

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 88 (1962)  
**Heft:** 26

**Artikel:** Les dispositions d'éclairage au tunnel du Grand-Saint-Bernard  
**Autor:** Rubeli, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-771861>

### **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:** 23.01.2025

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

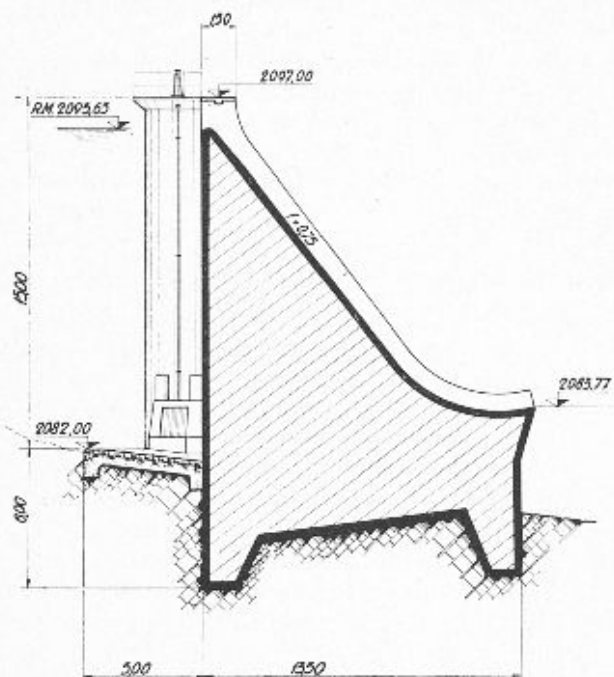


Fig. 5. — Barrage de l'Hospitalet. Coupe sur le déversoir.

est donnée à la figure 5. Le couronnement a 30 m de long et le cube total du béton mis en œuvre est de 3100 m<sup>3</sup>.

Ce barrage permet d'accumuler 12 000 m<sup>3</sup> d'eau. Le torrent de Drône est capté par une prise en dessous (voir fig. 6) située à la cote 2103.22.

Une conduite enterrée de 970 m de longueur et de 60 cm de diamètre, réalisée en béton à l'aide d'un coffrage Ductube, dérive l'eau du torrent jusqu'à concurrence de 1 m<sup>3</sup>/sec dans l'accumulation de l'Hospitalet.

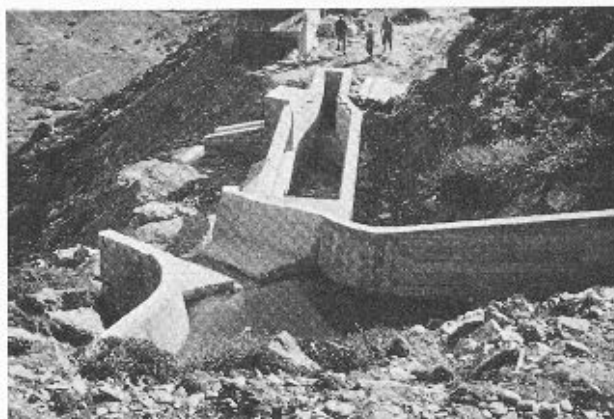


Fig. 6. — Prise de Drône en cours d'exécution.

Depuis le barrage, l'eau est dérivée vers la cheminée intermédiaire par une petite galerie de 152 m de longueur.

Une conduite forcée de 55 cm de diamètre, bétonnée derrière le revêtement de la cheminée, amène l'eau à la centrale souterraine située immédiatement à côté de la station de ventilation n° 2 au niveau de la chaussée du tunnel.

Un canal de fuite de 1 m de diamètre et de 1700 m de longueur longe l'oléoduc avec une pente légèrement supérieure à celle du tunnel et restitue l'eau à la Dranse à côté de la gare routière.

L'usine est équipée d'un groupe turbine Pelton-alternateur d'une puissance de 2000 kVA sous un débit maximum de 1,02 m<sup>3</sup>/sec.

L'énergie ainsi produite, 4,5 millions de kWh en année moyenne, est débitée sur le réseau à 11 kV du tunnel, permettant ainsi de faire face en été à tous les besoins de l'exploitation et en hiver de couvrir les pointes de trafic grâce à l'accumulation de l'Hospitalet.

## LES DISPOSITIONS D'ÉCLAIREMENT AU TUNNEL DU GRAND-SAINT-BERNARD

par JEAN RUBELI, directeur technique de Transelectric S. A., Genève<sup>1</sup>

### Problèmes de base

L'homme est ainsi fait que ses yeux ne réagissent qu'avec paresse aux changements rapides d'intensité lumineuse. Il leur faut un certain temps pour retrouver leur pouvoir de perception visuelle normal.

Chacun connaît l'impression d'obscurité que l'on ressent les jours ensoleillés lorsque l'on pénètre dans une maison ou, vice versa, l'impression d'éblouissement éprouvée lorsque l'on en sort. Un exemple typique est donné par les salles de cinéma : en entrant dans celles-ci, lorsque dehors il fait jour, c'est l'obscurité totale et on ne distingue aucun objet, alors qu'au bout d'un certain temps tous les détails de la salle et des spectateurs apparaissent parfaitement. Il faut donc à l'œil un temps d'adaptation pour lui redonner son pouvoir de perception et si, dans les cas cités plus haut, cette gêne ne porte pas à conséquence, il en va tout autrement pour un automobiliste en mouvement, dans un tunnel par

exemple, brusquement privé de sa vue et par voie de conséquence, de la maîtrise de son véhicule.

Il n'y a que deux moyens de parer à ce danger :

Le premier consiste à s'arrêter afin de permettre à l'œil de s'adapter à l'obscurité et à la faible lumière des phares, solution impensable avec l'intensité du trafic actuel. La deuxième possibilité est de donner à l'œil le temps nécessaire pour s'adapter tout en roulant, en passant graduellement d'une intensité d'éclairage à l'autre.

Cette graduation dépendra de plusieurs facteurs. D'une part, de la longueur des tunnels routiers, de l'importance de la route, qui permet des vitesses plus ou moins grandes et, d'autre part, de la forme des tunnels, c'est-à-dire si, en y pénétrant, on aperçoit aisément la sortie (ligne droite) ou si, au contraire, le tunnel dessine une courbe, coupant ainsi une partie de la pénétration de la lumière diurne.

<sup>1</sup> Tiré d'*Études routières*, juillet 1961.

La réalisation de la diminution progressive de l'éclairage dépend soit de l'ingénieur civil, soit de l'éclairagiste et le plus souvent des deux ensemble. Dans une maison, l'éclairage intérieur dépend de la grandeur et de la quantité de fenêtres. Supposons une pièce d'habitation très allongée, dont la dimension des fenêtres irait en diminuant en partant d'un bout. Nous aurions un éclairage important dans une extrémité, qui deviendrait toujours plus faible, pour devenir pratiquement inexistant à l'autre extrémité. Il suffit donc à l'ingénieur civil de prévoir un prolongement artificiel du tunnel routier le long de la route et d'y pratiquer latéralement des ouvertures laissant pénétrer la lumière du jour de manière dégressive.

L'œil aurait ainsi le temps de s'acclimater et la lumière de ses phares permettrait à l'automobiliste de faire la traversée du tunnel sans aucun danger.

L'éclairagiste parvient au même résultat en remplaçant la lumière naturelle par la lumière artificielle, en ayant soin d'obtenir à l'entrée du tunnel un éclairage très intense se rapprochant le plus possible de l'éclairage extérieur et en le diminuant au fur et à mesure de la pénétration dans le tunnel. L'idéal reste cependant la combinaison de ces deux solutions. Lorsque le trafic se fait dans les deux sens, les phares des voitures venant d'en face sont extrêmement gênants et il faut pouvoir circuler avec les feux de position.

Ceci implique d'emblée un éclairage continu d'une certaine intensité, qui peut, du reste, être variable selon la densité du trafic. L'éclairage ainsi conçu pour le trafic de jour, pour lequel l'intensité à l'entrée des tunnels peut se monter jusqu'à 2000 à 3000 lux, deviendrait une vraie source d'éblouissement pour le trafic de nuit et provoquerait ainsi l'effet contraire. Il en découle automatiquement que le tronçon de transition doit être équipé de telle manière que l'on puisse varier l'intensité de l'éclairage selon l'éclairage extérieur. De nuit, par exemple, l'intensité à l'entrée des tunnels ne dépassera en aucun cas l'intensité lumineuse au centre de ceux-ci.

#### Sources de lumière pour les tunnels

Tous les jours, les progrès de la technique améliorent les sources de lumière existantes et en cette matière, le dernier mot n'est jamais dit, surtout en ce qui concerne les tunnels routiers. Nous nous bornerons à donner les caractéristiques principales de sources de lumière les plus courantes. Ce sont les lampes à incandescence, les lampes à vapeur de sodium, les lampes à vapeur de mercure et les tubes fluorescents. La table ci-dessous donne

un aperçu comparatif de leurs caractéristiques principales.

L'analyse de ce tableau donne la priorité aux tubes fluorescents, suivis par les lampes à vapeur de sodium, les lampes à vapeur de mercure et les lampes incandescentes. Le choix définitif des lampes à utiliser dépendra encore de l'architecture du tunnel et de la disposition prévue.

#### Disposition des luminaires et niveaux d'éclairage

La disposition des luminaires est secondaire par rapport au résultat que l'on désire obtenir. Elle sera donc fonction de ce résultat. Le résultat idéal est d'obtenir un éclairage très régulier, dont l'intensité sera en rapport avec l'importance du trafic. Un tunnel principal comme celui du Mont-Blanc ou comme celui du Grand-Saint-Bernard nécessite un éclairage moyen d'environ 50 lux, alors qu'un tunnel secondaire peut se contenter d'un éclairage moyen de 10 à 20 lux.

Il est également important que les sources de lumière ne soient pas gênantes, c'est-à-dire invisibles ou le moins visibles possible, de façon à éviter une fatigue de l'œil. Ceci peut être obtenu soit en aménageant, au moment de la construction du tunnel, des niches appropriées pour loger les luminaires soit en prévoyant dans la construction de ces derniers des paralumes masquant la source aux usagers du tunnel.

#### Les installations d'éclairage du tunnel<sup>1</sup>

Le tunnel du Grand-Saint-Bernard étant plafonné à 4,50 m du niveau de la route et cet espace ne permettant pas l'installation de sources lumineuses en relief sur ce plafond, il a été nécessaire d'étudier un éclairage bilatéral au-dessous des angles plafond-mur. Dans ces conditions, il n'est guère possible de prévoir des sources lumineuses puissantes, car ceci provoquerait des taches lumineuses, suivies de taches d'ombre entre les luminaires, du fait de la trop petite distance entre la source et la route.

Avant la description totale de l'étude d'éclairage du tunnel, voici un tableau des facteurs essentiels à considérer :

1. *Eclairage* : 50 à 60 lux pour éviter aux usagers la nécessité d'allumer leurs phares.
2. *Eclairage des tronçons d'adaptation* : dégressif de 500 à 50 lux sur 100 à 200 m, pour diminuer le contraste.

<sup>1</sup> L'exposé suivant est dû à la plume de M. A. Tanner, ancien collaborateur de Translectric S.A., qui s'est particulièrement occupé du projet d'éclairage du tunnel du Grand-Saint-Bernard.

Source de lumière	Couleur de la lumière	Lumen par watt	Durée de vie	Temps de réallumage après coupure
Lampe à incandescence	chaude	15-18	1000 h.	instantané
Lampe à vapeur de sodium	jaune (monochromatique)	env. 70	4000-6000 h.	5 à 10 min.
Lampe à vapeur de mercure corrigée (ballon fluorescent)	froide (tirant sur le bleu)	env. 40-47	4000-6000 h.	5 à 10 min.
Tubes fluorescents	de chaude à froide (toutes les gammes)	env. 70	12 000 h.	instantané

3. *Eblouissement* : à supprimer ou à réduire au minimum.
4. *Disposition* : avec sources visibles toujours dans le sens du tracé, en voûte ou bilatérale.
5. *Répartition* : si possible en ligne continue ou avec espaces restreints, sinon il s'ensuit une grande fatigue des yeux.
6. *Réglage* : éclairage nocturne de 15 lux, très suffisant pour raison de contraste contraire.
7. *Étanchéité des appareils* : totale, le tunnel étant périodiquement lavé.
8. *Luminaires* : construction spéciale, permettant une intervention rapide, simple, sans danger et ne nécessitant pas l'interruption du courant.
9. *Entretien* : possibilité d'entretien simple et efficace en tout temps.
10. *Alimentation* : facteur indépendant de l'éclairagisme

proprement dit, mais qui ne peut pas être écarté dans un tel projet.

11. *Eclairage de secours* : indispensable, à étudier selon les divers cas.

Tous ces facteurs sont détaillés en ce qui concerne l'étude d'éclairage du tunnel du Grand-Saint-Bernard et se présentent comme suit :

1. *Eclairage* : Comme ce tunnel routier relie deux pays différents, l'étude nécessitait l'approbation réciproque. L'entente définitive se résume à un éclairage de 30 lux, avec possibilité de le doubler par la suite en cas de nécessité.

2. *Eclairage des tronçons d'adaptation* : Pour l'entrée côté suisse, le problème se présente d'une manière particulière. En effet, sur une distance d'environ 7 km, la route d'accès du tunnel est totalement couverte avec fenêtres sur la vallée (protection contre la neige). Il est évident que sur ce tronçon la lumière naturelle est réduite dans de grandes proportions et que le contraste s'en trouve fortement diminué.

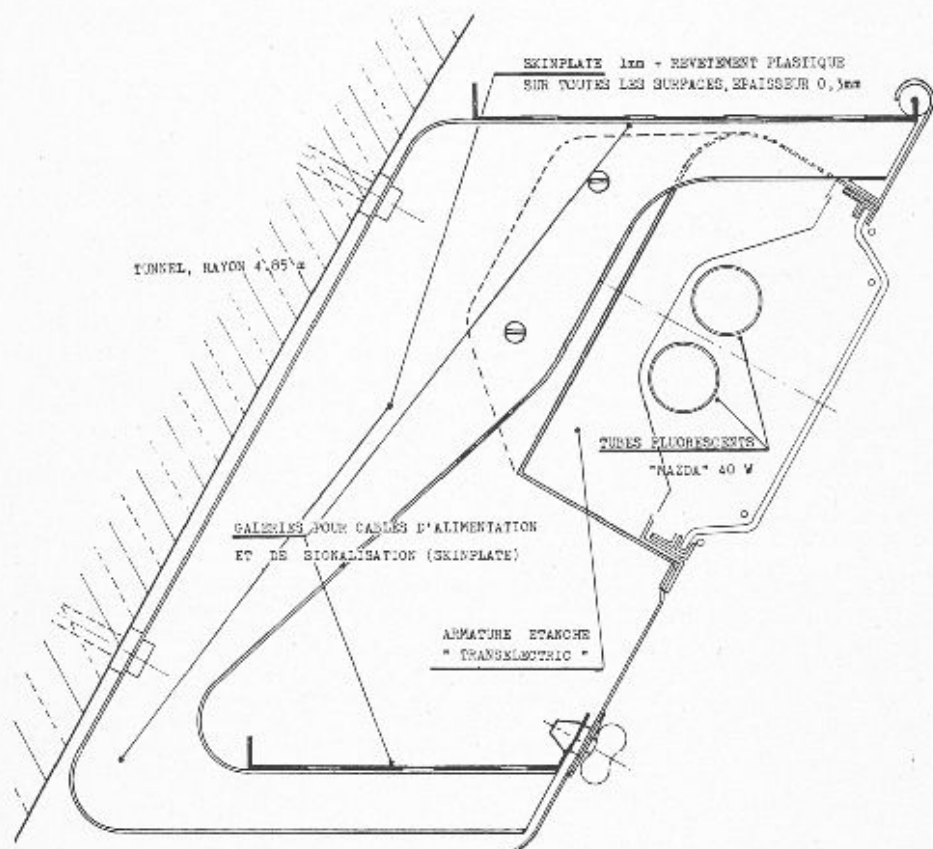
De plus, à l'entrée du tunnel, les usagers ont l'obligation de s'arrêter pour les formalités de droit de passage dans la gare routière couverte, dont l'éclairage diurne et nocturne sera d'une ambiance moyenne. Par ce fait, la direction des travaux a jugé inutile de réaliser un éclairage dégradé à l'entrée du tunnel. Là encore, la possibilité d'augmentation d'éclairage existe.

3. *Eblouissement* : D'après le résultat de la présente étude, l'éblouissement sera totalement supprimé par des paralumes se trouvant dans les verres des luminaires et empêchant l'usager de voir les sources lumineuses au-delà de 5 m.

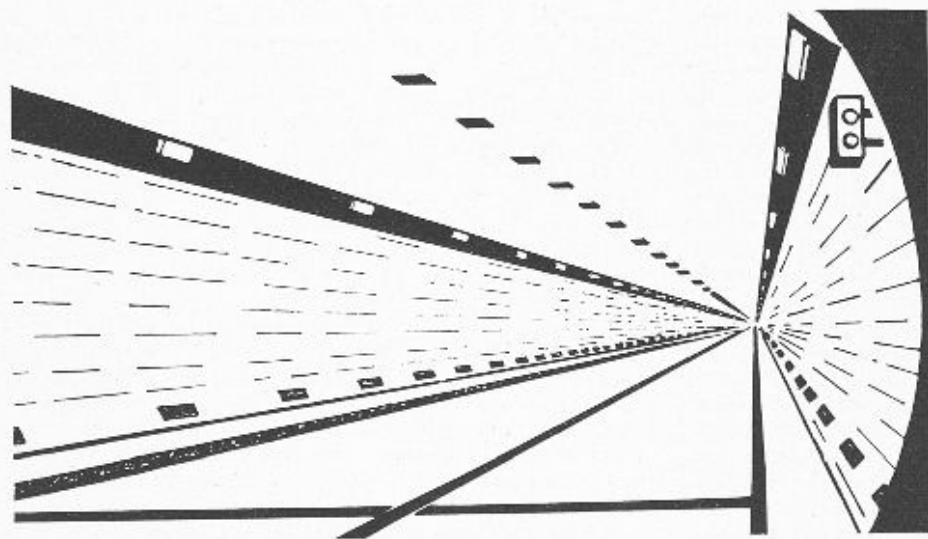
4. *Disposition* : Les luminaires sont disposés en appliques sur les côtés et sous le plafond plat, répartis sur les deux côtés en quinconce et espacés de 8 m par côté, ce qui représente un luminaire tous les 4 m. L'inclinaison de ces derniers correspond à un angle permettant d'obtenir un éclairage régulier sur toute la largeur de la chaussée.

5. *Répartition* : La répartition est établie comme indiqué plus haut, c'est-à-dire que les luminaires sont aussi proches que possible. Comme les luminaires sont équipés de deux tubes fluorescents de 40 watts, la solution idéale eût été de les remplacer par des appareils à un tube 40 watts tous les 4 m, mais cette méthode est sensiblement plus coûteuse.

6. *Réglage* : Pour un usager voyageant de nuit, qui parcourt une grande distance avec la lumière de ses phares, l'éclairage maximum du tunnel devient trop violent et expose l'usager à une réadaptation à la sortie. Il est donc nécessaire de ne pas dépasser 10 à 15 lux la nuit, ce qui nécessite une commutation permettant, si possible, de ne pas modifier la répartition. Ce problème est résolu dans le cas présent en mettant hors circuit un tube par luminaire.



Coupe transversale des gaines pour lampes et câbles du tunnel du Grand-Saint-Bernard.



Perspective des installations des gaines d'éclairage.



7. *Étanchéité des appareils* : Les luminaires sont totalement étanches et inoxydables, permettant ainsi de les traiter comme les autres parties du tunnel au cours du lavage.

8. *Luminaires* : Les appareils d'éclairage sont d'un type spécial, conçus et construits par Transélectric S.A., à Genève, permettant le changement des tubes, ou même de l'appareillage électrique, rapidement et sans danger pour l'opérateur. Il n'est pas nécessaire de couper le courant, ce qui aurait pour effet de plonger dans l'obscurité un certain tronçon. Pour chaque luminaire, le courant se coupe automatiquement quand l'opérateur ouvre ce dernier. Ces appareils sont construits en exécution étanche pour deux tubes fluorescents 40 watts avec appareils auxiliaires perfectionnés, micro-fusibles et appareils de compensation. L'éclairage est dirigé par un réflecteur approprié et l'armature est fermée par un verre clair prédominant. Ce relief de verre est entrecoupé de lamelles paralumes empêchant d'entrevoir les tubes dans le sens du tracé du tunnel.

9. *Entretien* : Dans le cas présent, d'après la description des appareils d'éclairage, il est clair que l'entretien est aisé et ne pose pas de problèmes. A considérer que ce travail est encore facilité par la disposition latérale de l'éclairage, ce qui permet à l'opérateur d'intervenir sans gêner la circulation, ayant la possibilité d'atteindre les luminaires depuis le ou les trottoirs.

10. *Alimentation* : Pour une grande longueur de tunnel, une seule alimentation est impensable. La grande consom-

mation et l'alimentation en basse tension nécessiteraient des câbles importants, sans pouvoir éliminer les chutes de tension. Ainsi, le tunnel du Grand-Saint-Bernard est alimenté en haute tension sur toute sa longueur avec 9 transformateurs répartis d'une entrée à l'autre, ce qui permet de répartir l'éclairage sur 9 groupes dont les plus longs représentent 750 m.

11. *Eclairage de secours* : Dans un tunnel de cette importance, un éclairage de secours est, en principe, indispensable. Pourtant, pour celui du Grand-Saint-Bernard, ce point a été éliminé. En effet, il posséderait dans la galerie même sa propre centrale hydro-électrique. En dehors de cela, le tunnel sera relié respectivement aux réseaux suisse et italien. Donc, une panne de courant est quasiment impossible avec trois sources différentes. En outre, le schéma de commutation et d'alimentation des appareils est réparti de manière que si l'un des transformateurs venait à faillir, l'éclairage du tronçon endommagé serait maintenu de toute façon sur un côté.

Nous avons ainsi abordé les points essentiels à considérer pour l'éclairage des tunnels routiers à grand trafic et qui seront contrôlables, dans un très proche avenir.

## BIBLIOGRAPHIE

**Collection « Organisation et gestion scientifiques », No 6: Le planning de la production et le contrôle des stocks**, par John F. Magee. Traduit de l'américain par N. Manson, ingénieur des Arts et Manufactures. Collection « Organisation et gestion scientifiques », n° 6. Paris, Dunod, 1962. — Un volume 16×25 cm, x + 350 pages, 78 figures. Prix : relié, 54 NF.

Etablir des prévisions puis un programme, préciser les diverses opérations qui concourent à assurer la production (approvisionnement de la matière, fabrication ou achat des pièces, approvisionnement du sous-assemblage et du montage final, contrôle du stock), situer ces opérations dans le temps (ordonnancement des ateliers d'usinage), telles sont les tâches incombant maintenant aux entreprises industrielles, lesquelles sont souvent mal armées pour les affronter en raison du caractère empirique de la plupart des méthodes actuellement en vigueur.

D'autre part, le besoin de capitaux d'exploitation a, depuis la seconde guerre mondiale, mis en évidence le rôle d'investissement productif joué par les stocks dans la vie économique. Cette prise de conscience a motivé à son tour des travaux considérables dans le monde des affaires, de la recherche et de l'enseignement, travaux tendant à analyser la fonction des stocks et à trouver des techniques permettant de mieux contrôler la gestion des entreprises.

Toutefois, si on constate bien depuis quelques années un intérêt soudain pour les nouvelles méthodes de planning, de production et de contrôle des stocks ainsi mises en évidence, il faut reconnaître que leur théorie ne s'est développée qu'assez lentement. En effet, la complexité du problème à résoudre et la diversité des solutions possibles ont freiné cette évolution.

Le livre mentionné ci-dessus est précisément destiné à familiariser les chefs d'entreprise et leurs cadres supérieurs, les chefs des services d'achat ou d'approvisionnement, les ingénieurs d'organisation, les responsables des services de planning et de contrôle, les professeurs et les élèves des écoles supérieures de commerce et des instituts d'études économiques, avec les concepts et les méthodes qui ont déjà été élaborés, en soulignant les fonctions remplies par les stocks ainsi que les facteurs et les coûts qui affectent les décisions de gestion des stocks.

Il faut noter que cet ouvrage contient un grand nombre de descriptions, d'exemples et d'applications pratiques et qu'une dernière partie traite des problèmes posés par la réorganisation de l'entreprise et par l'introduction d'un nouveau système de planning de production.

### Sommaire :

1. Le contrôle du stock : objectifs, problèmes et méthodes. — 2. Analyse des fonctions du stock. — 3. Coûts de production et problèmes de stock. — 4. Le choix de la quantité de fabrication ou d'achat. — 5. L'influence de l'incertitude. — 6. La prévision. — 7. Les méthodes de planning de production. — 8. Le contrôle des niveaux de production. — 9. L'ordonnancement de la production. — 10. Les problèmes de distribution. — 11. L'étude d'un système de contrôle de production. — *Annexe A* : Etablissement des formules de quantité économique de lancement. — *Annexe B* : Les lois du contrôle de la production. — *Annexe C* : Les techniques de prévisions de ventes saisonnières.

**Premières applications de statistique commerciale**, par Henri Pin. Paris, Dunod, 1962. — Un volume 16×25 cm, x + 320 pages, 225 figures. Prix : broché, 38 NF.

Ce livre donne des statistiques commerciales un exposé à la fois simple et immédiatement utile, en abordant d'abord le problème vital de l'entreprise : la vente et plus particulièrement la vente au grand public : rendement des vendeurs, de la publicité, étude des mobiles des consommateurs, etc.

Il se limite aux seules techniques statistiques importantes, utiles aux problèmes commerciaux. Mais c'est un apprentissage complet d'applications pratiques, intimement lié à la discussion du problème commercial.

C'est aussi un exposé sans hautes mathématiques. Les raisonnements difficiles sont fractionnés tout au long de l'ouvrage pour être franchis par petites étapes par des répétitions graduées, les calculs étant, autant que possible, économisés par l'utilisation d'abaques.

Dès les premières pages, le lecteur voit comment les graphiques permettent sans calcul, une exploration rapide de l'entreprise. Avec les courbes de ventes, il étudie ensuite l'engouement contagieux du produit « qui prend ». Les « tests de contingences » l'initient dans le chapitre 3, au comportement du consommateur.

Les chapitres 7 et 8 abordent les « corrélations », technique d'une prodigieuse puissance, dangereuse