

**REVUE BELGE DE STATISTIQUE, D'INFORMATIQUE
ET DE RECHERCHE OPERATIONNELLE**

Vol. 12 - N° 1

MAI 1972

**BELGISCH TIJDSCHRIFT VOOR STATISTIEK,
INFORMATIEK EN OPERATIONEEL ONDERZOEK**

VOL. 12 - N° 1

MEI 1972

La « Revue Belge de Statistique, d'Informatique et de Recherche Opérationnelle » est publiée avec l'appui du Ministère de l'Education nationale et de la Culture, par les Sociétés suivantes :

SOGESCI. — Société Belge pour l'Application des Méthodes scientifiques de Gestion.

Secrétariat : rue du Neufchâtel, 66
- 1060 Bruxelles. Tél. 37.19.76.

S.B.S. — Société Belge de Statistique.
Siège social : rue de Louvain, 44
- 1000 Bruxelles.

Secrétariat : rue de Louvain, 44
- 1000 Bruxelles.

Comité de Direction

P. GENNART, Ingénieur civil, Professeur-Directeur du Centre d'Informatique à l'E.R.M.

S. MORNARD, Licencié en Sciences.

R. SNEYERS, Docteur en Sciences, Chef de Section à l'Institut Royal Météorologique de Belgique.

Comité de Screening

J.P. BRANS, Professeur à la V.U.B.

F. LAMBERT, Professeur à l'Université de l'Etat de Mons.

R. SNEYERS.

Rédaction

R. SNEYERS, Institut Royal Météorologique de Belgique, avenue Circulaire, 3 - 1180 Bruxelles.

Secrétariat

J.H. LENTZEN, rue de Neufchâtel,
66 - 1060 Bruxelles - Tél. 37.19.76.

Het « Belgisch Tijdschrift voor Statistiek, Informatiek en Operationeel Onderzoek » wordt uitgegeven met de steun van het Ministerie van Nationale Opvoeding en Cultuur, door de volgende Verenigingen :

SOGESCI. — Belgische Vereniging voor Toepassing van Wetenschappelijke Methodes in het Bedrijfsbeheer.

Secretariaat : Neufchâtelstraat, 66
- 1060 Brussel - Tel. 37.19.76.

S.B.S. — Belgische Vereniging voor Statistiek.

Maatschappelijke zetel : Leuvensestraat, 44 - 1000 Brussel.

Secretariaat : Leuvensestraat, 44 -
1000 Brussel.

Directie Comité

P. GENNART, Burgerlijk Ingenieur, Hoogleraar-Directeur van het Centrum voor Informatiek van de K.M.S.

S. MORNARD, Lic. in de Wetenschappen.

R. SNEYERS, Dr in de Wetenschappen, Afdelings-Chef bij het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België.

Screening Comité

J.P. BRANS, Hoogleraar bij de V.U.B.

F. LAMBERT, Professor bij de Universiteit de l'Etat de Mons.

R. SNEYERS.

Redactie

R. SNEYERS, Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, Ringlaan, 3 - 1180 Brussel.

Secretariaat

J.H. LENTZEN, Neufchâtelstraat, 66
- 1060 Brussel. - Tel. 37.19.76.

REVUE BELGE DE STATISTIQUE, D'INFORMATIQUE
ET DE RECHERCHE OPERATIONNELLE

VOL. 12 - N° 1 - MAI 1972

VOL. 12 - N° 1 - MEI 1972

SOMMAIRE — INHOUD

F. RENTMEESTERS. — Het probleem van het bieden : Statistische beslissingsmodellen en waarde van de informatie	2
J. MÉLÈSE. — Systèmes et structures	17
M. THEYS. — Complémentarité des approches. Gestion intégrée, Data Bank et modèles d'entreprise	29
S. SNEYERS et J. VAN ISACKER. — Sur l'ajustement de la loi de répartition de Fischer-Tippett du type I au moyen des estimateurs de Kimball	36
Publications reçues — Ontvangen publicaties	44

BELGISCH TIJDSCHRIFT VOOR STATISTIEK, INFORMATIEK
EN OPERATIONEEL ONDERZOEK

HET PROBLEEM VAN HET BIEDEN : STATISCHE BESLISSINGSMODELLEN EN WAARDE VAN DE INFORMATIE

F. RENTMEESTERS

*Katholieke Universiteit te Leuven - CORE
Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek*

I. — Inleiding.

De concurrentie is een essentieel element van het bedrijfsleven. Het is echter niet altijd gemakkelijk de strikt concurrerende elementen te isoleren en hun invloed op het globale probleem te onderzoeken. Eén van de uitzonderingen is echter het concurrerend bieden. Het probleem stelt zich in de industriële markten, de bouwindustrie, de openbare verkopen en de publieke geldmarkten. De uitschrijver van een aanbesteding zal bij de toewijzing van het kontrakt onder meer rekening houden met de voorgestelde prijs, de technische capaciteiten van de bieder, de voorafgaande relaties tussen de uitschrijver en de bidders, de kwaliteit van vooraf gepresteerd werk en de stiptheid bij uitvoering. De bieder moet bij het bepalen van zijn bod hiermee rekening houden. Het bod van een bieder zal echter ook beïnvloed worden door het aantal concurrenten, de frekwentie van het bieden, de kommunikatie en informatie betreffende de aanbesteding en de kontraktvoorwaarden.

In dit artikel zullen we statische modellen analyseren. De aanbesteding is uniek en gelijkaardige toekomstige aanbestedingen worden dus niet verwacht. De inschrijvingen gebeuren onder gesloten omslag en de laagste bieder krijgt het kontrakt toegewezen. De bidders mogen niet samenwerken en onderlinge afspraken zijn verboden.

In de praktijk gebruikt men dikwijls « cost-plus pricing ». Door zulke eenvoudige prijzenstrategie wil men ofwel elk mogelijk verlies voorkomen, ofwel, indien alle mededingers deze methode toepassen, de stabiliteit van de industrieprijzen behouden. De bepaling van een optimaal bod met behulp

van de technieken van het operationeel onderzoek kan onder meer gebeuren door toepassing van de speltheorie en de beslissingsanalyse. De spel-theoretische modellen voldoen in de praktijk niet omdat de evenwichtspunten een minimum winst geven. De hoofdreden hiervoor is dat elke deelnemer aan het spel de motivaties van zijn tegenstanders als een integraal deel beschouwt van zijn eigen analyse.

Bij het bepalen van een optimaal bod kan de bidder onder meer rekening houden met volgende doelstellingen :

- het verwachte nut maximaal maken;
- de verwachte winst maximaal maken;
- het marktaandeel behouden of vergroten;
- de stabiliteit van de industrieprijzen verzekeren;
- de produktiekapaciteit zoveel mogelijk benutten.

In bijna alle gepubliceerde modellen wordt verondersteld dat de bidders hun verwachte winst optimaliseren. Over het algemeen is de nutskromme van de bidders echter geen rechte. Daarom is het beter eerst een algemeen model op te stellen waarin elke bidder zijn verwachte nut maximaal maakt. In zulk model zullen we ook veronderstellen dat de kosten stochastisch zijn. Ook Friedman [3] en Howard [7] hebben getracht met stochastische kosten rekening te houden. Maar door het gebruik van een lineaire nutsfunctie spelen in hun model alleen de verwachte kosten een rol. Indien het laagste bod van zijn concurrenten kleiner is dan zijn bovenste geschatte kostengrens, dan zal het bod van bidder K echter afhankelijk zijn van de verdelingsfunctie van zijn kosten. De modellen van Friedman en Howard kunnen trouwens gemakkelijk bekomen worden uit het onderstaande algemeen model.

We bepalen ook een numerische waarde voor de eliminatie van de onzekerheid betreffende de kosten van bidder H of van het laagste mededingende bod. Hieruit zal blijken dat de gezamenlijke vermindering van de onzekerheid van meerdere (zelfs onafhankelijke) factoren een waarde kan hebben welke verschilt van de som der waarden overeenkomend met de onzekerheidsvermindering van elke faktor afzonderlijk. De bepaling van zulke numerische waarden is de eerste stap bij het ontwerpen van een informatiesysteem waardoor de onzekerheid kan verminderd worden. Alleen wanneer we de waarde van de informatie kennen, kunnen we de ons beschikbare middelen voor experimenten optimaal verdelen.

In het vervolg stellen we een stochastische veranderlijke voor door een hoofdletter. De waarde x die de toevallige veranderlijke X aanneemt als een

bepaalde gebeurtenis voorkomt, schrijven we als $X = x$. Verder gebruiken we nog volgende functies :

$f(\cdot)$: de dichtheidsfunctie

$F(\cdot)$: de verdelingsfunctie

$Q(\cdot) = 1 - F(\cdot)$: de komplementaire verdelingsfunctie.

Het gemiddelde van de stochastische veranderlijke X schrijven we als $\langle X \rangle$ en het gemiddelde van een toevallige veranderlijke X gegeven $Y = y$ als $\langle X | Y = y \rangle$.

II. — Bepaling van het optimale bod.

1. Algemeen probleem.

Een bidder H moet een prijs bepalen voor een aanbesteding. Het bod wordt ingezonden onder gesloten omslag en de laagste bidder krijgt het kontrakt toegewezen. De bidder heeft een onbekend aantal mededingers M . De bidder is onzeker betreffende zijn eigen totale kosten K , zijn verlieskosten C en het bod B_i van iedere mededinger i .

We maken nu de volgende veronderstellingen :

V1 : B_i is een continue stochastische veranderlijke

V2 : alle verdelingsfuncties zijn differentieerbaar

V3 : er vormen zich geen koalities

V4 : de nutsfunctie $u(\cdot)$ is differentieerbaar, monotoon stijgend en $u(0) = 0$.

De eerste veronderstelling heeft tot gevolg dat we geen rekening moeten houden met het bestaande monetair systeem. De veronderstellingen V1 en V2 hebben tot gevolg dat we de differentiaal- en integraalrekening kunnen toepassen in plaats van de differentierekening. Bovendien is ook de kans dat twee bidders met eenzelfde bod inschrijven nul. De concurrentieveronderstelling verhindert elke mogelijke vorm van samenwerking.

Stellen we de gemeenschappelijke verdelingsfunctie van de kosten K van bidder H en het kleinste mededingende bod L voor door $F_{L,K}(k, l)$, dan is het verwachte nut van bidder H als hij met een bod b inschrijft :

$$\text{II.1} \quad \langle u(W(b)) \rangle = \int_k \int_l \langle u(W(b)) | K = k, L = l \rangle dF_{L,K}(k, l)$$

De bidder H krijgt het kontrakt toegewezen wanneer zijn bod b kleiner is dan het laagste bod van zijn mededingers. Indien H de prijsvraag wint,

dan is zijn winst gelijk aan het verschil tussen zijn bod b en zijn werkelijke uitvoeringskosten k . Wint er echter één van zijn concurrenten, dan betekent dit voor bidder H een verliespost, onder meer omdat hij dan moet rekening houden met de inschrijvingskosten, met de analysekosten, met het verlies aan goodwill en met de niet benutte bedrijfskapaciteit. Bijgevolg vinden we :

$$\langle u(W(b)) | K = k, L = l \rangle = \begin{cases} u(b - k) & \text{indien } b < l \\ u(-c) & \text{indien } b > l \end{cases}$$

Stellen we de voorwaardelijke verdelingsfunctie van het kleinste mededingende bod L gegeven de kosten $K = k$ voor door $F_{L|K}(l)$, dan kan het verwachte nut van bidder H ook geschreven worden als :

$$\text{II.2} \quad \langle u(W(b)) \rangle$$

$$= \int_k dF_K(k) [u(-c) F_{L|K}(b) + u(b - k) (1 - F_{L|K}(b))]$$

Hierin is $Q_{L|K}(b) = 1 - F_{L|K}(b)$ de kans dat bidder H de prijsvraag wint als hij zijn kosten k kent. Indien er geen gegevens zijn van vroegere gelijkaardige prijsvragen, dan moeten we deze kans subjectief bepalen. Indien er wel voldoende gegevens zijn, dan kunnen we eventueel met behulp van een histogram deze kans op een meer objectieve manier bepalen.

Het kleinste mededingende bod wordt ongetwijfeld beïnvloed door het aantal en de identiteit van de concurrenten en deze factoren zijn op hun beurt afhankelijk van de grootte van de uitvoeringskosten. Indien de variatiebreedte $[\underline{k}_H, \bar{k}_H]$ van de kosten echter niet te groot is, dan is het mogelijk dat de kans om te winnen met een bod b voor alle kosten $k_H \in [\underline{k}_H, \bar{k}_H]$ ongeveer gelijk is. Veronderstellen we dat :

$$F_{L|K}(l) = F_L(l) \quad \text{voor alle } k \in [\underline{k}_H, \bar{k}_H]$$

Dan kunnen we II.2 ook nog schrijven als :

$$\langle u(W(b)) \rangle = u(-c) + (1 - F_L(b)) \left[\int_k u(b - k) dF_K(k) - u(-c) \right]$$

Het aantal concurrenten M is gewoonlijk vooraf niet gekend, maar dit aantal wordt vooral beïnvloed door de uitvoeringskosten, de verlangde kwaliteit, het soort werk (bijvoorbeeld in de bouwnijverheid) en de economische toestand. De kans dat bidder H de prijsvraag wint met een bod b kan ook geschreven worden als :

$$Q_L(b) = 1 - F_L(b) = P \{B_1 \geq b, B_2 \geq b, \dots, B_M \geq b\}$$

Veronderstel nu dat bidder H voor elke mogelijke groep van concurrenten i ($i = 1, \dots, n$), de kans p_i kan bepalen dat zulke groep zal bieden bij de prijsvraag. Indien we het aantal concurrenten in de groep i voorstellen door m_i , dan kunnen we de kans dat bidder H de prijsvraag wint ook nog schrijven als :

$$Q_L(b) = \sum_i p_i P \{B_1 \geq b, \dots, B_{m_i} \geq b\}$$

Voor elke mogelijke groep concurrenten moet bidder H de kans $P \{B_1 \geq b, \dots, B_{m_i} \geq b\}$ bepalen. Met behulp van de gegevens van alle voorgaande prijsvragen waarvoor de groep i heeft ingeschreven, kan bidder H een dichtheidsfunctie $f_i(v)$ opstellen van de verhouding van het winnende bod tot zijn eigen kostenschatting. Deze schatting zal dikwijls gelijk gesteld worden aan de verwachte waarde van zijn kosten. Indien s de kostenschatting is voor de nieuwe prijsvraag, dan is de kans om te winnen :

$$\text{II.3} \quad P \{B_1 \geq b, \dots, B_{m_i} \geq b\} = \int_{b/s}^{\infty} f_i(v) dv, \quad i = 1, \dots, n$$

Friedman [3] en Gates [4] gebruiken een andere methode om deze kans te berekenen. Met behulp van de gegevens van voorgaande prijsvragen bepalen zij eerst de dichtheidsfunctie $g_j(v)$ van de verhouding van het bod van bidder j tot de kostenschatting van bidder H voor die prijsvraag. De kans dat bidder H met kostenschatting s een prijsvraag zou winnen, waarvoor hij alleen bidder j als concurrent heeft, is dan :

$$\text{II.4} \quad P_j \{B_j \geq b\} = \int_{b/s}^{\infty} g_j(v) dv$$

De inschrijvingen B_j voor een bepaalde prijsvraag zijn ongetwijfeld statistisch afhankelijk. Friedman veronderstelt echter dat deze afhankelijkheid alleen te wijten is aan de grootte van de uitvoeringskosten. De verhoudingen $V_j = B_j/s$ beschouwt hij daarom als onafhankelijke stochastische veranderlijken. De kans waarmee bidder H de prijsvraag wint wanneer hij de bedrijven van groep i als concurrenten heeft, is dan :

$$P \{B_1 \geq b, \dots, B_{m_i} \geq b\} = P_1 P_2 \dots P_{m_i}$$

Gates [4] vond echter dat deze methode in de bouwnijverheid een veel te kleine kans gaf. In zijn model maakt hij geen veronderstellingen betreffende de onafhankelijkheid van de verhoudingen V_j , maar uitgaande van

het feit, dat indien bidder j de prijsvraag wint, de anderen de prijsvraag verliezen, stelt hij volgende formule op :

$$\text{II.5} \quad P \{B_1 \geq b, \dots, B_{m_i} \geq b\} = \frac{1}{1 + \frac{1 - P_1}{P_1} + \dots + \frac{1 - P_{m_i}}{P_{m_i}}}$$

Men kan echter ook veronderstellen dat het bod van elke konkurrent beïnvloed wordt door de karakteristieken van de prijsvraag. In de bouwrijverheid zullen gewoonlijk vele factoren een rol spelen. Vermelden we onder meer : de totale kosten en de straffkosten, het gedeelte van het werk dat uitbesteed wordt, de geschatte duur van de uitvoering, het seizoen waarin het werk moet uitgevoerd worden, het bouwtype, de ruimtelijke ligging en de mogelijke konkurrenten. Indien men het laagste mededingende bod hiervan afhankelijk maakt, dan kan men trachten een regressiemodel op te stellen waarin rekening wordt gehouden met de informatie die we op dat ogenblik bezitten. Door zulk model te gebruiken bij een volgende prijsvraag kunnen we dan de kans om deze wedstrijd te winnen gemakkelijk uitrekenen. Hierbij moeten we echter opmerken dat indien we alleen steunen op gegevens van vroegere prijsvragen, we helemaal geen rekening houden met de dynamische factoren in de reële wereld. De technologie kan immers veranderen, en de konkurrenten kunnen sterker worden. Het is bijgevolg duidelijk dat het bepalen van de kans waarmee de prijsvraag gewonnen wordt één van de moeilijkste problemen is in deze analyse. De hierboven vermelde werkwijzen kunnen echter dikwijls met succes toegepast worden. Indien er geen gegevens beschikbaar zijn moet men deze kans echter subjektief bepalen.

Indien de bidder zijn verwachte nut kan uitrekenen voor elk mogelijk bod en indien hij dit verwacht nut wil maximaal maken, dan moet zijn optimaal bod voldoen aan volgende vergelijking :

$$\left. \frac{d}{db} \langle u(W(b)) \rangle \right|_{b=b^*} = 0$$

Deze vergelijking moet over het algemeen numerisch opgelost worden.

2. De nutskromme van de beslissingsnemer H is een rechte en er zijn geen verlieskosten.

De bidder H zal het kontrakt toegewezen krijgen indien zijn bod b kleiner is dan het laagste bod van zijn mededingers.

De winst w van bieder H is dus gelijk aan :

$$w = \begin{cases} b - k & \text{indien } b < l \\ 0 & \text{indien } b > l \end{cases}$$

De betrekking II.1 wordt nu :

$$\begin{aligned} \text{II.6} \quad \langle W(b) \rangle &= \int_k \int_l \langle W | b, K = k, L = l \rangle f_{L,K}(l, k) dl dk \\ &= \int_k (b - k) f_K(k) dk \int_{l=b}^{\infty} f_{L/K}(l) dl \end{aligned}$$

Het optimale bod $b^*(k, l)$ kan dan bepaald worden door oplossing van :

$$\left. \frac{d}{db} \langle W(b) \rangle \right|_{b=b^*} = 0$$

Indien het laagste mededingende bod L onafhankelijk is van de werkelijke kosten K en bijgevolg $F_{L,K} = F_L F_K$ en $Q_{L,K} = Q_L Q_K$, dan is de verwachte winst :

$$\text{II.7} \quad \langle W(b) \rangle = (b - \langle K \rangle) Q_L(b)$$

Het optimal bod b^* van bieder H wordt dan gevonden door volgende vergelijking op te lossen :

$$\text{II.8} \quad Q_L(b^*) - (b^* - \langle K \rangle) f_L(b^*) = 0$$

of, indien $f_L(b^*) > 0$:

$$\text{II.9} \quad \frac{Q_L(b^*)}{f_L(b^*)} = b^* - \langle K \rangle$$

Een tabel van de verhouding $Q/f = (1 - F)/f$ voor de normale verdeling vindt men in Pearson [11]. De functie $\phi_1(b^*) = b^* - \langle K \rangle$ is een monotoon stijgende functie. Indien $\phi_2(b^*) = Q_L(b^*)/f_L(b^*)$ een monotoon dalende functie is, dan heeft de vergelijking II.9 ten hoogste één oplossing.

Voorbeeld II.1.

De kosten K van bidder H en het laagste bod L van zijn mededingers zijn onafhankelijk en uniform verdeeld over het eenheidsinterval, zodat :

$$f_K(k) = 1 \text{ en } Q_K(k) = 1 - k \text{ voor } 0 \leq k \leq 1$$

$$f_L(l) = 1 \text{ en } Q_L(l) = 1 - l \text{ voor } 0 \leq l \leq 1$$

Het optimal bod is dan :

$$\text{II.10} \quad 1 - b^* = b^* - \frac{1}{2}$$

$$\text{of} \quad b^* = \frac{3}{4}$$

De maksimum verwachte winst voor bidder H kan gevonden worden met II.7 :

$$\text{II.11} \quad \langle W(\frac{3}{4}) \rangle = (\frac{3}{4} - \frac{1}{2}) \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

Voorbeeld II.2.

De koper maakt vooraf bekend dat het maksimum bod niet groter mag zijn dan A . Zijn kosten K en het laagste mededingende bod L zijn onafhankelijk. Bidder H veronderstelt dat de gamma-verdeling een goede benadering is voor de verdeling van zijn kosten K :

$$f_K(k|r) = \frac{e^{-k} k^{r-1}}{(r-1)!} \quad \begin{array}{l} k \geq 0 \\ r > 0 \end{array}$$

Voor de verdeling van het laagste bod L zijn van mededingers vindt bidder H volgende komplementaire verdelingsfunctie :

$$Q_L(l) = 1 \text{ voor } l \leq 0$$

$$Q_L(l) = \left(\frac{A-l}{A}\right)^{\frac{a}{1-a}} \text{ voor } 0 \leq l \leq A \text{ en } a \in (0, 1)$$

$$Q_L(l) = 0 \text{ voor } A > l$$

De dichtheidsfunctie is dan :

$$f_L(l) = 0 \text{ voor } l \leq 0 \text{ en } l > A$$

$$f_L(l) = \frac{a}{(1-a)(A-l)} \left(\frac{A-l}{A}\right)^{\frac{a}{1-a}} \text{ voor } 0 \leq l \leq A$$

Het optimale bod is dan gelijk aan :

$$\text{II.2} \quad b^* = ar + A(1 - a) \text{ voor } r \leq A$$

De maximaal verwachte winst is :

$$\text{II.13} \quad \langle W(ar + A(1 - a)) \rangle = (1 - a)(A - r) \left(\frac{a(A - r)}{A} \right)^{1-a}$$

voor $0 < r \leq A$.

III. — Waarde van de informatie.

In de praktijk zal een beslissingsnemer ook rekening houden met de kansverdeling van de winst. Deze kansverdeling geeft een goed idee van het risico dat de bieder neemt (fig. III.1). Inderdaad, als gevolg van de

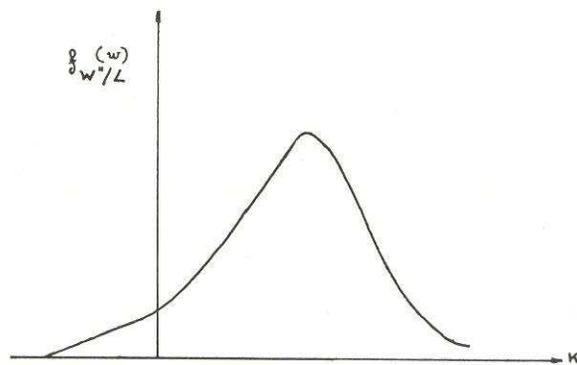


Fig. III.1. — Dichtheidsfunctie van de winst, indien bieder H een optimaal bod b^* inzendt wanneer hij het laagste bod l van zijn mededingers kent, maar onzekerheid heeft betreffende zijn kosten K .

onzekerheid betreffende de eigen kosten K en het laagste bod L van zijn mededingers kan een optimaal bod b^* toch nog een ongewenst resultaat geven. Enerzijds is het mogelijk dat de bieder de aanbesteding niet krijgt toegewezen en indien hij toch wint is het mogelijk dat het contract een verliespost blijkt te zijn. Daarom zal bieder H ongetwijfeld graag betalen voor volledige informatie. De vraag die hij zich dan onmiddellijk stelt, is het maximum bedrag dat hij hieraan mag besteden.

Indien bieder H met zekerheid zijn eigen kosten K kent, dan is zijn verwachte winst :

$$\text{III.1} \quad \langle W(b) | K = k \rangle = (b - k) Q_{L/K}(b)$$

Voor twee verschillende kosten van bidder H hebben we de verwachte winst grafisch voorgesteld in figuur III.2.

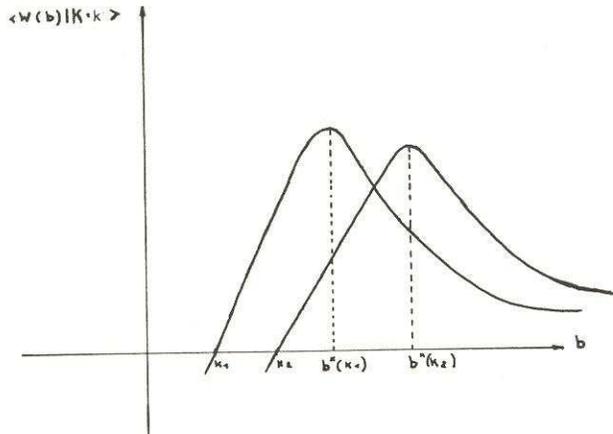


Fig. III.2. — Verwachte winst van bidder H als functie van een bod b voor twee verschillende kosten k_1 en k_2 .

Hetgeen de bidder wil betalen voor volledige informatie betreffende zijn kosten zal natuurlijk afhankelijk zijn van hetgeen hij van deze informatie verwacht. Hiervoor kan hij echter alleen maar gebruik maken van de kennis die hij bezit vóór het verwerven van de volledige informatie. En die kennis is vervat in zijn *a priori* subjektieve verdeling van deze kosten. De vooraf verwachte winst van een optimaal bod b_K^* dat zou ingezonden worden nadat bidder H zijn kosten K kent is dan :

$$\text{III.2} \quad \langle W(b_K^*) \rangle = \langle \max_b [(b - K) Q_{L/K}(b)] \rangle$$

Vermits de verwachte waarde van het maximum groter is dan of gelijk aan het maximum van de verwachte waarde [14] mogen we schrijven :

$$\langle W(b_K^*) \rangle \geq \langle W(b^*) \rangle = \max_b [\langle b - K \rangle Q_{L/K}(b)]$$

Indien bidder H zijn kosten nauwkeurig kent, zal zijn bod immers nooit kleiner zijn dan zijn kosten. Bijgevolg zal zijn verwachte winst ook groter zijn dan in geval hij de kosten niet kent. We veronderstellen hier ook dat zijn mededingers onwetend zijn van het feit dat bidder H volledige informatie inwint betreffende zijn kosten ofwel, indien ze er toch van op de hoogte zijn, dat hierdoor hun gedrag niet gewijzigd wordt.

De waarde van de volledige informatie betreffende de kosten K is voor bidder H gelijk aan :

$$WVI(K) = \langle W(b_{K^*}) \rangle - \langle W(b^*) \rangle \geq 0$$

Dit bedrag is een bovenste grens voor het budget van elk informatie-systeem waardoor bijkomende informatie kan verkregen worden. Doch zelfs een zeer grondige analyse kan in de praktijk niet resulteren in de nauwkeurige kennis van de kosten en daarom zal het toegelaten budget gewoonlijk veel kleiner genomen worden dan de waarde $WVI(K)$.

Door een statistische analyse van resultaten van vroegere gelijkaardige aanbestedingen kan bidder H ook informatie inwinnen betreffende het laagste bod van zijn mededingers. Indien H volledige informatie kan krijgen betreffende L , maar niet betreffende K , dan is de vooraf verwachte winst van een optimaal bod b_{L^*} dat zou ingezonden worden indien bidder H het laagste bod van zijn mededingers kent :

$$III.3 \quad \langle W(b_{L^*}) \rangle = \int_l \max [0, \int_k (l - k) f_{K/L}(k) dk] f_L(l) dl$$

Inderdaad, indien bidder H het laagste bod kent, dan kan hij het kontrakt winnen door een bod dat net iets lager is. Indien zijn verwachte winst van zulke strategie echter negatief is, dan zal hij natuurlijk verkiezen van niet te bieden. Bijgevolg is de optimale strategie voor bidder H :

$$\text{indien} \quad \int_k (l - k) f_{K/L}(k) dk > 0$$

dan moet hij een bod l inzenden (feitelijk een bod dat iets kleiner is dan l);

$$\text{indien} \quad \int_k (l - k) f_{K/L}(k) dk < 0$$

dan zal hij geen bod inzenden (ofwel een bod $b > l$).

Indien L en K onafhankelijk zijn, dan kan III.3 herleid worden tot :

$$III.4 \quad \langle W(b_{L^*}) \rangle = \langle \max [0, L - \langle K \rangle] \rangle$$

Deze laatste betrekking kan ook nog geschreven worden met behulp van de rechtse verlies-integraal $I_L^{(r)}(\cdot)$ (zie Raïffa en Schlaifer [12], p. 97) :

$$III.5 \quad \langle W(b_{L^*}) \rangle = I_L^{(r)}(\langle K \rangle)$$

De waarde van de volledige informatie betreffende het laagste bod L van zijn mededingers is dan :

$$\text{WVI}(L) = \langle W(b_{L,K}^*) \rangle - \langle W(b^*) \rangle$$

Indien bidder H volledige informatie kan inwinnen betreffende beide stochastische veranderlijken K en L , dan zal hij niet bieden indien zijn kosten groter zijn dan het laagste bod van zijn mededingers en indien $l > k$ zal bidder H een bod inzenden dat iets kleiner is dan l . Zijn vooraf verwachte winst van een optimaal bod is dan :

$$\text{III.6} \quad \langle W(b_{L,K}^*) \rangle = \int_l \int_k \max(0, l - k) f_{K,L}(k, l) \, dl \, dk$$

En de waarde van volledige informatie betreffende zijn kosten en het laagste mededingende bod is :

$$\text{WVI}(K, L) = \langle W(b_{L,K}^*) \rangle - \langle W(b^*) \rangle$$

Voorbeeld III.1.

De kosten K van bidder H en het laagste bod L van zijn mededingers zijn onafhankelijk en uniform verdeeld over het eenheidsinterval (zie voorbeeld II.1) :

$$f_{K/L}(k) = f_K(k) = 1 \text{ en } Q_{K/L}(k) = Q_K(k) = 1 - k \\ \text{voor } 0 \leq k \leq 1$$

$$f_{L/K}(l) = f_L(l) = 1 \text{ en } Q_{L/K}(l) = Q_L(l) = 1 - l \\ \text{voor } 0 \leq l \leq 1$$

Het optimale bod, zonder inwinnen van volledige informatie is : $b^* = 3/4$; en de verwachte winst voor bidder H is : $\langle W(3/4) \rangle = 1/16$. Indien bidder H zijn kosten kent, dan vinden we de $\text{WVI}(K)$ als volgt :

$$(b - K) Q_{L/K}(b) = (b - K) (1 - b)$$

$$\frac{d}{db} [(b - K) (1 - b)] = 1 + K - 2b = 0, \quad b = \frac{1 + K}{2}$$

$$\max_b [(b - K) Q_{L/K}(b)] = 1/4 (1 - K)^2$$

$$\langle W(b_{K,K}^*) \rangle = 1/4 \int_0^1 (1 - k)^2 \, dk = 1/12$$

$$\text{WVI}(K) = 1/12 - 1/16 = 1/48$$

De waarde van volledige informatie betreffende het laagste bod van zijn mededingers kan als volgt berekend worden :

$$\max [0, l - \langle K \rangle] = \begin{cases} l - 1/2 & \text{indien } l > 1/2 \\ 0 & \text{indien } l < 1/2 \end{cases}$$

$$\langle W(b_L^*) \rangle = \int_{1/2}^1 (l - 1/2) dl = 1/8$$

$$WVI(K) = 1/8 - 1/16 = 1/16$$

De $WVI(L)$ is driemaal zo groot als de $WVI(K)$ en nochtans zijn beide stochastische veranderlijken identiek verdeeld. Bieder H kan echter de informatie betreffende het laagste bod van de mededingers veel effectiever gebruiken dan deze betreffende de eigen kosten. Inderdaad, indien bieder H dit laagste bod l kent, dan zal zijn eigen bod l' iets kleiner zijn dan l en benut hij optimaal de mogelijkheden die hij heeft. Dit is misschien één van de verklaringen voor het bestaan van de beruchte industriële spionage. Hij kan echter toch nog geld verliezen wegens de onzekerheid betreffende zijn kosten. Enerzijds zou hij eventueel een winst kunnen maken wanneer hij verkozen heeft niet te bieden omdat zijn verwachte kosten te hoog zijn, en anderzijds kan hij geld verliezen omdat zijn werkelijke kosten toch nog groter zijn dan zijn bod l' waarmee het kontrakt hem werd toegewezen. De waarde van volledige informatie betreffende zowel zijn eigen kosten als het laagste bod van zijn mededingers zal bieder H een idee geven van dit mogelijke verlies. Toepassing van III.6 geeft :

$$\max (0, l - k) = \begin{cases} l - k & \text{indien } l > k \\ 0 & \text{indien } l < k \end{cases}$$

$$\langle W(b_{K,L}^*) \rangle = \int_0^1 dk \int_{l=k}^1 (l - k) dl = 1/6$$

$$WVI(K, L) = 1/6 - 1/16 = 5/48$$

We zien dus dat :

$$WVI(K, L) > WVI(L) > WVI(K)$$

Inderdaad, in het geval van volledige informatie betreffende de eigen kosten en het laagste bod van zijn mededingers kan bieder H nooit geld verliezen, terwijl hij dat in de twee vorige gevallen wel kan. Bovendien vinden we ook dat :

$$WVI(K, L) > WVI(L) + WVI(K)$$

IV. — Besluit.

Al de modellen die in dit artikel voorkomen zijn statische modellen toepasselijk in het geval van een enkelvoudige aanbesteding. Indien dezelfde situatie herhaaldelijk voorkomt moeten de deelnemers ook rekening houden met de gevolgen van hun inschrijvingen op de toekomstige gedragingen van hun mededingers.

Wanneer de onzekerheid betreffende de kosten klein is, zodat de solvabiliteit van de onderneming niet in het gedrang komt, zal een lineaire nutscurve voor vele beslissingsnemers aanvaardbaar zijn. Zoniet moeten we rekening houden met het feit dat de meeste ondernemers een afkeer voor risico's hebben.

De bruikbaarheid van de bovenstaande beslissingsmodellen is beperkt omdat één belangrijk element verwaarloosd werd, namelijk de interesse van de mededingers voor het gedrag van bidder H. Indien één van de mededingers weet dat bidder H één van de bovenstaande modellen gebruikt en hiermee rekening houdt bij het bepalen van zijn eigen bod, dan is het bod bepaald door bidder H niet noodzakelijk optimaal. In elk geval moet bidder H het feit dat hij gebruik maakt van een beslissingsmodel geheim houden, zoniet geeft hij zijn mededingers de mogelijkheid hem uit te buiten. De methode heeft dus zekere nadelen, maar een oplossing kan altijd bepaald worden. Een alternatief is het gebruik van spel-theoretische modellen. In zulke modellen moeten we echter veronderstellingen maken betreffende het gedrag van de concurrenten. Dit blijkt in de praktijk niet gemakkelijk te zijn. Theoretisch geeft de speltheorie dus een aantrekkelijk model, maar een oplossing is altijd afgeleid van een « indien X, dan Y » stelling. Een beslissingsnemer is echter niet altijd geïnteresseerd in de beste oplossing omdat het model toch dikwijls reeds een simplistische voorstelling is van de werkelijke situatie. De analytische methode die de beslissingsnemer toepast moet hem echter toelaten een dieper inzicht in het probleem te krijgen, zodat een praktische oplossing gemakkelijker en efficiënter kan genomen worden.

De informatiewaarde hier uiteengezet is toepasselijk op vele andere domeinen. Bovendien is het ook mogelijk op een analoge manier een numerische waarde te bepalen voor onvolledige informatie.

REFERENTIES

- [1] CHRISTENSON, C., *Strategic Aspects of Competitive Bidding for Corporate Securities*, Graduate School of Business Administration, Harvard Univ., Boston, 1965.
- [2] EDELMAN, F., « Art and Science of Competitive Bidding », *Harvard Business Review*, Vol. 43 (1965), 53-66.
- [3] FRIEDMAN, L., « A Competitive Bidding Strategy », *Operations Research*, Vol. 4 (1956), 104-112.
- [4] GATES, M., « Bidding Strategies and Probabilities », *Journal of the Construction Division ASCE*, Vol. 93 (1967), 75-107.
- [5] GRIESMER, J.H., LEVITAN, R.E., en SHUBIK, M., « Towards a Study of Bidding Processes, Part IV : Unknown Competitive Costs », *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 14 (1967), 415-433.
- [6] HANSSMANN, F. en RIVETT, B.H.P., « Competitive Bidding », *Operational Research Quarterly*, Vol. 10 (1959), 49-55.
- [7] HOWARD, R.A., « Information Value Theory », *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, Vol. SSC-2 (1966), 22-26.
- [8] HOWARD, R.A., « Value of Information Lotteries », *IEEE Transactions on System Science and Cybernetics*, Vol. SSC-3 (1967), 54-60.
- [9] LAVALLE, I.H., « A Bayesian Approach to an Individual Player's Choice of Bid in Competitive Sealed Auctions », *Management Science*, Vol. 13 (1967), 584-597.
- [10] LAVALLE, I.H., « On Cash Equivalents and Information Evaluation in Decisions under Uncertainty : Parts I, II and III », *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 63, 321, 252-291.
- [11] PEARSON, K., *Tables for Statisticians and Biometricians II*, Cambridge University Press, 1931.
- [12] RAIFFA, H. en SCHLAIFER, R., « *Applied Statistical Decision Theory* », Harvard University Press, 1961.
- [13] ROTHKOPF, M.H., « A Model of Rational Competitive Bidding », *Management Science*, Vol. 15 (1969), 362-373.
- [14] RUDIN, W., *Real and Complex Analysis*, McGraw Hill, 1966, 60-62.
- [15] SIMMONDS, K., « Competitive Bidding : Deciding the best combination of non-price features », *Operations Research Quarterly*, 19 (1968), 1, 5-15.
- [16] VICKREY, W., « Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders », *Journal of Finance*, Vol. 16 (1961), 8-37.
- [17] WILSON, R., « Competitive Bidding with Asymmetric Information », *Management Science*, Vol. 13 (1967), 816-220.
- [18] WILSON, R., « Competitive Bidding with Disparate Information », *Management Science*, Vol. 15 (1969), 446-448.

SYSTEMES ET STRUCTURES *

JACQUES MELESE

*Commission Générale d'Organisation Scientifique
Puteaux, France*

RESUME. — La conjonction modèle-gestion-données conduit à l'approche système de l'entreprise ; plus précisément elle ne se justifie que par cette approche qui contient les trois termes précédents. En fait les études orientées dans ce sens mettent en question la structure de l'entreprise, le pouvoir, la répartition des latitudes décisionnelles dans la hiérarchie, la détention de l'information, etc...

Il est donc important de se demander dans quelle mesure l'approche système appliquée à une entreprise ou à un organisme public

- est conditionnée ou conditionne les finalités de l'organisme,
- est un facteur de liberté ou d'asservissement,
- favorise ou non la créativité et la promotion des hommes,
- accroît ou non l'efficacité et l'utilité de l'entreprise.

Nous nous efforcerons d'apporter des éléments de réponse à ces questions en faisant appel à la théorie des systèmes d'une part, à des exemples pratiques d'autre part, pour dégager ensuite certaines conditions nécessaires et certaines limites de l'approche système.

« Les textes de logique citent souvent l'histoire d'un groupe d'aveugles auquel était dévolue la tâche de décrire un éléphant. Ces aveugles étant disposés tout autour du corps de l'animal, il s'ensuivit un débat passionné, car chacun d'entre eux prétendait être capable de fournir une représentation complète du système éléphantin. Ce qui importe, dans cette histoire, n'est pas tant le triste sort des aveugles, que le rôle épique que le conteur s'attribue à lui-même, plus précisément, la faculté qu'il s'arroge de se représenter l'éléphant dans sa totalité et, par conséquent, d'observer le comportement ridicule d'un système aveugle de description ».

Cette histoire est, en fait, un exemple de présomption et d'arrogance : elle implique qu'un individu doué de sagesse, de perspicacité et de sens logi-

* Exposé présenté à la table Ronde « Data Bank - Gestion intégrée - Modèle d'entreprise », organisée en décembre 1971 par la SOGESCI.

que pourra toujours dominer une situation et percevoir la stupidité de ceux qui ne sont capables de voir que des aspects fragmentaires. Un tel exemple de présomption est ce que j'appelle, par ailleurs « la management science ».

Cette citation de C. W. Churchmann [1] nous fait entrer directement dans la dialectique de l'approche système, approche à la fois audacieuse et modeste : audacieuse car elle prend explicitement en compte la complexité des phénomènes physiques, économiques, sociaux et cherche à mieux les comprendre; modeste, car elle reconnaît que, devant cette complexité, les capacités de perception, de compréhension et de contrôle de l'homme sont et resteront très limitées, même si il s'équipe des méthodes et instruments de la management science : ordinateurs, modèles, softwares, banque des données, gestion intégrée, etc...

Cette modestie est-elle synonyme de renoncement et de pessimisme ? Certainement pas, elle reflète au contraire une attitude réaliste et constructive qui, prenant la mesure de la variété des phénomènes à affronter (au sens cybernétique, leur degré de complexité) accepte de vivre avec une information partielle, reconnaît que le contrôle sera toujours incomplet, recommande un guidage des phénomènes plutôt qu'une optimisation illusoire, joue l'adaptation et l'apprentissage. Mais simultanément, ce réalisme de l'approche système lui fait réfuter les simplifications abusives caractéristiques de nombreuses approches traditionnelles qualifiées de concrètes ou pratiques : par exemple, si dans une entreprise il existe des interactions complexes entre diverses parties et avec l'environnement, il est réaliste d'en tenir compte — à l'opposé, il est simpliste de raisonner sur un organigramme; si les relations de pouvoir et les communications sont mal définies, il est réaliste de penser que ce n'est pas par hasard mais que cela reflète un système implicite de comportement — à l'opposé, il est simpliste de croire qu'une analyse informatique sera à la mesure de ce système; si les M.I.S. (management informations systems) restent le plus souvent des vœux pieux, il est réaliste de penser que ce concept correspond mal aux vraies demandes des gestionnaires impliqués dans des systèmes complexes de pouvoir, de décision, d'information et de technologie — à l'opposé, il est simpliste de se réfugier dans l'argument facile de la résistance au changement.

En bref, on pourrait caractériser l'approche système comme une stratégie et une tactique de lutte contre la complexité, lutte que les managers et les gestionnaires ont à mener quotidiennement dans leur recherche permanente de la maîtrise (autrement dit, de la mise sous contrôle) des organismes dont ils ont la charge : stratégie, car elle propose une manière de consi-

dérer et de structurer les phénomènes socio-économiques de gestion et de développement; tactique, car elle apporte de plus une méthodologie d'analyse et de formulation des problèmes à tous niveaux.

Le thème de ces journées étant Banque de données — Modèles — Gestion-intégrée, je crois qu'on peut, sans déviationisme, le recodifier en : *intervention finalisée sur des systèmes complexes (entreprises ou services publics) à l'aide de techniques avancées*. En effet, le but n'est pas d'implanter une technique, mais bien d'obtenir du système sur lequel on opère, des réponses satisfaisantes en termes de coût et d'efficacité.

Or, *intervenir sur un système requiert une approche système* : c'est une nécessité cybernétique sur laquelle j'ai insisté par ailleurs [2] et qui signifie simplement qu'on ne peut espérer maîtriser par une démarche et avec des moyens pauvres et rigides, une réalité complexe et évolutive. Si l'on viole cette loi, le système opéré échappe au contrôle; on construit un dispositif formel qui ne s'intègre pas au système vivant : celui-ci le rejette et reprend sa liberté. On pourrait citer de nombreux exemples à cela, ne serait-ce que les dispositifs de contrôle budgétaire qui sont souvent de lourdes machines déconnectées du contrôle réel des processus de production et, a fortiori, de marketing ou de recherche.

L'approche système fait prendre conscience de la complexité des phénomènes à contrôler, des implications et des effets induits de tout changement et permet de trouver une démarche améliorante. Ses mots-clés sont finalité, évolution, interaction, contrôle, régulation, feedback, adaptation, apprentissage; jamais optimisation, terme qui perd toute signification à ce niveau de complexité.

Mais revenons à la triste histoire des aveugles; qu'en retenir ? Chacun y prendra ce qu'il vaudra; pour moi, je ressens fortement le fait qu'il faut perdre l'espoir de *connaître entièrement une réalité* : toute connaissance est un rapport entre l'observateur et l'objet observé; sa valeur opératoire dépend des capacités de l'observateur et des questions qu'il se pose, donc de ses finalités. Donc aucune connaissance, aucune étude, a fortiori, aucune intervention sur un organisme n'est neutre : toutes sont finalisées et conditionnées par le projet de l'observateur (gestionnaire ou homme d'étude) par sa culture et par ses techniques.

Nous devons vivre avec ces limitations : le danger c'est de les oublier et de croire avoir tout compris ou, comme on le lit dans certains rapports, avoir analysé tous les cas particuliers. Dès que vous définissez un critère, sélectionnez des contraintes, retenez une liste de données, dessinez un tableau

de bord, proposez un modèle, vous mettez en cause des relations profondes de pouvoir, d'influence, de dépendance, de régulation interne, qui constituent la vraie structure de l'organisme sur lequel vous opérez.

En fait, le système technologique (les produits, les machines) est souvent moins contraignant, donc moins structuré, que le système de rôles, de normes et de valeurs développé par l'organisation : il est plus facile et plus rapide de modifier les produits, les usines et la technologie d'une entreprise que d'en changer le style de gestion et de rapports interpersonnels. Piaget [3] définit une structure comme un système de transformations qui comporte des lois en tant que système (par opposition aux propriétés des éléments) et possède les caractères de totalité et d'autorégulation; ceci signifie que ce sont les transformations et les interactions de toute nature qui caractérisent une structure et non les formes physiques et administratives qui les hébergent (par exemple, les organigrammes).

On ne saurait alors s'étonner des difficultés psychologiques et des résistances qu'entraîne l'introduction d'un système informatique qui modifie, et pas toujours d'une manière justifiée et satisfaisante, des relations profondes de la structure humaine. Déclarer que le nouveau système est bon et arguer de la résistance au changement pour expliquer son échec ou son inadaptation est un alibi qui ne saurait être retenu; car le système informatique aurait dû être conçu comme un composant d'un système plus large incluant les relations négligées dans l'analyse informatique.

Ceci étant, et malgré ces difficultés, les gens vivent et agissent dans un univers socio-économique complexe. Il y a donc moyen, non seulement de survivre, mais aussi d'accroître l'efficacité des actions; comment font-ils ?

Pour éclairer cette question je vous propose, tout d'abord, le postulat suivant lequel *toute étude, toute action, toute intervention a pour but d'accroître la maîtrise d'un homme (ou d'un groupe) sur un système*; plus généralement même, on pourrait prétendre que l'humanité cherche en permanence à accroître sa maîtrise sur les systèmes naturels et artificiels qui l'entourent.

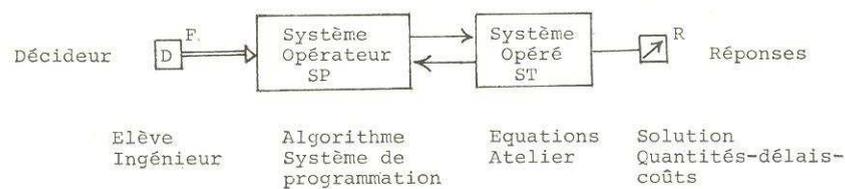
La maîtrise (ou le contrôle au sens cybernétique ou encore, au sens large du contrôle de gestion) se manifeste par *l'obtention de réponses satisfaisantes*.

Par exemple, un élève maîtrise (ou contrôle) un système d'équations s'il trouve la solution (réponse satisfaisant le système élève-équations); un ingénieur maîtrise la production d'un atelier s'il obtient de cet atelier des réponses satisfaisantes en termes de quantités, délais, qualité et coûts : on dira également que l'atelier est sous contrôle, etc..

Comment faire pour obtenir ou accroître une telle maîtrise ?

En branchant sur le système à contrôler — le système opéré — quelque chose capable d'obtenir des réponses satisfaisantes — le système opérateur —.

On peut représenter cela par le schéma ci-contre :



Ce schéma signifie qu'un « décideur » (plus simplement, un acteur ou un gestionnaire) exprime des finalités F sur un système opéré, finalités qui se traduisent en termes des réponses attendues R . Le système opérateur (ou système de pilotage S. P.) est un système finalisé « à obtenir les réponses R » du système opéré (ou système technologique S. T.).

Ceci appelle quelques remarques. Tout d'abord, l'expression « réponses satisfaisantes » ne vous a peut-être pas satisfait; nous pouvons aller un peu plus loin et dire : ce sont des réponses qu'un décideur D opérant sur un couple $SP \rightleftharpoons ST$ dans un certain environnement, jugera satisfaisantes à un moment donné. Dans certaines circonstances, on peut définir et rechercher un optimum : à ce moment-là ce sera peut-être l'optimum qui sera jugé satisfaisant - peut-être pas s'il est trop coûteux ou trop risqué. Le décideur est donc en position de guidage (ou monitoring) du système; ses objectifs à court et moyen terme se modifient en fonction de la trajectoire parcourue.

Deuxième point : le système de pilotage est un interface entre les finalités F du décideur et le système opéré ST : suivant ces deux éléments, il devra fonctionner différemment ou même être structurellement différent; il est en fait difficile de concevoir des systèmes de pilotage *tous azimuts* pouvant répondre à toutes les configurations (F , S. T.). Enfin, le système de pilotage SP contient un modèle implicite ou explicite du système technologique (sauf si S. P. est une black-box, ce qui est rare dans l'industrie) : le modèle peut être plus ou moins mathématisé ou automatisé. Tout ceci implique que les diverses parties de SP et ST sont interconnectées (si ce n'est intégrées) et sont nourries de données.

Résumons-nous : la démarche des managers se traduit par une recherche permanente d'accroissement de leur maîtrise sur des systèmes complexes. Pour

ce faire, ils développent des systèmes de pilotage hommes-machines équipés de modèles, interconnectés par des relations d'information et avides de données, en faisant appel à des techniques et à des moyens de plus en plus sophistiqués.

Cette démarche est-elle mécaniste, technocratique, asservissante et régressive pour les hommes ? Est-elle utile et efficace ?

Je vais tenter d'amener quelques éléments de réponse en sériant ces questions.

Première question : dans quelle mesure l'approche système est-elle conditionnée ou conditionne-t-elle les finalités de l'organisme ? Ou encore : sommes-nous des apprentis sorciers ?

Piaget écrit [3] « tout système est toujours et simultanément structurant et structuré ». Ceci me semble essentiel : de même qu'aucune connaissance n'est neutre, aucun système n'est jamais neutre car son existence même est finalisatrice. Ainsi, un système de gestion du personnel sera structuré par certaines finalités initiales, par certains buts, mais dès qu'il existera il sera structurant, c'est-à-dire qu'il conditionnera d'autres buts qui réagiront peut-être sur ses buts initiaux en les déformant.

Autre exemple : un système de contrôle budgétaire est structuré à partir de buts initiaux de participation, de créativité, d'accroissement d'efficacité mais il devient structurant en favorisant des tendances latentes de surveillance étroite, de centralisation du pouvoir, de sanction; dans un tel cas, il s'auto-organisera probablement pour développer une structure de dissimulation et de fraude. Dans le même ordre d'idées, tous les praticiens connaissent le pouvoir structurant des grands systèmes informatiques : combien de fois l'animal échappe-t-il à son dompteur ? La pratique semble donc confirmer la théorie : un système est conditionné et conditionne simultanément les finalités.

Comme cette dualité semble contrariante, on pourrait chercher à en sortir par l'élaboration d'un *système d'objectifs* qui contrôle des systèmes de rang inférieur. C'est en fait l'intention du P.P.B.S. ou de la R.C.B. (Rationalisation des Choix Budgétaires) dans l'Administration, également de la Direction par Objectifs dans l'Industrie. Mais l'examen des réalisations dans ces domaines n'apporte pas de réponse convaincante à notre interrogation.

En effet on constate soit que le système d'objectifs (ou de programmes-objectifs) est fortement conditionné par les systèmes technologiques existants (les structures administratives, les programmes en cours, etc...) soit, à l'opposé, qu'un système externe d'objectifs établi en-dehors des structures existantes,

n'a pas le pouvoir de se raccorder et de mettre sous contrôle les objectifs internes des organismes qu'il devrait maîtriser. De telles disparités apparaissent clairement lorsqu'on compare les objectifs déclarés d'un système, aux objectifs que manifeste son comportement : par exemple, tel organisme dont l'objectif déclaré est le service au public se comporte comme si ses objectifs étaient de protéger la tranquillité de ses membres et de refuser l'adaptation aux besoins de l'environnement.

Conclusion partielle : toute démarche et tout système sont plus ou moins structurants et finalisateurs. On peut tenter qu'ils ne le soient pas trop, en étant conscient de la dualité structuré-structurant, et en cherchant à la tempérer par des démarches ou des systèmes complémentaires, seraient-ils opposés.

Par exemple, par une démarche hiérarchisée : tout système étant proposé, envisager ou élaborer le système de niveau supérieur : en effet, aucun système ne peut, par lui-même, justifier ses objectifs; pour le faire il faut se référer au système qui le domine. Ou encore par une démarche dialectique : n'accepter un système que si on construit simultanément le système à l'équilibrer, à le réfuter ou même à le détruire (planning et antiplanning, par exemple).

Ces indications sommaires, ne vous cachent pas qu'il y a là un problème de fond très sérieux.

Seconde question : l'approche système est-elle un facteur de liberté ou d'asservissement ?

Grave question, en vérité, devant laquelle une particulière modestie est de mise : aussi, je ne prétends apporter ici que quelques éléments de réponse.

Les systèmes ouverts ont une tendance programmatrice : en effet, leur évolution naturelle développe la différenciation des éléments, la spécialisation, l'élaboration et la formalisation des rôles et des procédures (voir par exemple [4]). Bertalanffy, étudiant les systèmes biologiques [5], parle d'une « mécanisation progressive » pour décrire le processus continu d'organisation qui précise et fixe des arrangements, des relations et des contraintes entre les divers éléments.

Dans les entreprises, l'évolution tend à la formalisation des transformations (réduction de l'incertitude, modélisation...) à l'accroissement et à la formalisation du contrôle (développement de l'information, précision des procédures..), à la recherche de l'efficacité (spécialisation, intégration).

C'est cela que j'appelle une tendance programmatrice, ou tendance à la programmation (un programme étant une suite d'instructions qui déterminent une transformation entrées-sorties).

Dans un *système fermé* (comme le sont encore certains organismes administratifs) la même tendance existe et conduit à un appauvrissement et à une dégénérescence du système : sa variété décroît, donc ses degrés de liberté. La tendance est réellement asservissante. Dans les systèmes ouverts il n'en va pas forcément de même; en effet, de tels systèmes peuvent s'enrichir au contact de l'environnement, c'est-à-dire, importer de la variété (ou négentropie) pour contrebalancer la tendance programmatrice.

Des sociologues, Tannenbaum par exemple, ont exprimé cela sous une autre forme en disant que la quantité de pouvoir (capacité de contrôle et de décision) n'est pas limitée dans une organisation : l'accroissement du pouvoir de certains hommes ne réduit pas forcément le pouvoir des autres.

Regardons cela de plus près, et en particulier, comment se développe la programmation. Quand on dit qu'un système se différencie et se programme, c'est une vue globale : en fait, dans le système, certaines parties programment certaines autres. Il existe, ou il se développe une hiérarchie de sous-systèmes programmeurs des sous-systèmes de rang inférieur et programmés par un ou plusieurs sous-systèmes de rang supérieur; il se forme des couples opérateur-opéré, la tendance programmatrice exprimant la formalisation et la codification des relations entre les deux. Ainsi, des informaticiens qui examinent un système de production sont les opérateurs qui développent la tendance programmatrice; ils sont eux-mêmes programmés par un niveau supérieur (la direction ou le constructeur de machines ou les deux), etc...

Dans les systèmes socio-économiques, et en particulier dans les entreprises, on constate souvent *un renforcement de la tendance programmatrice qui se traduit par la surprogrammation et la surintégration*. On retrouve là, bien naturellement, le rêve bureaucratique de l'univers programmé, l'idéal taylorien, parfois aussi, l'espoir d'une certaine management science équipée de hardware et de software.

Cette surprogrammation conduit en fait à l'affaiblissement de la maîtrise du système, ou même à l'inversion du contrôle : c'est l'environnement qui contrôle le système. J'ai développé ce sujet dans « l'Analyse Modulaire des Systèmes de Gestion » [6] et je ne peux ici que le résumer très brièvement.

Les systèmes réels sont d'une très grande richesse, leur variété est énorme. Un système de contrôle (pilotage) surprogrammé est toujours très pauvre devant cette complexité; pour s'enrichir, il doit être branché sur des *générateurs de variété* qui accroissent sans cesse son information et ses possibilités. Les meilleurs générateurs de variété à notre disposition sont les hommes (parfois des black-boxes).

L'exemple du système Apollo est caractéristique, où tous les grands choix sont restés du ressort des hommes, les asservissements (feedbacks programmés) étant réservés aux fonctions de routine [6].

Conclusion partielle : la tendance à la programmation et le vertige de la surprogrammation conduisent à *fermer* les systèmes; souvent on rencontre des systèmes appauvris qui ont restreint leurs degrés de liberté, à qui l'on a supprimé de nombreuses variables d'action, inconsciemment la plupart du temps.

Il faut alors rechercher *l'ouverture des systèmes* et particulièrement des systèmes de pilotage et des chaînes décisionnelles, pour retrouver des possibilités d'action, de choix, de contrôle et de régulation, et les faire survivre. Vous trouverez dans [6] de tels exemples d'ouverture, dont l'un a trait à une chaîne de trésorerie, initialement fermée (un automate) qui devient un système hiérarchisé ouvert muni de latitudes décisionnelles.

L'énorme richesse, ou variété, des systèmes réels et vivants et leur expansion ne place pas de limites visibles à la liberté des hommes. Mais celle-ci doit se gagner par une démarche volontariste et soutenue pour empêcher qu'elle ne soit réduite par la tendance programmatrice dont l'auto-organisation est un aspect.

En fait, il faut brancher sur tout système un autre système à combattre sa tendance à la fermeture.

Troisième question : l'approche système favorise-t-elle ou non la créativité et la promotion des hommes ?

Je serai plus bref sur ce point, car il est très connexe du précédent. En effet, l'ouverture d'un système, nécessaire pour sa survie et son développement dans un environnement évolutif, implique l'existence de latitudes décisionnelles, de choix en information incomplète, de régulations par essais-erreurs, toutes choses qui seront le fait des hommes.

Dans cette optique, nous retrouvons des systèmes hommes-machines où l'homme n'est plus un simple composant physique mais une source de variété qui requiert la perception et l'interprétation de phénomènes complexes, l'imagination, le jugement, etc... Ajoutons-y l'adaptation et l'apprentissage, propriétés nécessaires à l'évolution du système, dont les origines seront essentiellement humaines. L'adaptation est l'enrichissement du registre de réponses à des perturbations extérieures et l'apprentissage est, en quelque sorte, le cumul de cette adaptation. Pour émettre de nouvelles réponses, il faut les découvrir, ce qui

exige des qualités de créativité, il faut les tester, ce qui implique des qualités de jugement, il faut enfin retenir les réponses les mieux adaptées, ce qui implique la mémorisation : tout cela enrichit et développe simultanément le système et les fonctions des hommes dans le système.

L'approche système sera donc promotionnelle si le développement des latitudes décisionnelles, de l'adaptation et de l'apprentissage est plus rapide que la programmation, et si cette dernière reste limitée aux opérations entièrement déterminées (qui sont alors des routines). Dans un univers en évolution rapide, ces conditions correspondent à la réalité des besoins; elles peuvent se traduire par une démarche *constructiviste* : par exemple, partir d'un *baby-system*, initialement peu programmé et peu formalisé, mais doué de fortes capacités d'adaptation, et qui va se différencier et s'enrichir progressivement au contact de l'environnement.

Dernière question : mais tout cela est-il efficace et utile ?

En bref, une entreprise qui joue l'approche-système qui utilise les techniques et moyens de la management science (en particulier les modèles, les banques de données, et la gestion automatisée) se porte-t-elle mieux qu'une autre ?

Il est impossible d'apporter une réponse simple à cette question; d'ailleurs, s'il en existait une, cela se saurait. En fait, il est difficile de distinguer, dans le succès d'une entreprise, ce qui tient à des facteurs aussi divers que le système de gestion, le style des hommes, le contexte économique, etc.. Gershefski a fait cependant une telle tentative concernant le *corporate planning* où il dénote une nette supériorité des entreprises qui utilisent des systèmes formalisés, supériorité qui s'exprime en termes de taux de développement et de rentabilité. Essayons d'approfondir quelque peu la question, tout d'abord en analysant en quels termes exprimer le succès ou la performance d'un organisme.

Un système de gestion est, en quelque sorte, un interface entre :

- un environnement interne, la substance même de l'entreprise, c'est-à-dire son système technologique, ses hommes, etc...
- un environnement extérieur : le marché, la concurrence, les fournisseurs...
- un environnement institutionnel : des filiales ou d'autres divisions, des actionnaires, des autorités de tutelle, etc...

Les échanges entre le système et ces divers environnements caractérisent ses fonctions et ses missions; en effet, toute relation entre le système et un

système environnant (les ouvriers, les banques, telle filiale,...) est le support de diverses fins; certaines sont dominantes et d'autres secondaires ou même implicites, mais elles n'en existent pas moins. L'ensemble de ces fins exprime les finalités du système global. Les critères de réussite de l'entreprise doivent donc décrire et mesurer la satisfaction d'un grand nombre de ces fins, ou pour le moins, de celles qui sont attachées aux principales relations du système et de ses environnements. Les critères s'expriment en termes quantitatifs et qualitatifs de coût, efficacité, utilité, avantages, support (ce que le système peut obtenir de l'environnement, favorable à sa mission). De plus ils doivent être différenciés à divers termes : situation stationnaire (court terme), évolution des niveaux des variables de production, de demande, de coût,... (moyen terme), évolution de la nature et de la structure de ces variables ou du système lui-même (long terme)

En résumé, il apparaît bien, que des expressions telles que succès ou réussite recouvrent un système de jugement étayé par un système critériologique complexe et évolutif. Notons que l'art (ou le génie) de l'entrepreneur tient pour beaucoup dans sa capacité à percevoir ce système, à pondérer des finalités hétérogènes, incommensurables et souvent implicites, bref à maîtriser le système.

Qu'apportent à l'entreprise l'approche système et les techniques de la management science ?

Schématiquement on peut répondre :

- des objets : tel mécanisme de paye, tel système de planification, tel software, etc..
- une démarche : tel processus de compréhension, d'intervention,
- une conceptualisation permettant aux hommes de mieux percevoir les problèmes et de mieux se situer,
- éventuellement, une inquiétude, provenant de la prise de conscience de la complexité, qui conduit les hommes à se comporter différemment.

Le plus visible, mais aussi le plus coûteux, ce sont les objets : n'a-t-on pas été trop loin ? A-t-on suffisamment mesuré leur bilan coût-efficacité ? N'a-t-on pas trop investi de ressources intellectuelles rares, dans la fabrication de tels objets aux dépens d'études et d'actions portant par exemple sur les marchés, les produits, les hommes, ou encore, sur l'organisation de base ? A l'opposé, a-t-on suffisamment développé le domaine moins coûteux, mais plus difficile, de la conceptualisation et de la recherche de démarches améliorantes au niveau du système global ?

De telles questions valent d'être posées car les hommes de la management science, informaticiens, chercheurs opérationnels ou autres, courent plus que d'autres le risque de juger les systèmes de l'intérieur, et de valoriser la prouesse technique, la beauté du modèle, la réussite d'un sous-système automatisé, etc...

L'absorption par la technique conduit à faire perdre de vue, s'ils ont jamais été exprimés, les objectifs plus généraux qui seuls justifient l'intervention (celle-ci, parfois même, s'auto-organise pour s'opposer à ces objectifs généraux). On pourrait presque soutenir que le pire danger qui guette les hommes de la management science, c'est de trop aimer leur technique et de trop y croire, autrement dit, de ne pas être équipés d'un petit software intellectuel à contester leur système de pensée techniciste. En bref, nous devons reconnaître que l'approche système n'est pas bonne que pour les autres mais qu'il faut y croire suffisamment pour se l'appliquer à soi-même : c'est le test d'initiation.

Pour terminer cet exposé qui a abordé, ou parfois effleuré bien des questions importantes, je reprendrai à mon compte les conclusions de Churchmann dans « The System Approach » [1] :

- l'approche système apparaît dès que vous voyez le monde avec les yeux d'un autre;
- l'approche système conduit à découvrir que toute nouvelle vision du monde est très limitée;
- il n'y a pas d'experts en approche système;
- je crois que ce n'est pas une mauvaise idée.

REFERENCES

- [1] C.W. CHURCHMANN : The System Approach. Dell Publishing Co, Inc., 1968.
- [2] J. MELESE : La Gestion par les Systèmes Hommes et Techniques, 1968.
- [3] J. PIAGET : Le Structuralisme. P.U.F., 1968 (Que Sais-Je ?).
- [4] KATZ and KAHN : The Social Psychology of Organizations. J. Wiley, 1966.
- [5] L. von BERTALANFFY : General System Theory. Georges Brazillier, 1968.
- [6] J. MELESE : L'Analyse Modulaire des Systèmes de Gestion. Hommes et Techniques, 1971.

**COMPLEMENTARITE DES APPROCHES
GESTION INTEGREE, DATA BANK
ET MODELES D'ENTREPRISE ***

M. THEYS

Sobemap, Bruxelles

Nous voici arrivés à l'issue de ces trois tables rondes concernant respectivement la gestion intégrée, les data bank et les modèles d'entreprise.

Que pouvons-nous retenir de ces exposés, quels sont les problèmes qu'elles ont mis en évidence et quelles pourraient être les orientations d'action pour apporter un progrès à leur solution.

Je m'efforcerai au cours du présent exposé de répondre à ces diverses questions et ainsi de mettre en évidence quelles sont les grandes tendances dans l'évolution des tentatives — déjà vieilles de 100 ans maintenant mais ayant connu un nouvel essor grâce à l'ordinateur — d'introduire plus de rationalité et donc d'avoir recours à une proportion croissante de méthodes quantitatives dans la gestion des entreprises.

Tout d'abord il faut remarquer qu'un large consensus se dégage de toutes les communications au sujet de la philosophie d'ensemble des systèmes modernes de gestion. On peut les résumer par les aspects suivants :

- 1°) la philosophie du management tend à abandonner la conception mécaniste issue des travaux de Taylor (The one best way) pour emprunter de plus en plus à la cybernétique. En effet la gestion est de plus en plus considérée actuellement comme une activité de pilotage destinée à rechercher en permanence les ordres et les décisions les mieux à même de conduire aux objectifs de l'entreprise, compte tenu du contexte extérieur et du mode de fonctionnement du système. L'organisation apparaît dans cette optique comme une démarche permettant de remettre en cause et d'adapter selon un processus périodique les structures de responsabilité, les buts assignés à chacun des organes et les mécanismes d'échange d'infor-

* Allocution prononcée à la Table Ronde « Data Bank - Gestion intégrée - Modèles d'Entreprises », organisée en décembre 1971 par la SOGESCI.

mation entre ceux-ci. Les travaux de Melèze ont montré clairement quelle était la nature de ces systèmes et comment les décisions à chacun des niveaux pouvaient être élaborées en tenant compte des observations sur le système à contrôler et des missions imposées par le niveau supérieur;

- 2°) la deuxième grande idée est la notion de cohérence et de globalité de l'action de l'entreprise. Pierre Lhermite comparait récemment les sociétés modernes à des dinosaures dont le système nerveux était devenu insuffisant pour en contrôler le gigantisme. Le management c'est le système nerveux de l'entreprise et son action s'applique donc à des objets d'importances très diverses. Toutes les grandes entreprises posent actuellement des problèmes de coordination dans l'action des groupes qui les constituent, et la difficulté majeure vient du fait que la nature des relations entre des personnes est profondément modifiée selon qu'elles se parlent et se connaissent, ou selon qu'elles dialoguent selon des procédures formelles écrites ou légales. Faire partager les objectifs de l'entreprise à tout son personnel, traduire des objectifs exprimés en termes généraux en orientations d'actions concrètes, telles sont les tâches les plus difficiles du management d'aujourd'hui.
- 3°) la troisième grande idée est la centralisation des traitements et la décentralisation des décisions. En effet, si la centralisation des traitements permet d'introduire plus de cohérence dans la gestion, la décentralisation des décisions est exigée à tous les niveaux parce qu'elle est seule capable de répondre d'une part aux besoins d'autonomie et d'épanouissement des individus, et d'autre part à la variété sans fin des situations réelles à contrôler. De plus la mécanisation de plus en plus poussée des tâches d'exécution a pour conséquence de laisser aux individus une proportion croissante de tâches non systématiques où leurs qualités d'imagination, d'adaptation et d'initiatives sont essentielles. La hiérarchie est donc amenée à transmettre des ordres de plus en plus en termes de résultats qu'en termes de comportements. Mais cette décentralisation dans le choix des moyens et des méthodes requiert simultanément une centralisation accrue au niveau du contrôle.

Heureusement, pour répondre au défi de la gestion moderne sont apparues les machines automatiques de traitements de l'information. C'est grâce à elles en effet que les volumes énormes d'information des grandes entreprises peuvent actuellement être manipulés, analysés et contrôlés en pratique. Faut de disposer de ces machines, l'administration de nos grandes sociétés et des états modernes requerrait un nombre grandissant d'emplois adminis-

tratifs non directement générateur de biens et de services (2 1/2 millions de fonctionnaires supplémentaires en France pour le prochain plan quinquennal).

Mais le recours à ces équipements ne s'est pas fait non plus sans tâtonnements et sans un certain nombre d'échecs. Là aussi, il semble bien que les différents participants à la conférence partagent une même conception d'ensemble de ces systèmes. En effet on peut la résumer en présentant les systèmes de gestion moderne sous trois aspects :

- d'une part la base de données qui concentre et réunit l'ensemble des informations relatives à l'entreprise;
- d'autre part le système de dialogue avec les utilisateurs qui est la source de toute intégration de la gestion car ainsi chacun peut vivre à son niveau la notion de globalité de la gestion;
- enfin ce que j'appellerai la bibliothèque des modèles, qui au niveau de l'entreprise propose une formalisation des processus de choix pour toute une série de décisions.

Néanmoins si cette conception d'ensemble est largement reconnue comme étant la seule valable, sa mise en œuvre pratique pose un certain nombre de difficultés qui requerront encore des années d'efforts.

Plusieurs personnes ont apporté à cette tribune leur témoignage et je tenterai ci-dessous d'en faire une synthèse et de montrer quelles sont les orientations qui sont envisagées actuellement le plus fréquemment.

En ce qui concerne tout d'abord la constitution des bases ou banques de données, on rencontre trois grands types de problèmes : ceux concernant la fiabilité, l'exactitude et l'exhaustivité des informations. (Je distinguerai ci-après entre fiabilité et exactitude selon la nature des erreurs : un manque de fiabilité correspondant aux erreurs involontaires, un manque d'exactitude correspondant à une distorsion consciente des informations).

On a beaucoup parlé des problèmes posés par le manque de valeur des données introduites dans les systèmes et des conséquences catastrophiques parfois engendrées par des erreurs. Il faut cependant bien admettre que ces erreurs sont inévitables et que des taux d'inexactitudes de quelques p.c. sur des données brutes ne sont pas excessifs. Dans la plupart des cas le problème sera plutôt de mettre en place des procédures aptes à détecter et à redresser rapidement ces erreurs. Ces techniques sont basées essentiellement sur les idées suivantes :

- d'une part la facilitation de l'entrée, c'est-à-dire le recours à des formats standards pour les différentes informations entrant dans le système.

L'exposé de M. Van Robays donne un exemple de cette technique;

- en deuxième lieu le rapprochement dans le temps de la saisie et de la vérification. C'est ainsi, par exemple, que la technique du Data Entry et dans une moindre mesure celle des fichiers fourre-tout à validation journalière permet d'informer plus rapidement le créateur d'une information des différentes erreurs qu'il aurait pu commettre;
- enfin l'utilisation de redondances au niveau des entrées de manière à rapidement mettre en évidence des incohérences éventuelles (technique des chiffres de contrôle, de comparaison à des tables, etc...).

L'exactitude des données est un problème beaucoup plus difficile car comme le rappelle M. Heyvaert, il existe une corrélation entre l'information dont dispose un individu et son pouvoir. Il est certain que la mise en commun de toutes les informations dont dispose le personnel d'une entreprise suscite des modifications importantes dans la répartition du pouvoir entre elles; on peut bien sûr par un certain nombre de réformes de structure s'adapter à cette nouvelle situation, néanmoins il semble plus efficace d'imaginer des procédures autorégulatrices lors de l'échange d'informations entre les utilisateurs et le système. Ceci signifie en pratique que toute information donnée par une personne doit être considérée comme une contribution au système méritant de ce fait un certain service en compensation. En outre, il convient de bâtir dans le système des mécanismes de contrôle sur des ensembles d'informations selon des techniques analogues à celles des balances en comptabilité. De cette manière on peut instaurer un équilibre entre les avantages et les inconvénients des déviations dans l'un et l'autre sens de l'information et ainsi l'intérêt réel pour chaque donneur d'information est effectivement de fournir des données correctes.

L'exhaustivité est également un des points essentiels car tout manquement soit d'une caractéristique dans une information, soit d'une information dans un groupe entache fortement la possibilité d'établir les différents reports de synthèse requis par la direction. Plusieurs techniques peuvent être à nouveau envisagées dont la plus irréaliste semble celle qui consiste à espérer supprimer tous les manquants. La tendance actuelle serait plutôt orientée vers l'utilisation de formatages de données plus souples pouvant s'adapter à des formes d'information de différents niveaux de qualité. Ceci est particulièrement vrai pour toutes les informations en provenance de l'extérieur et en particulier dans le domaine des informations commerciales. Dans les banques de données modernes on distinguera certainement 3 types de données que l'on pourrait qualifier de hard, firm et soft. En paraphrasant les termes

utilisés par les constructeurs d'ordinateurs, les « hard data » seront les données précises c'est-à-dire à haut degré d'exactitude et d'un formalisme précis et correct. Ce seront essentiellement les données issues de traitements de nature administrative. Jusqu'à présent la tendance a toujours été de définir les données de cette manière.

Les « firm data » seront celles dont le niveau de qualité sera inférieur mais qui auront quand même un formalisme assez précis. Elles couvriront des domaines où plusieurs évaluations peuvent être envisagées. A titre d'exemple supposons que l'on veuille estimer le chiffre d'affaires probable relatif à un certain produit. On peut le calculer soit par une prévision globale sur les volumes vendus au cours des mois précédents, soit à partir des commandes enregistrées chez les différents clients. Cette même donnée peut donc prendre plusieurs valeurs correspondant à des modes d'appréhension différents. On arrive ainsi à la notion de codification multiple où les données chiffrées, même si elles apparaissent comme extrêmement précises par suite de la technique informatique, n'ont au niveau du gestionnaire qu'une valeur d'orientation. Les techniques de fonctionnement en mode dégradé utilisées dans les calculateurs de processus et substituant aux données correctes des estimations de moins en moins bonnes selon les défaillances des appareils de mesure pourraient utilement être extrapolées.

Enfin les « soft data », c'est-à-dire toutes celles qui sont non structurées. Elles sont de plus en plus fréquentes surtout dans l'expression du contexte économique et social dans lequel évolue l'entreprise. Il est fort probable que les techniques de documentation automatisées constitueront une source d'inspiration pour apporter des solutions à ces problèmes (exemple : le classement du courrier dans une très grande entreprise).

Le deuxième aspect à envisager est le système de dialogue entre le système et les utilisateurs. On connaît le système idéal : c'est celui qui donne toutes les informations auxquelles chacun a droit et uniquement celles-là et qui permet une conversation en temps réel. Mais il est évident que nous nous trouvons devant un problème d'arbitrage économique et que la difficulté est de déterminer les sacrifices qu'il faut consentir par rapport à la solution idéale pour ramener le coût d'un tel système à un niveau de dépense marginal qui soit du même ordre que les dépenses marginales causées par l'insuffisance d'information. On comprendra en effet que si les problèmes traités mettent en jeu des sommes peu importantes, les systèmes d'acquisition de données coûteux ne peuvent être justifiés, mais que par contre lorsque l'existence de l'information est déterminante, des systèmes très perfectionnés

tels que ceux développés par les sociétés commerciales d'aviation peuvent être rentabilisés, même si ces systèmes posent des difficultés techniques extrêmement ardues et donc fort coûteuses : problèmes de fiabilité technique, problèmes de confidentialité des informations, problèmes d'évolution du système. Le véritable problème au niveau de la conception d'un système est de déterminer s'il est possible de choisir des solutions en retrait. Parmi celles-ci on peut citer :

- les systèmes type « Data Entry » où seule la validation des informations fournies est immédiate mais sans possibilité de mise à jour, l'ensemble des informations entrées étant traité périodiquement par lot;
- les systèmes à fichier fourre-tout avec validation et interrogation différées, celles-ci étant néanmoins beaucoup plus fréquentes que les traitements effectués sur ces informations. On peut ainsi éviter l'utilisation de systèmes d'exploitation et d'équipements de teleprocessing coûteux tout en ne perdant pas la totalité des avantages d'une correction rapide des erreurs et de la consultation rapide de la base de données (exemple : le système de fichier ouvert);
- les systèmes classiques de traitement par lot intégrés qui ont l'avantage de mettre en œuvre des techniques informatiques devenues classiques mais qui sont évidemment rudimentaires sur le plan de la qualité de service.

La bibliothèque de programmes est la troisième composante d'un système moderne de gestion. En effet toute décision, quelle qu'elle soit, implique une procédure intellectuelle comprenant les cinq phases suivantes :

- Analyse des données;
- Prévision concernant l'évolution du contexte (c'est-à-dire des variables sur lesquelles on ne peut agir);
- Optimisation des variables d'action;
- Simulation, c'est-à-dire vérification des propositions d'action et choix définitif;
- Et enfin, contrôle de la qualité de la décision.

Mais la mise en œuvre d'un tel processus et surtout de son automatisation présente un grand nombre de difficultés :

- d'une part la complexité et la variété des phénomènes de l'entreprise ne permet pas de bâtir des modèles globaux qui soient autre chose que de vagues caricatures de la réalité. On est donc amené à créer toute une batterie de modèles dont la cohérence ne peut être assurée que grâce au seul modèle global utilisable : le modèle financier;

- d'autre part tout processus de décision implique le recours à un certain nombre de critères par conséquent à un métrique de la qualité de service et à l'expression d'un certain nombre de valeurs fondamentales. Or très souvent il n'existe pas une vision unanime de ces éléments rendant de ce fait toute précision au niveau du modèle illusoire et même parfois dangereuse. Ceci est certainement bien plus vrai pour les modèles de décision que pour les modèles de comportement qui se limitent à exprimer le fonctionnement physique de la réalité étudiée.

On peut donc constater que, selon le problème à résoudre, la part qui revient aux modèles et celle qui dépend du jugement des individus sera différente. Enfin, et ceci est encore plus fréquent, dans toute une série de décisions il y a des limites objectives à la rationalité; en effet les modèles ne peuvent traiter que les données qui y ont été injectées, mais ce n'est pas un modèle qui proposera jamais par lui-même de nouvelles solutions, de nouveaux produits, de nouvelles attitudes, si les éléments de celles-ci ne lui ont pas été fournis. Tout le domaine de la créativité, des décisions obligatoirement basées sur des données imprécises, des appréciations des comportements individuels, de l'application des valeurs n'appartient pas à celui couvert par des modèles mais par des modes de raisonnement analogiques. Néanmoins des modèles peuvent être aussi utilisés pour activer et améliorer ces processus de réflexion analogiques. En effet dans tous ces cas, la décision est prise en procédant à une comparaison globale entre la situation proposée et des situations qui ont été vécues précédemment. Il s'agit donc d'un processus intellectuel très différent de celui selon lequel fonctionne les machines.

« L'expérience », « le flair » des managers sont précisément l'expression de la capacité de procéder à de tels raisonnements. On comprendra aisément que pour les promouvoir il convient d'augmenter le nombre de situations vécues. Ceci peut se faire aussi à l'aide d'ordinateurs grâce à des techniques telles que la visualisation de structures de données, les jeux d'entreprise et même dans certains cas au dehors par l'expérimentation pure et simple si celle-ci est moins coûteuse et plus valable que l'étude.

En conclusion on peut dire que de nombreux problèmes, certains même d'une complexité intellectuelle redoutable, devront encore être résolus pour généraliser les techniques dont nous avons parlé pendant trois jours. Néanmoins, même si demain comme par le passé, l'imagination, le créativité, le dynamisme des dirigeants resteront leurs qualités fondamentales, la connaissance des techniques quantitatives de décisions deviendra un aspect indispensable de leur acquis intellectuel. La vocation de la Sogesci a toujours été et reste d'œuvrer dans cette voie.

**SUR L'AJUSTEMENT DE LA LOI DE REPARTITION
DE FISHER-TIPPETT DU TYPE I
AU MOYEN DES ESTIMATEURS DE KIMBALL**

R. SNEYERS et J. VAN ISACKER

Institut Royal Météorologique de Belgique

1. Introduction.

Il est bien connu que pour des variables aléatoires dont le domaine de définition s'étend de $-\infty$ à $+\infty$, sous des conditions bien déterminées, la théorie statistique des extrêmes conduit à la considération de la première asymptote de Fisher-Tippett [1], [2].

En particulier, si x est la variable étudiée et si y désigne la variable aléatoire de la fonction de répartition de la première asymptote de Fisher-Tippett donnée par la relation :

$$F(y) = \exp(-e^{-y}) \quad (1)$$

la loi des extrêmes de la variable x peut se définir à l'aide de la relation linéaire :

$$x = \mu + \sigma y \quad (2)$$

dans laquelle le paramètre de position μ et le paramètre d'échelle σ dépendent uniquement de la répartition initiale de x et de l'effectif des échantillons d'où sont issues les valeurs extrêmes.

En l'absence d'estimateurs conjointement exhaustifs pour μ et σ , divers estimateurs ont été successivement proposés par Gumbel [3], Lieblein [4], Kimball [5], Blom [6], Weiss [7] et Downton [8], et leur variété pose un problème de choix.

Les estimateurs de Gumbel obtenus par la méthode des moments ne semblent pas devoir être retenus à cause de l'efficacité médiocre et du biais mis en évidence par Lieblein.

Tous les autres estimateurs, qui sont des fonctions linéaires des observations ordonnées, ont, par contre, été obtenus par des méthodes optimales ou presque optimales. Parmi ceux-ci, les estimateurs de Downton présentent l'avantage que la matrice des covariances des estimateurs peut être calculée quel que soit l'effectif de l'échantillon. Comme, de plus, les estimateurs à

coefficients quadratiques de cette dernière catégorie possèdent des efficacités asymptotiques proches du maximum, on peut considérer que ces derniers apportent une solution satisfaisante au problème.

Les estimateurs de Kimball ont cependant retenu notre attention en raison de la simplicité relative de leur calcul et pour autant que leur efficacité croisse suffisamment vite avec l'effectif de l'échantillon, ces estimateurs pourraient constituer également une solution acceptable.

Le but de la présente note a été de montrer qu'il en est réellement ainsi en même temps que de fournir une expression nouvelle du facteur de Kimball pour la correction du biais.

2. Les estimateurs de Kimball.

Si x_i désigne une série aléatoire et simple de valeurs extrêmes ordonnées $x_1 < x_2 < \dots < x_n$, et si F_i est la valeur de $F(y)$ donnée par les relations 1.(1) et 1.(2) avec $x = x_i$, la combinaison des équations du maximum de vraisemblance conduit à l'équation :

$$\hat{\sigma} = \sum x_i (1 + \log F_i)/n \quad (1)$$

De plus, si l'on note que, pour la statistique d'ordre x_i , on a :

$$E(\log F_i) = \overline{\log F_i} = - \sum_{j=1}^n \frac{1}{j} \quad (2)$$

l'estimateur de Kimball, corrigé pour le biais, s'écrit :

$$\hat{\sigma} = \sum x_i (1 + \overline{\log F_i})/(n s_n) \quad (3)$$

où le facteur introduit pour le biais $1/s_n$ se définit par la récurrence :

$$s_m = s_{m-1} + \left[\sum_{i=1}^{m-1} (-1)^{i+1} \Delta^i \log 1/m(m-1) \right] \quad (4)$$

pour $m = 2, 3, \dots, n$ et avec $s_1 = 0$.

En adjoignant à l'estimateur (3) l'estimateur (également sans biais) de μ :

$$\hat{\mu} = \bar{x} - \gamma \hat{\sigma} \quad (5)$$

où $\bar{x} = \sum x_i/n$ et $\gamma = 0,5772\dots$ est le nombre d'Euler, on obtient une solution complète du problème d'estimation.

3. Calcul du facteur de Kimball pour le biais.

De la récurrence 2.(4), on tire :

$$s_n = \sum_1^n (-1)^{i+1} \left(\frac{1}{i} - \frac{1}{n} \right) \Delta^i \log 1 \quad (1)$$

ce qui peut s'écrire :

$$s_n = A_n - B_n/n \quad (2)$$

si l'on pose d'une manière récurrente :

$$A_n = A_{n-1} - \frac{(-1)^n}{n} \Delta^n \log 1, \quad \text{avec } A_1 = \log z$$

$$B_n = B_{n-1} - (-1)^n \Delta^n \log 1, \quad \text{avec } B_1 = \log z \quad (3)$$

Par ailleurs, pour éviter la complexité du calcul de $\Delta^n \log 1$ lorsqu'on se base sur la définition :

$$\Delta^n \log x = \Delta^{n-1} \log(x+1) - \Delta^{n-1} \log(x) \quad (4)$$

du fait qu'il doit s'accomplir en multiple précision, c'est-à-dire en utilisant plusieurs dizaines de chiffres significatifs, on a préféré tenir compte de la transformation de Laplace [9] :

$$\Delta \log x = \log(x+1) - \log x = \int_0^\infty \frac{-(e^{-s}-1) e^{-xs}}{s} ds \quad (5)$$

d'où l'on tire :

$$\Delta^n \log x = \int_0^\infty \frac{-(e^{-s}-1)^n e^{-xs}}{s} ds \quad (6)$$

et, par conséquent :

$$\Delta^n \log 1 = \int_0^\infty \frac{-(e^{-s}-1)^n e^{-s}}{s} ds \quad (7)$$

En posant ensuite :

$$t = 1 - e^{-s} \quad (8)$$

il vient finalement :

$$\Delta^n \log 1 = (-1)^n \int_0^1 \frac{t^n dt}{\log(1-t)} \quad (9)$$

ce qui ramène le calcul à celui d'une intégrale entre des limites finies.

Les valeurs de $b_n = 1/s_n$ obtenues de cette manière sont indiquées au tableau 1; elles sont très probablement correctes avec cinq décimales. De plus, si l'on procède à une représentation graphique de $\log(b_n - 1)$

en fonction de $\log(n-1)$, on constate un comportement asymptotique linéaire très rapide.

En réalité, pour $n > 11$, la relation :

$$\begin{aligned} \log(b_n - 1) = & -0,97562 \log(n-1) + 1,043532 - 1,950309/\log(n-1) \\ & + 3,574231/\log^2(n-1) - 2,383483/\log^3(n-1) \end{aligned} \quad (10)$$

fournit des valeurs approchées de b_n avec une erreur moindre que 10^{-5} .

4. Efficacités empiriques des estimateurs de Kimball.

Pour chaque effectif $n = 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 400$ et 500 , on a constitué cinq mille échantillons aléatoires de valeurs de F et les estimations des paramètres μ et σ ont été calculées pour chaque échantillon à partir des valeurs $x = -\log(-\log F)$ au moyen des estimateurs 2.(3) et 2.(5).

Sachant que dans ce cas $E(\mu) = \gamma$ et $E(\sigma) = 1$, la matrice des covariances de ces estimateurs a été évaluée au moyen des relations :

$$\begin{aligned} \text{var } \hat{\mu} &= \sum (\hat{\mu} - \gamma)^2 / 5000, & \text{var } \hat{\sigma} &= \sum (\hat{\sigma} - 1)^2 / 5000 \\ \text{cov}(\hat{\mu}, \hat{\sigma}) &= \sum (\hat{\mu} - \gamma)(\hat{\sigma} - 1) / 5000 \end{aligned} \quad (1)$$

L'efficacité des estimateurs considérés a ensuite été déterminée au moyen des rapports :

$$e(\hat{\mu}) = \frac{\text{var}_0 \mu}{\text{var } \hat{\mu}}, \quad e(\hat{\sigma}) = \frac{\text{var}_0 \sigma}{\text{var } \hat{\sigma}}, \quad e(\hat{\mu}, \hat{\sigma}) = \frac{\text{cov}_0(\mu, \sigma)}{\text{cov}(\hat{\mu}, \hat{\sigma})} \quad (2)$$

sachant qu'avec $\sigma = 1$ les limites inférieures de Cramer-Rao donnent :

$$\begin{aligned} \text{var}_0 \mu &= [1 + 6(1 - \gamma)^2 / \pi^2] / n = 1,10866/n \\ \text{var}_0 \sigma &= (6/\pi^2) / n = 0,60793/n \\ \text{cov}_0(\mu, \sigma) &= [6(1 - \gamma) / \pi^2] / n = 0,25702/n \end{aligned} \quad (3)$$

De plus, en ce qui concerne la précision des efficacités ainsi obtenues, on notera qu'en vertu du théorème central limite les estimateurs $\hat{\mu}$ et $\hat{\sigma}$ possèdent une distribution conjointe approximativement normale. On en déduit que l'erreur type associée aux efficacités précédentes est environ de $\sqrt{2/5000}$, soit 0,02, pour $e(\hat{\mu})$ et pour $e(\hat{\sigma})$.

Pour $e(\hat{\mu}, \hat{\sigma})$, on note que, pour N échantillons, on a :

$$\frac{\text{var cov}(\hat{\mu}, \hat{\sigma})}{\text{cov}_0^2(\hat{\mu}, \hat{\sigma})} = \frac{1}{N} \left(3 + \frac{1 - 2\rho^2}{\rho^2} \right) \quad (4)$$

d'où il résulte qu'avec $\rho = 0,31307$ l'erreur-type est environ de $\sqrt{11,2/5000}$, soit 0,047.

Les efficacités obtenues dans ces conditions ont été indiquées au tableau 2. En outre, pour permettre la comparaison, on a fait figurer également les efficacités exactes calculées par Downton.

Il apparaît ainsi que, pour les effectifs n considérés, les efficacités $e(\hat{\mu})$ et $e(\hat{\sigma})$ croissent régulièrement avec n . De plus, si pour $n = 10$ on constate que l'efficacité de l'estimateur $\hat{\mu}$ est pratiquement optimale, les valeurs obtenues pour le rapport $e(\hat{\sigma})$ montrent que l'efficacité de l'estimateur $\hat{\sigma}$ est très comparable à celle de l'estimateur à coefficients quadratiques de Downton, dont l'efficacité asymptotique est 93,6 %.

Enfin, on notera encore que le rapport $e(\hat{\mu}, \hat{\sigma})$ converge aussi rapidement vers 100 %.

5. Conclusion.

Le calcul des efficacités empiriques des estimateurs de Kimball révèle que ces estimateurs constituent une bonne solution du problème de l'estimation des paramètres de position et d'échelle de la première asymptote de Fisher-Tippett. En outre, les efficacités élevées obtenues permettent de considérer cette solution comme une solution de rechange à celle proposée par Downton.

Du point de vue pratique, il en résulte que lors de l'évaluation de l'erreur d'estimation associée à la valeur du fractile d'ordre P donnée par la relation :

$$\hat{x}_P = \hat{\mu} + \hat{\sigma} y_P \quad (1)$$

où y_P est le fractile correspondant de la loi réduite 1.(1), et dont la variance s'obtient au moyen de la relation :

$$\text{var } \hat{x}_P = \text{var } \hat{\mu} + 2 y_P \text{cov}(\hat{\mu}, \hat{\sigma}) + y_P^2 \text{var } \hat{\sigma} \quad (2)$$

on pourra adopter pour $\text{var } \hat{\mu}$, $\text{cov}(\hat{\mu}, \hat{\sigma})$ et $\text{var } \hat{\sigma}$ les approximations fournies par les limites inférieures de Cramer-Rao 4.(3), c'est-à-dire adopter :

$$\text{var } \hat{x}_P = [\text{var}_0 \mu + 2 y_P \text{cov}_0(\mu, \sigma) + y_P^2 \text{var}_0 \sigma] \hat{\sigma}^2 \quad (3)$$

TABLEAU 1. — Valeurs du facteur de Kimball : $b_n = 1/s_n$.

n	b_n	n	b_n	n	b_n	n	b_n
2	2.88539	39	1.05954	75	1.03188	111	1.02196
3	1.96061	40	1.05811	76	1.03148	112	1.02177
4	1.65033	41	1.05675	77	1.03109	113	1.02159
5	1.49408	42	1.05545	78	1.03071	114	1.02141
6	1.39966	43	1.05421	79	1.03034	115	1.02123
7	1.33628	44	1.05303	80	1.02998	116	1.02106
8	1.29072	45	1.05190	81	1.02963	117	1.02089
9	1.25634	46	1.05082	82	1.02928	118	1.02072
10	1.22944	47	1.04979	83	1.02895	119	1.02056
11	1.20781	48	1.04879	84	1.02862	120	1.02039
12	1.19002	49	1.04784	85	1.02830	121	1.02023
13	1.17513	50	1.04693	86	1.02799	122	1.02007
14	1.16247	51	1.04605	87	1.02768	123	1.01992
15	1.15157	52	1.04520	88	1.02738	124	1.01977
16	1.14208	53	1.04439	89	1.02709	125	1.01962
17	1.13375	54	1.04360	90	1.02680	126	1.01947
18	1.12637	55	1.04284	91	1.02652	127	1.01932
19	1.11979	56	1.04211	92	1.02625	128	1.01918
20	1.11388	57	1.04141	93	1.02598	129	1.01904
21	1.10854	58	1.04072	94	1.02572	130	1.01890
22	1.10370	59	1.04007	95	1.02546	131	1.01876
23	1.09928	60	1.03943	96	1.02521	132	1.01863
24	1.09524	61	1.03881	97	1.02496	133	1.01849
25	1.09152	62	1.03822	98	1.02472	134	1.01836
26	1.08809	63	1.03764	99	1.02448	135	1.01823
27	1.08492	64	1.03708	100	1.02425	136	1.01811
28	1.08197	65	1.03653	101	1.02402	137	1.01798
29	1.07923	66	1.03601	102	1.02380	138	1.01786
30	1.07667	67	1.03549	103	1.02358	139	1.01774
31	1.07428	68	1.03500	104	1.02336	140	1.01762
32	1.07204	69	1.03451	105	1.02315	141	1.01750
33	1.06993	70	1.03404	106	1.02294	142	1.01738
34	1.06794	71	1.03359	107	1.02274	143	1.01726
35	1.06607	72	1.03314	108	1.02254	144	1.01715
36	1.06430	73	1.03271	109	1.02234	145	1.01704
37	1.06263	74	1.03229	110	1.02215	146	1.01693

n	b_n	n	b_n	n	b_n	n	b_n
147	1.01682	195	1.01286	290	1.00882	400	1.00649
148	1.01671	200	1.01255	300	1.00854	410	1.00634
149	1.01660	205	1.01226	310	1.00827	420	1.00620
150	1.01650	210	1.01198	320	1.00803	430	1.00606
155	1.01599	215	1.01172	330	1.00780	440	1.00593
160	1.01552	220	1.01146	340	1.00758	450	1.00580
165	1.01507	230	1.01099	350	1.00737	460	1.00568
170	1.01465	240	1.01055	360	1.00718	470	1.00557
175	1.01425	250	1.01015	370	1.00699	480	1.00546
180	1.01387	260	1.00978	380	1.00682	490	1.00535
185	1.01352	270	1.00944	390	1.00665	500	1.00525
190	1.01318	280	1.00912				

TABLEAU 2.

Efficacités empiriques conjointes des estimateurs de Kimball (en pourcent)

(Entre parenthèses les efficacités exactes calculées par Downton).

n	$e(\hat{\mu})$	$e(\hat{\sigma})$	$e(\hat{\mu}, \hat{\sigma})$
2	81,4 (84,1)	40,8 (42,7)	— 272,3
3	93,4 (91,7)	57,0 (57,3)	275,6
4	95,1 (94,5)	66,9 (65,0)	183,9
5	94,9 (95,8)	72,6 (69,9)	171,6
6	93,9 (96,6)	73,1 (73,3)	126,8
10	101,6	82,6	113,7
20	98,9	87,1	99,8
30	102,5	89,5	107,3
50	103,5	89,8	95,5
100	97,3	89,3	95,8
200	98,8	92,1	91,3
300	100,6	92,9	98,7
400	100,1	94,1	98,5
500	99,9	95,9	103,3

BIBLIOGRAPHIE

- [1] FISHER R.A. et TIPPETT L.H.C. : Limiting form of the frequency distributions of the largest or smallest number of a sample. Proc. Cambridge Phil. Soc., Vol. 24, 1928, pp. 80-190.
- [2] GUMBEL E.J. : Statistics of Extremes. Columbia University Press, New York, 1958.
- [3] GUMBEL E.J. : Statistical Theory of Extreme Values and Some Practical Applications, National Bureau of Standards, Applied Mathematics Series, 33, 1954.
- [4] LIEBLEIN J. : A New Method of Analyzing Extreme Value Data, Washington D.C. National Advisory Committee for Aeronautics, Tech. Note 3053, 1954.
- [5] KIMBALL B.F. : The bias in certain estimates of the parameters of the extreme-value distribution, Ann. Math. Stat., Vol. 27, 1956, p. 758.
- [6] BLOM G. : Statistical Estimates and Transformed Beta-variables, Wiley, New York, 1958.
- [7] WEISS L. : On the estimation of scale parameters, Naval Res. Logist. Quart., Vol. 8, 1961, pp.245-256.
- [8] DOWTON F. : Linear estimates of parameters in the extreme value distribution, Technometrics, Vol. 8, n° 1, 1966, pp. 3-17.
- [9] Handbook of Mathematical Functions, National Bureau of Standards, Applied Mathematics Series, 55, 1964.

PUBLICATIONS REÇUES**ONTVANGEN PUBLICATIES**

- 1) Giornale degli economisti e annali di economia (Universita commerciale Luigi Bocconi), Milano, n° 11-12, novembre-décembre 1971.
- 2) Annales de sciences économiques appliquées (Univ. cath. Louvain), n° 5, décembre 1971.
- 3) Revue française d'automatique, informatique, recherche opérationnelle, n°s R3, décembre 1971 et B1, janvier 1972.
- 4) INTI, Instituto Nacional de Tecnologia Industrial, Buenos Aires), n° 23, Año X.
- 5) F.Q. (Fiabilité-Qualité), Bulletin de l'AFCIQ, Paris, Vol. VIII, n° 1, mars 1972.
- 6) Zkoomuka u Matematyuekue Memogbl (Méthodes mathématiques et économiques) (Académie des Sciences d'U.R.S.S., Moscou, Tome VII, n° 6 (1971), Tomes I et II ((1972)
- 7) Industrielle Organisation (Institut d'Organisation industrielle de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich), n°s 2, 3 et 4, février, mars et avril 1972.
- 8) Agifors Proceeding XI (Eleventh Agifors Symposium), october 1971, Beualmadena, Spain.
- 9) BIN Revue IBN (Institut belge de Normalisation - Belgisch Instituut voor Normalisatie), n° 2, 1972.
- 10) Organisation scientifique (C.N.B.O.S.), n° 1, 1972.
- 11) Operational Research Quaterly, Vol. 23, n° 1, 1972.

Prix de vente

Au numéro :	Belgique	100 FB
	Etranger	125 FB
Abonnement :	Belgique	300 FB
(4 numéros)	Etranger	350 FB

Tarif de publicité (4 numéros)

La page	: 5.000 F
La 1/2 page	: 3.000 F
Le 1/4 page	: 2.000 F

Les frais de clichés sont à charge de l'annonceur.

Publications d'articles

- 1) La Revue est ouverte aux articles traitant de statistique pure et appliquée, de recherche opérationnelle et de « quality control ».
- 2) Les manuscrits seront dactylographiés et peuvent être envoyés au secrétariat de la Revue : 66, rue de Neufchâtel, Bruxelles 6.
- 3) Les auteurs d'articles techniques recevront 50 tirés à part de leurs textes.
- 4) La responsabilité des articles n'incombe qu'à leurs auteurs.

Verkoopprijs

Per nummer :	België	100 BF
	Buitenland	125 BF
Abonnement :	België	300 BF
(4 nummers)	Buitenland	350 BF

Advertentietarief (4 nummers)

Per bladzijde	: 5.000 F
Per 1/2 bladzijde	: 3.000 F
Per 1/4 bladzijde	: 2.000 F

De cliché-onkosten vallen ten laste van de adverteerders.

Publicaties van artikels

- 1) Het Tijdschrift neemt artikels aan over wiskundige statistiek en toepassingen, over operationeel onderzoek en kwaliteitszorg.
- 2) De teksten dienen getipt gestuurd te worden naar het secretariaat van het Tijdschrift : 66, Neufchâtelstraat, Brussel 6.
- 3) De auteurs ontvangen 50 overdrukken van de technische artikels.
- 4) De auteurs zijn alleen verantwoordelijk voor de inhoud van hun teksten.