

Réservoirs de Bernex (1): Distribution d'eau potable dans le canton de Genève

Autor(en): **Rüfenacht, Hanspeter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **119 (1993)**

Heft 22

PDF erstellt am: **16.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78082>

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.

Réservoirs de Bernex (1)

Distribution d'eau potable dans le canton de Genève

Par Hanspeter Rüfenacht, ing. dipl. EPFZ/SIA
Chef de division,
service des eaux,
Services industriels
de Genève
rue du Stand 12,
1211 Genève 11

Introduction

Le service des eaux des Services industriels de Genève doit assurer l'alimentation en eau potable des 380 000 habitants et des activités économiques du canton (à l'exception de la commune de Céligny, enclavée dans le canton de Vaud), ce qui représente une consommation journalière de 187 000 m³ en moyenne, variant entre 122 000 et 323 000 m³ (valeurs 1992). Signalons encore qu'une pointe de consommation absolue a été atteinte le 23 juin 1989, avec 364 000 m³.

Le lac Léman, volume d'eau de 89 milliards de m³ alimenté constamment par le Rhône, constitue une réserve pratiquement inépuisable et fournit 80% des besoins en eau à Genève. Cette eau est traitée par quatre stations de filtration. Les 20% restants sont soutirés, par neuf stations de pompage de la nappe phréatique de l'Arve (nappe dite du Genevois) dont le niveau est maintenu artificiellement à une hauteur favorable, par réalimentation en eau traitée de la rivière du même nom. De plus, le service des eaux alimente le CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire) en eau de refroidissement. A raison d'environ 60 000 m³/jour en moyenne, celle-ci provient de la station de filtration du Vengeron (eau du lac) et des stations de pompage de la nappe du Rhône à Peney (fig. 1).

Comme le territoire du canton est situé entre 360 et 518 m d'altitude, le réseau de distribution d'eau est étagé en trois zones de pression: zone inférieure jusqu'à 410 m environ, zone intermédiaire entre 410 et 460 m et zone sommitale au-dessus de 460 m, comme le montre schématiquement la figure 2. Le réseau global est ainsi subdivisé en six réseaux principaux – dont un pour la zone inférieure (réseau «Ville») et cinq pour la zone intermédiaire – et dix réseaux secondaires: sommitaux ou périphériques. Tous les réseaux principaux ainsi que quelques réseaux sommitaux sont équipés de réservoirs dont le volume représente, selon le réseau, entre 20 et 35% de la consommation journalière moyenne (fig. 3).

La croissance de la consommation d'eau est certes très modeste, mais la

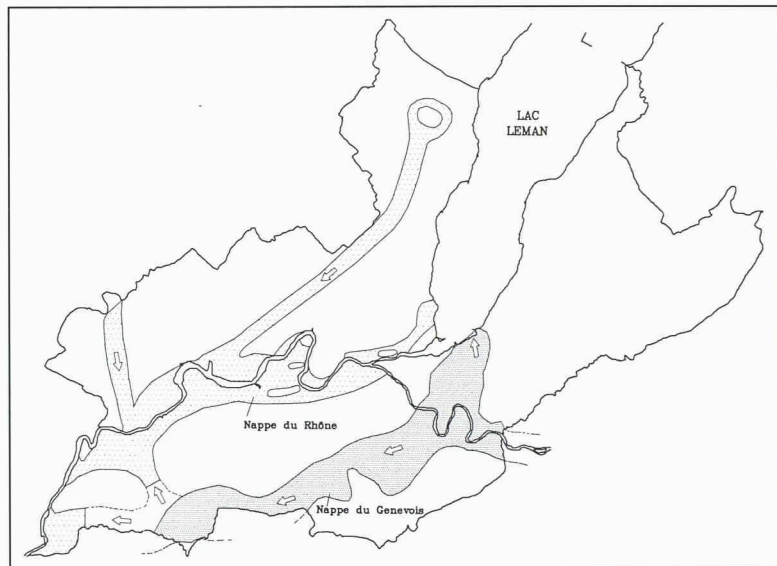


Fig. 1. – Ressources en eau du canton de Genève

vétusté des installations existantes a obligé le service des eaux à engager un vaste programme d'équipement pour un montant global de 600 millions de francs, étalé sur dix ans. La construction de nouveaux réservoirs d'eau potable à Bernex fait partie de ce programme¹.

En 1986, le service des eaux des Services industriels de Genève et la Société des eaux de l'Arve, qui devait être absorbée deux ans plus tard, dis-
posaient ensemble de douze réservoirs

totalisant un volume d'accumulation de 76 700 m³ (tableau 1).

Les deux réservoirs qui desservent la zone inférieure (réseau «Ville») ainsi que ceux de la Planta et de la Berne, ne peuvent être considérés comme de vrais réservoirs, leur altitude, trop basse par rapport à celle de la zone

¹Voir: «Extension du service des eaux de Genève», in *gwa: gaz, eaux, eaux usées*, 72(1992)9, pp. 591-673; et spécialement: Hanspeter Rüfenacht: «La construction des réservoirs de Bernex», *ibidem*, pp. 627-633

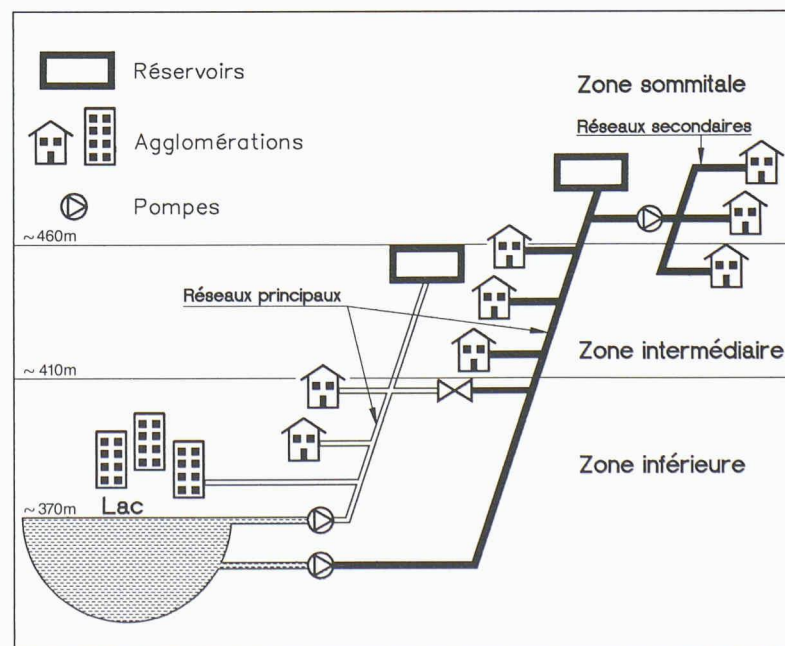


Fig. 2. – Zones de pression et réseaux: représentation schématique du principe de distribution d'eau à Genève

Tableau 1 – Réservoirs d'eau potable du canton de Genève en 1986

Zone	Réseau	Altitude de distribution [m s/mer]	Volume [m³]	Réservoir
inférieure	«Ville»	360-410	13 600	La Bâtie* Pinchat*
intermédiaire	«Arve» «Bellevue» «Bessinge» «Nappe» «Rhône»	410-460	62 500	Bernex (A,B,C) Bessinge Hauts-Crêts Jussy Bossy La Planta* La Berne*
sommitale et/ou périphérique	«Bernex» «Chancy» «Chouilly» «Hauts-Crêts» «Jurets» «Landecy» «Monniaz» «Pallanterie» «Rippaz» «Sauverny»	> 460 < 360	600	Le Cannelet Chouilly Landecy
total			76 700	

*réservoir situé à une altitude trop basse

desservie, nécessitant un pompage pour amener de l'eau dans le réseau. Le volume total de ces quatre ouvrages est de 37 200 m³.

Le canton de Genève manquait donc de volume de réservoirs, un déficit qui apparaît encore plus clairement si l'on considère les critères communément admis pour la détermination des volumes de réservoir, par exemple ceux de la SSIGE (Société suisse de l'industrie du gaz et des eaux) qui préconise un volume de 0,4 à 0,6 m³ par habitant, ou encore ceux du DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches), soit $0,3 \times Q_{d\max}$ ($Q_{d\max}$: consommation journalière maximale). En appliquant ces règles aux 380 000 habitants de la zone desservie, on obtient des valeurs comprises entre 108 000 et 190 000 m³ contre une capacité utile existante d'environ 40 000 m³ seulement.

Or, même si l'on admet qu'un grand service comme celui de Genève peut se permettre de rester à la limite inférieure de ces valeurs, voire même de les abaisser en s'appuyant sur une interconnexion de ses réseaux pour pallier les manques d'eau locaux, le service des eaux devait néanmoins mettre en route un programme de construction de réservoirs.

En considérant la topographie très plate du canton de Genève qui culmine à 518 m s/mer, il n'existe que trois emplacements possibles pour la construction de réservoirs destinés à alimenter les cinq réseaux de la zone de distribution intermédiaire. Ce sont les collines de Chouilly, de Bernex et de Bessinge (un quatrième site à Monniaz, à l'extrémité est du canton, est à exclure, du fait de son éloignement des centres de production et de consommation). Le service des eaux a

donc prévu d'équiper ces trois emplacements à moyen terme et a entrepris, comme première réalisation, les travaux au site du Signal de Bernex (tableau 2).

Cette colline qui culmine à 510 m avait déjà été choisie comme emplacement de trois réservoirs totalisant une capacité de 20 000 m³.

A: deux cuves circulaires construites en 1911: $2 \times 1500 \text{ m}^3$

B: une cuve circulaire construite en 1953: 3000 m³

C: une cuve rectangulaire construite en 1962: 14 000 m³.

Fort vétustes, les cuves du réservoir A devaient être remplacées par des constructions plus grandes. D'autre part, afin de pouvoir utiliser au mieux le terrain disponible, le réservoir B dut également être démoli et remplacé. Seul le réservoir C, plus grand et plus récent a pu être conservé, moyennant toutefois d'importants travaux de réfection.

Le nombre de cuves à construire fut choisi en fonction du fait que Bernex est le point culminant de deux réseaux d'alimentation, contenant des eaux de provenances différentes (fig. 3):

- le réseau «Rhône»: eau du lac en provenance de la station de traitement du Prieuré,
- le réseau «Nappe»: eau de la nappe du Genevois provenant de différentes stations de pompage au sud du canton (Bella-Vista, Saconnex-d'Arve, Perly, Soral).

La séparation des deux réseaux devait être respectée; de plus, il fut souhaité de pouvoir exploiter deux cuves par

Tableau 2 – Capacités actuelle et projetée des réservoirs d'eau du canton de Genève

	Données de base		Capacité requise selon directives		Capacité		
	habitants desservis	$Q_{d\max}$ [m³]	SSIGE [m³]	DVGW [m³]	existante 1986 [m³]	avec Bernex 1993 [m³]	projetée à moyen terme* [m³]
ensemble des réseaux SIG	380 000	364 000	190 000	>108 000	76 700	95 300	146 300
dont: réseau «Rhône» (eau du lac)	140 000	142 000	70 000	> 42 000	14 000	22 800	42 800
réseau «Nappe» (eau de la nappe)	34 000	50 000	17 000	>15 000	6 000	15 800	15 800

*y compris les réservoirs du Grand-Saconnex (en construction), de Bessinge-Arve et de Chouilly (projetés)

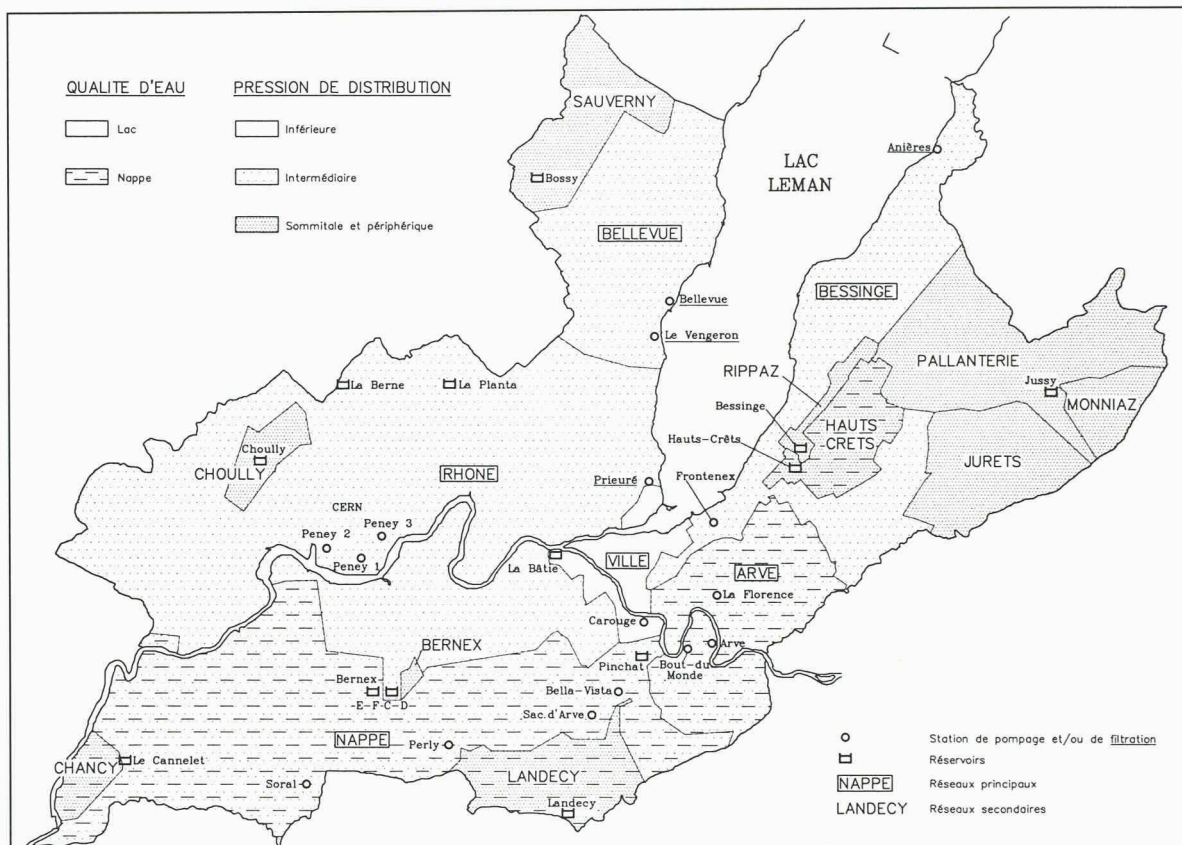


Fig. 3. — Réseaux de distribution d'eau à Genève

réseau, afin de pouvoir en mettre une hors service pour entretien, sans devoir recourir à des mélanges incontrôlés d'eaux de qualité différente. De tels mélanges posent en effet des problèmes à différentes catégories d'utilisateurs dépendant d'une qualité d'eau constante (médecine, cultures maraîchères, etc.) et entraînent en outre des problèmes de corrosion des conduites du réseau. La décision fut donc prise de démolir les anciennes cuves A et B, de remettre en état la cuve C et de construire trois nouvelles cuves (D, E, F), afin de disposer de deux cuves par réseau, exploitables en parallèle ou chacune indépendamment.

De plus, un dispositif devait permettre le mélange contrôlé des eaux pour ajouter 150 l/s d'eau du lac dans le réseau «Nappe», dont la sécurité d'alimentation est moindre du point de vue quantitatif.

Les études en vue d'une répartition optimale du volume à construire sur la parcelle disponible et de son intégration dans le site ont abouti au dispositif de réservoirs reproduit au tableau 3.

Disposition générale

La parcelle du Signal de Bernex, une colline située au milieu du vignoble bernésien à environ 7 km au sud-ouest du centre-ville de Genève, est la

propriété des Services industriels. Cependant, elle est divisée en deux par un chemin communal. Cette situation et les conditions topographiques, notamment la nécessité de la remise en forme du terrain, conditionnèrent la forme particulière, en plan et en coupe, choisie pour les nouveaux réservoirs (fig. 4 et 5).²

Ceux-ci sont construits de façon massive, en béton apparent étanche, sans revêtement d'étanchéité intérieur. La hauteur utile de la tranche d'eau est de 7 m, ce qui correspond à la tranche économique pour ce type de réservoir. Les cuves, entièrement enterrées, sont reliées par un système de cinq galeries de service souterraines, qui abritent la totalité des installations techniques ainsi que les conduites d'amenée et de restitution. Les travaux comprennent aussi la construction du local de mélange des eaux et d'un nouveau collecteur de trop-plein, exutoire de sécurité vers l'Aire (un affluent de l'Arve). L'intégration de l'ouvrage dans le site a encore nécessité la construction de caissons d'évidement sur les dalles de couverture.

Conditions de sol

Les couches de terrain suivantes ont été rencontrées sur la parcelle du

²La numérotation des figures et des références bibliographiques s'étend sur cet article et le suivant.

Signal, à partir de la surface:

- un remblai constitué d'argile limonneuse d'une épaisseur maximale de 12 m, représentant le comblement d'une ancienne carrière
- une moraine argileuse wurmienne d'épaisseur variable
- de la molasse dont la partie supérieure, d'une épaisseur moyenne de 4 m, est altérée.

Sur le plan géotechnique, ce site est caractérisé par la présence d'une ancienne carrière à gypse, comblée par des remblais hétérogènes et par un soubassement molassique de qualité médiocre.

Mode de fondations

Le réservoir E, implanté à l'endroit de l'ancienne carrière, devait impérativement être fondé sur pieux. On note que déjà l'ancien réservoir A, situé à cet emplacement, était construit de la même façon.

Une fondation sur radiers aurait pu être envisagée pour les réservoirs D et F. Dans cette hypothèse, on aurait dû cependant s'attendre à un tassement de 70 mm au centre du réservoir F et à une différence de tassement de 55 mm entre son centre et son bord. Ces tassements étant considérés comme incompatibles avec un comportement satisfaisant des ouvrages, la décision fut prise de fonder l'ensemble des réservoirs sur pieux.

Tableau 3 – Capacité des nouveaux réservoirs de Bernex

Réseau	Réservoir	Volume [m³]	Total [m³]
Réseau «Rhône»	C (existant, à rénover)	14 000	22 800
	D	8 800	
Réseau «Nappe»	E	8 100	15 800
	F	7 700	
Total réservoirs de Bernex			38 600

Des pieux forés, d'un diamètre de 1,0 à 1,3 m, furent fichés sur une longueur de deux diamètres dans la molasse saine sous l'ensemble des cuves, la longueur totale des pieux variant ainsi entre 6 et 14 m. On utilisa 149 pieux pour le réservoir D, 130 pour le réservoir E et 132 pour le réservoir F. Le forage fut exécuté à la tarière, la stabilité de la partie supérieure dans le remblai et la moraine étant assurée par cuvelage. Ce mode d'exécution permit de forer trois pieux par jour en moyenne.

Des mesures de nivellement furent régulièrement effectuées dès la première mise en eau du réservoir. Or, après deux années d'exploitation des réservoirs E et F, les tassements sont pratiquement uniformes et compris entre 2 et 4 mm seulement.

Quant à la construction des nouvelles cuves en béton apparent étanche, le lecteur en trouvera une description détaillée dans l'article faisant suite à celui-ci.

Réfection du réservoir C

Le réservoir C, construit en 1962, de dimensions plus minces au niveau de la structure, devait être rénové afin de lui garantir une durée de vie similaire à celle des nouvelles cuves.

Cette rénovation consista en une réfection de la surface intérieure, en vue d'une étanchéité accrue et de la modernisation de l'accès et de l'équipement technique, notamment la connexion au système de ventilation, la réalisation de nouvelles pénétrations ainsi qu'une augmentation de la capacité des trop-pleins.

La structure en béton armé précontraint était à l'origine recouverte d'un enduit, respectivement d'une peinture d'étanchéité. Cette couche dut être enlevée entièrement par sablage puis, un assainissement de la structure fut réalisé par injection des fissures repérées et par traitement des fers d'armature carbonatés selon des procédés devenus standards. Enfin, un nou-

vel enduit d'étanchéité à deux composants, compatibles avec l'eau de boisson, fut appliqué sur l'ensemble de la cuve.

Chantier

La durée de construction des trois cuves avait été estimée initialement à environ quatre ans et demi au total. Elle prévoyait deux phases.

*Première phase: 2 1/2 ans
(novembre 1987 – mai 1990)*

- démolition du réservoir A
- construction des réservoirs E et F avec leurs galeries de service et une partie des liaisons.

*Deuxième phase: 2 ans
(juin 1990 – juin 1992)*

- démolition du réservoir B
- construction du réservoir D et de la galerie de service correspondante
- transformation du réservoir C.

Ce calendrier a pu être tenu: il a permis de maintenir sans interruption l'exploitation indépendante des réseaux «Rhône» et «Nappe» par au moins un réservoir au Signal de Bernex.

Un volume total de 40 000 m³ environ de terre a dû être excavé, dont 20 000 m³ ont été remblayés à la fin du chantier. Afin de limiter le transport des matériaux, un terrain situé à proximité a servi d'entrepôt à la terre nécessaire au remblayage. Durant la construction, environ 7500 m³ de béton ont été mis en œuvre, fabriqués entièrement sur place.

Le budget total de la construction des réservoirs de Bernex, y compris les démolitions et la réfection du réservoir C, s'élevait à 34,5 millions de francs (valeur 1987) pour les postes principaux suivants (en francs):

travaux préparatoires,	
démolition et fondations	5 500 000
structures	14 300 000
aménagements extérieurs	1 900 000
équipement technique	7 600 000
réfection réservoir C	1 400 000

un budget qui a pu être respecté dans son ensemble.

Intégration au site

L'intégration des nouveaux réservoirs dans leur site d'implantation commandait une attention particulière. Le Signal de Bernex est en effet, depuis 1933, classé conformément à la loi cantonale sur la protection des sites. Le principe des réservoirs enterrés a donc été conservé pour les nouvelles structures puisque, outre ses avantages techniques en matière de protection et d'isolation, il préserve l'homogénéité du lieu.

La forme extérieure polygonale des cuves fut le moyen choisi pour obtenir le volume utile maximal sur les parcelles disponibles en respectant tant les lois sur la construction que la forme de la colline. Ainsi, les murs extérieurs des deux groupes de cuves sont inclinés à 45° dans leur partie supérieure pour épouser la forme du terrain. Le chemin public entre les deux groupes de cuves a également dû être conservé.

Afin de pouvoir recréer le Signal historique de Bernex à une altitude dominant le site et donner à l'ensemble un aspect plus naturel que les surfaces horizontales des dalles de réservoirs ne l'auraient fait, des caissons d'évidement ont été réalisés sur les réservoirs E et F et la galerie centrale. Cela a permis de créer un belvédère, de 8 m plus élevé que les dalles des cuves.

Le choix d'une végétation de hauteur dégressive vers le sommet donne aujourd'hui l'occasion aux promeneurs gravissant la colline de jouir d'une vue panoramique sur la plaine, profitant ainsi, probablement à leur insu, de la réalisation du service des eaux.

Références bibliographiques

- [1] SSIGE: «Directives pour l'étude, la construction et l'exploitation de réservoirs d'eau (W6)», Zurich, SSIGE, 1975
- [2] DVGW: «Planung und Bau von Wasserbehältern (Technische Regeln, Arbeitsblatt W311)», – Eschborn, DVGW, 1988
- [3] MEIER, HUBERT: «Reservoir der Hang-, Berg- und Gipfelzonen» in: *gwa: gaz, eaux, eaux usées*, 61(1981)9, pp. 227-231