

Gestion des nappes phréatiques sur un grand chantier: Potsdamer Platz, Berlin

Autor(en): **Etter, Max / Britz, Angelika**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **125 (1999)**

Heft 8

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79621>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Gestion des nappes phréatiques sur un grand chantier

Potsdamer Platz, Berlin

Par Max Etter et
Angelika Britz,
Emch+Berger
Baulogistik,
Möckernstrasse 26
D-10963 Berlin
Traduit de l'allemand

D'ici l'an 2002, un nouveau centre urbain, d'un coût de quelque 8 milliards de DM, s'élèvera au cœur de Berlin. Les travaux que cela nécessite impliquent d'intervenir sur le niveau de la nappe phréatique naturelle. Pour éviter que des variations excessives de ce niveau, du fait des chantiers, n'entraînent des répercussions négatives sur les zones vertes avoisinantes et sur des bâtiments historiques, l'administration sénatoriale compétente a notamment exigé une gestion de la nappe phréatique commune à l'ensemble des travaux. La transcription dans les faits de cette contrainte inhabituelle fait l'objet de l'article qui suit.

1. Situation de départ

Les grands chantiers de la Potsdamer Platz au cœur de Berlin sont peu ordinaires à plus d'un titre. S'ajoutant à l'énorme volume des investissements de quelque 8 milliards de DM (env. 7 milliards de nos francs), à l'enchevêtrement spatial, structural et fonctionnel des divers projets de cinq investisseurs différents et à une logistique de chantier sophistiquée, le traitement des problèmes liés à la nappe phréatique représente un aspect bien particulier.

Proche de la surface, la nappe phréatique se situe à 3 m environ sous le niveau du terrain alors que les fouilles atteignent une profondeur allant jusqu'à 20 m. La proximité immédiate de zones vertes protégées et de bâtiments historiques exige des mesures de protection spéciales sur les grands chantiers. Au cours des huit ans de durée des travaux, on estime le volume maximal résiduel de la nappe à transférer à environ 12,5 mios de m³, auquel il faut ajouter quelque 1,5 mio. m³ d'eau à évacuer des fouilles pour les assécher.

Il s'agit néanmoins de minimiser les interventions sur le régime des nappes phréatiques et d'éviter que les chantiers entraînent des variations excessives de leur niveau.

2. Contraintes légales

Une autorisation des autorités compétentes pour l'économie hydraulique doit être obtenue par le maître de l'ouvrage pour intervenir sur le régime des eaux souterraines. L'administration sénatoriale pour le développement urbain, la protection de l'environnement et la technologie a accordé de 1994 à 1996 aux maîtres de l'ouvrage

de la Potsdamer Platz plusieurs autorisations successives portant sur les eaux, en les assortissant entre autre des exigences suivantes :

- Recours à des modes de construction ménageant la nappe phréatique (cuvettes, boucliers)
- Respect d'un débit de fuites maximal dans les fouilles de 1,5 l/s par 1000 m³ de surface en contact avec les eaux souterraines
- Respect de certains niveaux de la nappe phréatique (p. ex. pas moins de 30 m/mer dans le parc « Grosser Tiergarten » et d'autres zones vertes concernées)
- Si nécessaire, réinfiltration de l'eau souterraine pénétrant dans les fouilles
- Respect de certains critères de qualité de l'eau pour l'évacuation dans les eaux de surface ou la réinfiltration (pH, conductivité, AOX, sédiments, etc.)

Berlin, fin du XX^e siècle : ayant retrouvé son statut de capitale, la ville s'emploie à offrir le cadre qui lui sied. Réalisation de nouvelles infrastructures de transport, restauration du Reichstag, construction de ministères et d'immeubles commerciaux, Berlin offre l'image d'une multitude et d'une densité de chantiers uniques en Europe.

Autour de la Potsdamer Platz, ce ne sont pas moins de trois réseaux ferrés, un tunnel routier et d'innombrables immeubles qui sont en cours de construction, pour un coût équivalant à plus de 7 milliards de francs. On imagine les problèmes de logistique qu'impliquent de tels travaux en milieu urbain.

C'est un bureau suisse, *Emch + Berger*, qui a été mandaté pour cette tâche, au travers de sa filiale berlinoise *Baustellenlogistik Potsdamer Platz GmbH*. Pour plus de détails, on se référera à l'article consacré à cette mission par notre revue sœur *SI+A*¹. C'est grâce à ce bureau, qui nous a aimablement fait visiter une partie du chantier, que nous pouvons présenter ici un aspect original de cette logistique, soit la gestion des eaux souterraines. Que nos hôtes berlinois en soient sincèrement remerciés.

Jean-Pierre Weibel

¹Max Etter : « Baustellenlogistik für den Potsdamer Platz », *SI+A* N° 23 du 4 juin 1998, pp. 433

De plus, chaque autorisation était assortie d'une nouvelle exigence



Fig. 1. - Des méthodes de construction ménageant la nappe phréatique peuvent créer des lacs dans les fouilles. L'excavation doit alors recourir à des « dragues flottantes » pour travailler sous l'eau. (Photo F. Pierlings)

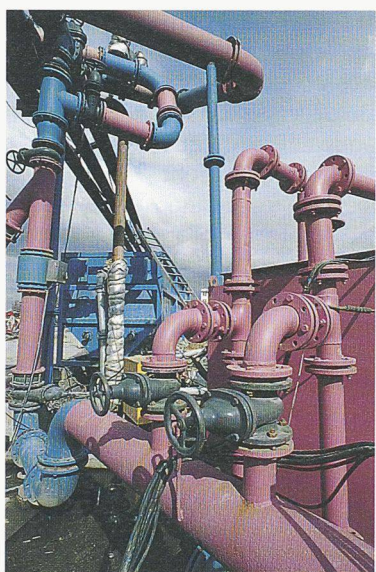


Fig. 2.- Un réseau de conduites de 6,5 km de long garantit l'évacuation sans problème de l'eau dans les fouilles. (Photo F. Pierlings)

« exceptionnelle » : les trois maîtres de l'ouvrage privés (*Daimler-Benz Interservices GmbH – debis, SONY Berlin GmbH* et *ABB/Terreno-Roland Ernst*) et les deux maîtres de l'ouvrage publics intervenant à la Postdamer Platz devaient mettre en place une « gestion de la nappe phréatique » commune.

Les objectifs de cette gestion des eaux souterraines sont doubles: d'une part, modéliser les eaux souterraines sur ordinateur, c'est-à-dire établir des prévisions quant à leurs mouvements sur la base des prélèvements prévus et déterminer les mesures compensatoires et les débits d'infiltration dans le temps et l'espace, d'autre part, surveiller la nappe phréatique. Cette dernière tâche comprend le contrôle des valeurs limites prédéterminées du niveau de la nappe, de la qualité et des débits d'eau.

En même temps, la gestion des eaux souterraines doit représenter un « système transparent », permettant en tout temps aux autorités compétentes de s'informer en temps réel « on line » de l'état des nappes.

3. Organisation

Avant même le début des travaux, les maîtres de l'ouvrage de la Pots-

damer Platz s'étaient constitués en société de logistique de chantier. Les cinq investisseurs privés et publics de ce projet ont fondé « Baus-tellenlogistik Potsdamer Platz GmbH » (*baulog*), dont la direction technique est assurée par la maison *Emch+Berger GmbH*, afin d'organiser, dans le cadre d'un contrat avec la ville, l'ensemble des transports nécessaires à l'approvisionnement et à l'évacuation par le rail et la voie fluviale. Le cahier des charges de *baulog* ne comprenait pas seulement l'évacuation des déblais et des déchets des chantiers, ainsi que leur approvisionnement en béton et en matériel, mais également l'évacuation des eaux souterraines. L'attribution des autorisations concernant les eaux souterraines a ajouté à ces tâches la création d'un système de gestion de la nappe phréatique. A cet effet, *baulog* a tout d'abord fait élaborer un concept permettant ensuite la mise en soumission des travaux d'ingénieur correspondants. Simultanément, a été lancée une soumission pour l'évacuation des eaux souterraines, c'est-à-dire leur évacuation dans les eaux de surface ou leur réinfiltration.

Le mandat pour la gestion de la nappe phréatique a été attribué à *IMS Ingenieurgesellschaft mbH* en collaboration avec *GCI Grundwasserconsulting Ingenieur Gesell-*

schaft mbH. L'évacuation des eaux souterraines est assurée par le consortium *ARGE Grundwasser-Verbringung Potsdamer Platz*.

4. Dans la pratique

La répartition des tâches et des responsabilités de la gestion de la nappe phréatique, y compris l'évacuation, et celles des diverses entreprises concernées constituait une importante condition préliminaire pour la mise en œuvre de ce projet. Une séparation précise des prestations était avant tout indispensable pour régler clairement l'attribution du traitement de l'eau. C'est ainsi qu'il a été convenu que les compétences de la gestion de la nappe phréatique ne débutaient que lors du passage des eaux résiduelles ou d'assèchement présentant une qualité prescrite au bord de la fouille.

Les entreprises responsables de la gestion de l'eau doivent traiter les eaux souterraines conformément aux normes de qualité en vigueur avant de les injecter dans le système d'évacuation. De la sorte, les incidents survenant dans la fouille et susceptibles d'influencer les eaux souterraines dans les fouilles – p. ex. avaries, fuites ou pollutions - sont clairement de la responsabilité de l'entrepreneur.

4.1 Infrastructure

La mise en œuvre du projet a débuté par la conception et la



Fig. 3.- Pendant la durée du chantier, le réseau de conduites fait partie de l'image d'une partie de la ville de Berlin (photo IAS)



Fig. 4. - Schéma de fonctionnement du système de gestion (élaboré par IMS)

construction de son infrastructure et un réseau de conduites de quelque 6,5 km pour l'évacuation de l'eau extraite de la nappe dans les fouilles. Le système principal, composé de trois tubes DN 300, permet selon les besoins soit d'évacuer l'eau dans le canal voisin de la Landwehr, soit de la conduire jusqu'à un puits de réinfiltration. L'évolution continue de l'organisation du chantier en fonction de l'avance des travaux a d'emblée demandé la prise en compte des possibles modifications des plans et du réseau des conduites au cours des six ans de la durée du chantier. Ainsi le réseau a été complété par une troisième conduite principale et des vannes, offrant quelques réserves de capacité aptes à recevoir les surcharges lors de modifications ou pour les pointes de débit.

Le système d'évacuation est équipé de points de mesure en amont du raccordement des lignes

de branchement sur le réseau principal, pour contrôler le débit des eaux souterraines en provenance des fouilles. L'eau déversée dans le canal de la Landwehr ainsi que celle réinfiltrée dans les puits font également l'objet d'une mesure, ce qui permet d'établir un bilan global des débits.

Un réseau de points de mesure permettant de contrôler les niveaux de la nappe phréatique constitue un autre élément important pour le fonctionnement du système de gestion. Pour répondre aux exigences des autorités compétentes, un réseau comportant actuellement une centaine de piézomètres a été mis en place dans une zone d'environ 4 km², dépassant très largement la surface touchée par les chantiers. Le niveau des deux nappes phréatiques concernées est mesuré et enregistré automatiquement chaque heure et le dépouillement des résultats se fait généralement tous les jours ouvrables. Quatorze des points de mesure sont équipés pour la transmission des données à distance, tous les résultats étant collectés dans la centrale de gestion des eaux souterraines de *baulog*, pour y être gérés et dépouillés. Les autorités compétentes sont directement reliées au système par modem.

Pour permettre de réinfiltrer des eaux souterraines résiduelles provenant des fouilles, *baulog* a fait construire, dès l'été 1994, deux galeries conduisant à un total de dix-neuf puits de réinfiltration, en bordure, les uns, du parc municipal «Grosser Tiergarten», les autres de la zone verte «Am Karlsbad». L'eau réinfiltrée passe au préalable par une installation de séparation du fer et du manganèse, pour éviter l'occlusion des puits.

Les surfaces occupées par les infrastructures du système de gestion décrites ci-dessus doivent constamment être adaptées aux exigences des chantiers. C'est

ainsi, par exemple, que le centre de gravité des grands chantiers se déplace vers le nord au cours de leur progression. C'est pourquoi huit puits de réinfiltration ont déjà été démontés en bordure sud du chantier, alors que dix nouveaux puits ont été aménagés dans la zone nord des travaux.

4.2 Gestion

La gestion des eaux souterraines doit assurer la saisie, le contrôle et la commande du niveau des nappes et l'évacuation de l'eau résiduelle, la prévision des mouvements possibles des eaux, ainsi que la coordination et l'harmonisation des activités de tous les intervenants. De plus, la tenue à jour régulière des données sur l'évolution hydrodynamique et hydrologique dans la zone de surveillance fait également partie des tâches à assumer [1]¹.

La pratique de la gestion des nappes phréatiques est caractérisée par les divergences entre les prévisions théoriques et l'évolution dynamique des événements sur les chantiers. Des modifications des technologies mises en œuvre à l'origine dans les fouilles et des décalages des temps de construction exigent une constante révision du concept de base et son adaptation aux nouvelles conditions. Les futurs débits attendus lors des différents projets de construction, surtout de possibles simultanités de prélèvements d'eau, avec les pointes de débit correspondantes, doivent être déterminés d'avance et analysés pour éviter des insuffisances de capacité dans le réseau d'évacuation. Il faut simultanément prévoir de possibles dépassements des valeurs limites du niveau de la nappe phréatique afin de proposer des mesures de compensation. A cet effet, un modèle de simulation numérique des eaux souterraines a été élaboré sur la base d'un modèle hydrogéologique [2].

¹Les chiffres entre crochets renvoient aux références en fin d'article.

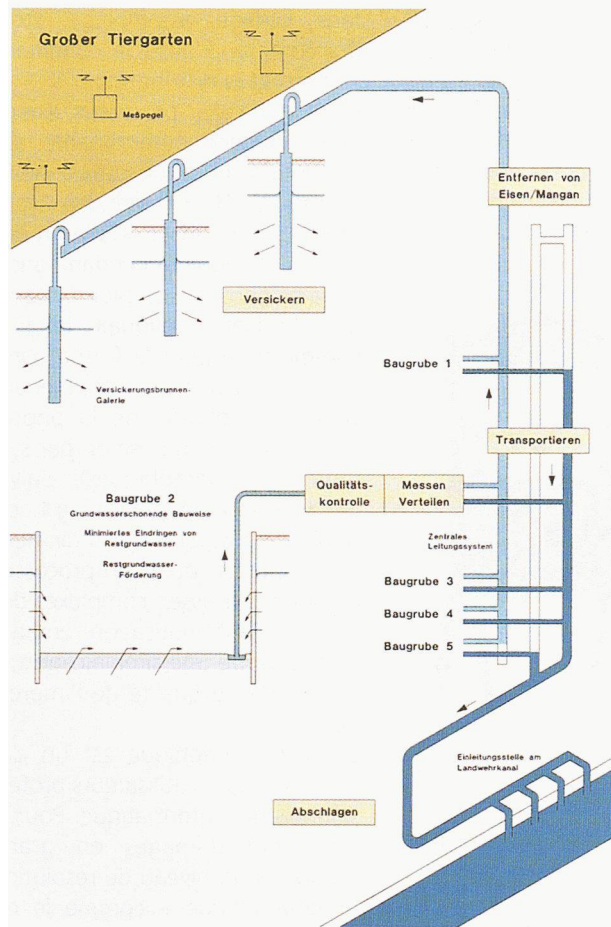


Fig. 5.- Exemple de plan d'hydroisohypses destiné à mettre en évidence l'état de la nappe phréatique dans le secteur observé (élaboré par GCI)

4.3 Documentation

L'élaboration trimestrielle d'une documentation à titre de preuve a été décidée en accord avec les autorités concernées. Les rapports comprennent les données hydrodynamiques et hydrologiques, les niveaux des nappes, ainsi que les caractéristiques qualitatives de l'eau et les modifications apportées aux systèmes d'évacuation et de mesure. Des plans conçus pour présenter les résultats de façon aisément accessible sous forme de graphiques en couleur permettent de dépouiller plus facilement l'énorme quantité de données recueillies.

Cette documentation sert aux autorités compétentes à contrôler le respect des exigences légales concernant les eaux souterraines et, au besoin, à l'information du public intéressé. Pour les investisseurs, le rapport constitue un moyen de preuve précieux quant à leurs interventions sur l'hydrologie souterraine et leurs conséquences. Les spécialistes des maîtres de l'ouvrage utilisent ces données très complètes comme un important outil de travail.

5. Conclusion

Jusqu'à fin octobre 1998, ce sont

quelque 7,6 millions de m³ d'eau en provenance de la nappe phréatique qui ont été extraits des chantiers de la Potsdamer Platz. Le niveau des eaux souterraines n'est pourtant jamais descendu en-dessous de la limite de 30 m/mer prescrite par les autorités.

On peut aujourd'hui déjà affirmer que le système de gestion des nappes souterraines pour les grands chantiers de la Potsdamer Platz a fait ses preuves dans ses quatre premières années de service. Le difficile équilibre à trouver entre le respect des exigences des autorités et la recherche de coûts minimaux pour les maîtres de l'ouvrage a finalement conduit à traiter de façon extraordinaire le bien précieux et digne de protection que sont les eaux souterraines, dans le cadre d'un grand chantier extraordinaire sur les plans spatial, technique et logistique.

Références

- [1] ORTFRIED MATTHES ET PETER RELOTIUS: « Grundwassermanagement für die Baumassnahmen am Potsdamer Platz », *Geowissenschaften*, 14^e année, mars/avril 1996, p. 123
- [2] PETER NILLERT et al.: « Grundwassermonitoring und Modellprognosen », *Geowissenschaften*, 14^e année, mars/avril 1996, p. 129