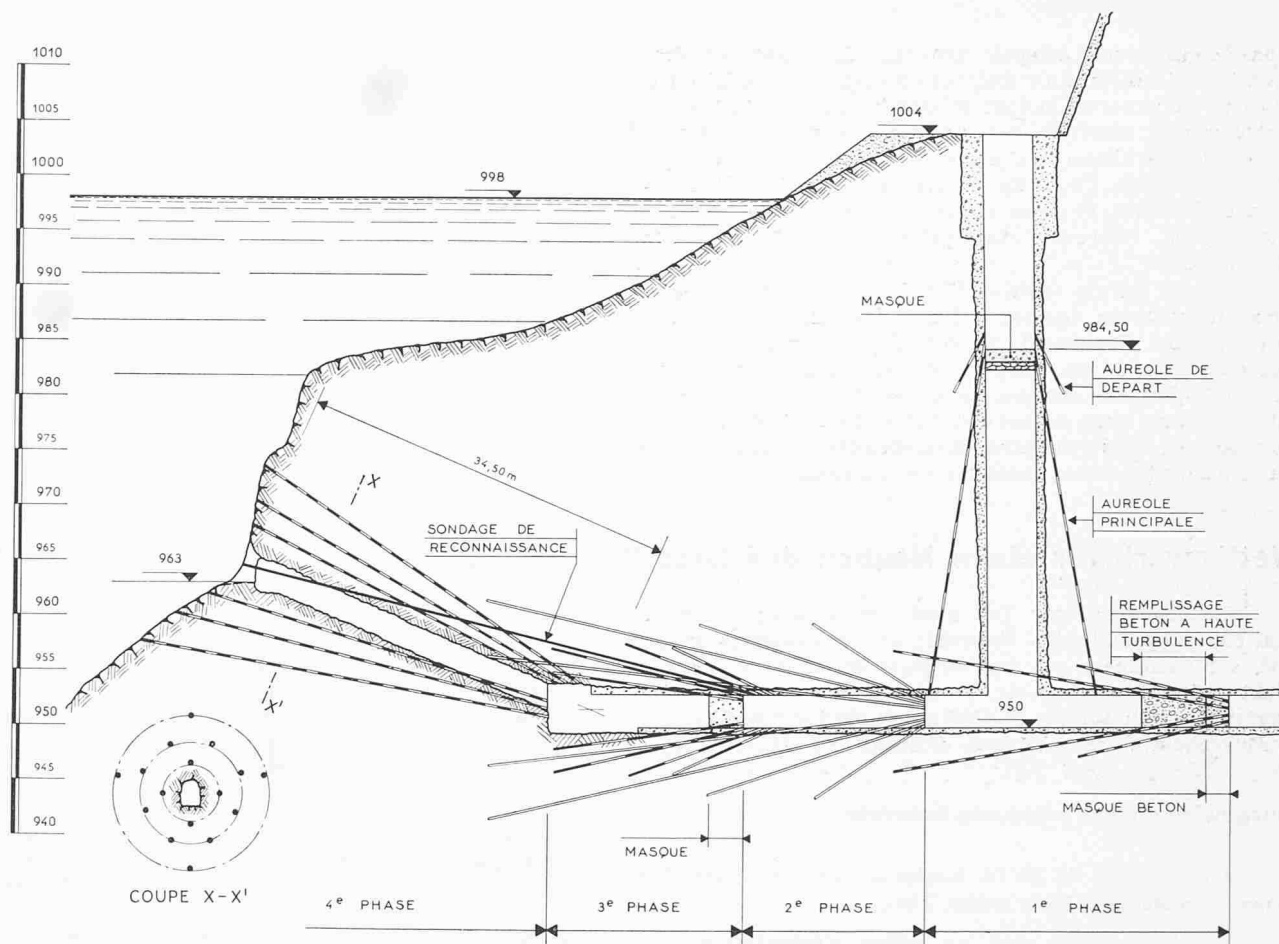


Fig. 5. Lac d'Issarlès, galerie de percement. Coupe longitudinale 1:700, montrant l'ensemble des travaux de cimentation

giques, mais encore tout le contexte — qui a une grande influence sur la méthode utilisée — varie à chaque fois: diamètre de la galerie, délais, longueur des terrains à traiter, possibilité de plusieurs attaques, etc. . .

Il faut donc se garder des généralisations hâtives et des extrapolations hardies.

Je voudrais aussi rappeler l'intérêt des reconnaissances et études préalables poussées dans ce domaine. Rien ne risque d'être aussi catastrophique, tant du point de vue humain, que du point de vue financier ou des délais, qu'une galerie qui percute un accident géologique inattendu. Vous connaissez certainement l'exemple d'une galerie qui, récemment, a été remblayée sur 3 km par une arrivée de sable bouillant! Ailleurs des aménagements complets, terminés, ont attendu longtemps qu'une galerie franchisse une difficulté qui n'avait pas été prévue.

Cela aurait pu être le cas de l'Aménagement de Roselend si E.D.F. n'avait pas eu la sagesse, bien avant l'appel d'offres pour l'exécution des travaux, de pousser une galerie de reconnaissance en direction de l'accident triasique dit de la «Grande Combe» que les études géologiques préliminaires avaient laissé prévoir. Puis de reconnaître cet accident par sondages à partir de cette galerie de reconnaissance; l'appel d'offres pour l'exécution de la galerie a ainsi pu être lancé en prévoyant la nature et l'importance de l'accident à traverser et même la méthode spéciale de traitement destinée à permettre le percement dans cette zone, méthode mise au point avec le spécialiste lors de la reconnaissance. En définitive, tout s'est passé selon les prévisions et la traversée de cet accident géologique n'a pas amené un jour de retard sur les délais initialement prévus. Il n'en aurait certainement pas été de même si la galerie avait rencontré cet accident de façon inattendue!

Le cas d'Issarlès est également frappant; les reconnaissances y ont joué aussi un rôle primordial, d'abord en permettant de déterminer la zone la plus favorable au débouché, ensuite en donnant les éléments nécessaires pour le choix de la méthode et l'étude détaillée de cette dernière.

Un autre point mérite quelques développements. Pour la traversée de l'accident de la Grande Combe, à Roselend, c'est l'Entreprise spécialiste d'injections ayant fait le traitement préalable du terrain, qui a également exécuté le dérochement dans la zone mauvaise; il ne s'agit pas là



Fig. 6. Galerie de percement du lac d'Issarlès. Rameau incliné de percement avant sautage (distance du lac 2,5 à 3,8 m). Photo H. Baranger

d'une concurrence déloyale envers l'Entreprise Générale, dont le Spécialiste était d'ailleurs sous-traitant. Mais il est des cas où l'intérêt de tout le monde (Maître de l'Oeuvre, Entrepreneur Général) est de confier au spécialiste qui a réalisé le traitement l'exécution du percement. Bien sûr sous le contrôle, l'autorité et avec les conseils de l'Entrepreneur Général et sans doute aussi avec une partie de ses moyens. Pourquoi? Les raisons peuvent en être de divers ordres:

Dans le cas de terrains très difficiles, je pense que le Spécialiste et ses équipes qui ont reconnu, foré et traité le terrain ont finalement une connaissance plus approfondie que quiconque de cas terrain; cette connaissance a une très grande importance lors des opérations de percement; par ailleurs, toujours dans les cas délicats, on évite ainsi un partage de responsabilités générateur de difficultés en cas d'incidents ou d'accidents; enfin, lorsqu'il est nécessaire de procéder

en plusieurs tronçons, on résoud ainsi élégamment le problème souvent difficile du réemploi des équipes alternativement arrêtées à chaque reprise.

Bibliographie:

- V. Bauzil et A. Desgigot, La plaine du Tadla, «Travaux», février 1955.
 R. Giguët, F. Auroy, H. André et R. Barbedette, Le Percement du Lac d'Issarlès, «Travaux», mars 1954.
 J.-P. Lajeat et M. Court, Aménagement hydro-électrique de Roselend — Traversée de l'accident de la Grande Combe, «Construction», juillet 1959.
 R. Barbedette et A. Pautre, Percement de galeries en terrain difficile, Méthode des injections à l'avancement, «Le Monde Souterrain», avril 1959.
 L'Entreprise Bachy a en outre fait éditer une plaquette sur la traversée de l'accident de la Grande Combe par la galerie d'amenée de Roselend.

Adresse de l'auteur: R. Barbedette, Ingénieur, S. I. F., place Pépinet 4, Lausanne.

Wettbewerb für einen Neubau des Stadttheaters in Zürich

DK 725.82

Fortsetzung von S. 705

Nachdem der erste Teil dieser Publikation (Hefte 38 und 39) die prämierten Entwürfe des Wettbewerbs gezeigt hat, veröffentlichen wir im vorliegenden Heft eine Anzahl nicht prämierter Projekte, in der Absicht, einige weitere wertvolle Ideen für die zukünftige Gestaltung des Bellevue herauszuheben. Wir bringen überdies zu jedem Projekt

Auszüge aus den Kommentaren der Projektverfasser selbst und bekennen uns damit zur Ansicht, dass demjenigen, der sich an einem Wettbewerb beteiligt hat, das Recht zusteht, öffentlich an der Diskussion der Wettbewerbsergebnisse teilzunehmen, nicht obwohl, sondern gerade weil er nicht durch eine Auszeichnung hat zu Wort kommen können.

Ausgewählte nicht prämierte Entwürfe

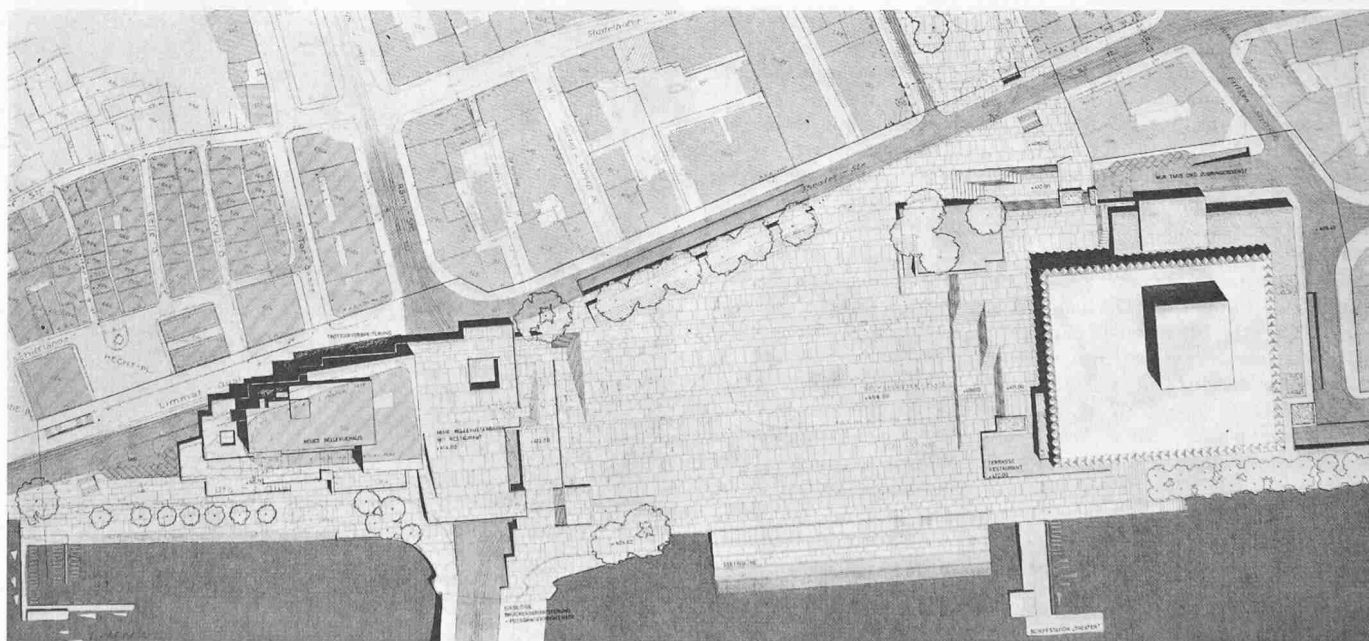
«Wozzeck», Entwurf Nr. 33 (4. Rundgang). Verfasser: Bert Allemann, Jean Messerli, Erwin Müller, Zürich

Städtebau. Zürich soll an dieser einzigartigen Lage einen Platz erhalten, der dem Fussgänger gehört, für Feste benutzt werden kann und in seiner Ruhe und Grösse den dem geplanten Stadttheater entsprechenden Vordergrund bietet. Die Grundform dieses Platzes bildet eine gegen die Sonne, die Aussicht und den See geöffnete Schale, die sogar mit einer tribünenartigen Abtreppe in diesen hinunterführt.

Das ausschliesslich für den Fussgänger reservierte Gebiet beginnt bei der Schiffflände und führt längs den bestehenden Flusstreppen über ein ansteigendes Ladenzentrum des «Bellevue-Hauses» auf die neue Bellevue-Terrasse, die den nördlichen Schalenrand formt und einen Durchblick auf den Limmatraum freigibt. Dadurch überschreitet der

Fussgänger unmerklich den Fahrverkehr kreuzungsfrei. Breite Fussgängerrampen leiten zum Platz hinunter. Trepenterrassen ergeben die südliche Aufbahrung, über der als Platzabschluss die vornehme, pathosfreie Faltwerk-Stadttheaterfront steht. Längsseits wird der Platz von seiner Randbebauung an der Theaterstrasse, die mit ihrer unruhigen Silhouette und ihrer Aufgerissenheit keinesfalls als Platzbegrenzung wirken kann, durch eine mit Bäumen bestandene Rampe abgetrennt. Nur die Fassade des «Corso-Theaters» soll mit ihrer spielerischen Wirkung frei bleiben.

Die Seepromenade des Utoquais soll in ihrer heutigen Form bestehen bleiben und führt am Stadttheater vorbei zu den Parkanlagen am Zürichhorn. Die erhöhte Baumgruppe beim Theatereingang soll diesen betonen, zum baumbestandenen Stadelhoferplatz hinüberleiten und dadurch diesen in die Gesamtanlage einbeziehen. Im Gegensatz zu den nahen Natur-Parkanlagen an beiden Seeufern soll der Platz mit Platten belegt werden, womit eine zurückhaltende Strenge und Grosszügigkeit erreicht wird.



Entwurf Nr. 33, Situationsplan 1:3000