Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 45 (1919)
Heft: 22

Artikel: Note sur le "nombre de tours spécifique" des turbines hydrauliques
Autor: Bois, L. du
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-34933

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: 15.07.2025

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

de fuite provisoire débouchant dans le Rhin et utilisable pour la navigation.

La demande de concession a été déposée par la Société des forces motrices du Haut-Rhin à Mulhouse qui s'occupe de la distribution d'énergie électrique dans presque toute la Haute-Alsace.

Note sur le „nombre de tours spécifique" des turbines hydrauliques.

par L. Du Bois, ingénieur.

(Suite)[1]

Turbines Francis.

Dès que l'on a affaire à de gros débits et à des chutes basses ou moyennes, la turbine Pelton ne convient plus parce que, même en admettant 4 jets, on arrive à de trop grands diamètres de jet et par suite à de trop grands diamètres de roues et à des nombres de tours trop bas. On est donc conduit à avoir des turbines à *admission totale* c'est-à-dire dans lesquelles l'eau entre dans la roue sur toute la circonférence de celle-ci. Ces turbines sont des turbines à réaction et non plus à libre déviation comme les Pelton, c'est-à-dire que l'eau, à l'entrée dans la roue, ne possède pas la vitesse $\sqrt{2gh}$ correspondant à la chute entière, mais seulement une partie de celle-ci qui est en général voisine de $0{,}7\sqrt{2gh}$. Cela revient à dire qu'il règne encore entre le distributeur et la roue une pression statique voisine de la moitié de la chute, ou que le degré de réaction de ces turbines est voisin de 0,5.

Il suit de là que, dans ces turbines, il se produira toujours, entre le distributeur et la roue, une fuite latérale appelée perte au joint, parce qu'on est obligé de laisser un léger jeu entre les bords extérieurs de la roue mobile et les bords du distributeur. C'est principalement l'importance de cette perte au joint qui limite l'emploi des turbines à admission totale et à réaction pour des « nombres de tours spécifiques » relativement bas.

Actuellement on n'emploie plus guère que la turbine Francis à aubes directrices mobiles du genre « persiennes » (aubes Fink) parce que c'est le système qui a donné les meilleurs résultats à tous points de vue. Nos fig. 2 à 7 montrent les différents types auxquels on est arrivé pour des « nombres de tours spécifiques » allant de 50 à 450 et plus.

On peut faire la classification comme dans le tableau ci-dessous.

Entre les valeurs extrêmes 50 et 450 on peut arriver à n'importe qu'elle valeur de n_s en modifiant le rapport de la largeur b au diamètre de la roue.

A l'origine la roue Francis était une roue purement centripète, c'est-à-dire dans laquelle le mouvement de l'eau se faisait de l'extérieur au centre, dans le genre de celle figurée par nos croquis N°s 2 et 3. Petit à petit on a été amené à augmenter sa largeur et à faire sortir l'eau de la roue en partie vers le centre, et en partie axialement comme dans la roue fig. 4. La dénomination de turbine centripète que l'on a conservée n'est donc plus exacte et il y a plutôt lieu de l'appeler turbine mixte. Pour augmenter encore le débit admissible pour un diamètre donné, on a ensuite créé des roues à évasement conique, comme celle des fig. 5 et 6, dans lesquelles le diamètre à la sortie D_2 est plus grand que le diamètre à l'entrée D_1. Ces roues, plus encore que les précédentes, doivent être appelées mixtes et non

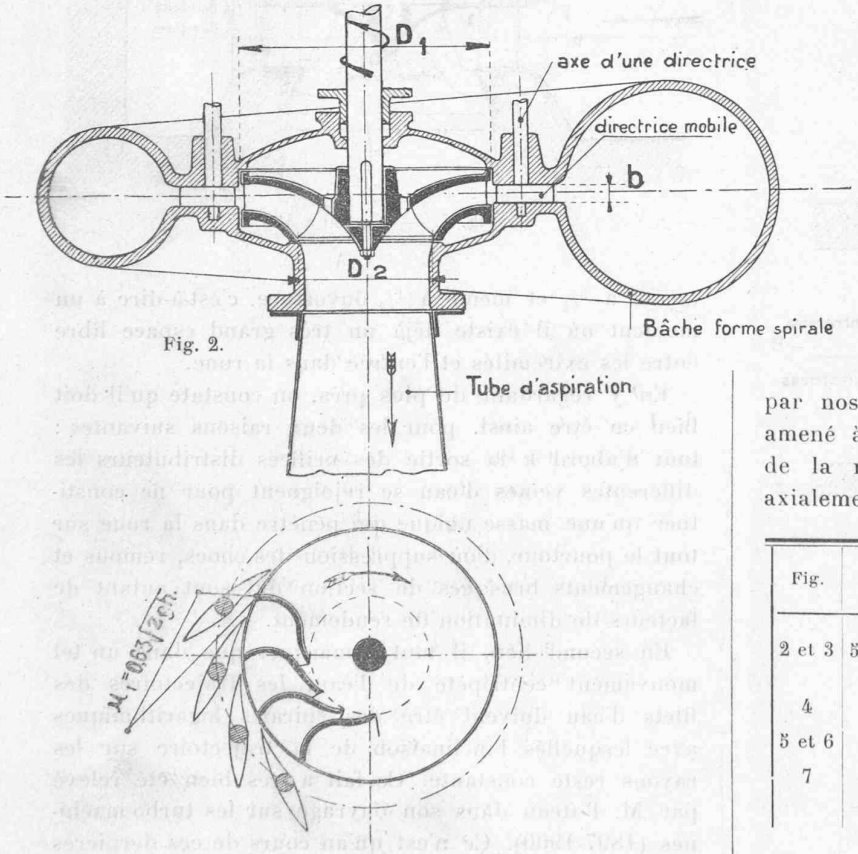


Fig. 2.

Fig. 3. — Coupe horizontale.
N_s min. = 50.

Fig.	n_s	Particularités
2 et 3	50 (min.)	Roue étroite, a été utilisée pour des chutes jusqu'à 200 m.
4	150	Roue cylindrique; rapport $\frac{D}{b}$ jusqu'à 3,5.
5 et 6	250	Roue avec évasement conique; $\frac{D_1}{b}$ environ 3.
7	400-450 et plus	Turbine à grand débit, nombre de tours élevé, pour basses chutes.

[1] Voir *Bulletin technique* 1919, p. 217.

pas centripètes puisque les mouvements dans la roue sont en partie centripètes, en partie axiaux et en partie centrifuges.

Enfin on en est arrivé ces dernières années à la roue

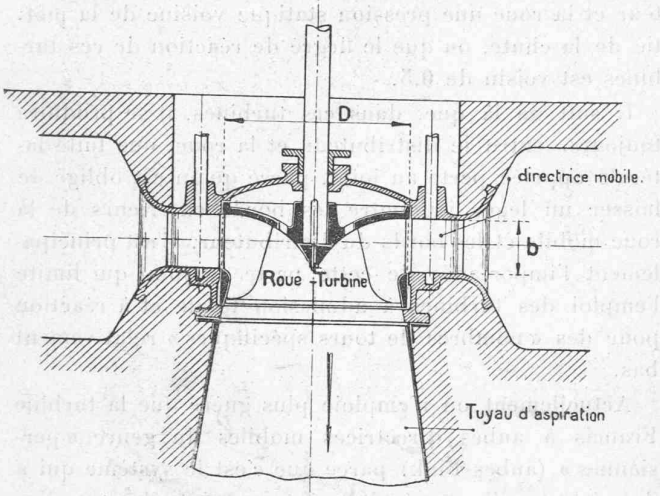
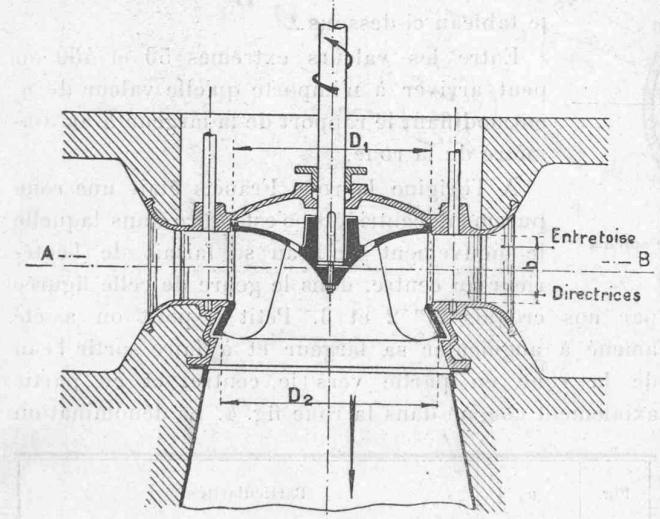


Fig. 4. — $N_s = 150$.

Fig. 5.



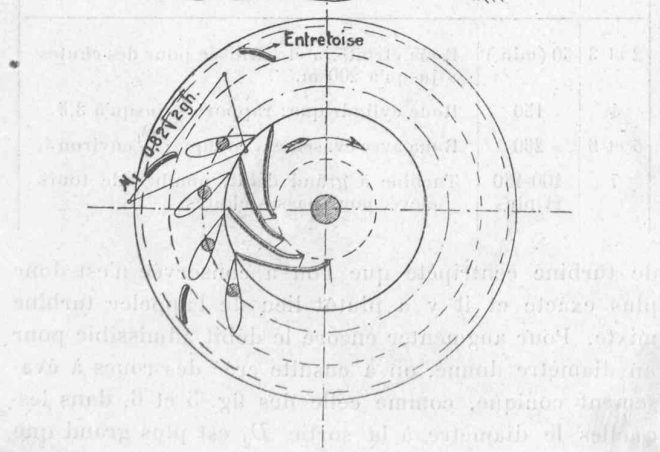


Fig. 6. — Coupe par *A-B*. $N_s = 250$.

à « nombre de tours spécifique » très élevé du croquis nº 7. Il y a dans cette turbine deux particularités qui paraissent renverser tous les principes admis généralement dans la construction des turbines. C'est tout d'abord l'énorme espace libre qui existe entre l'extrémité *a* des directrices et l'arête d'entrée *c* des aubes de la roue, et dans lequel l'eau n'est pas dirigée, mais abandonnée à elle-même.

Tous les anciens auteurs donnaient comme règle absolue, qu'il était nécessaire de diriger l'eau rigidement jusqu'à l'entrée dans l'aubage de la roue. A vrai dire on avait déjà pu constater par l'emploi des aubes directrices à persiennes que cette règle était loin d'être exacte puisque, avec ce système de directrices, cette condition ne peut être réalisée que pour la position grande ouverte du distributeur.

Or avec les directrices mobiles que l'on construit depuis plus de vingt ans, on obtenait de bon rende-

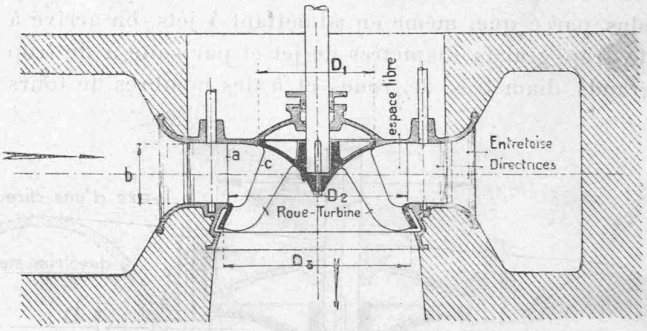


Fig. 7. — N_s 400 à 450.

ments à $^3/_4$ et même à $^1/_2$ ouverture, c'est-à-dire à un moment où il existe déjà un très grand espace libre entre les extrémités et l'entrée dans la roue.

En y regardant de plus près, on constate qu'il doit bien en être ainsi, pour les deux raisons suivantes : tout d'abord à la sortie des orifices distributeurs les différentes veines d'eau se rejoignent pour ne constituer qu'une masse unique qui pénètre dans la roue sur tout le pourtour, d'où suppression des chocs, remous et changements brusques de section qui sont autant de facteurs de diminution de rendement.

En second lieu, il faut remarquer que dans un tel mouvement centripète de l'eau, les trajectoires des filets d'eau doivent être des spirales logarithmiques avec lesquelles l'inclinaison de la trajectoire sur les rayons reste constante. Ce fait a très bien été relevé par M. Rateau dans son ouvrage sur les turbo-machines (1897-1900). Ce n'est qu'au cours de ces dernières années que, pour augmenter la valeur du « nombre de tours spécifique », on a eu l'idée de diminuer le diamètre d'entrée D_1 (fig. 7) en laissant entre les directrices et la roue un espace libre considérable comme l'indique notre croquis nº 7.

Comme seconde particularité de ces turbines à grand n_s on peut relever ce qui suit :

Dans les turbines à réaction le facteur de perte de

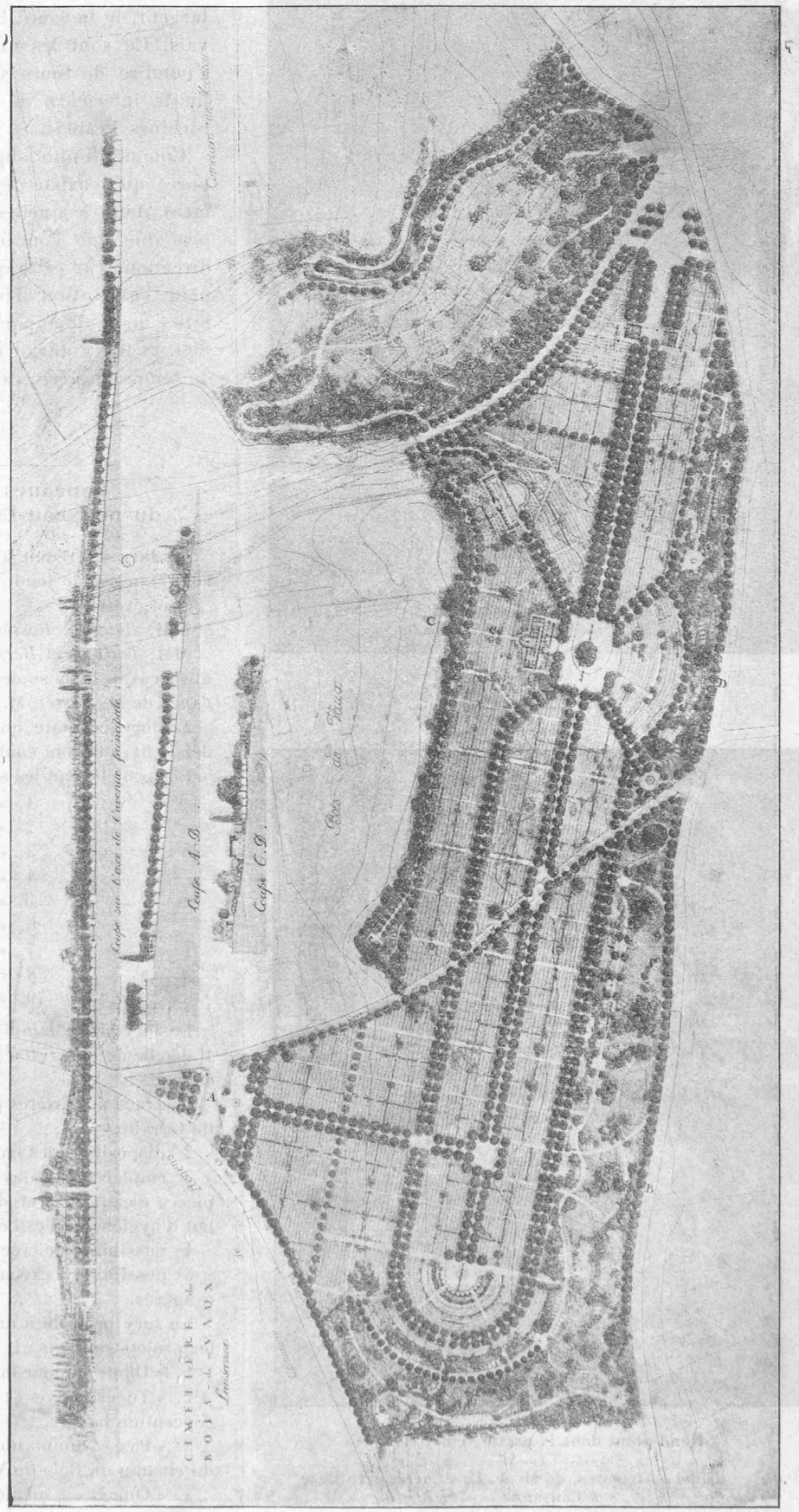
rendement le plus important, après la perte au joint, est celui résultant de la vitesse absolue à la sortie de la roue. On s'astreignait donc à avoir une vitesse absolue aussi faible que possible, comprise entre 0,20 et 0,25 $\sqrt{2gh}$ ce qui correspond à 4 et 6,25 % de perte en rendement. Ceci limitait la grandeur du diamètre de la roue à la sortie et par conséquent le débit ainsi que le nombre de tours.

Avec les nouvelles roues à grand n_s on admet des vitesses absolues de sortie d'eau beaucoup plus élevées ; mais ici intervient le tube d'aspiration qui recueille l'eau à la sortie de la roue et qui doit fonctionner comme amortisseur pour récupérer la plus grande partie de l'énergie représentée par la vitesse à la sortie de la roue. On comprend que dans ces turbines le tube aspirateur joue un rôle considérable et qu'il doive être exécuté avec tout le soin désirable pour qu'il ait un bon rendement. C'est en somme un tube divergent qui a pour but de faire diminuer graduellement et suivant une certaine loi, la vitesse de l'eau. Si sa divergence est trop prononcée par rapport à sa longueur, la veine d'eau se décolle et il se produit des désamorçages partiels momentanés qui nuisent au rendement.

Dans les turbines Francis étroites (fig. 2 et 3), il y a une limite dans le rapport du diamètre D à la largeur b que l'on ne peut pas dépasser. En effet, la perte au joint dépend uniquement du diamètre de la roue. Pour deux roues du même diamètre ayant par exemple l'une 100 mm. de largeur et la seconde 50 mm., la perte au joint sera la même alors que leurs débits sont dans le rapport de 2 à 1.

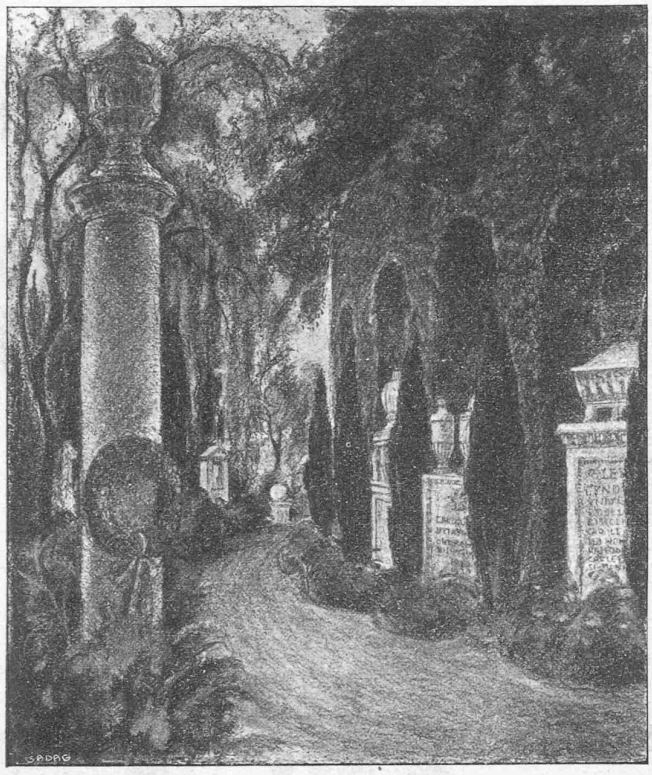
Dans la roue de 50 mm.

CONCOURS POUR LE CIMETIÈRE DU BOIS-DE-VAUX, A LAUSANNE



Ier prix : Projet « Atropos », de M. A. *Laverrière*, architecte, à Lausanne. — Plan de situation. — 1 : 4000.

CONCOURS POUR LE CIMETIÈRE DU BOIS-DE-VAUX, A LAUSANNE



L'avenue des urnes.

Rond-point dans la partie sylvestre.

Ier prix : Projet «Atropos», de M. *A. Laverrière*, architecte, à Lausanne.

la perte au joint sera donc en $^0/_0$ le double de ce qu'elle est dans la roue de 100 mm. de largeur. On comprend donc que l'on ne puisse pas diminuer indéfiniment la largeur de la roue; le rendement deviendrait trop mauvais. Ce sont les expériences pratiques qui ont fixé le «nombre de tours spécifique» de 50 comme étant la limite inférieure de ce que l'on peut obtenir avec des turbines Francis.

Comme limite supérieure nous avons indiqué 450 parce qu'il existe déjà bien des turbines en fonctionnement dans lesquelles ce n_s a été atteint. Mais il est probable que l'on ira beaucoup plus loin dans cette direction, car cette question est d'un très grand intérêt pour l'utilisation des basses chutes et des grands débits; on a déjà parlé de turbines réalisant des n_s de 800, et il n'y aurait rien d'étonnant à ce que d'ici à peu de temps on arrive à des chiffres aussi élevés.

(A suivre.)

Concours pour l'aménagement du nouveau Cimetière du Bois de Vaux.

Le Jury se réunit à la Salle Jean Muret, où les projets sont exposés, le jeudi 7 août 1919, à 10 $^1/_4$ heures du matin.

Sont présents :

MM. *Boiceau*, *Rosset*, *Daxelhofer*, *Correvon et Braillard*.

MM. *Taillens* et *Bersier* se font excuser. Malgré ces deux absences, le Jury se déclare compétent et siège sous la présidence de M. *Rosset*, M. *Braillard* est nommé secrétaire.

Le Jury constate que neuf projets sont arrivés dans les délais fixés et sont conformes aux conditions du programme.

Les projets sont les suivants :

1. « Hirondelle »
2. « Tu es pulvis »
3. « Repos »
4. « Deux cimetières »
5. « Pax »
6. « Omega »
7. « Debout les morts »
8. « Atropos »
9. « Dante »

Le Jury procède individuellement à un examen des projets. Il décide de baser son jugement en tenant compte des points suivants :

1° Tracé des artères principales et leur adaptation au relief du terrain;

2° disposition des entrées;

3° emplacement des motifs d'architecture (monuments, pièces d'eau, etc.) et distribution de la végétation, dans un but d'hygiène et d'esthétique, disposition des tombes;

4° possibilité de créer le cimetière par étapes;

5° possibilité d'exécuter le programme demandé sans frais exagérés.

Le Jury procède à un premier tour d'élimination et écarte les projets suivants :

1. « Dante » : pour insuffisance générale.

2. « Tu es pulvis » : mauvaise adaptation du terrain et conception banale,

3. « Pax » : adaptation du terrain critiquable et suppression du chemin du Bois de Vaux.

4. « Omega » : même critique, toutefois dans ce projet,