

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 86 (1960)

Heft: 13

Artikel: Le captage automatique de Vouasson: une adduction d'eau en haute montagne

Autor: Cottier, Roger

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-64497>

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: 22.12.2024

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)
de la Section genevoise de la S.I.A.
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique
de l'Université de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole
polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE

Président: J. Calame, ing. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève

Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Grosgrin, arch.; E. Martin, arch.
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;
M. Renaud, ing.; Ch. Thévenaz, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »

Président: D. Bonnard, ing.
Membres: M. Bridel; J. Favre, arch.; R. Neeser, ing.; A. Robert, ing.;
J. P. Stucky, ing.
Adresse: Avenue de la Gare 10, Lausanne

RÉDACTION

Vacat

Rédaction et Editions de la S. A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Adresse: Case Chauderon 475, Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse Fr. 28.—	Etranger Fr. 32.—
Sociétaires	» » 23.—	» » 28.—
Prix du numéro	» » 1.60	

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,
N° II. 57 75, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, changements
d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29,
Lausanne

ANNONCES

Tarif des annonces:	
1/1 page	Fr. 290.—
1/2 »	» 150.—
1/4 »	» 75.—
1/8 »	» 37.50

Adresse: Annonces Suisses S. A.
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales

**SOMMAIRE**

Le captage automatique de Vouasson. Une adduction d'eau en haute montagne, par Roger Cottier, ingénieur.
Actualité industrielle (10). — Les congrès. — Bibliographie. — Carnet des concours.
Documentation générale. — Documentation du bâtiment.

LE CAPTAGE AUTOMATIQUE DE VOUASSON

Une adduction d'eau en haute montagne

par ROGER COTTIER, ingénieur

Introduction

Le captage des eaux de torrents ou rivières et leur dessablage en vue de leur utilisation dans le cadre d'un aménagement hydro-électrique pose des problèmes souvent nouveaux pour chaque cas particulier et qui peuvent être résolus de façon plus ou moins originale. Pour ces raisons, il nous a paru intéressant de donner un aperçu d'un des plus récents captages exécutés en Valais, à haute altitude.

Le captage du torrent de Merdesson, dans le vallon de Vouasson fait partie de l'aménagement de la Grande Dixence. L'altitude moyenne des prises d'eau, au nombre de trois, est de 2500 m environ. L'eau, passant dans un dessableur automatique, est ensuite conduite directement dans le bassin d'accumulation de la Grande Dixence par un puits incliné de 120 m puis par une galerie en rocher, de 3,4 km de longueur. Le débit maximum peut être estimé à environ 2 m³/sec.

Il s'agit donc d'un captage tout à fait isolé, auquel on ne peut accéder qu'après trois heures de marche depuis

le barrage de la Grande Dixence ou environ quatre heures depuis Evolène. Etant donné cet éloignement, il a paru intéressant à la Direction de Grande Dixence S.A.



Fig. 1. — Vue du fond du vallon. Le captage est situé au centre de la photo.
(Photo F. Krayenbühl.)

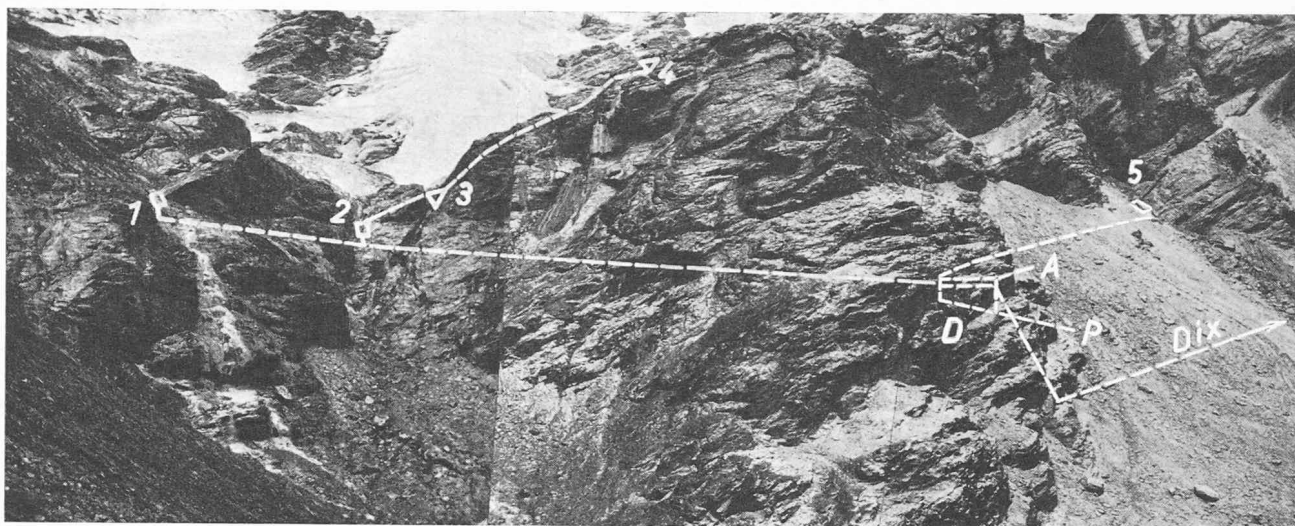


Fig. 2. — Vue panoramique de l'ensemble du captage. 1, 2 et 5 : torrents avec prises d'eau ; 3 et 4 : torrents déviés vers la prise 2 ; D : dessableur ; A : galerie d'accès au dessableur ; P : galerie de purge ; DIX : galerie Vouasson-Dixence.

(Photos A. Riva, Sion.)

de donner à cette installation la plus grande automatisme possible. Elle espérait ainsi parvenir à des frais d'exploitation moins élevés qu'avec un gardiennage à visites rapprochées et aussi à une sûreté d'exploitation plus grande par le fait qu'un gardien ne peut être toujours là au bon moment, spécialement en cas d'orage.

D'autre part, les solutions appliquées aux grilles de prises d'eau et au dessableur automatique ont également un caractère expérimental dont les conclusions pourront être utiles à la conception des autres captages restant à construire pour l'aménagement de la Grande Dixence.

Les prises d'eau

Un aspect particulier de ce captage est le fait qu'il n'a pas été possible de se contenter d'une seule prise d'eau, mais qu'il a fallu capter séparément trois torrents principaux avant leur point de jonction. Cela est dû à plusieurs raisons que nous énumérons brièvement :

1. L'altitude de la galerie d'amenée, Vouasson-Dixence, était trop élevée pour aboutir à un point propice à un captage unique.
2. Etant donné la qualité du terrain en dehors de la zone rocheuse, il a paru nécessaire d'implanter les prises d'eau sur le rocher sain.
3. Etant donné la configuration topographique, il n'était pas possible de réunir ces différents torrents dans leur partie supérieure, tout au moins, le torrent n° 5 (ouest) au groupe des torrents n°s 1 et 2 (est). En ce qui concerne ces deux derniers, on aurait pu certainement à peu de frais faire leur jonction à l'amont du captage ; cependant, la proximité du glacier (à quelques mètres) et la qualité très médiocre des éboulis sur le versant est (coulées de boue) nous ont fait douter qu'une dérivation quelconque dans cette zone pût avoir un caractère durable. Nous avons d'ailleurs observé des variations assez sensibles dans le rapport des débits de ces deux torrents. Pour ces raisons, nous avons installé une prise d'eau sur chacune des branches, prévenant ainsi tout caprice de la nature.
4. L'emplacement choisi pour chacune des prises d'eau offre à l'aval de celles-ci une pente suffisamment forte pour éviter un encombrement rapide des grilles provoqué par le refus des cailloux trop gros. Cette dernière condition est très importante si l'on désire éviter une surveillance trop fréquente de l'installation de captage.

Les torrents n°s 3 et 4 ont été déviés facilement vers le torrent n° 2.

Chaque prise d'eau a été munie d'une grille à fortes dimensions pour les débits d'été, et d'une prise d'hiver, comme cela se pratique habituellement. Les prises n°s 1 et 2 sont en outre pourvues d'un batardeau amont et d'un by-pass à utiliser en cas de réparation. Pour la prise d'eau n° 5, cette mesure n'a pas été conservée, car cet ouvrage est exposé à de fortes chutes de pierres (très gros blocs) et nous l'avons pourvu de murs latéraux très massifs, assez bas et à parement intérieur très incliné. Elle a ainsi à souffrir le moins possible des chocs éventuels.

Le point le plus particulier de ces prises d'eau est leurs grilles. Partant du point de vue que le dessableur serait automatique, il était logique de prévoir des grilles ne demandant également qu'une surveillance très restreinte. Comme la majorité du débit solide est en général constitué par du sable et du petit gravier, nous avons porté l'espacement entre les barreaux à 11 cm. De cette manière, la plus grande partie des cailloux est admise dans la prise d'eau et le risque d'encombrement de la grille est très fortement diminué. Cette disposition n'est d'ailleurs pas nouvelle et a déjà été appliquée à d'autres ouvrages.

Cependant, il nous a paru intéressant de pouvoir par la suite faire varier cet espacement entre les barreaux, au vu des expériences faites en exploitation. Nous y sommes arrivés par une solution très simple : tous les barreaux sont appuyés à leur extrémité et sont maintenus par un peigne les empêchant de se soulever et les maintenant en même temps à l'écartement voulu. Chaque peigne est fixé par deux boulons, de sorte qu'il suffit, pour modifier l'écartement des barreaux, d'enlever quatre boulons et de changer les deux peignes. L'opération peut être faite en une heure.

Le profil de chaque barreau est en forme de goutte d'eau renversée, comme cela a déjà été fait ailleurs. Ces barreaux présentent une très forte résistance dans les sens latéral et vertical, condition importante surtout pour la prise n° 5 exposée à la chute de très gros

blocs. En outre, la pénétration de l'eau à travers les grilles est excellente.

La pente longitudinale des grilles diffère pour chaque prise d'eau. Pour la prise n° 1, nous nous sommes contentés de 35 %, étant donné le profil en long du torrent et le fait qu'il n'y a pratiquement pas d'apport de cailloux de gros calibres. Les grilles n°s 2 et 5 ont une pente de 50 % et 65 %, prévues pour une bonne évacuation des cailloux refusés.



Fig. 3. — Vue de la prise n° 1.
(Photo F. Krayenbühl.)

La pente des galeries de liaison des différentes prises d'eau au dessableur n'est jamais inférieure à 13 %, assurant ainsi un bon entraînement des cailloux assez gros pouvant être admis par les grilles, compte tenu du débit liquide et solide de chacune des prises d'eau.

Le dessableur automatique ¹

Précisons tout d'abord que, ayant affaire à un captage dont l'eau aboutit dans un bassin d'accumulation, il s'agit d'un dessableur à purge discontinue : l'eau se décante dans un bassin et les matériaux solides déposés au fond du bassin sont éliminés dans le lit du torrent lors de chaque purge. Durant celle-ci, le dessableur se vide et la galerie Vouasson-Dixence cesse d'être alimentée.

Nous avons cherché une solution déclenchant la purge automatiquement seulement lorsqu'une certaine couche de sable ou gravier, fixée à volonté, s'est déposée dans le fond du dessableur. De plus, des cailloux de n'importe quel calibre ou des coulées soudaines de boue ne doivent pas entraver le fonctionnement de l'automatisme.

L'énergie nécessaire à tout le système automatique est fournie uniquement par l'eau à disposition. Nous n'avons pas retenu la solution d'une installation électrique alimentée par câble ou par batterie, ni celle d'un

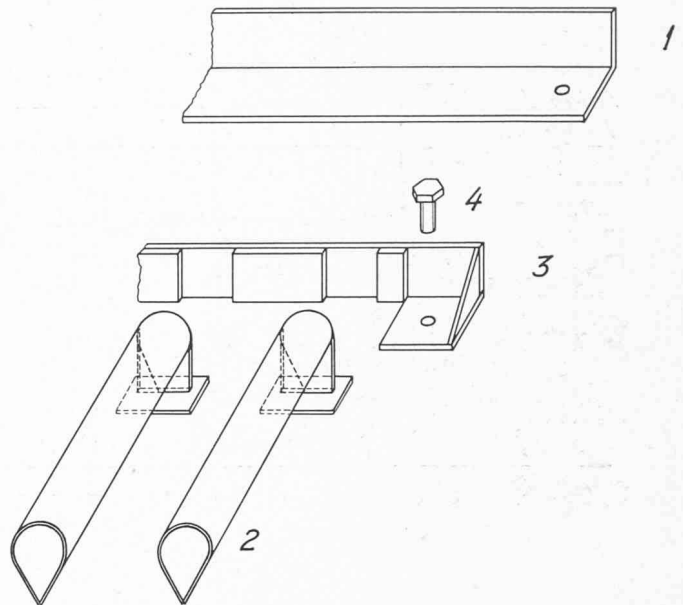


Fig. 4. — Détail des grilles à espacement réglable.

Vue perspective des divers éléments à l'angle d'une grille suivant l'ordre de pose :

1. Equerre scellée dans la maçonnerie ;
2. Barreaux amovibles, interchangeables ;
3. Peigne de fixation ;
4. Vis de serrage.

L'écartement des barreaux peut être modifié en changeant le peigne.

moteur à explosion, estimant que ce genre d'installation est soit trop coûteuse, soit qu'elle ne saurait fonctionner avec toute la sécurité voulue s'il n'est soumis à un contrôle et à un entretien assez sévères.

Comme nous l'avons déjà dit, ce dessableur est un peu un banc d'essai pour d'autres installations similaires. Aussi l'avons-nous pourvu non pas d'un seul, mais de deux systèmes de déclenchement automatique de la purge. Parmi les solutions possibles, nous avons retenu un système dit « à purge commandée par palpé » (déjà réalisé par Grande Dixence au dessableur des Douves Blanches) et un deuxième système dit « à purge commandée par aspiration ». Le deuxième système n'a exigé que très peu de frais supplémentaires. Ces deux installations peuvent fonctionner soit séparément, soit simultanément, mais toujours indépendamment l'une de l'autre.

Pour ne pas entrer dans des détails fastidieux, nous nous contenterons de décrire ci-dessous le principe de fonctionnement de chacune des installations.

Système de purge commandée par palpé

Il est issu d'un système déjà construit en France, en particulier dans un dessableur de la chute d'Aussois. Dans cette dernière installation, le dessablage se fait par purges périodiques, quel que soit le dépôt de sable. La périodicité est commandée par une horloge hydraulique remplissant lentement un bassin qui, lorsqu'il est plein, ouvre la vanne de purge. Nous avons repris ce schéma pour l'ouverture de la vanne de purge en lui adjoignant un schéma presque analogue pour la manœuvre périodique d'un palpeur dont le but est de détecter la couche de sable au fond du dessableur. Tout le dispositif est représenté sur la figure 5 et les phases de fonctionnement sont les suivantes :

¹ Voir aussi brevets n°s 328 008 et 337 474.

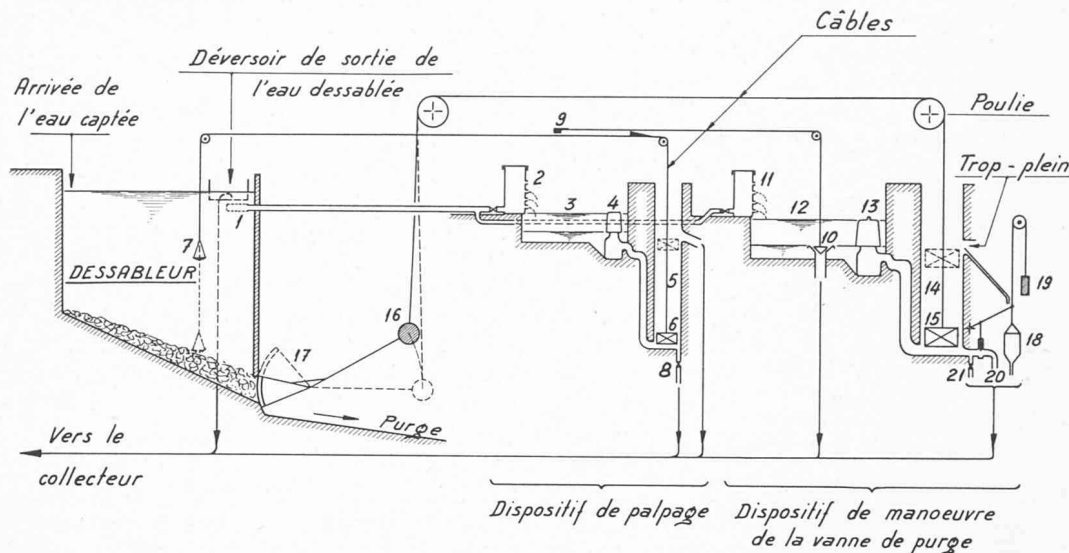


Fig. 5. Schéma du dispositif de commande automatique de la purge du dessableur par palpeur.

A. Manoeuvre du palpeur

1. Par la crépine 1 et l'horloge hydraulique 2 à petit débit, le bassin 3 se remplit lentement (durée de quelques heures fixée à volonté).
2. Le niveau dans le bassin 3 atteint son maximum. Le siphon 4 s'amorce automatiquement et remplit rapidement le puits 5.
3. En même temps que le niveau d'eau, le flotteur 6 s'élève dans le puits 5 et le palpeur 7 s'abaisse jusqu'à proximité du radier ou jusqu'à ce qu'il touche le sable.
4. S'il n'y a pas de sable dans le dessableur, le palpeur 7, dans la fin de sa course entraîne avec lui une butée 9 ouvrant la vanne 10. Si au contraire il y a suffisamment de sable, le palpeur 7 ne descend pas assez pour entrainer la butée 9 et la vanne 10 reste fermée.
5. Lorsque le siphon 4 a vidé le bassin 3, l'eau s'écoule lentement (environ 5 minutes) du puits 5 par la vanne 8 toujours ouverte. Ensuite le cycle recommence.

B. Manoeuvre de la vanne de purge

6. Par l'horloge hydraulique 11, le bassin 12 se remplit lentement, mais en une durée plus grande que pour le bassin 3.
7. Avant que l'eau atteigne son maximum dans le bassin 12, le palpeur 7 fonctionne. S'il y a peu ou pas de sable dans le dessableur, la vanne 10 s'ouvre (voir sous chiffre 4) et le bassin 12 se vide. Le remplissage du bassin 12 recommence sans que la purge soit actionnée.
8. Si au contraire la couche limite de sable dans le dessableur est atteinte, la vanne 10 reste fermée et le bassin 12 continue à se remplir. Lorsque le niveau maximum est atteint, le siphon automatique 13 s'amorce et remplit rapidement le puits 14.
9. En même temps que le niveau d'eau, le flotteur 15 monte dans le puits 14, le contrepoids 16 s'abaisse et la vanne secteur 17 s'ouvre, opérant ainsi la purge du dessableur.
10. La vanne 17 reste ouverte tant que le puits 14 reste plein. La durée de cette dernière opération est commandée par la vanne à coin et levier 20. Cette dernière est actionnée par le contrepoids 19 et la cuve mobile 18. Lorsque cette cuve se vide faute d'être alimentée, la vanne 20 s'ouvre, le puits 14 se vide et la vanne de purge 17 se referme.

Dans ce système, la fréquence du palpation et la durée de la purge peuvent donc être fixées à volonté. (Ce dernier avantage n'existe plus si l'on supprime l'ensemble des organes 18, 19 et 20.)

Système de purge commandée par aspiration

Le schéma de fonctionnement est représenté par la figure 6. Le principe de détection du sable et de commande de la purge est basé sur un tube dont l'ouverture est tournée vers le bas et qui s'obture lorsque le sable atteint cette embouchure. Les phases successives de fonctionnement sont les suivantes :

A. Le sable et le gravier n'atteignent pas l'embouchure du tube d'aspiration 1

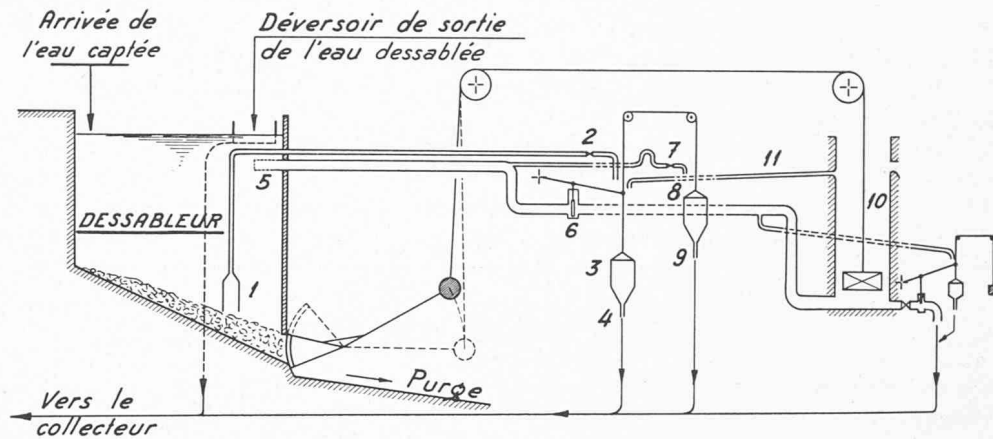
1. Un écoulement ascendant permanent a lieu à travers le tube d'aspiration 1, l'eau aboutissant à la cuve mobile 3. La vanne 2 permet de régler le débit à une valeur très faible.
2. La cuve mobile 3 est munie à sa partie inférieure d'un orifice calibré n'autorisant qu'un débit plus petit que celui de la vanne 2. Elle reste donc pleine et déborde.
3. La cuve mobile 8 est également alimentée d'une manière permanente par la crépine 5 et la vanne 7. Le débit de l'orifice 9 étant légèrement inférieur à celui de la vanne 7, la cuve 8 déborde.
4. Les contenances des deux cuves 3 et 8 sont les mêmes, mais la cuve 3 est plus lourde que la cuve 8. La vanne 6 reste donc fermée et il ne se passe rien.

B. Le sable et le gravier atteignent l'embouchure du tube d'aspiration 1

5. Le débit d'aspiration diminue progressivement. La cuve 3 cesse d'être alimentée suffisamment.
6. La cuve mobile 3 se vide par son orifice inférieur 4 et devient plus légère que la cuve 8 qui, elle, continue à être alimentée. Cette différence de poids entraîne l'ouverture de la vanne 6.
7. Par la crépine 5 et la vanne 6, l'eau provenant du haut du dessableur remplit rapidement le puits 10. Ce puits 10 étant le même que le puits 14 du système à palpation, les opérations de manoeuvre de la vanne de purge sont dès lors semblables à celles décrites plus haut (sous chiffres 9 et 10 du système à palpation).
8. Lorsque le niveau s'abaisse dans le dessableur (vanne-secteur de purge ouverte), la crépine 5 se découvre et la cuve 8 cesse également d'être alimentée et se vide.
9. Le poids propre de la cuve 3 étant supérieur à celui de la cuve 8, la vanne 6 se referme. La certitude de cette fermeture est complétée par la conduite 11 fonctionnant dès que le puits 10 est plein.
10. Le cycle peut ensuite recommencer.

La base du fonctionnement est donc fondée sur l'obstruction du tube d'aspiration 1. S'il n'y a que de gros galets, cette obstruction est aléatoire, mais à notre

Fig. 6.
Schéma du dispositif
de commande
automatique de la
purge du dessableur
par aspiration.



connaissance, tout torrent qui charrie des galets entraîne également du sable qui se trouve même en plus grande quantité. La durée de la purge peut également être fixée à volonté.

Toute l'eau consommée par l'un ou l'autre des deux systèmes est récupérée et renvoyée à la galerie Vouasson-Dixence, de sorte qu'en dehors des purges, la consommation d'eau est nulle.

Sur les schémas, nous n'avons indiqué que les organes indispensables au fonctionnement. Nous avons cependant pourvu ces installations d'un certain nombre de vannes supplémentaires permettant de faire toutes les manœuvres à la main.

En hiver, les vannes de garde sont fermées et tous les tuyaux, bassins et cuves sont vidangés, l'automatisme étant mis hors service, de telle façon qu'il n'existe aucun danger de gel. Des écrans ont d'ailleurs été prévus dans le dessableur afin d'éviter tout courant d'air.

Il est bien clair qu'il existe plusieurs variantes aux schémas appliqués et que, s'il ne s'était agi que d'exécuter le strict minimum pour chacun d'eux, le système par aspiration en particulier eut pu être un peu simplifié. Nous avons cependant tenu à pouvoir tirer le maximum d'expérience des diverses possibilités applicables à un système automatique.

Observations faites durant l'été 1959

Durant cette saison, le volume d'eau captée a été de 4,4 millions de m³. Cependant, les travaux concernant l'automatisme n'ont été terminés qu'au milieu de l'été.

Les observations faites ont été très satisfaisantes. Les prises d'eau fonctionnent tout à fait normalement et les suppositions faites se sont justifiées : il n'y a pas de gros cailloux à la prise n° 1, tandis qu'aux prises nos 2 et 5 quelques cailloux se sont pris entre les barreaux, chose inévitable. La plus grande partie des cailloux refusés par les grilles ont été normalement évacués à l'aval. On peut penser qu'un nettoyage mensuel peut suffire pour l'entretien de ces prises d'eau.

En ce qui concerne le dessableur automatique, les installations prévues semblent donner toute satisfaction. Après la mise au point générale, nous avons dû échanger les deux cuves mobiles du système à pesage, où il n'existait aucune marge de sécurité. A part cette petite modification, tous les organes ont fonctionné normale-

ment, fait qui a pu être vérifié par les manœuvres à la main et par les purges commandées directement par les dépôts de sable, sans intervention manuelle.

Durant l'été 1960, les observations faites en 1959 seront encore complétées s'il y a lieu.

Conclusions

Le captage de Vouasson, de par son éloignement de tous lieux habités, est certes un ensemble où il y avait d'excellentes raisons de prévoir une installation fonctionnant automatiquement. Nous pensons que les frais d'entretien et la sûreté d'exploitation ne peuvent qu'être améliorés sensiblement par un automatisme au point.

Il est évident qu'il serait illusoire de prévoir un dessableur à purge automatique avec des prises d'eau demandant des nettoyages rapprochés. A cet égard, et sur la base des expériences faites en 1959, nous pensons que les grilles à barreaux très écartés installées sur les

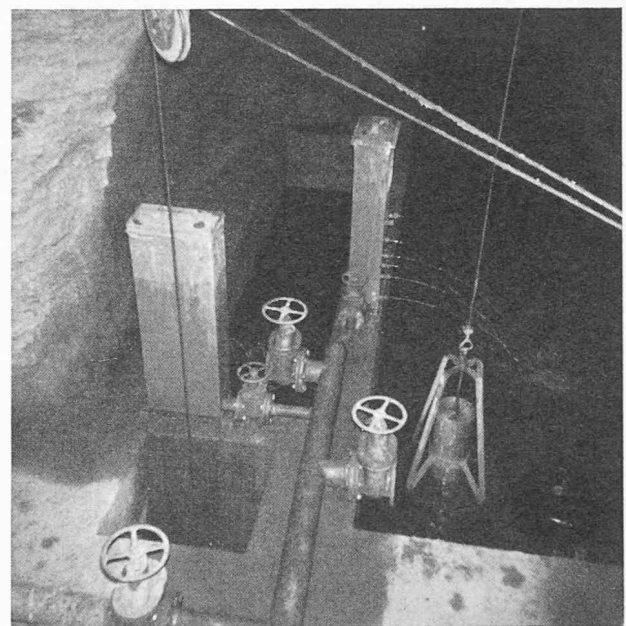


Fig. 7. — Vue partielle du système de « commande de la purge par palpage ». De gauche à droite : le puits 5, l'horloge hydraulique 2 alimentant le bassin 3, l'horloge hydraulique 11 alimentant le bassin 12, la vanne 10 et le siphon 13.

prises d'eau de Vouasson, comme d'ailleurs le dessableur lui-même, ne demanderont guère plus d'une visite par mois, en été. En tout état de cause, il ne paraît guère raisonnable de songer à supprimer totalement toute surveillance.

Il nous semble également utile de relever l'intérêt d'un dessableur automatique fonctionnant uniquement à l'aide de l'eau à disposition et sans qu'il y ait perte d'eau en dehors des purges. Si, pour le cas de Vouasson,

la Direction de Grande Dixence a pris la décision de doubler l'automatisme, c'était uniquement dans un but d'expérimentation en vue de l'équipement d'autres dessableurs. L'ensemble de Vouasson est donc une contribution aux expériences en cours ou déjà faites ailleurs.

De toute façon, les installations décrites ci-dessus paraissent satisfaisantes et simplifient le problème de la surveillance de ce captage éloigné.

ACTUALITÉ INDUSTRIELLE (10)

Quelques considérations relatives aux réseaux électriques

Dans l'Actualité industrielle n° 7, nous avons publié la première partie d'une remarquable contribution de M. Widmer, ingénieur en chef de la maison Gardy S.A.¹ Nous en reproduisons ici la seconde partie, en remerciant M. Widmer de son aimable collaboration.

Le disjoncteur et son fonctionnement dans le cas particulier d'un court-circuit de réseau

Rappelons que le disjoncteur n'est autre qu'un interrupteur perfectionné permettant les manœuvres à volonté ou automatiques de fermeture et d'ouverture d'un réseau électrique en charge ou à vide. Grâce à son équipement de relais, le disjoncteur s'ouvre automatiquement lorsque la charge du circuit ou du réseau tend à dépasser une certaine valeur limite ou critique, spécialement dans le cas d'un court-circuit.

Pour bien cristalliser le problème et pour bien situer également le disjoncteur dans l'ensemble d'une installation, nous avons reproduit le schéma de principe d'un réseau (voir fig. 1 : schéma général d'un réseau plan Panel-Gardy 000181), schéma qui tient compte de toutes les variantes importantes des matériels utilisés, de la production d'énergie à la consommation.

Ce schéma est unifilaire. Pour un réseau triphasé, chaque ligne figure alors trois conducteurs en parallèle. Il n'est pas limitatif, car les départs haute tension peuvent être connectés à d'autres réseaux ou subir plus loin des réductions de tension à l'aide de transformateurs. Les départs haute tension sont raccordés à l'utilisation (l'installation industrielle, appareils électro-domestiques, etc.). Le disjoncteur auquel nous portons ici notre intérêt sera par exemple celui qui est désigné par l'indice 28 dans le schéma.

Deux types de courts-circuits peuvent se produire : le court-circuit dit *fugitif*, de courte durée (chute d'une branche d'arbre sur deux fils de la ligne, oiseau pris dans les lignes, chute de neige, etc.) et le court-circuit

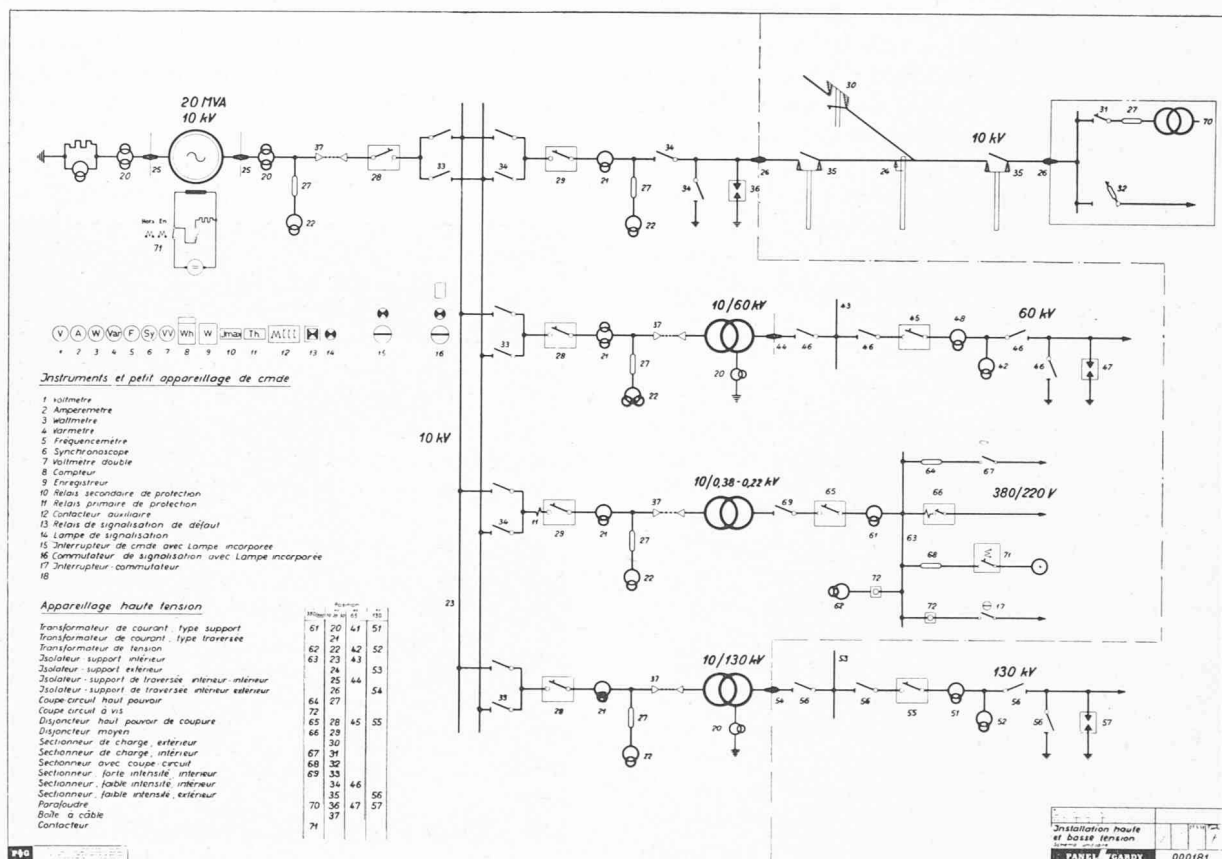


Fig. 1.

¹ « Quelques considérations sur les réseaux électriques », par M. WIDMER, ingénieur en chef de la Fabrique d'appareillage électrique Gardy S.A., Genève. Bulletin technique de la Suisse romande, n° 23/1959, Actualité industrielle n° 7.