

**REVUE BELGE DE STATISTIQUE
ET DE RECHERCHE OPERATIONNELLE**

**Vol. 10 - N° 3
DECEMBRE 1970**

**BELGISCH TIJDSCHRIFT VOOR STATISTIEK
EN OPERATIONEEL ONDERZOEK**

**Vol. 10 - N° 3
DECEMBER 1970**

La « Revue Belge de Statistique 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 de Calcul numérique 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

P. GENNART.
F. LAMBERT, Professeur à la Faculté Polytechnique 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 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 Rekencentrum 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

P. GENNART.
F. LAMBERT, Professor bij de Faculté Polytechnique 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 ET DE RECHERCHE OPERATIONNELLE

VOL. 10 - N° 3 DECEMBRE 1970

VOL. 10 - N° 3 - DECEMBER 1970

SOMMAIRE — INHOUD

Journée statistique du 2 mars 1970 — Statistische dag van 2 maart 1970

J. VAN WATERSCHOOT. — Het groeiend belang van de statistische
informatie voor de economische theorie 2

J. WAELEBROECK et P. HUGÉ. — Trois décennies de statistique
belge : élément d'analyse coût avantage 10

R. D'HAVÉ. — Application des statistiques dans les techniques
de la construction 23

CH. VAN HERBRUGGEN. — Een economisch prognose- en decisie-
model voor België 43

Publications reçues — Ontvangen publicaties 63

Ouvrages reçus — Ontvangen boeken 64

BELGISCH TIJDSCHRIFT VOOR STATISTIEK
EN OPERATIONEEL ONDERZOEK

HET GROEIEND BELANG VAN DE STATISTISCHE INFORMATIE VOOR DE ECONOMISCHE THEORIE

J. VAN WATERSCHOOT
Katholieke Universiteit te Leuven

Mijnheer de Voorzitter,
Geachte Vergadering,

0.1 Het volstaat deze zaal rond te kijken, waar zo talrijke economen aanwezig zijn, om te beseffen hoe ze geleidelijk een belangrijke tak geworden zijn in de grote familie der statistici. Die vaststelling biedt ons meteen een tastbare illustratie van het te behandelen thema.

Nu kan men wel stellen dat de statistiek en de statistische informatie langzamerhand meer doordringen in tal van gebieden, waar vroeger omzeggens geen mogelijkheid tot penetratie bestond. Men kan hierbij over de geneeskunde gewagen, waar de kennis over de nadelen van het roken als over mogelijke gevaren van de pil statistisch naar voren zijn gekomen. Men kan eveneens aanhalen hoe de statistiek doordringt in de politiek, hoe de prognoses van de verkiezingsuitslagen bijna ieder keer beter worden en tussen de verkiezingen in de politieke standpunten van de partijen zelf beïnvloeden.

1.1. Op eerste gezicht hoeft het dus geen bijzondere verwondering te verwekken dat de statistische informatie ook een groeiend belang vertoont voor de economische theorie. Nochtans is er een duidelijk verschil in graad met de andere wetenschappen, waarover daareven gesproken werd.

De statistische informatie was steeds potentieel belangrijk voor de economische theorie, ook al werd dit slechts tenvolle erkend sinds de doorbraak van de econometrische stroming rond de jaren 1930. Sindsdien groeide de feitelijke belangrijkheid onmiskenbaar en zal in de toekomst onafwendbaar verder toenemen naargelang wij van de steeds jonge economische theorie geleidelijk méér werkelijkheidswaarde zullen eisen en meer toepassingswaarde zullen vergen.

1.2. We poneren dus vooreerst dat de statistische informatie potentieel steeds belangrijk was voor de economische theorie, vermits die laatste een kennisgebied beslaat, dat volgens de reeds oude, maar m.i. nog steeds bruik-

bare definitie van de grote fysicus Maxwell uiteraard statistisch of probabilistisch is, dit in tegenstelling met enerzijds de mechanische, anderzijds de historische kennisgebieden.

1.3. Dit statistisch karakter heeft in de eerste plaats een weerslag op de macro-economische theorie, die een uitzonderlijk complex universum bestudeert, gekenmerkt door veelvuldige interdependenties van talrijke menselijke, technische en natuurlijke factoren.

De bindingen, de relaties, die wij kunnen opsporen, slaan op het groeps-gedrag (weergegeven door globale grootheden) en niet op de individuele reacties van consumenten of producenten, van gezinnen of ondernemingen.

De wetmatigheden en meteen de prognoses, die we kunnen vastleggen, hebben geen gedetermineerd maar een stochastisch karakter, m.a.w. ze drukken zich uit in waarschijnlijkheidstermen. Het is logisch dat daarbij de typische statistische indicatoren, zoals gemiddelden, standaardafwijkingen, e.a. de graad van accuraatheid dienen vast te leggen.

1.4. Vandaag de dag wordt door de economen deze visie algemeen aanvaard en drukt zich uit in het gebruik van de stochastische economische relaties, die de deterministische relaties van voorheen volledig verdrongen hebben.

Het is vooral sinds 1950, sinds het werk van T.C. Koopmans e.a., dat de stochastische relaties burgerrecht hebben verkregen. Ze worden gekenmerkt door de storingsterm of probabilistische term, die onderworpen is aan een waarschijnlijkheidsverdeling en verschillende omstandigheden moet uitdrukken, waarmee de exacte of mechanische wetenschappen praktisch geen rekening dienen te houden.

Zoals U weet moet de storingsterm vooreerst het niet gedetermineerd zijn van de individuele feiten weergeven. Denken we slechts aan de reacties van individuele gezinnen, die eenzelfde koopkracht hebben, wat de bestedingen betreft t.o.v. van een bepaald produkt of van een groep produkten. In ons land zoals elders, reageren gezinnen met precies hetzelfde inkomensniveau op zeer uiteenlopende wijze t.o.v. van bestedingen voor motorisatie bv., of t.o.v. van reizen in het buitenland, kulturele uitgaven, e.a. We worden hier geconfronteerd met het niet-gedetermineerd zijn van individuele feiten, hetgeen we trachten op te vangen door de waarschijnlijkheidsverdeling van de storings-term.

Maar meteen heeft men ook af te rekenen met de grote complexiteit van het economisch leven, waardoor wij meestal slechts één of enkele verklarende

variabelen in de relatie kunnen inschakelen. De andere invloeden, m.a.w. de niet gespecificeerde variabelen, worden geresumeerd in de waarschijnlijkheids-term of « error-term ».

Tenslotte en dan parallel met de exacte wetenschappen, kan de « error-term » ook de metingsfouten weergeven. Dit laatste aspect wordt wel eens door de economen uit het oog verloren of onderschat, omdat ze hun aandacht toespitsen op de twee vorige, op de zgn. equatiefouten en daardoor geneigd zijn de metingsfouten al te gemakkelijk toe te nemen.

2.1. Belangrijke economen uit het verleden, waarbij we niet limitatief mogen verwijzen naar Robert Malthus al over Karl Marx tot Alfred Marshall, hebben het belang van statistische informatie gevoeld en er de aandacht op gevestigd.

De grote mutaties na de Eerste Wereldoorlog brachten zo evident en bijna schrijnend de tegenstellingen tussen theorie en werkelijkheid tot uitdrukking dat de sarcastische kritiek van de « empty-boxes » in de dertiger jaren ophef maakte, de « empty-boxes » zijnde de lege dozen van de theorie.

2.2. Terwijl Lord Keynes deze tegenstellingen wil wegwerken in een nieuwe algemene theorie, in zijn « General Theory », en terwijl statistici van Harvard, aangemoedigd door W.C. Mitchell, alle theorie opzij schuiven in een hopeloze poging om louter statistisch de problemen aan te vatten, pogingen gekenschetst als « measurement without theory », komt dan in het begin van de dertiger jaren de econometrie formeel tot stand als een syntheserichting die theorie en waarneming, theorie en werkelijkheid wil confronteren via de statistische informatie. Ook nu nog is de statistische informatie bijna uitsluitend de bron van economische en sociale waarneming, alhoewel de ontwikkeling van de simulatie-technieken hierin geleidelijk enige verandering brengt. De synthese door de econometrie beoogd zal dan ook worden uitgedrukt als « theory and measurement ».

2.3. De klemtoon die de econometrici zullen leggen op de binding tussen theorie en werkelijkheid en die in feite de « raison d'être » uitmaakt van de nieuwe richting, heeft de statistische waarneming tot een bestendige bron gemaakt van toetsing en correctie van de hypothesen der economische theorie, misschien nog niet in die mate die men zou wensen, maar toch in een steeds groeiende mate. Ongetwijfeld hebben die toetsing en correctie ertoe bijgedragen heel wat lege dozen op te vullen, of weg te smijten, of ze desnoods opnieuw te structureren.

2.4. Laten we enkele voorbeelden geven, recenter dan het klassieke geval van de spanning tussen de theorie en de werkelijkheid inzake loonshoogte

en werkloosheid. Het uitblijven van de automatische zelfcorrigerende krachten had reeds in de jaren dertig de irritatie opgewerkt van verschillende vooraanstaande economen, o.m. Keynes zelf, alhoewel die wars gebleven is van grootscheeps gebruik van statistische informatie. Op een bepaald ogenblik heeft zulks de gekende controverse uitgelokt met Tinbergen, nl. bij het einde der tussenoorlogse periode, omstreeks de jaarwisseling 1939-1940.

De econometrici zullen er evenwel in gelukken geleidelijk tal van theoretische, ook Keynesiaanse begrippen om te buigen naar een grotere werkelijkheidswaarde. Als concreet voorbeeld vermelden we de Keynesiaanse interestgevoeligheid van de investeringsvraag.

Zelfs in de handboeken van de jaren 1950 wordt die gevoeligheid nog als essentieel beschouwd, terwijl in de handboeken van de zestiger jaren voorgelaten wordt dat slechts een beperkte invloed van de interesthoogte uitgaat op de besluitvorming van de manager, omdat hij redeneert in functie van expansie- en winstmogelijkheden. Wel blijft een belangrijke interestgevoeligheid waargenomen bij de residentiële constructie, bij de huizenbouw, waar de kleine spaarder tussenkomt en in functie van heel andere motieven en omstandigheden redeneert.

2.5. Een tweede voorbeeld vinden we in de substitutie van de produktiefactoren, een axioma in de klassieke theorie, later doorbroken door de complementariteitshypothese van Leontief.

Welnu, dank zij het econometrisch onderzoek van Johansen, Nerlove, e.a. zijn thans velen gewonnen voor de opvatting dat de substitutie overweegt ex ante, in het stadium van de planning en de tekentafel, terwijl de complementariteit vooral speelt ex post.

Eens dat de machines geïnstalleerd zijn, de investeringen gedaan, worden de substitutiemogelijkheden zeer beperkt, zelfs voor de beste manager en althans op korte en op halflange termijn. Andere voorbeelden zijn voor het grijpen in tal van gebieden, o.m. op stuk van groei- en dimensieproblemen.

2.6. Door haar belangstelling voor de confrontatie tussen werkelijkheid en theorie via de statistische informatie, is de econometrie er trouwens in gelukt haar eigen bijdrage te leveren tot de ontwikkeling van de statistische analyse als zodanig, vooral dan op gebied van de regressie-analyse, o.m. het schatten van de parameters van een simultaan stelsel, van een econometrisch model, met allerlei varianten in de methode, die thans reeds in de recente handboeken te vinden zijn.

In de jongste jaren gaat er ook een stuwung uit van de econometrie tot ontwikkeling van de Bayesiaanse statistiek. Spijts wiskundige moeilijkheden

en gevaren van subjectiviteit (weergegeven door het Engels spreekwoord « beauty is in the eye of the beholder »), vinden we in die nieuwe richting toch weer een uitdrukking van de werkelijkheidsdrang, die de statistische waarneming kan verrijken door a priori kennis te integreren en also leiden tot een grotere samenhang tussen werkelijkheid en economische theorie.

2.7. Dat sommige deviatiegevaars niet denkbeeldig zijn, werd reeds bewezen door de statistische school van Harvard in de jaren 1935, waarover ik daarstraks sprak en die door het negeren van voorafgaandelijke theoretische hypothesen, fataal tot mislukking gedoemd was. Sindsdien ontwikkelen zich in de econometrie zelf neigingen tot een soms te exclusieve aandacht voor de schattingsproblemen en -technieken, waardoor men dreigt te vervallen in een soort nieuwe deductie. Men houdt zich onverdroten bezig met het scherpen van de statistische messen, maar zoals Professor E. Schneider uit Kiel het uitdrukte, gaat men zelden of nooit aan tafel om de messen te gebruiken, om nu eens concreet al deze verfijnde technieken toe te passen. Zulks gaat gepaard met een zekere neiging om andere essentiële problemen, zoals de specificatie van relaties en structuren uit het oog te verliezen, of de grotere accuraatheid van statistische data te beschouwen als een probleem dat als het ware buiten de sfeer van de econometrist ligt. Het gezond verstand zegt ons nochtans dat een kleine stap vooruit in precisie via de schatting weinig baat, wanneer we werken met grove gegevens, die een grote marge van onzekerheid bevatten.

Ik vraag me soms af of hier vanwege de econometrische wereld geen vorm van wetenschappelijk snobisme speelt? Professor Waelbroeck heeft in zijn referaat een goed voorbeeld gegeven van een anti-snobisme, door zich precies te bekommeren, als wetenschappelijk consument, om de waarde, de verscheidenheid en de hoeveelheid van het statistisch materiaal, in ons land ter beschikking.

Me dunkt ook dat het verheugend is dat op een dag als vandaag, grotere belangstelling gewekt wordt voor het reëel apparaat, dat ons de data moet verstrekken.

2.8. De vraag kan gesteld worden of de nieuwe wiskundige economie in beperkte zin, dus gebaseerd op de verzamelingsleer en de topologie, die voor het ogenblik sterk in ontwikkeling is, ook niet kan leiden tot een andere soort deviatie, nl. een richting waarin tenslotte de binding en de confrontatie met de werkelijkheid ontbreekt, vermits men vooralsnog niet doet aan statistische toetsing?

Langs de positieve zijde moet men ongetwijfeld vaststellen dat we staan voor een krachtige en beloftevolle poging tot het geven van een strenge methodologische basis aan de economische theorie, een fase die andere wetenschap-

pen ook hebben doorgemaakt en die in het gebied van de waarschijnlijkheidsrekening bv. nog niet zo heel ver achter de rug ligt.

Maar vroeg of laat moet deze wiskundige economie, hoe beloftevol ook, de toetsing van de statistiek en dus van de werkelijkheid ondergaan. Op dit ogenblik zijn evenwel de technische mogelijkheden en de data, dus enerzijds de reuzecomputers en anderzijds de veelvuldigheid van de gegevens, nog niet voorhanden om bv. de theorie van het algemeen economische evenwicht empirisch te toetsen.

De beoefenaars van deze jonge wiskundige economie, waarvan de basis samenvalt in grote lijnen met wat thans gebruikelijk de moderne wiskunde wordt genoemd, poneren trouwens zelf dat ze wachten op de technische en statistische mogelijkheden om op een bepaald ogenblik tot toetsing over te gaan; dit bewijst weer hoe de economische theorie van morgen nog meer beroep zal doen op de statistische informatie en zulks brengt ons dan tot een derde en laatste luikje van dit overzicht, tot de blik in de toekomst.

3.1. Inderdaad, tal van aanduidingen wijzen erop dat het belang van de statistische informatie in de toekomst nog verder zal groeien ten behoeve van de economische theorie.

De statistische dataproductie heeft nog maar net de input-outputbevoorrading verwerkt en reeds ontwikkelen zich nieuwe behoeften, zowel nationaal als op het vlak van de E.E.G., o.m. om de korte en halflange termijnmodellen behoorlijk te stofferen. Ook zijn nieuwe theoretische instrumentaria via de wiskundige economie in voorbereiding, zoals daareven werd vernoemd.

Daarenboven bestaat de strekking om de statistische basisreeksen geleidelijk te verbeteren o.m. door langere tijdreeksen, via grotere steekproeven, waardoor wij kunnen gebruik maken van de asymptotische eigenschappen, die zo kenschetsend zijn voor tal van statistische schattingsmethoden. Professor Waelbroeck heeft daarstraks in dat verband gesproken over de driemaandelijke verzameling van de gegevens in de Verenigde Staten. Het geheel van die problematiek werd trouwens aldaar « data-mining » genoemd, er op doelend dat men uit een te beperkte steekproef te veel informatie wil putten: vandaar de noodzaak om de data te variëren en verder te detailleren.

3.2. De toekomst zal m.i. de economische theorie dwingen meer en meer operationeel te worden. Het accent zal nog sterker gelegd worden op de prognose (« Prévoir c'est gouverner ») en via de prognose op de planning, planning die trouwens een ordening inhoudt voor het verstrekken van de statistische informatie.

Meer operationeel? Inderdaad, we zijn beland in een fase van wetenschappelijke ontwikkeling, waar wetend dat de mens de maan aankan, men

zich zal afvragen hoe het mogelijk is dat hij dikwijls nog zo machteloos staat tegenover de welvaartsproblemen en dat men ook op dat gebied meer en meer het eigen lot en dat van de collectiviteit zal willen bepalen en beheersen. De gevorderde landen, die ook met klem de permanente expansie nastreven, maar vooral de ontwikkelingslanden, waar we staan voor de revolutie « of de rising expectations », zullen er ons toe dwingen van meer en meer te grijpen naar een operationele, op resultaat gerichte economische politiek en theorie.

In de toekomst zullen dus meer en meer eisen gesteld worden aan de economische wetenschap, die geleidelijk niet meer het excuus zal kunnen inroepen dat ze een jonge discipline is.

3.3. Totnogtoe sprak ik over de macro-economische approach. Het is duidelijk dat ook op het micro-economische vlak, vooral dan op het ondernemingsvlak, er een groeiende behoefte bestaat aan rationele besluitvorming van de ondernemer, van de manager.

Het operationeel onderzoek, na een zeer snelle start in de vijftiger jaren, heeft dan geleidelijk, zoals dat meestal gaat bij een snelle doorbraak, de eerste ernstige moeilijkheden ondervonden en is thans bezig met een gewetensonderzoek. Het bereidt zich m.i. voor op een nieuwe élan, die meer realistisch zal zijn en daardoor ook meer beroep zal moeten doen op werkelijkheidsgegevens, op statistische informatie.

Er wordt bv. op dit ogenblik getimmerd aan de zgn. structuralistische globale ondernemingsmodellen, die geen selectie meer inhouden van een beperkt aantal goed gekozen relaties, maar die trachten al de bindingen en interreacties van de onderneming uit te drukken in een exhaustieve reeks relaties. Daartoe wordt niet enkel beroep gedaan op algebraïsch symbolische relaties, maar ook op simulatietechnieken.

Op dit ogenblik vormen die globale modellen eerder denk- dan operationeel bruikbare instrumenten, maar het is evident dat men geleidelijk zal trachten dit soort ondernemingsmodellen concreet aan te wenden, wat dan weer enorme hoeveelheden bedrijfsgegevens veronderstelt.

Ook de grotere technische middelen van de toekomst inzake ordinateuren, zullen trouwens een wisselwerking doen ontstaan : enerzijds zal men wegens de grotere behoeften van het wetenschappelijk onderzoek beroep doen op steeds uitgebreidere modellen en dus op grotere ordinateuren, anderzijds zal het bestaan zelf van deze ordinateuren grotere mogelijkheden scheppen en dus tot een groter gebruik van de statistische informatie voeren.

3.4. De vraag mag ook gesteld worden of vooral macro-economisch de tijd niet gekomen is dat zou overgegaan worden tot een zekere standardisatie van wat economisch bereikt werd en dat men dus regelmatig de inventaris

zou maken van de beste ratio's, de beste schattingen en specificaties van diverse relaties inzake consumptie, produktie en andere terreinen, geleidelijk ook de beste modellen, waarbij men steeds de accuraatheid van de schattingen moet preciseren volgens tijd en ruimte.

De econometrie kan er klaarblijkelijk niet toe komen, zoals de technische wetenschappen, formules op te stellen waarin bepaalde constanten voorkomen die men binnen 20 jaar en 30 jaar nog steeds onveranderlijk zou terugvinden. Mogelijk is wel van de samenvatting te maken van het beste dat op een bepaald tijdstip inzake specificatie en schattingen bereikt werd, daarbij de ruimtelijke omschrijving te preciseren, alsmede de orde van grootte van de statistische foutenmarges.

M.i. zou een dergelijke standardisatie de nuttigheid van de econometrie als dusdanig bevorderen en ons doen ontsnappen aan het elegante dilettantisme, dat dikwijls nog het onze is en erin bestaat dat ieder zijn eigen relaties en modellen opstelt, daarbij na vier, vijf jaar zelf vergeet dat hij ze heeft opgesteld en als hij voor hetzelfde probleem staat, opnieuw een ander model uit zijn mouw schudt.

Me dunkt dat iedere wetenschap die efficiënt wil zijn, moet komen tot een zekere standardisatie, een bepaalde automatisering, m.a.w. moet ontsnappen aan een subsistentie-stadium, waar ieder voor zichzelf produceert wat hij ook consumeert. Een inspanning in die zin zal ongetwijfeld medewerking vragen van het Nationaal Instituut voor de Statistiek. In een klein land als het onze zou hier vooruitstrevend werk kunnen verricht worden, dat internationaal kan uitstralen.

. . .

4.1. Deze studiedag was gewijd aan statistiek en besluitvorming. Laat me dan ook dit exposé beëindigen met een methodologische bemerking omtrent de economische theorie in verband met de besluitvorming.

Niet alle economische problemen zijn beslissingsproblemen, maar ongetwijfeld staat de besluitvorming voor de econoom centraal, zij het dan een besluitvorming « under uncertainty », in een stochastisch universum. Het lijkt ook evident dat de centrale positie van de besluitvorming zal aangewakkerd worden, wanneer de economie in de toekomst nog een meer operationele klemtoon zal krijgen.

Tot slot moge ik de gedachte oproepen dat via het concept van besluitvorming de economische theorie een methodologische eenheid zou kunnen terugvinden, die momenteel verbroken is. Wanneer we met Nietzsche aanvaarden dat de methoden de eerste rijkdom vormen van een wetenschap, dan kan deze tendentie slechts verrijkend inwerken.

TROIS DECENNIES DE STATISTIQUE BELGE : ELEMENT D'ANALYSE COUT AVANTAGE

J. WAELBROECK

P. HUGE

Université libre de Bruxelles

Le sujet que nous traiterons est difficile, mais important. Il se situe à mi-chemin entre la théorie et la réalité pratique. Nous nous baserons d'une part sur ce qui existe comme concepts théoriques dans ce domaine, bien imparfaits malheureusement, et d'autre part sur notre connaissance des aspects pratiques du sujet, bien imparfaite aussi. Pour aider à pallier les lacunes de nos propres connaissances, MM. Dufrasne, Eglem et De Reymaeker ont bien voulu nous accorder leur temps pour discuter les problèmes de statistique belge; ils sont sûrement responsables de beaucoup de ce qui est bon dans ce que nous exposerons, et sont innocents du reste.

Le cadre théorique peut être emprunté à l'article très connu de K.J. Arrow « La Statistique et le Politique Economique ». * Arrow définit trois fonctions essentielles de la statistique en économie, soit

- information séquentielle : observation de l'état actuel du système économique
- information cumulative : observation de l'évolution passée du système économique
- information de calcul : qui commande les décisions des agents économiques.

« L'information séquentielle » s'adresse avant tout aux responsables de la politique économique, auxquels elle permet, compte tenu de leur connaissance des lois économiques, de prévoir l'évolution de l'économie et de calculer les effets de leurs décisions.

« L'information cumulative » sur le comportement passé du système économique permet de dégager peu à peu les lois qui déterminent l'évolution

* Economie Appliquée, Archives de l'ISEA, n 1, 1960, pages 13-25 (traduction du discours présidentiel prononcé devant le Congrès de la Société d'Econométrie le 27 décembre 1956).

du système économique. Il n'est pas important à cet égard que ces lois soient dégagées de façon implicite, comme « l'expérience » à laquelle fait appel l'homme d'action, ou de la manière plus formalisée d'un modèle économétrique.

« L'information de calcul » décrit les signaux qui commandent aux décisions. Pour les responsables de la politique économique, ce signal peut être une baisse des réserves de change au-dessous du niveau de sécurité; pour l'industriel il peut être l'accumulation de stocks invendus, la chute des prix d'une matière première ou la tendance défavorable de la demande d'une catégorie de consommateurs. « Information séquentielle » et « information de calcul » ne sont pas deux catégories distinctes de données statistiques, la distinction est plutôt dans la façon d'utiliser les données pour la décision. Dans une certaine mesure l'on peut sans doute dire que la première s'adresse plutôt aux responsables de la politique économique, la seconde aux chefs d'entreprises, encore que la règle ne soit pas absolue.

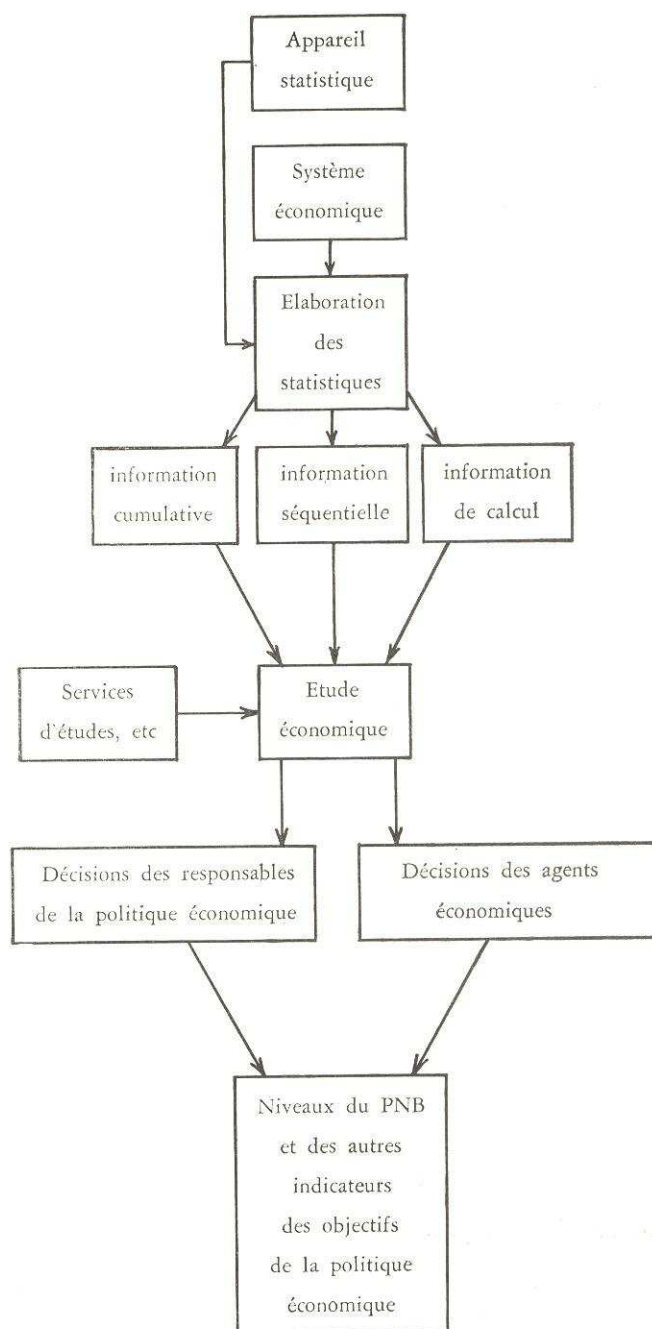
Une information de bonne qualité permet donc aux responsables de la politique économique de savoir où en est l'économie et de prévoir comment les mesures qu'ils prennent influencent son devenir; elle évite aussi aux agents économiques de multiples décisions erronées ou prises au mauvais moment, génératrices de gaspillages. Mais comment évaluer cette qualité ?

Ici aussi la théorie économique conduit à des critères, qui confirment d'ailleurs ce que suggère le bon sens. Il est assez facile de montrer, en effet, que les décisions prises sur base de l'information statistique seront d'autant meilleures que cette information est :

- prompte
- sans lacunes
- détaillée
- exacte

Les théoriciens n'ont malheureusement pas proposé de méthode de mesure du gain que permet une information statistique de qualité, mais c'est là un domaine où le praticien a des idées assez claires, encore qu'intuitives. Je n'hésiterai pas à me fier à ma propre intuition dans ce domaine.

La formulation du problème en termes du type de graphique fléché qu'affectionnent les spécialistes de l'analyse de système montre, de façon extrêmement évidente, que le coût de la statistique est extraordinairement faible par rapport à l'importance des décisions qu'elle éclaire.



Il est facile de chiffrer ce que coûte l'appareil statistique. Le gros poste est constitué par les dépenses de l'I.N.S. qui représentent actuellement quelques 300 millions par an, y compris une tranche annuelle du coût des recensements généraux. Il faut ajouter quelques 15 à 20 millions comme coût des activités statistiques de la Banque Nationale de Belgique, et peut-être 1 million pour celles des Universités Libres de Bruxelles et de Louvain.

Ces montants sont bien faibles par rapport au volume des transactions économiques qu'éclaire la statistique : le P.N.B. avoisine 1000 milliards. Dans la mesure où la statistique est nécessaire pour guider et rendre plus efficaces les décisions de l'Etat et des entreprises, il n'est pas douteux que la valeur de la documentation statistique dépasse largement son coût.

Une autre façon de voir le problème est de comparer le coût de la statistique aux sommes que l'Etat et les entreprises jugent opportunes de consacrer à entretenir des services d'études économiques. Il n'existe aucune statistique à ce sujet, aussi avons-nous recouru à une estimation assez intuitive, basée sur le nombre d'économistes diplômés pendant les années d'après-guerre, et sur ce qu'est à notre avis la proportion de ces économistes qui font carrière dans des services d'études, sociétés d'étude de marché et organismes semblables. Ce calcul conduit à un coût voisin de 1.3 milliard, un chiffre qui ne paraît pas déraisonnable si on le compare à une estimation de ce que dépensent les principaux organismes des pays qui ont des services d'études importants. Il y aurait donc un rapport de 1 à 4 entre ce que coûte l'élaboration des statistiques et ce que les agents économiques décident spontanément de dépenser pour analyser, découper, triturer de toutes les façons possibles les chiffres existants.

Nous parlerons à présent des progrès réalisés par l'information statistique belge de 1950 à 1970. Ces vingt années sont une tranche d'histoire logique. Elles correspondent à peu près à la période d'après-guerre, mises à part les années de reconstruction. Elles correspondent aussi à peu près au directorat général de ce grand commis de l'Etat qu'a été M. Dufrasne.

La théorie ne définit pas de critère quantitatif qui permette d'évaluer l'information statistique. Mais aucun praticien n'ignore les progrès immenses accomplis au cours de cette période. Ces vingt années ont été témoin de la création de l'appareil de statistiques industrielles, de la comptabilité nationale et de l'input-output, de la statistique de l'emploi, de la balance des paiements, des statistiques monétaires, des enquêtes de conjoncture. L'Institut de Statistique, associé au Service de Statistique de la Banque Nationale et aux chercheurs de l'Université Libre de Bruxelles, a été le pilier de cette vaste

entreprise de conquête du connu sur l'inconnu. Par rapport à la situation actuelle, les responsables de la politique économique de 1950 nous apparaissent comme des aveugles.

Un examen comparatif des données existantes en 1950, 1960 et 1970 suggère une évolution en deux temps. De 1950 à 1960 s'est produit un enrichissement extraordinaire du matériel statistique. C'est de cette époque que date l'appareil de la statistique industrielle, la comptabilité nationale, le premier tableau input output, de nombreuses données monétaires, la balance des paiements et les enquêtes de conjoncture — qui toutes jouent un rôle fondamental parmi les moyens dont nous nous servons aujourd'hui pour connaître l'évolution économique. Un rôle particulièrement important dans cette œuvre de pionnier a été joué par le Service de Statistique de la Banque Nationale de Belgique et par le Département d'Economie Appliquée de l'Université Libre de Bruxelles. Ceci résulte en partie des déficiences du statut de l'I.N.S., qui freinent ses initiatives sur lesquelles nous reviendrons dans la dernière section de cet exposé.

De 1960 à 1970, les progrès ont surtout été dans le sens d'une accélération de la publication des données, et aussi sans doute d'une amélioration de leur qualité. Pour de très nombreux chiffres, les délais de parution ont diminué d'un mois environ. Une exception est malheureusement la comptabilité nationale — mais ici aussi nous nous proposons de revenir sur la question.

La surprise pour nous a été de constater que le coût de cet effort a été somme toute modéré. Certes, les dépenses du personnel de l'I.N.S. ont quintuplé en 20 ans, sans parler des loyers d'ordinateurs qui ont fait leur apparition au budget, mais une part importante de cette augmentation résulte de la hausse des salaires. Le nombre d'agents permanents et temporaires, abstraction faite du personnel du recensement, a à peu près doublé. Ces chiffres ne seraient pas sensiblement modifiés si l'on tenait compte de l'augmentation importante elle aussi des dépenses du Service de Statistiques de la Banque Nationale. Beaucoup de services de l'Etat se sont développés aussi rapidement. En fait, le développement des activités de l'I.N.S. est tel qu'il nous faut conclure que l'appareil statistique actuel utilise ses ressources de façon beaucoup plus productive que celui de 1960.

N'y a-t-il plus de progrès à faire ? Bien sûr que non. Et pour en juger nous pouvons à présent prendre comme point de comparaison non l'appareil statistique de 1950, mais celui du pays « statistiquement le plus avancé », les Etats-Unis.

Une première et heureuse constatation : il y a eu vraiment un rattrapage de 1950 à 1970. La comparaison de ce qui existait en Belgique et aux Etats-Unis en 1950 et de ce qui existe aujourd'hui le prouve.

Une seconde constatation : pour la période après 1950, « l'information cumulative » belge est en gros assez comparable à ce qui existe aux Etats-Unis. Le gros avantage dans ce pays est l'existence en séries beaucoup plus longues remontant jusqu'en 1920 : les Américains connaissent mieux leur passé et peuvent donc appuyer sur de bien meilleures bases leurs tentatives pour comprendre par l'étude du passé comment fonctionne leur système économique. Je crains, hélas, qu'il ne soit jamais possible en Belgique de disposer d'informations vraiment adéquates sur l'évolution économique avant 1948.

Là où les Américains l'emportent encore nettement sur nous cependant, est dans les domaines de « l'information séquentielle » et « l'information de calcul ».

Pour l'information séquentielle, les Etats-Unis sont en avance dans deux domaines importants :

- ils disposent d'une comptabilité nationale trimestrielle complète, qui donne avec un retard de trois mois environ un aperçu cohérent de l'évolution de l'économie. En Belgique, il n'existe qu'une partie de cette comptabilité, établie par le Dulbéa ; l'absence d'un certain nombre de données-clés, particulièrement sur la variation des stocks et des revenus, empêche d'établir un système complet.
- les chiffres sont publiés un peu plus vite — environ un mois — et surtout les premiers chiffres publiés paraissent plus fiables, c'est-à-dire qu'ils sont moins souvent qu'en Belgique l'objet de révisions ultérieures qui en modifient sensiblement la tendance.

En matière d'information de calcul aussi, les Etats-Unis paraissent jouir d'un net avantage.

- ils sont beaucoup mieux informés que nous sur toute une série d'indicateurs annonciateurs de la tendance de l'économie : stocks, commandes, profits, investissements classés selon leur finalité, durée du travail.
- les chiffres disponibles sont aussi beaucoup plus détaillés et permettent de déceler de façon plus détaillée les tendances souvent disparates dans les divers secteurs industriels. Alors qu'en Belgique on ne dispose rapidement d'information que sur la production et parfois les stocks des industries, aux Etats-Unis non seulement les

chiffres paraissent plus détaillés, mais il existe pour chaque industrie une batterie de données sur la production, l'emploi, le chiffre d'affaires, les stocks, la durée du travail. La statistique américaine informe donc mieux et plus vite que la nôtre les industriels sur l'évolution à court terme de leur branche.

Nous abordons à présent la troisième décade évoquée par le titre de cet exposé : les années 1970-1980. Quels sont les progrès possibles, quels objectifs est-il raisonnable de fixer ?

Tout ce qui a été dit dans les sections précédentes confirme, nous le pensons, la rentabilité des efforts consentis jusqu'ici pour renforcer l'appareil statistique. Mais c'est en termes marginaux que s'apprécie la rentabilité d'un effort complémentaire. Comme un enfant qui a fait son délice de dix babas au rhum et hésite à en acheter dix autres, le statisticien doit s'interroger sérieusement pour juger si doubler l'effort statistique apportera des résultats comparables à l'effort consenti de 1950 à 1970.

Aussi tout jugement doit-il partir de l'examen d'un ensemble de projets à retenir ou non dans un programme. Nous tenterons de définir ces projets et de les décrire brièvement, sans prétendre être en mesure de fixer même de façon très grossière les degrés de priorité que méritent chacun d'eux.

A cet égard méritent la première place, comme il se doit, les progrès qui ne mettent en cause que des détails d'organisation, dont le coût est négligeable par rapport à l'effet escompté. Nous en décelons deux.

Le premier est une publication plus rapide du Bulletin de Statistique. Pour autant que l'on puisse en juger, l'impression du Bulletin prend environ quatre semaines. L'adoption de procédés d'impression « non traditionnels » permet d'aller beaucoup plus vite.

En second lieu, l'I.N.S. devrait disposer d'une plus grande autonomie de publication. A de trop nombreuses reprises, la parution de chiffres importants est retardée parce que quelqu'un dans l'administration ou dans un Cabinet ministériel s'est mis en tête que le chiffre devrait être amélioré, ou présenté différemment. Comme utilisateurs de statistiques, nous nous rappelons de divers incidents de cette espèce, le dernier en date ayant reporté jusqu'en décembre 1969, la parution de la comptabilité nationale de 1968 sous prétexte de concordance avec l'input-output. Nous ne nous rappelons d'aucun cas où l'amélioration apportée aux chiffres ait justifié le retard de parution des données. Dans la mesure où un contrôle doit être exercé sur les données publiées par l'I.N.S., ce contrôle doit être assuré

par des commissions composée d'utilisateurs et non par le Ministre des Affaires Economiques, dont ce n'est pas la vocation.

La seconde catégorie de progrès implique un effort budgétaire et pas seulement des changements mineurs d'organisation.

Un recours largement accru à l'informatique permettra une certaine accélération de l'élaboration des chiffres, encore qu'un trop grand optimisme ne soit pas de mise ici, la cause principale de retard étant le renvoi tardif par les entreprises des questionnaires sur lesquels reposent les statistiques. Elle permettra aussi, et ce gain sera plus important, une amélioration de la qualité des données, grâce à des programmes permettant de dépister des erreurs et incohérences flagrantes dans les documents de base. Enfin — et à terme c'est là que l'informatique peut avoir l'impact le plus décisif — elle rendra possible, si l'on réussit à coordonner les fichiers des différents services de l'administration, une exploitation statistique largement améliorée de l'immense masse d'informations détenues par les administrations publiques (« fichier national » et autres projets semblables).

Il s'agit d'un développement inévitable, qui se fera tôt ou tard. Mais il est souhaitable que des décisions soient prises le plus rapidement possible, compte tenu de la rapidité avec laquelle les services de l'administration adoptent l'ordinateur. En effet, chaque achat d'ordinateur est suivi d'une réorganisation des fichiers. Une fois les fichiers réorganisés il sera très coûteux de les refaire avec de nouvelles classifications homogènes. On peut craindre toutefois que, faute de cadres techniques nécessaires, l'I.N.S. ne puisse intervenir comme il le devrait dans cette révolution du traitement des informations par les administrations publiques.

La réalisation de l'Europe posera des problèmes non moins urgents. Il apparaît de plus en plus clairement qu'il ne sera pas possible techniquement d'établir des statistiques du commerce extérieur de qualité acceptable lorsque auront disparu les motifs « fiscaux » qui justifient le contrôle aux frontières (notamment après l'uniformisation des taux de la T.V.A.). A ce moment, il ne sera plus possible d'avoir une vue claire de l'évolution économique en Belgique et les autres pays individuels de la C.E.E.; si des progrès rapides ne sont pas réalisés dans ce domaine et certains autres, il ne sera pas non plus possible de saisir clairement l'évolution d'ensemble de l'économie européenne. Comme pour l'informatique, le problème ne pourra être résolu sans adaptation du cadre et de l'organisation interne de l'I.N.S. qui devra s'intégrer à un ensemble statistique coordonné à l'échelle du Marché Commun. Le coût ici est essentiellement celui du renforcement nécessaire du service statistique des différents pays et de la C.E.E.

Un troisième objectif est d'élargir à l'I.N.S. le service spécialisé chargé de concevoir et de mener à bien un programme d'enquête par sondage. L'exemple français montre l'intérêt d'un tel service, capable de réunir régulièrement des informations qu'il est impossible d'obtenir autrement, de contrôler par des relevés complémentaires la qualité de données existantes, et de répondre aux demandes spéciales d'information qu'inspire au gouvernement les problèmes de politique économique auxquels il doit faire face. Le coût d'un tel service, de l'ordre de 30 millions, est loin d'être négligeable.

Un quatrième objectif est une amélioration importante de « l'information séquentielle », qui permettra de connaître au jour le jour la tendance de l'économie.

Il s'agit notamment :

- d'améliorer largement la statistique des stocks, et de combiner les multiples données recueillies en quelques séries synthétiques
- d'élargir considérablement la statistique des commandes
- d'améliorer les informations existantes sur les intentions d'investir
- d'établir des chiffres valables sur les autorisations à bâtir et la tendance récente de la construction de logements
- de publier dès mars des chiffres provisoires de la comptabilité nationale de l'année écoulée, et de dresser des comptes nationaux complets trimestriellement.

Il s'agit d'un programme complexe et coûteux, mais très important pour la conduite de la politique conjoncturelle.

Une dernière proposition qui a été avancée de temps à autre est de créer dans le cadre de l'I.N.S. un service d'études économiques à l'instar de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (I.N.S.E.E.) en France qui est non seulement un organisme statistique, mais aussi le plus important service d'études de l'administration. Il y a, en effet, une réelle complémentarité entre les activités de recherches et la statistique. D'une part, le contact étroit avec des utilisateurs que rendrait possible l'existence au sein de l'I.N.S. d'un service d'études économiques favoriserait l'amélioration de la qualité et de la présentation des données. D'autre part, un tel service serait admirablement placé pour exploiter nombre de données qui, soit à cause de leur volume, ou pour des raisons de secret statistique, ne peuvent être publiées.

Ce service, pour remplir la tâche qui lui serait confiée devrait compter une douzaine d'universitaires au minimum, plus le personnel administratif

nécessaire; un groupe plus petit serait vite absorbé par les tâches de routines qui ne peuvent manquer de lui être confiées. Deux questions se posent : est-ce bien à l'I.N.S. plutôt que dans d'autres services qu'il est le plus urgent de créer une telle unité et sera-t-il possible, alors que les carrières offertes aux économistes par l'administration sont nettement moins rémunérées que dans le secteur privé, de recruter un groupe d'économiste de la valeur nécessaire ? Quoi qu'il en soit, le nombre de statisticiens de bonne qualité capables d'établir l'information qui manque encore et d'analyser de façon approfondie la riche documentation dont l'I.N.S. dispose déjà doit être au moins doublée.

Cet aperçu de trois décennies de statistique a révélé celle-ci comme un secteur de l'administration en croissance rapide, assumant une fonction dont l'importance augmente sans cesse. Il a surtout révélé combien est rapide l'évolution des techniques dans le domaine de la statistique. Il fallait un autre type de service et de fonctionnaires pour établir la comptabilité nationale que pour établir les statistiques traditionnelles. L'informatique, la coordination avec les services statistiques de la Communauté européenne, les sondages, un service d'études interne à l'I.N.S. impliquent tous des changements de l'organisation et la possibilité de recruter les spécialistes nécessaires.

Ceci nous amène, dans cette conclusion, à un plaidoyer pour l'octroi à l'I.N.S. d'une plus grande autonomie de gestion. Les procédures de recrutement et d'adaptation du cadre sont beaucoup plus lourdes. Il a fallu dix ans pour que soit recruté un deuxième adjoint du chef de service de comptabilité nationale, et si les procédures administratives ne sont pas assouplies les progrès que nous entrevoyons pour la décennie 1970-1980 seront considérablement retardés.

La seconde conclusion est la nécessité de fixer un programme à long terme de développement de l'appareil statistique qui reprendrait tous ou une partie des objectifs que nous avons décrits. Il s'agit, en effet, de décisions à long terme impliquant la création de nouveaux secteurs d'activité, à étaler sur de nombreuses années. Il semble aussi nécessaire de préciser les objectifs et de fixer les priorités que, disons, pour un programme de travaux publics.

La fixation de ce programme et l'assouplissement du statut de l'I.N.S. devraient aller de pair. En effet, la fixation d'un programme à long terme, qui délimite le cadre dans lequel s'exercera cette autonomie, rend celle-ci plus facile à admettre en précisant ses limites.

ANNEXE I.

Le coût en personnel de l'I.N.S.

Evolution des effectifs de l'I.N.S. et de leur rémunération totale.

Année	1950	1960	1968	1970
Effectifs ¹	589	761	1056	1200 ²
Total des rémunérations des agents de l'I.N.S. (en millions de francs)	38,5 ¹	82,0 ¹	167,9 ¹	192,2 ³
Rémunération moyenne par an et par agent ⁴ (en milliers de francs)	65,4	107,8	159,0	160,2
Indice du coût de la main-d'œuvre (1953 = 100)	83 ⁵	141 ⁵	284 ⁵	338 ²

Sources 1. Rapport sur l'activité de l'I.N.S. au cours des années 1950, 1960, 1968 (Ministère des Affaires Economiques)

2. Estimations

3. Budget 1970 du Ministère des Affaires Economiques (Document des Chambres)

4. Calculée à partir de la première et de la seconde ligne du tableau

5. Bulletin d'information et de documentation de la B.N.B.

Au cours de la période de 1950-1970, l'effectif de l'I.N.S. a pratiquement doublé, la masse des rémunérations a quintuplé, ce qui a entraîné une augmentation de la rémunération moyenne annuelle de l'ordre de 150 %. Si l'on compare cette évolution avec celle de l'indice du coût de la main-d'œuvre, on constate que celui-ci a au cours de la même période augmenté de 300 %. Cette constatation reflète la dégradation de la situation matérielle des agents de la fonction publique.

ANNEXE II.

Le traitement mécanique de l'information à l'I.N.S.
 Activités du service mécanographique de l'I.N.S.

Année	1950	1960	1968
Nombre de machines dont calculatrices électroniques	166 0	153 1	142 3
Heures de travail productif du personnel, et pourcentage consacré à l'élaboration des statistiques	314.930 84 %	423.122 89 %	332.160 85 %
Heures ordinateurs productives	0	n.d.	9817

Source : Rapport sur l'activité de l'I.N.S. au cours des années 1950, 1960, 1968 (Ministère des Affaires économiques).

L'introduction de l'informatique pourrait avoir une influence favorable sur les coûts directs en main-d'œuvre d'élaboration des statistiques. En effet, on constate au cours de la période 1960-68 que :

- 1^o) le parc-machine ainsi que le nombre d'heures prestées par le personnel ont diminué d'où réduction des coûts. Ceci est probablement dû à l'emploi de machines plus perfectionnées ainsi qu'en témoigne l'évolution du budget de location de matériel mécanographique qui a plus que décuplé en 10 ans.

Année	1950	1960	1970
Frais de location de matériel mécanographique (en millions de francs)	n.d.	4,0 ¹	41,9 ²

Sources : 1. Estimation

2. Budget 1970 du Ministère des Affaires économiques (Document des Chambres).

- 2°) La part relative du temps consacrée aux tâches statistiques normales de l'I.N.S. a été réduite : le temps ainsi épargné a probablement permis à l'I.N.S. soit d'améliorer sa gestion, soit de préparer ou réaliser de nouveaux travaux en dehors du cadre habituel de ses activités.

Il est difficile de dire dans quelle mesure ces avantages ont été compensés par le coût des installations modernes. Ce qui semble probable, par contre, est que l'accélération de l'élaboration des chiffres constatés de 1960 à 1970 est au moins, en partie, due aux progrès de l'informatique.

APPLICATION DES STATISTIQUES DANS LES TECHNIQUES DE LA CONSTRUCTION

R. D'HAVE

*Bureau de Contrôle
pour la Sécurité de la Construction en Belgique, SECO*

1. Introduction.

La conception et l'exécution d'une structure entraînent des décisions qui dans l'optique actuelle des constructeurs se prennent en faisant largement appel aux notions de probabilité et de statistique.

Il faut tout d'abord connaître les sollicitations auxquelles la structure sera soumise, nombre d'entre elles sont aléatoires.

Ensuite il faut choisir les matières constitutives de la structure dont les propriétés ne sont connues que statistiquement.

Puis on doit calculer la structure et là aussi qu'il s'agisse de béton armé, d'acier ou d'autres matériaux, les méthodes de calcul actuelles sont basées sur l'interprétation statistique d'un grand nombre d'expériences.

Sur chantier il faut réceptionner les matériaux, c'est-à-dire vérifier si leurs caractéristiques répondent bien à celles considérées lors de la conception, de plus en plus couramment on utilise à cet effet l'étude statistique des résultats d'essais.

Enfin un ouvrage doit répondre à diverses exigences de confort souhaitées par ses occupants, et c'est statistiquement que l'on détermine les niveaux à atteindre.

2. Sollicitations des ouvrages.

D'une manière générale les sollicitations des ouvrages comportent :

- les charges permanentes, y compris le poids propre de l'élément considéré,
- les surcharges provenant de l'utilisation de l'ouvrage,

- les charges climatiques : action du vent, de la neige, des variations de température, du gel, de l'ensoleillement,
- diverses autres actions telles que retrait, fluage, vibrations,
- éventuellement les effets sismiques, et d'autres phénomènes tels que marées, crues des rivières, variations de la nappe aquifère, érosion, avalanches, tassements miniers.

Ce vaste domaine est probablement celui où les données statistiques font le plus défaut et cependant l'influence que peut avoir une meilleure connaissance des sollicitations sur l'économie finale et la sécurité d'un ouvrage est loin d'être négligeable. Les quelques exemples qui suivent en donneront une idée.

Charges permanentes.

La principale cause de variation réside dans la valeur du poids spécifique aussi bien des matériaux composant la structure que du contenu. Le fait par exemple que le poids spécifique du béton, plus ou moins armé, peut varier de 2,2 à 2,5 représente déjà une marge de plus de 10 %.

D'autre part, les dimensions des éléments de structure ne sont réalisées que dans le cadre d'un système de tolérances, ce qui introduit à nouveau une variation possible de plusieurs pour cent.

Surcharges.

Les surcharges sont en général définies dans les normes sans toutefois qu'il y ait eu d'étude statistique poussée de ce qui peut effectivement exister d'après la destination de la construction. Une telle étude est en cours notamment au Building Research Station en Grande-Bretagne.

Les charges climatiques.

La durée moyenne de vie d'une construction varie suivant sa destination :

- de 30 à 50 ans dans les cas des habitations et immeubles de bureaux,
- parfois plus dans les cas particuliers d'ouvrages peu accessibles ou très coûteux tels que ponts ou murs de quai.

Il faut donc considérer qu'une construction sera presque certainement soumise à tel phénomène naturel ayant la probabilité de se produire au moins une fois tous les trente ans.

Bien entendu, il faut distinguer les parties de construction en fonction de l'importance du dommage qu'entraînerait leur destruction complète ou partielle : on peut, par exemple, tolérer qu'un vent exceptionnellement violent

entraîne des bris de vitres, ou que telle pluie exceptionnelle sature momentanément un égout. Par contre, la stabilité d'ensemble et des parties essentielles doit être assurée dans tous les cas.

On est ainsi amené à définir :

- *les facteurs climatiques extrêmes normaux*, pour lesquels les exigences normales de toutes les parties de la construction doivent rester satisfaites. En général on considère ici une valeur du facteur climatique qui n'est atteinte ou dépassée qu'une fois par an,
- *les facteurs climatiques extrêmes exceptionnels*, pour lesquels il faut assurer la stabilité d'ensemble et la bonne tenue des parties essentielles. On prend ici en considération la valeur du facteur climatique qui peut être atteinte ou dépassée une fois durant la vie de l'ouvrage.

Qu'il s'agisse de la neige, du vent, de la pluie, de la température, de l'ensoleillement ou de l'hygrométrie de l'air, un ensemble de données résultant d'études statistiques menées avec la collaboration des Instituts Météorologiques devraient être rassemblées à l'échelle internationale.

Effets des séismes.

Il s'agit ici d'un problème qui heureusement en Belgique n'a qu'une importance réduite.

Le coût des mesures de protection antisismiques s'élève rapidement avec le niveau de sollicitation envisagé dans les calculs. Ce niveau se choisit, par l'application des règles d'un code de construction antisismique, sur des bases de nature essentiellement probabiliste et statistique. La possibilité d'apparition d'intensités plus élevées que celles considérées, pour faible qu'elle soit, n'est pas nulle; la protection ainsi obtenue est qualifiée de nominale.

Dans certains cas aucune défaillance ne peut être tolérée, il s'agit d'ouvrages pour lesquels un dommage même mineur peut entraîner des conséquences incalculables. Il en est ainsi des réacteurs nucléaires pour lesquels une fuite incontrôlée de produits radio-actifs peut entraîner une menace biologique grave pour toute une population. Pour de tels ouvrages on réalise ce que l'on appelle une protection intrinsèque.

3. Calcul des ouvrages.

Beaucoup d'accidents graves de construction résultent du cumul d'une série d'erreurs, d'omissions, de mauvaises interprétations qui considérées individuellement n'auraient pas eu les mêmes conséquences.

De telles fautes peuvent s'éliminer en améliorant la formation des édificateurs, en incitant ceux-ci à se contrôler et éventuellement à recourir à un contrôle extérieur. C'est ce dernier rôle que remplit un organisme comme SECO, sa mission étant d'agir sur les divers facteurs perturbateurs des risques de construction de façon à les maintenir dans des limites raisonnables, pratiquement et économiquement réalisables.

Dans mon exposé ce n'est cependant pas cet aspect du problème que je voudrais aborder mais bien celui des principes généraux de sécurité des ouvrages du bâtiment et du génie civil.

Résumant une étude en cours au Comité technique 98 de l'Organisation internationale de Normalisation ISO, je dirai qu'il s'agit de définir une méthode de calcul du comportement et de la résistance des structures dans leur ensemble et de leurs éléments constitutifs, soumis à des sollicitations connues ou prévisibles, en vue de réaliser et de maintenir un degré de sécurité approprié.

3.1. Méthodes de calcul.

D'une manière générale on peut distinguer les types suivants de méthodes de calcul :

1. *Suivant le mode d'introduction des coefficients relatifs à la sécurité.*
 - a) La méthode dite des *contraintes admissibles* où la sécurité est assurée en comparant les contraintes maximales sous charges qui se produisent dans un élément de structure, calculées en régime élastique, à des fractions de la limite élastique ou de la résistance des matériaux utilisés. Les coefficients par lesquels ces caractéristiques de la matière sont divisées sont appelés *coefficients de sécurité*. Cette méthode dite « classique » était jusqu'il y a peu de temps à la base de la plupart des normes de conception des ouvrages;
 - b) La méthode dite *d'états-limites*, dans laquelle les sollicitations extérieures (ou les sollicitations intérieures qui en résultent telles que moments fléchissants, efforts tranchants ou moments de torsion) sont comparés à la résistance correspondante de la structure, tandis que les effets des sollicitations de service sont comparés à des valeurs prescrites.

On distingue ainsi des *états-limites ultimes* qui correspondent à la valeur maximale de la capacité portante compte tenu des phénomènes de fatigue et des *états-limites d'utilisation* qui dépendent de l'utilisation normale (déformations limitées, fissuration réduite, absence de vibrations excessives) et de la durabilité.

2. *Suivant la conception même des conditions de sécurité.*

- a) *Les méthodes déterministes* de calcul, dans lesquelles les paramètres de base sont considérés comme non aléatoires.
- b) *Les méthodes probabilistes* de calcul, dans lesquelles les paramètres de base sont considérés comme aléatoires.
- c) *Les méthodes mixtes*, découlant d'une combinaison des méthodes précédentes et que l'on peut définir comme méthodes *semi-probabilistes d'états-limites*.

Afin de préciser les idées je développerai à présent quelque peu l'application de ces méthodes nouvelles de conception des structures au calcul des ouvrages en béton armé.

3.2. Calcul des ouvrages en béton armé.

3.2.1. Méthodes probabilistes.

Un exemple typique est fourni par la méthode de calcul du Professeur Raymond Baus de l'Université de Liège.

Elle est basée sur le fait que la nature complexe du béton armé et le caractère dispersé des résistances de ses constituants confèrent à la sollicitation ultime qu'un élément de construction peut supporter un caractère aléatoire. La détermination de la sollicitation maximum admissible en service se fait alors en considérant la sécurité sous forme d'une *probabilité de ruine* et en limitant la sollicitation admissible à une valeur telle que cette probabilité de ruine soit très faible.

L'analyse statistique d'environ 1500 essais sur poutres en béton armé a permis au Professeur Baus d'établir une série d'abaques destinés à vérifier ou à calculer des poutres de différents types soumises à flexion.

La figure 1 concerne le cas d'une poutre à section rectangulaire, simplement armée, soumise à flexion simple; elle montre comment se distribuent deux variables pairées

$$x = \omega \cdot \sigma_e \quad \text{et} \quad y = M_0 / bh^2$$

en cas de rupture par insuffisance de l'acier.

- ω : proportion d'armature longitudinale de traction par rapport à la section de la pièce
 σ_e : limite élastique de l'acier (réelle s'il s'agit d'un acier à palier, sinon conventionnelle à 0,2 %)
- M_0 : moment fléchissant de rupture
 b : largeur de la pièce
 h : hauteur de la pièce
 M_0/bh^2 : moment unitaire de rupture.

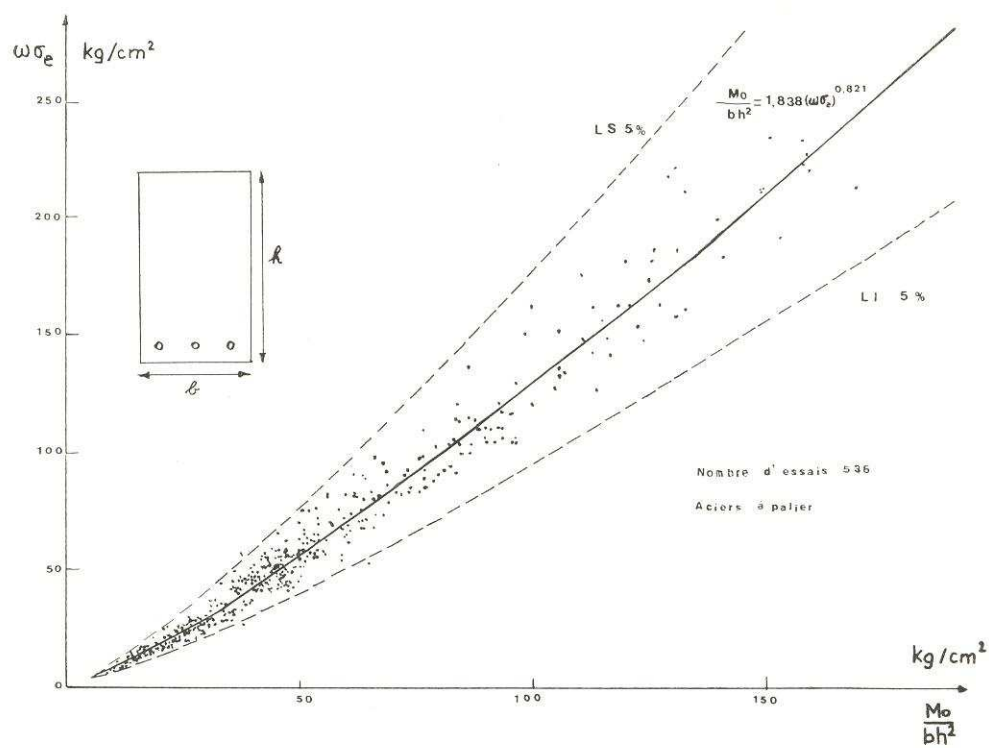


Fig. 1. — Béton armé, rupture par insuffisance de l'acier.

L'expression générale du moment unitaire de rupture est de la forme

$$M_0/bh^2 = f(\omega \cdot \sigma_e)$$

L'étude de la corrélation statistique des résultats d'essai conduit à l'expression suivante :

$$M_0/bh^2 = 1,838 (\omega \cdot \sigma_c)^{0,821}$$

Cette expression est représentée à la figure 1 de même que les courbes limitant les intervalles de confiance au seuil de probabilité de 5 %.

La figure 2 concerne le cas de rupture par insuffisance du béton, les deux variables pairées étant

$$x = \sigma'_{cyl} \quad \text{et} \quad y = M_0/bh^2$$

avec σ'_{cyl} : résistance à la compression du béton mesurée sur cylindre de 15 cm de diamètre et de 30 cm de hauteur.

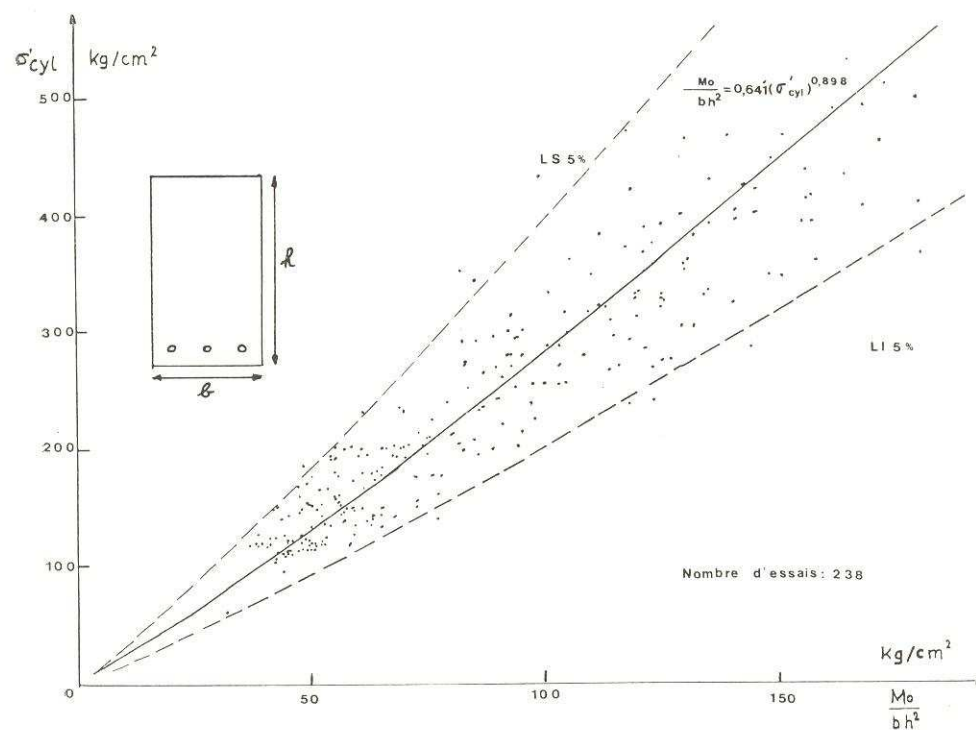


Fig. 2. — Béton armé, rupture par insuffisance du béton.

L'étude par la corrélation statistique des résultats d'essais conduit cette fois à la relation

$$M_0/bh^2 = 0,641 (\sigma'_{cyl})^{0,898}$$

Cette expression est représentée à la figure 2 ainsi que les courbes limitant les intervalles de confiance au seuil de probabilité de 5 %.

La combinaison de ces deux figures fournit l'abaque 1 repris à la figure 3 qui permet de déterminer aisément le moment de rupture le plus probable d'une poutre dont on connaît les caractéristiques de l'acier $\omega \cdot \sigma_e$ et du béton σ'_{cyl} . A chacune de ces valeurs correspond sur l'abaque une valeur de M_0/bh^2 , la plus petite des deux donne le moment de rupture le plus probable et l'on sait immédiatement s'il s'agit de rupture par insuffisance d'acier ou de béton.

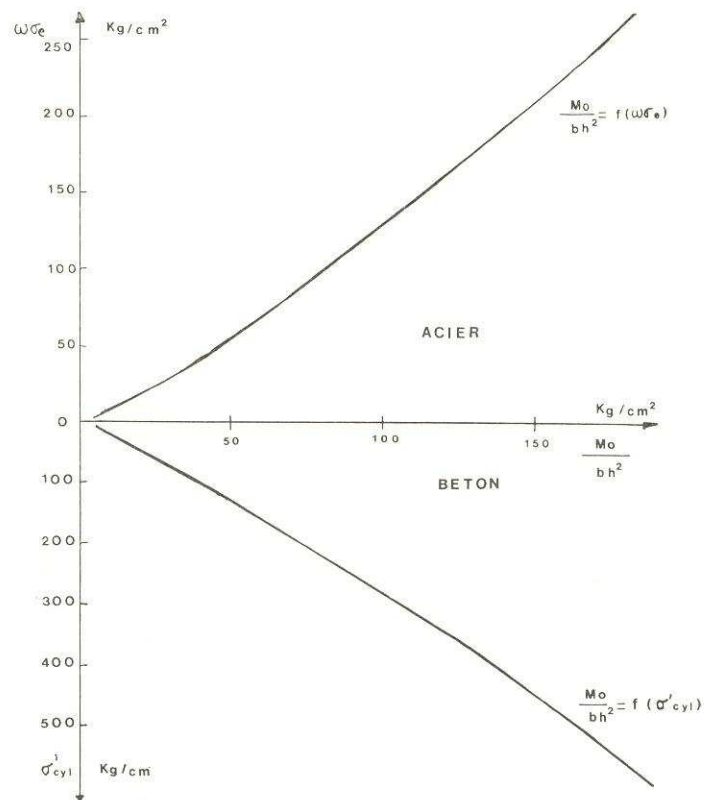


Fig. 3. — Béton armé, abaque de calcul.

On peut aussi tracer des courbes d'égale probabilité de rupture et l'on obtient alors l'abaque 2 repris à la figure 4.

En général, on impose que le risque de ruine présente une probabilité inférieure à 10^{-6} .

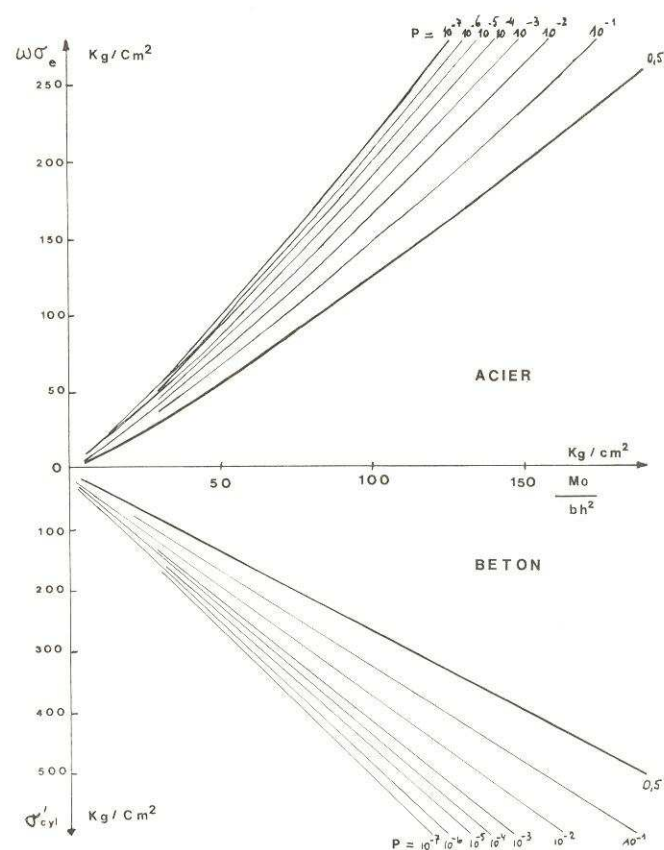


Fig. 4. — Béton armé, probabilité de ruine.

3.2.2. Méthode mixte.

Etant donné qu'une analyse probabiliste complète de la sécurité exige la connaissance des lois de distribution des charges agissant sur la structure, également de la variabilité des propriétés mécaniques des matériaux utilisés ainsi que des variations des dimensions géométriques de la structure, données qui actuellement ne sont pas toutes disponibles, il est apparu nécessaire de simplifier le problème.

C'est ce qui a été fait par le Comité Européen du Béton et la Fédération Internationale de la Précontrainte.

Le principe de la méthode élaborée par ces associations consiste

1. à prendre en compte des *valeurs caractéristiques* des résistances mécaniques des matériaux et des sollicitations extérieures. Chaque valeur caractéristique est déterminée en limitant la probabilité que les valeurs effectives en diffèrent;
2. à couvrir les autres facteurs d'incertitude en transformant ces valeurs caractéristiques en *valeurs de calcul* en les multipliant par certains coefficients;
3. à vérifier que les sollicitations de calcul sont au plus égales à celles qui peuvent être supportées par la structure dans l'état limite considéré.

Les *résistances caractéristiques* des matériaux σ_k sont déterminées sur la base d'une loi normale de distribution et en fixant à 5 % la probabilité qu'elles ne soient pas atteintes.

On a dès lors

$$\sigma_k = \sigma_m - 1,64 s = \sigma_m (1 - 1,64 \delta)$$

σ_m : moyenne arithmétique des résultats d'essais

s : écart-type

δ : coefficient de dispersion.

Les *valeurs caractéristiques des sollicitations extérieures* S_{ek} sont celles qui présentent une probabilité, acceptée à priori, de ne pas être dépassées pendant la vie prévue de la construction

Elles sont données par la relation

$$S_{ek} = S_{em} (1 - k \cdot \delta), \text{ dans laquelle}$$

S_{em} : désigne la valeur de la charge extérieure la plus défavorable ayant une probabilité 0,5 d'être dépassée une seule fois pendant la vie prévue de la construction

δ : coefficient de dispersion de la distribution des charges extérieures maximales

k : coefficient dépendant de la probabilité d'avoir des charges de valeur plus élevée que S_{ek} .

Les données concernant les valeurs caractéristiques des sollicitations sont encore fragmentaires; à titre indicatif, je citerai les valeurs des coefficients de dispersion observés :

- pour les charges permanentes : de 0 à 0,15
- pour les charges variables : de 0,10 à 0,20.

Les résistances de calcul sont définies par la relation

$$\sigma^* = \sigma_k / \gamma_m$$

Le coefficient de minoration γ_m tient compte des imperfections de chantier.

Pour l'acier, le C.E.B. recommande d'adopter pour le coefficient de minoration γ_m la valeur 1,15. Dès lors pour l'acier doux A 37, dont la limite élastique garantie est de 2400 kg/cm², la résistance de calcul vaut

$$\sigma^* = 2400 / 1,15 = 2090 \text{ kg/cm}^2$$

Pour le béton, le coefficient doit être sensiblement plus grand, car les circonstances pouvant affecter sa résistance sont plus nombreuses; le C.E.B. préconise l'adoption d'un coefficient de minoration γ_m de 1,5, aussi bien en compression qu'en traction.

Dès lors, si la résistance moyenne à la compression mesurée sur cubes d'un béton est de 400 kg/cm² et le coefficient de dispersion de 0,15, la résistance de calcul au seuil de probabilité de 5 % vaut

$$\sigma_b^* = \frac{400 (1 - 1,64 \times 0,15)}{1,5} = 166 \text{ kg/cm}^2$$

Les sollicitations de calcul sont déterminées au moyen de la relation

$$S^* = \gamma_s \times S_k$$

Le coefficient de majoration γ_s tient compte entre autres de la possibilité d'intervention de sollicitations extérieures plus défavorables que les sollicitations caractéristiques, de l'influence d'hypothèses de calcul simplificatrices, de l'inexactitude géométrique des sections et de la structure, de la probabilité réduite que les différentes sollicitations extérieures atteignent simultanément leur valeur caractéristique.

Un coefficient de 1,4 représente une valeur courante du coefficient de majoration γ_s des charges caractéristiques.

Dans le cas particulier de la poutre à section rectangulaire, simplement armée, soumise à flexion simple, la condition que la sollicitation de calcul soit inférieure à la résistance de calcul se traduit alors par l'expression

$$\gamma_s \frac{M}{bh^2} \leq \omega \sigma_a^* \left(1 - \frac{\omega}{2} \frac{\sigma_a^*}{\sigma_b^*} \right)$$

4. Appréciation de la qualité des matériaux.

L'on se trouve ici dans un domaine bien connu, je voudrais cependant quelque peu m'étendre sur l'appréciation de la qualité de deux constituants essentiels des structures : le béton et l'acier.

4.1. Bétons.

4.1.1. Généralités.

Nous avons vu que la qualité du béton durci est l'un des éléments déterminants dans l'estimation du degré de sécurité d'une structure en béton armé.

Le contrôle de cette qualité porte surtout sur les caractéristiques mécaniques du béton, notamment sa résistance à la compression; celle-ci est mesurée par l'écrasement d'éprouvettes cubiques ou cylindriques; ces éprouvettes sont moulées, conservées et écrasées dans des conditions normalisées. On dispose ainsi pour chaque ouvrage d'un certain nombre de résultats (parfois en petit nombre) qu'il faut interpréter.

L'utilisation dans ce but des méthodes statistiques a déjà fait l'objet de nombreuses études parmi lesquelles je citerai celles du Prof. Rüschi de Munich (Statistische Analyse der Betonfestigkeit) et celles du Prof. Lambotte de l'Université de Gand (Beoordeling van betondruksterkte door statistische interpretatie van drukproeven).

Dans la suite de l'exposé c'est surtout de notre expérience dans le domaine du béton préparé qu'il sera question et des tendances actuelles, notamment en matière de normalisation.

4.1.2. Béton préparé en centrale.

4.1.2.1. Définition et historique.

Par béton préparé (ready mixed concrete) il faut entendre le béton fabriqué dans des installations fixes appelées centrales à béton, et livré sur chantier par camions malaxeurs, avant la prise du ciment.

Cette industrie, dont l'origine remonte à environ 50 ans, n'a vraiment pris son essor que vers 1930 aux Etats-Unis et dans les pays scandinaves; en Belgique, la première centrale à béton a été mise en activité en 1948 dans la région anversoise, mais ce n'est qu'à partir de 1959 que le développement s'est produit à un rythme accéléré.

A l'heure actuelle plus de 80 centrales sont installées en Belgique, produisant en tout près de 4 millions de mètres cubes de béton par an et consommant 27 % de la totalité du ciment utilisé dans le pays; elles groupent une flotte de 700 camions malaxeurs.

C'est en 1961 que le bureau SECO a été sollicité par un groupe de centrales à béton pour organiser le contrôle de la production.

Dans la suite ce contrôle s'est étendu aux centrales faisant partie de l'Association Professionnelle du Béton Préparé et, depuis le début de 1969, il donne lieu à l'octroi de la marque de conformité aux normes BENOR.

4.1.2.2. Principes du contrôle.

Le contrôle est basé :

- a) sur l'*auto-contrôle de la centrale* comportant notamment des écrasements de cubes de béton durci, effectués dans son propre laboratoire
- b) sur les *visites périodiques* faites par l'organisme de contrôle et les *essais complémentaires* effectués par celui-ci en laboratoires extérieurs, en vue de recouper par sondage les résultats de la centrale.

Le *critère principal d'appréciation* de la qualité est la *résistance* à la compression mesurée sur cubes écrasés à 28 jours d'âge. En vue de constituer des populations relativement homogènes, les bétons sont classés par composition et par catégorie de consistance, l'étendue de chaque catégorie étant suffisamment faible pour limiter la dispersion; à chaque type de béton correspond une résistance à atteindre.

4.1.2.3. Interprétation des résultats par un système de cotation.

Lorsqu'il s'est agi d'interpréter les résultats d'essais, nous avons imaginé un système assez empirique mais très pratique de cotation en nous inspirant de ce qui avait été fait pour les bétons de chantier.

Si R_g est la résistance caractéristique garantie et R le résultat obtenu, celui-ci est apprécié et coté comme suit :

Valeur de R	Appréciation	Cotation
$R > 1,2 R_g$	TRES BON	1
$1,05 R_g < R \leq 1,2 R_g$	BON	2
$0,97 R_g < R \leq 1,05 R_g$	SATISFAISANT	3
$R \leq 0,97 R_g$	FAIBLE	4

La cotation moyenne caractérise la production d'une centrale pour la période relative aux résultats considérés.

Ce système a l'avantage de permettre l'appréciation globale des résultats d'une centrale même si le nombre de résultats est trop faible pour permettre une analyse statistique valable; en effet, vu la grande diversité des types de béton, il faut parfois pour certains de ceux-ci attendre plusieurs mois avant de disposer, dans une centrale donnée, d'un nombre suffisant de résultats.

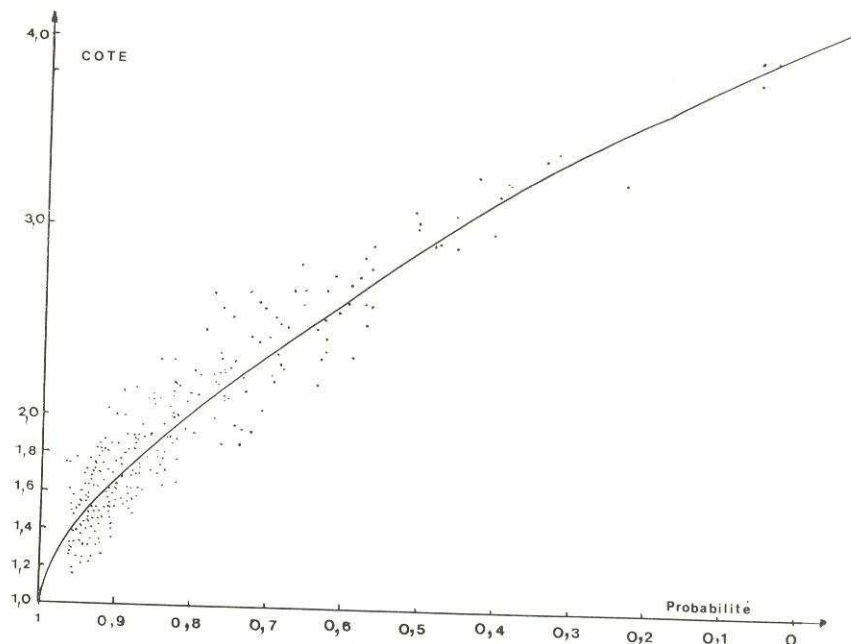


Fig. 5. — Béton préparé, relation entre cotation et probabilité.

La figure 5 définit la relation qui existe entre la cotation et la probabilité d'obtention de la résistance caractéristique garantie. On voit que la cote 1,5 correspond à une probabilité de 95 %.

4.1.2.4. *Interprétation par l'analyse statistique.*a) *Caractère de la population.*

Avant d'envisager une interprétation statistique, il y avait lieu de s'assurer qu'une population de résultats d'écrasement d'éprouvettes d'un même type de béton a une distribution voisine d'une distribution type connue.

Pour plusieurs populations d'éprouvettes de béton, nous avons vérifié que la déviation maximum entre les points de la courbe des fréquences cumulées et la droite de Henry la plus probable restait dans les limites permettant de considérer la distribution comme normale.

Divers auteurs, et notamment Rüsch, l'avaient déjà constaté et nous n'avons fait que confirmer cette hypothèse.

b) *Critère statistique.*

Pour pouvoir appliquer l'analyse statistique, il faut que le critère imposé ait une signification probabiliste.

Nous avons donc admis que la résistance à garantir devait l'être avec une probabilité de 0,95, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une *résistance caractéristique*

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 s$$

c) *Relation entre écart-type et moyenne.*

Nous avons pu vérifier que, pour le béton, la loi qui relie les écarts-types à la moyenne est linéaire mais que les dispersions sont cependant assez importantes. C'est ainsi que l'intervalle de confiance au seuil de probabilité de 90 % dépasse la moitié de la valeur correspondant à la droite de proportionnalité.

Les trois causes principales de dispersion des résultats sont : les variations entre gâchées, les variations à l'intérieur d'une gâchée et l'imperfection des moyens de contrôle (modes de prélèvement, de confection, de conservation et d'écrasement des cubes).

Viennent ensuite la variation des qualités intrinsèques des composants du béton qui en centrale sont strictement contrôlés.

En d'autres termes, la dispersion caractérise davantage la qualité de la fabrication que la qualité des composants.

Nous croyons donc que chaque centrale se caractérise par un facteur propre de dispersion qui varie relativement peu en fonction des différents types de béton qu'elle fabrique.

d) *Echantillonnage.*

Jusqu'à ces derniers temps, la tendance était de prélever un assez grand nombre d'éprouvettes d'une même gâchée.

Or on peut établir que si l'écart-type d'une gâchée est de 15 kg/cm^2 , valeur courante, celui de n moyennes de 3 éprouvettes est de 45 kg/cm^2 et celui de n moyennes de 2 éprouvettes de $45,4 \text{ kg/cm}^2$, soit seulement 1 % de plus.

On voit donc que, pour un même nombre de prélèvements dans des gâchées différentes, la valeur de l'information est peu influencée si chaque prélèvement ne comporte que deux cubes d'une même gâchée au lieu de trois et qu'il y a intérêt à augmenter plutôt le nombre de prélèvements dans des gâchées différentes pour améliorer l'information.

e) *Cartes de contrôle.*

L'emploi de cartes de contrôle dans les centrales à béton est actuellement en préparation.

Rappelons que lorsque l'écart-type d'une fabrication varie peu il est possible de déterminer des limites entre lesquelles les résultats doivent se situer avec une probabilité déterminée, tant que la fabrication n'est pas dérégulée.

En général on adopte :

- a) les limites inférieures et supérieures de *surveillance* (L_{is} et L_{ss}) qui correspondent à la probabilité 0,95 d'avoir des résultats entre ces limites
- b) les limites inférieures et supérieures de *contrôle* (L_{ic} et L_{sc}) qui correspondent à la probabilité 0,99 d'avoir des résultats entre ces limites.

Lorsque les résultats individuels se situent entre les limites de surveillance tout va bien, si les résultats se situent entre les limites de surveillance et de contrôle il y a tendance au déréglage, hors des limites de contrôle il y a presque sûrement déréglage.

Un exemple de carte de contrôle pour béton est donné à la figure 6.

On y distingue deux parties :

- la partie supérieure relative à la moyenne des 3 cubes d'un même prélèvement
- la partie inférieure relative à l'écart entre valeurs extrêmes d'un prélèvement (range).

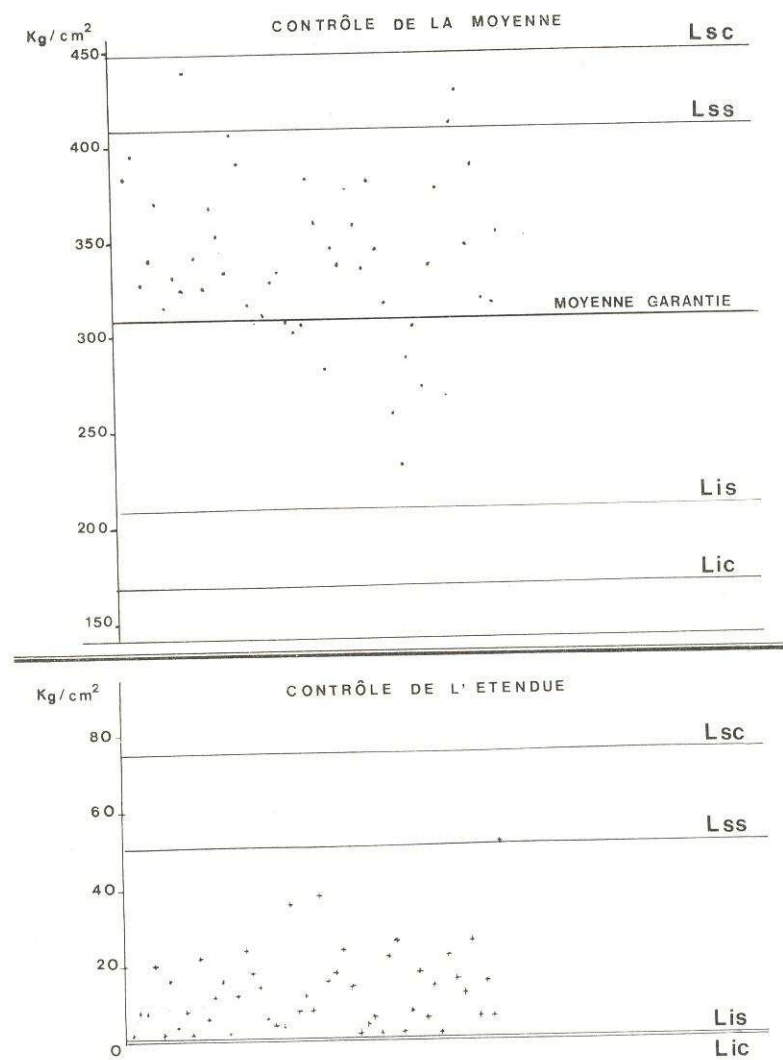


Fig. 6. — Béton préparé, carte de contrôle.

La première partie renseigne sur la dispersion entre gâchées et la seconde sur la dispersion à l'intérieur d'une même gâchée.

En cas de déréglage la recherche des causes se trouve facilitée.

4.2. Aciers.

Les aciers pour béton se prêtent mieux encore que les bétons au contrôle et à la réception par les méthodes statistiques, car en général les coefficients de dispersion sont plus faibles et moins variables que pour les bétons; c'est aussi le genre de produit pour lequel un contrôle statistique est relativement aisé, les populations étant importantes du fait que de petites éprouvettes peuvent être prélevées en grand nombre.

Je commenterai rapidement la norme belge NBN 694.1 relative aux *armatures pour précontrainte* qui pour la première fois en Belgique a introduit les méthodes statistiques de réception.

Les aciers de précontrainte se présentent généralement sous forme de fils étirés d'acier dur, de faible diamètre (2 à 10 mm). L'essai principal consiste à vérifier la résistance à la traction de ces fils, à partir d'un petit nombre d'éprouvettes.

Dans la norme la valeur de la moyenne est considérée comme mesure de la qualité et par conséquent la méthode d'échantillonnage se traduit par un contrôle de la moyenne.

Deux données de départ permettent d'établir le plan opératoire de contrôle :

- a) la première est fournie par le producteur qui à partir d'essais préliminaires effectués en cours de fabrication donne la distribution de la charge de rupture de l'acier. Cette distribution est caractérisée par sa moyenne m_0 et son écart-type σ
- b) la deuxième donnée provient de l'utilisateur qui choisit la valeur garantie V_g . A partir de cette valeur une deuxième distribution est construite de telle façon que la probabilité de rencontrer une charge de rupture inférieure à V_g soit de 2,27 %.

De plus on suppose que l'écart-type reste le même que celui mesuré par le producteur.

La moyenne de cette deuxième distribution vaut dès lors

$$m_1 = V_g + 2\sigma$$

Cette deuxième distribution est une distribution théorique minimale à laquelle la distribution des essais préliminaires doit être supérieure.

Le contrôle de la moyenne revient à vérifier si la moyenne $\bar{X}$ des résultats fournis par prélèvement de n éprouvettes provient soit d'un lot dont la moyenne est égale à m_0 , soit d'un lot ayant comme moyenne m_1 .

Dans le premier cas, la fourniture peut être considérée comme conforme à la qualité annoncée par le fournisseur tandis que dans le second il faut conclure qu'elle s'en écarte nettement.

Pour effectuer ce test, la moyenne $\bar{X}$ est comparée à une valeur moyenne $\bar{X}^*$, dite de référence, valeur déterminée de telle façon que :

- le risque de conclure erronément que la moyenne du lot est m_1 alors qu'elle est en réalité m_0 est de 2,5 %, il s'agit du risque du fournisseur
- et de même que le risque de conclure erronément que la moyenne du lot est m_0 alors qu'elle est en réalité m_1 est également de 2,5 %, il s'agit du risque du client.

Le nombre d'éprouvettes à prélever dépend du rapport $\frac{m_0 - m_1}{\sigma}$, un tableau de la norme le donne immédiatement. Le même tableau permet de déterminer $\bar{X}^*$.

Si, par exemple, on doit réceptionner un lot de fils de 7 mm (section 38,5 mm²) pour lequel :

la résistance garantie : $V_g = 5775$ kg (150 kg/mm²)

la moyenne annoncée par le producteur : $m_0 = 5991$ kg (155,6 kg/mm²)

l'écart-type annoncé par le fournisseur : $\sigma = 62$ kg (1,6 kg/mm²)

on peut calculer : $m_1 = V_g + 2\sigma = 5775 + 2 \times 62 = 5899$ kg (153,2 kg/mm²)

$$\frac{m_0 - m_1}{\sigma} = \frac{5991 - 5899}{62} = 1,48$$

Le norme donne :

$$n = 7$$

et $\bar{X}^* = V_g + 1695 = 5944$ kg (154,38 kg/mm²)

La moyenne $\bar{X}$ de 7 essais doit être supérieure à 5944 kg et la décision est prise sans appel possible.

5. Problèmes de confort.

Traditionnellement, dans les siècles passés, bâtir c'était répondre à un programme défini en appliquant des procédés éprouvés. L'utilisateur n'imaginant pas autre chose se satisfaisait de la répétition de ce qu'il avait toujours vu.

Ce système a subi de nombreuses atteintes et particulièrement lors de l'apparition des équipements de confort. Se sont alors précisées une série de conditions d'habitabilité ayant pour but de satisfaire les exigences psychophysiologiques de l'homme, notamment en matière de chauffage, d'éclairage, naturel ou artificiel, et d'acoustique.

Ici s'introduit la notion de performance, c'est-à-dire d'obtention d'un résultat dont le niveau est imposé. Cette notion permet une grande souplesse de réalisation et laisse la voie ouverte au progrès, puisqu'elle donne la possibilité de satisfaire librement aux exigences par différentes solutions techniques. Elle nécessite cependant la détermination des niveaux de performance à atteindre. C'est un problème vaste et compliqué qui dépend de la réponse de l'occupant d'un bâtiment à diverses stimulations physiques, sa solution implique de nombreuses mesures quantitatives des stimulations et qualitatives des réactions des occupants. L'interprétation de telles observations doit nécessairement se faire par l'analyse statistique.

6. Conclusions.

Le bref aperçu que j'ai pu vous donner des applications actuelles de la statistique dans les techniques de la construction vous aura montré qu'elles y ont introduit un esprit nouveau, plus réaliste, et qui très rapidement a permis de développer des théories originales dans le domaine de la sécurité de même que dans celui du confort, tout en respectant au mieux les règles strictes de l'économie.

J'ai aussi fait ressortir que beaucoup reste à faire, car dans diverses branches les données statistiques manquent encore. Les efforts se poursuivent cependant et c'est ainsi que l'Institut Belge de Normalisation vient, à ma suggestion, de décider de reprendre les travaux de sa Commission d'étude de l'action du vent sur les constructions, le but étant d'adapter les normes actuelles aux idées que j'ai esquissées.

J'ai dû limiter mon exposé à quelques exemples mais, pour terminer, je voudrais souligner ma conviction que l'apport de la statistique dans les nombreuses recherches en cours dans le domaine de la construction contribuera à l'accomplissement rapide de grands progrès dans cet important secteur industriel.

EEN ECONOMETRISCH PROGNOSE- EN DECISIEMODEL VOOR BELGIE

Ch. VAN HERBRUGGEN
Ministerie van Economische Zaken

1. Economerische modellen als prognose-instrument.

1.1. Een model is een afbeelding van de werkelijkheid — in casu de economische kringloop — door middel van een systeem van samenhangen of vergelijkingen tussen meetbare grootheden, de variabelen (1). Deze afbeelding is slechts approximatief, maar zij geeft inzicht in de mechanismen waarvan de « policy-maker » zich zal bedienen (2).

Alleen meetbare grootheden kunnen in de vergelijkingen van het model worden opgenomen. Niet-meetbare elementen kunnen in sommige gevallen toch wel, op een benaderende wijze, worden uitgedrukt met behulp van fictieve variabelen waaraan conventionele waarden worden toegekend (« dummy variables ») of door middel van meetbare grootheden waarvan men weet of veronderstelt dat zij met de niet-meetbare grootheden nauw gebonden zijn. De verbetering van de statistische informatie ten spijt zal het steeds voorkomen dat een aantal factoren die het bestudeerde verschijnsel gewis beïnvloeden niet voor meting vatbaar zijn en geen plaatsvervangende variabelen bezitten. Dit is een eerste element om het approximatief karakter van de modellen aan te tonen.

Een tweede punt heeft betrekking op de keuze van de verklarende grootheden. Een variabele vertolkt steeds alle meetbare en niet-meetbare invloeden die met haar gelijktijdig collineair optreden. Verschillende combinaties van verklarende veranderlijken kunnen in aanmerking komen om éénzelfde economisch verschijnsel te verklaren, met nagenoeg dezelfde doelmatigheid (criterium : gedeelte van de variantie der te verklaren grootheid « hersamenstelbaar » met behulp van de verklarende grootheden). Op de statistische

(1) PEN J., *Moderne Economie*, Utrecht, 1958, blz. 228.

(2) TINBERGEN J., *Economic Policy : principles and design*, Amsterdam, 1956, blz. 6.

beoordeling van de empirisch vastgestelde samenhang zal de economische beoordeling de bovenhand hebben, voorzover de economische interpretatie een duidelijk optie toelaat.

Een derde bron van approximatie houdt verband met de statistische inferentie, de gebezigde regressietechniek en de aard van de gekozen veranderlijken. Tussen de werkelijkheid en de beperkte informatie waarover men beschikt bestaat gewoonlijk een onvolmaakt parallelisme; de gegevens van de steekproef zijn dan onvolkomen representatief voor het universum. Als de waarnemingsperiode kort is loopt men het gevaar de werkelijkheid slecht te benaderen; waarschijnlijkheidstests zullen ons inlichten over de betrouwbaarheid der resultaten. Maar resultaten die betrouwbaar zijn bevonden berusten op talrijke hypothesen. Macro-economische variabelen, in 't bijzonder, zijn slechts schattingen. Van een exacte meting van de nationale aggregaten zoals de particuliere consumptie en de bedrijfsinvesteringen kan weinig sprake zijn. De geleidelijke verbetering van de meettechnieken zal hier wellicht met de tijd aan verhelpen. Deze meetfouten vertekenen de kwantitatieve uitdrukking van de invloed die uitgaat van de onafhankelijke (verklarende) veranderlijken op de afhankelijke (te verklaren) veranderlijke. Alle onderzoekers zijn van dit feit wel bewust en men zal de soms aanzienlijk vermoede meetfouten indachtig zijn wanneer men econometrische resultaten beoordeelt.

De samenhangen tussen de grootheden in de vergelijkingen van het model tot uitdrukking gebracht kunnen in vier klassieke types worden ingedeeld (3) : gedrags- of reactievergelijkingen, technische vergelijkingen, institutionele vergelijkingen en definitie- of balansvergelijkingen.

Zodoende is het macro-economisch model gedefinieerd als een stelsel van vergelijkingen, die de becijferde relaties aangeven tussen de voornaamste grootheden van de economie. Een regionale of sectorale splitsing kan beoogd worden; in het hierna volgend model worden alleen nationale aggregaten opgenomen.

1.2. Een dergelijk model zal dus de relaties aangeven tussen de posten van de nationale rekeningen, die de ontvangsten en uitgaven van de economische huishoudingen weergeven. Het model van de nationale boekhouding zal alleen uit balansvergelijkingen bestaan en *statisch* zijn, als men alleen het ex post evenwicht wil uitdrukken dat op een gegeven ogenblik elke economische entiteit kenmerkt. Indien men *functionele relaties* wil leggen

(3) TINBERGEN J., *Econometrics*, London, 1953, blz. 16.

tussen deze grootheden, dan komt men tot vergelijkingen van de eerste drie types. Functionele relaties worden echter steeds aangevuld met balans- en definitievergelijkingen om de coherentie van het geheel te waarborgen. Indien men daarenboven veranderlijken uit voorgaande perioden in de verklaring van de verschijnselen betreft, dan wordt het model *dynamisch*.

Daarmee is eveneens een band gelegd tussen het model en het nationaal rekeningsstelsel. Aan elk model ligt impliciet een rekeningsstelsel ten grondslag, dat naargelang het geval summier ofwel complex is. Het model dat hierna wordt ontwikkeld beoogt in beginsel alle posten van het rekeningsstelsel te voorspellen.

Het model zal trachten de economische activiteit te beschrijven onder haar diverse aspecten : de produktie, de buitenlandse handel, de inkomens, de tewerkstelling enz. Drie wegen staan open om de economische activiteit te benaderen : de berekeningswijze volgens de produktie (het bruto nationaal produkt is de som van de toegevoegde waarden der bedrijfstakken en van de rest van de wereld), de berekeningswijze volgens de inkomens (het bruto nationaal produkt is de som van alle primaire inkomens) en de berekeningswijze volgens de bestedingscomponenten (het bruto nationaal produkt is de som van het particulier verbruik, het overheidsverbruik, de investeringen en de netto-lening aan de rest van de wereld). Het model kan op één of meer dan één dezer berekeningswijzen worden afgestemd; de bestedingsmethode geniet meestal de voorkeur. Onderhavig model werkt tezelfdertijd in de inkomensoptiek en in de bestedingsoptiek. De residuele posten dienen daarbij als « buffers » om eventuele afwijkingen tussen het resultaat van de twee berekeningsmethoden op te vangen.

1.3. De modellen kunnen ingedeeld worden naar hun bestemming. Men spreekt van beschrijvende modellen, prognose-modellen en decisie-modellen. Prognose- en decisie-modellen zijn in de grond eveneens beschrijvend, maar de verklarende relaties voor de economische verschijnselen worden opgezocht in het perspectief van de benutting der verklarende veranderlijken als externe of exogene impulsen, die ofwel gegeven en oncontroleerbaar worden geacht (gegeven onafhankelijke variabelen), ofwel controleerbaar (decisionele variabelen, instrument-variabelen, « policy »-variabelen).

Elk model, maar het decisie-model in het bijzonder, laat toe *simulaties* uit te voeren, i.e. het proefondervindelijk scheppen van economische situaties die zouden ontstaan indien de exogene of decisionele grootheden bepaalde waarden zouden worden toegekend. Decisionele variabelen zijn uiteraard overheidsvariabelen en hun alternatieve waarden zijn het gevolg van alter-

natieve overheidsbeslissingen. Andere variabelen kunnen dan de betekenis verwerven van doel-variabelen (« target variables »), bijvoorbeeld de tewerkstelling of het algemeen prijspeil. Een dergelijk model laat toe de weerslag na te gaan van de ontworpen economische politiek. Men zal nochtans zeer behoedzaam te werk gaan : men staat hier immers voor een uiterst eenvoudige beschrijving van complexe economische wisselwerkingen.

Prognose- en decisiemodellen kunnen conjunctuurmodellen zijn. De periode waarop de prognose betrekking heeft zal in dit geval het jaar niet overtreffen. Men zal er tevens op letten aan het model de nodige operationele hoedanigheden te verlenen door verklarende variabelen te kiezen waaromtrent de statistische informatie zonder grote vertraging kan ingewonnen worden. In de consumptievergelijking van een prognosemodel op kwartaalbasis kan het interessant zijn de werkloosheidsvoet van de voorgaande periode te betrekken (als « plaatsvervangende » variabele van het beschikbaar gezinsinkomen dat men niet kent). Vandaar ook het nut van vertraagde (gelaggeerde) veranderlijken in de vergelijkingen van een prognosemodel.

1.4. Een verder onderscheid kan gemaakt worden tussen « grote » en « kleine » modellen. De grens tussen beide zullen we niet trekken; alnaargelang berekeningsmedia met een groter vermogen worden ontwikkeld verplaatst deze grens zich snel. Deze media hebben niet alleen betrekking op de omvang van het model, maar eveneens op de ramingstechnieken (invoering van niet-lineariteiten in het stelsel, gebruik van gevorderde estimatiemethoden zoals « three-stages-least-squares » en « full-information-maximum-likelihood »). Deze evolutie in de modelbouw kan gemakkelijk worden gevolgd in het tabellarisch overzicht dat Nerlove in 1966 gaf van de econometrische modellen die er op dat ogenblik in de wereld bestonden (4).

Een verband met de computer-mogelijkheden bestaat. De betekenis van kleinere modellen wordt daardoor niet ongedaan gemaakt. Het operationeel karakter van de grote modellen kan verminderen door het gebrek aan of het laatsttijdig beschikbaar zijn van sommige input-gegevens. Eenvoudige modellen zullen een beter inzicht geven in de fundamentele werking van de economie. Ze zullen ook beter in overeenstemming kunnen worden gebracht met de macro-economische theorie. Grote modellen, zomin als kleine modellen, zullen er nochtans nooit in slagen de verschijnselen volledig te verklaren. De intrinsieke waarschijnlijkheidscomponent van de economische processen zal, zelfs in de grote modellen, aanzienlijk zijn, bijvoorbeeld in

(4) NERLOVE M., A tabular survey of macro-econometric models, in *International Economic Review*, 1966, Nr 2, blz. 127-175.

de investeringsfunctie (5). Blijven ten slotte de statistische tekortkomingen over, die nog zeer lang, zelfs de meest geperfectioneerde modellen, een zekere vertekening zullen bezorgen en verklaringselementen zullen doen ontbreken.

1.5. Ten slotte dient elk model te worden herzien, in beginsel telkens wanneer er structurele wijzigingen optreden. Het prognosemodel moet immers regelmatig worden aangepast aan de zich wijzigende reacties van de economische subjecten. Dergelijke wijzigingen kunnen empirisch worden vastgesteld. Elke projectie of voorspelling met behulp van een model berust immers op de veronderstelling dat de structurele gedragingen in het verleden opgemerkt met dezelfde wetmatigheid in de toekomst doorwerken. In feite dient men een permanente herziening na te streven. Sauvy drukt zich als volgt uit : « La méthode (nl. prognose met behulp van een model) est acceptable et même inévitable, à condition que le modèle, doctrine simplifiée, soit constamment tenu en état de suspicion ou de révision » (6).

Het is mogelijk jaarlijks het model te herzien. De ondervinding zal uitwijzen wanneer een herziening noodzakelijk wordt.

1.7. Sinds Tinbergen's eerste model van de Amerikaanse economie in 1939 hebben de econometrische methoden om de economische relaties te beschrijven, te verklaren en te voorspellen steeds meer ingang gevonden in de centra die zich met vooruitzichten op korte termijn bezighouden. Voor vele instanties is het econometrisch model vandaag niet alleen een hulpmiddel dat inspireert, maar het instrument dat de gewenste resultaten op wetenschappelijk manier bezorgt. Deze wetenschappelijke erkenning houdt zeker verband met de inzet van uitgebreide elektronische rekenmedia, die voor het behandelen van zeer complexe vergelijkingsstelsels onmisbaar zijn. De inzet van ploegen economen bijgestaan door een gespecialiseerd uitvoeringspersoneel naast het feit dat de statistische informatie meer mogelijkheden biedt, hebben zeker bijgedragen tot het realiseren van modellen die hoog aangeschreven staan. Maar de aanwending van economische modellen voor economische prognoses vond tot nu toe weinig ingang in Europa, Nederland uitgezonderd. Proefnemingen worden evenwel ondernomen en sommige modellen zullen in een nabije toekomst operationeel zijn. Van privé-zijde

(5) KUH E., *Econometric Models : Is a New Age dawning ?*, in *The Brookings Institution Reprint Series*, Nr 100, 1965, blz. 362-369.

(6) SAUVY A., *La prévision économique*, in de reeks « *Que sais-je ?* », Nr 112, Parijs, 1958, blz. 86.

bestaan econometrische modellen voor de meeste Europese landen, waaronder enkele van Amerikaanse makelij (7).

1.8. Als Belgische econometrische modellen dienen vermeld : het « nutshell »-model van E. Van Broeckhoven (8), bestaande uit vijf simultane vergelijkingen, het korte termijn prognosemodel van Ch. De Bruyn (9), bestaande uit drie en twintig niet-simultane vergelijkingen en het testmodel door W. Van Rijckegem en Y. Langaskens (10) ontwikkeld om de kwaliteit van de N.I.S.- en D.U.L.B.E.A.-reeksen te toetsen; dit laatste model is recurrent en bestaat uit zeven reactievergelijkingen. Door J. Paelinck en T. de Biolley werd een uitgebreid model ontworpen (11) evenals door A. Van Peetersen (12).

H. Glejser heeft een partieel model voorgesteld voor prijzen, lonen en tewerkstelling (13). Talrijk zijn de vorsers die zich toelegden op de studie van individuele functies; het « Département d'Economie Appliquée » van de Vrije Universiteit (D.U.L.B.E.A.) was een vooruitstrevend centrum van econometrisch onderzoek op dat vlak. E.S. Kirschen en J. Waelbroeck en hun medewerkers publiceerden een groot aantal bijdragen op het gebied van macro-economische functies, naast de meer traditionele analyse van de nationale rekeningen. Aan de Universiteit van Leuven (o.m. Prof. Van Waeterschoot, Drèze en Barten) en op de Sint Ignatiusfaculteit (o.m. Prof. Virenque) werd het econometrisch onderzoek in recente jaren sterk gestimuleerd.

Er zijn vandaag in België een voldoende aantal geschoolde vorsers om tot de ontwikkeling van een groot model voor de Belgische economie over te gaan. Alleen kan het statistisch bezwaar daartegen worden ingeroepen. De Centrale Raad voor het Bedrijfsleven nam reeds het initiatief om alle

(7) Zie bijvoorbeeld het model voor de Italiaanse economie ontworpen door ACKLEY G. (1961), het model voor de Franse economie van M. EVANS (1967) en de modellen voor de Britse economie van L.R. KLEIN, R.J. BALL, A. HAZLEWOOD en P. VANDOME (1961) en van M. NERLOVE (1962).

(8) VAN BROECKHOVEN E., Towards a nutshell model of the Belgian economy, in Tijdschrift voor Economie, Nr 1, 1966, blz. 15-56.

(9) DE BRUYN Ch., Contribution à l'élaboration d'un modèle prévisionnel à court terme de l'économie belge, in Cahiers économiques de Bruxelles, Nr 36, 1967, blz. 513-550.

(10) VAN RIJCKEGHEM W. en LANGASKENS Y., Een statistische en econometrische vergelijking van twee stelsels van nationale rekeningen : DULBEA en N.I.S., Cahiers économiques de Bruxelles, Nr 36, 1967, blz. 551-596.

(11) Gepolyc., 27 blzn.

(12) Doctoraal proefschrift U.L.B. 1968-1969, 203 blzn.

(13) GLEJSER H., Un modèle trimestriel partiel des prix, des salaires et de l'emploi en Belgique, in Cahiers économiques de Bruxelles, Nr 35, 1967, blz. 299-319.

geïnteresseerde instanties bijeen te brengen ten einde een econometrisch model te ontwerpen voor conjunctuurprognose (14).

2. Structuur van het model.

2.1. Zowel bij de vaststelling van de structuur als geheel als bij de keuze van de structurele relaties is een zeker a prioriisme niet uit te sluiten. De modelbouwer laat zich steeds leiden door :

- 1) een zekere vooringenomenheid wat de theoretische grondslag van de nader te kwantificeren reactievergelijkingen betreft. Hij zal zich bijvoorbeeld beperken tot het verifiëren van een aantal verbruiks- en investeringstheorieën die zijn voorkeur genieten of met zijn eigen opvattingen stroken;
- 2) voorbije ervaring en proefondervindelijk onderzoek, in eigen land of in het buitenland. De onderzoeking verricht door andere vorsers kunnen een aanduiding geven in welke richting te werken of niet te werken. Het overnemen van buitenlandse structuren, voorzover deze doenwijze gerechtvaardigd is, kan op onoverkomelijke moeilijkheden stuiten : gebrek aan vergelijkbare statistieken, gebrek aan informatie betreffende de voorbereiding van het vreemde model;
- 3) de correlatieresultaten die op een zo groot mogelijk aantal statistische reeksen worden bekomen. Deze resultaten zullen de structuur bepalen, vermits het er niet zozeer op aankomt een theoretische formulering van de gedragsvergelijking na te streven, maar wel de parameters zo significant mogelijk te ramen. De meest rationele en theoretisch best gefundeerde structuur kan niet behouden blijven indien zij niet door de statistische « realiteit » wordt bevestigd;
- 4) de technische middelen die te zijner beschikking staan. Hiermee bedoelen we programmatie- en computerfaciliteiten.

Naast de economische en technische beschouwingen zal de modelbouwer de praktische benutting van het model niet uit het oog verliezen. Een prognose-model op korte termijn zal voldoende operationeel zijn om snel resultaten beschikbaar te stellen; de verklarende veranderlijken zullen derhalve oordeelkundig gekozen worden. Een decisie-model zal daarenboven voldoende gevoelig zijn aan wijzigingen van de instrument-variabelen.

(14) Centrale Raad voor het Bedrijfsleven, Advies door de Raad uit eigen beweging uitgebracht betreffende de wenselijkheid de uitwerking van een econometrisch conjunctuurmodel aan te moedigen, 28 juni 1968, 16 blzn.

Achtereenvolgens dienen opties te worden genomen wat de algemene structuur van het model aangaat (§ 2.2), de functionele vorm van de vergelijkingen en de statistische vorm van de veranderlijken (§ 2.3), de typering van de variabelen (§ 2.4) en de justeringsmethode (§ 2.5).

2.2. Het kiezen van een *simultaan stelsel* houdt een fundamentele optie in zich in. Er kan inderdaad worden aangevoerd dat de economische gedragingen niet simultaan zijn, maar recurrent. Voor een model op zeer korte termijn, met maand- of kwartaalgegevens, is recurrentie sterk aan te bevelen. Naarmate de frequentie van de waarnemingen vermindert zal het compensatie-effect van de recurrente gedragingen toenemen en voor simultaneïteit doen opteren. In een simultane structuur kunnen recurrente relaties worden opgenomen door de inbreng van vertraagde veranderlijken. Het simultaan stelsel is dan dynamisch.

In de simultane structuur die bestudeerd wordt, werd a priori getracht volgende reactie- en definitievergelijkingen te includeren :

- 1) het particulier verbruik, als een functie van het beschikbaar inkomen;
- 2) de invoer, als een functie van de globale vraag;
- 3) de export, bepaald door de buitenlandse vraag;
- 4) de bedrijfsinvesteringen, als een functie van gemeentijdige en vroegere afzetwijzigingen en van interne financieringsmogelijkheden;
- 5) de bedrijfsbezoldigingen, bepaald door de tewerkstelling en de loonvoet;
- 6) het niet-looninkomen, beïnvloed door de globale afzet;
- 7) de tewerkstelling, bepaald door de globale afzet;
- 8) de globale afzet (globale vraag), gedefinieerd volgens de bestedingsmethode;
- 9) het beschikbaar gezinsinkomen, gedefinieerd volgens de inkomensmethode;
- 10) enkele prijsvergelijkingen.

De export en de investeringen in woongebouw worden gewoonlijk buiten het simultaan stelsel bepaald. Voor de export is het evenwel noodzakelijk de waarde tegen werkelijke prijzen te deflateren door de mutatie van de exportprijzen, indien het productiepeil van de afnemerslanden als verklarende variabele wordt gekozen. Daar de exportprijzen wel tot het simultaan stelsel behoren en de export een vraagcomponent is, werd de export van meet af aan in het simultaan stelsel ondergebracht. Zoök werd getracht

de investeringen in woongebouwen, en ander vraagcomponent, in het simultaan stelsel op te nemen, als een functie van het inkomen en de overheids-subsidiëring voor sociale woningbouw. Inzake prijsvergelijkingen werd onmiddellijk gedacht aan verbruiksprijzen en groothandelsprijzen. Ze worden verondersteld onderling afhankelijk te zijn van de loonvoet en het niet-looninkomen, maar beïnvloed door exogene factoren zoals de invoerprijzen en de produktiviteit.

Dit is, in grote trekken, de voorlopige structuur van het model.

2.3. Inzake *keuze van de vergelijkingsvorm* kan de lineaire vorm van de structurele vergelijkingen gemakkelijksheidshalve als werkhypothese worden gekozen. Voor korte reeksen en voor extrapolatie over een klein aantal perioden zal de justeringswinst of het -verlies over het algemeen gering zijn. Niet-lineaire stelsels bemoeilijken anderzijds de oplossing van het model.

De lineaire functie laat talrijke mogelijkheden bestaan wat de formulering van de veranderlijken zelf betreft. In het hierna volgend model zijn de veranderlijken relatieve eerste verschillen, nl. procentuele jaarommutaties of procentuele wijzigingen t.o.v. de vorige periode :

$$x_t = \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} \cdot 100$$

De lineaire regressie tussen procentuele mutaties x_1 en x_2 , nl.

$$x_1 = k + a \cdot x_2$$

is equivalent met de parabolische regressie van de vorm $X_1 = k' \cdot X_2^a$ en de dubbellogaritmische regressie van de vorm

$$\log_e X_1 = k'' + a \cdot \log_e X_2$$

waarin a de elasticiteitscoëfficiënt is van X_1 t.o.v. X_2 ; immers

$$a = \frac{d \log_e X_1}{d \log_e X_2} = dX_1/X_1 : dX_2/X_2$$

De voordelen geboden door de lineaire vergelijkingsvorm met procentuele mutaties als veranderlijken zijn talrijk.

Het is vooreerst een functionele vorm die constante elasticiteitscoëfficiënten oplevert. In het geval van meerdere verklarende veranderlijken zijn de regressiecoëfficiënten *constante partiële elasticiteitscoëfficiënten*. Het praktisch nut ligt voor de hand : het procentueel effect van een 1 %-wijziging

der onafhankelijke veranderlijke op de afhankelijke veranderlijke kan terstond worden afgelezen.

Een tweede voordeel is de vermindering van het multicollineariteitsrisico tussen de verklarende veranderlijken. Procentuele mutaties schakelen tevens de tendens uit die impliciet in de absolute waardegegevens besloten ligt. Het corollarium is evenwel een aanzienlijk correlatieverlies. Maar het correlatie-aspect van de vergelijking is slechts één criterium bij de kwaliteitsbeoordeling van de regressieresultaten.

Ten slotte wordt met procentuele mutaties als veranderlijken de autocorrelatie van de residuen sterk verminderd. Econometrisch gezien is dit een zeer belangrijk punt. Een nadeel schuilt nochtans in de gevoeligheid van procentuele mutaties voor meetfouten op de variabelen.

Bij het afwegen van voor- en nadelen ging een uitgesproken voorkeur naar procentuele mutaties, omwille van de aanzienlijke voordelen die zij voor de estimatie en voor de interpretatie bieden.

2.4. Het opsporen van betekenisvolle relaties hebben de variabelen van de geschetste structuur noopt ons ertoe een groot aantal additionele gegevens te toetsen. Sommige daarvan worden opzettelijk ingeschakeld, nl. om het model te vervolledigen (prijs- en tewerkstellingsequaties) en om elementen voor de verklaring der afhankelijke veranderlijken bij te brengen.

Het totaal aantal veranderlijken dat in de voorbereidende fasen aan een toetsing werd onderworpen bedraagt ca. 250. Daarvan zijn uiteindelijk slechts een honderdtal overgebleven, waarvan 33 in het simultaan stelsel.

In het model treft men twee soorten veranderlijken aan : gepredetermineerde en onderling afhankelijke (endogene) veranderlijken.

1) De *gepredetermineerde variabelen* zijn :

- (i) vertraagde (gelaggeerde) variabelen die de invloed van het verleden op het heden vertolken of van het heden op de toekomst;
- (ii) exogene variabelen, die in beginsel het gevolg zijn van autonome beslissingen, die buiten de onderlinge gemeentijdige wisselwerking van de overige veranderlijken tot stand komen. Daaronder vallen de buitenlandse gegevens (zoals het invoerprijspeil), overheidsgegevens en « data » zoals de bevolking of de temperatuur;
- (iii) overheidsveranderlijken kunnen als instrument-variabelen (decisionele veranderlijken) worden beschouwd. Sommige exogene (bvb. de likwidi-

teit) en endogene (de kleinhandelsprijzen) variabelen zijn eventueel als « semi »-instrument-variabelen te beschouwen; ze worden immers beïnvloed door overheidsmaatregelen.

2) Onder de *endogene variabelen* zijn de onderling afhankelijke variabelen de meest interessante. Ze beïnvloeden elkaar onderling en gemeentijdig; zij ontstaan als gevolg van het multiplicatieproces dat ze zelf ontketenen. Buiten het simultaan stelsel kunnen endogene veranderlijken het resultaat zijn van een recurrent proces (recursief model). Onder de endogene variabelen kunnen doel-variabelen worden aangewezen. Voor de planning op korte termijn zal men alzo nagaan onder welke alternatieve combinaties van decisionele variabelen het gewenste doel kan worden bereikt en welke neven-reacties in elk afzonderlijk geval zullen worden teweeggebracht. Dit is het hoofddoel van de simulatietechniek.

2.5. Wat de berekening van de regressiecoëfficiënten der reactievergelijkingen betreft, stellen zich twee problemen :

1) een eerste heeft betrekking op de raming van regressiecoëfficiënten in een simultaan stelsel, wetende dat de onderling afhankelijke veranderlijken een niet-nulcovariantie vertonen met de storingstermen. De oplossing bestaat in het aanwenden van instrumentele variabelen, die de onderling afhankelijke veranderlijken zullen vervangen op het ogenblik dat deze laatste als verklarende veranderlijken optreden. Als instrumentele veranderlijke wordt de berekende of regressiewaarde van die veranderlijke gebruikt uit de herleide vorm van het simultaan stelsel. In elke vergelijking van de herleide vorm werden de endogene veranderlijken geregresseerd op alle gepredetermineerde veranderlijken van het simultaan stelsel.

Deze techniek is relatief eenvoudig en staat bekend als « dubbele kleinste kwadraten »-methode.

2) een tweede moeilijkheid spruit voort uit het gebrek aan vrijheidsgraden in het gereduceerd stelsel. De macro-economische reeksen zijn in België tamelijk kort (periode 1953-1967) en het aantal gepredetermineerde variabelen in een model van deze omvang kan talrijk zijn (in onderhavig geval : $18 + 1$ gepredetermineerde veranderlijken, slechts 15 waarnemingen).

De oplossing bestaat in het berekenen van orthogonale componenten en de selectie van principale componenten voor elke gereduceerde vergelijking (15).

3. Presentatie van het model.

3.1. Het simultaan stelsel.

In de 2 SLS-versie en met referentiemateriaal over de periode 1953-1967 ziet het simultaan stelsel er als volgt uit (kleine letters wijzen op procentuele jaaromzetten) (*):

$$x_t = 1,363 + \underset{(0,623)}{1,743} \sum_i b_i y_{k,i,t} + \underset{(0,335)}{1,039} p_{x,t}$$

$$s_u = 4,322 \quad R = 0,816 \quad DWS = 1,930$$

$$m_t = 0,948 - \underset{(0,142)}{0,292} b_{M,t} - \underset{(0,160)}{0,378} \Delta St/A_{-1} + \underset{(0,265)}{1,458} a_t$$

$$+ \underset{(0,259)}{0,393} (p_x - p_M) t$$

$$s_u = 2,619 \quad R = 0,948 \quad DWS = 1,697$$

$$c_t = 0,188 + \underset{(0,023)}{0,056} s_{P,-1} + \underset{(0,177)}{0,724} y_{d,t} + \underset{(0,065)}{0,049} l_{-1/2}$$

$$s_u = 1,263 \quad R = 0,879 \quad DWS = 2,754$$

$$i_{E,t} = 5,127 + \underset{(3,750)}{10,618} \Delta W/A_{-1} + \underset{(0,564)}{0,609} (1/3 a_t + 1/3 a_{-1} + 1/3 a_{-2})$$

$$s_u = 4,886 \quad R = 0,713 \quad DWS = 1,459$$

$$i_{H,t} = -4,878 + \underset{(0,240)}{0,653} g_{H,t} + \underset{(1,390)}{4,213} y_{NB,t}$$

$$s_u = 11,671 \quad R = 0,792 \quad DWS = 1,340$$

$$a = f_1 x + f_2 c_G + f_3 i_G + f_4 i_H + f_5 i_E + f_6 c_P$$

(15) De meeste moderne handboeken van econometrische theorie (o.a. GOLDBERGER A.S., CHRIST C.F., ook MALINVAUD E. en VAN DE GEER J.P.) behandelen deze technieken.

(*) Tussen haakjes de standaard-deviaties van de regressie-coëfficiënten.

$$t_{EU,t} = -0,818 + 0,813 [(a_t - p_{A,t}) - 0,1 (m_t - p_{M,t})] \\ (0,201)$$

$$+ 0,5 (a_{-1} - p_{A,-1})]$$

$$s_u = 2,259 \quad R = 0,760 \quad DWS = 1,630$$

$$tew = t_{EU} - pro$$

$$y_{it} = f_7 y_B + f_8 y_{NB} + f_9 y_G + f_{10} y_{EX}$$

$$l_{r,t} = 0,339 + 0,362 pro_{-1} - 0,763 (b_b - tew)_t + 1,771 p_{C,t} \\ (0,494) \quad (0,580) \quad (0,487)$$

$$s_u = 2,267 \quad R = 0,830 \quad DWS = 1,996$$

$$y_B = f_{11} l_r + tew$$

$$y_{NB} = -0,087 + 0,657 a \\ (0,139)$$

$$s_u = 1,544 \quad R = 0,807 \quad DWS = 1,737$$

$$p_X = -1,103 + 1,582 p_{gh} \\ (0,256)$$

$$s_u = 1,913 \quad R = 0,873 \quad DWS = 1,753$$

$$p_{gh} = -0,432 + 0,101 l_r + 0,426 p_M + 0,207 y_{NB} \\ (0,152) \quad (0,146) \quad (0,228)$$

$$s_u = 1,504 \quad R = 0,800 \quad DWS = 1,775$$

$$p_C = 0,580 + 0,253 l_r + 0,278 y_{NB} - 0,336 pro \\ (0,112) \quad (0,211) \quad (0,248)$$

$$s_u = 2,159 \quad R = 0,844 \quad DWS = 1,712$$

(X : goederenexport f.o.b.); Y_k : productiepeil klanten (i = 1, ..., 5); P_X : exportprijspeil; M : goedereninvoer f.o.b.; B_M : onrechtstreekse belastingen die de invoer bezwaren; St : Voorraden; A : globale afzet (goederen); P_M : invoerprijspeil; C_p : verbruik van de particulieren, exclusief toerisme; S_p : besparingen van de particulieren; Y_d : beschikbaar inkomen van de particulieren; L : likwiditeit; I_E : bedrijfsinvesteringen; I_H : investeringen in woongebouwen; W : gereserveerde winsten; G_H : overheidssubsidies voor de woningbouw; Y_{NB} : inkomen der niet-bezoldigden; I_G : overheidsinvesteringen; C_G : overheidsconsumptie (partim); T_{EU} : werkgelegenheid uitgedrukt in efficiency units; P_A : prijsdeflator voor de globale afzet; pro : productiviteit; tew : tewerkstelling; Y_B : inkomen der bezoldigden; Y_G :

inkomens uitbetaald door de overheid; Y_{EX} : exogene bestanddelen van het beschikbaar inkomen; L_r : regelingsloonvoet; B_b : beroepsbevolking; P_C : consumptieprijsspeil; PGH : groothandelsprijsspeil; b_i en f_t : veranderlijke wegingscoëfficiënten).

3.2. Voorspellingen van het naïve typen worden ondernomen voor een aantal grootheden die zeer moeilijk te benaderen zijn en in het rekeningstelsel relatief onbelangrijk zijn. Het zijn posten zoals « uitgaven van bedrijven in het buitenland », « factorinkomens door bedrijven betaald aan het buitenland », « bezoldigingen ontvangen uit het buitenland », enz. In de autoregressieve vorm $Z_t = k \cdot Z_{t-1}$ zal men $k = 1$ gelijk stellen aan een gemiddeld voortschrijdingspercentage in een recente periode opgetekend.

Twee technische relaties bepalen de afschrijvingen :

$$V_H = 0,25 I_H$$

$$V_E = 0,65 I_E$$

Vijf recurrente vergelijkingen worden toegevoegd om de invoer en uitvoer van diensten, het in- en uitgaand toerisme en de voorraadswijzigingen te berekenen :

$$x_D = 1,652 + 0,644 x + 0,427 m_D$$

(0,290) (0,197)

$$s_u = 6,969 \quad R = 0,743 \quad DWS = 1,350$$

$$x_T = 10,668 + 2,290 \Delta M/X + 0,634 \sum_i c_i y_{k,i} + \text{dummy (1958)}$$

(0,554) (1,570)

$$s_u = 6,710 \quad R = 0,824 \quad DWS = 2,310$$

$$m_D = 4,531 + 0,366 m + 1,340 (p_X - p_M)$$

(0,385) (0,841)

$$s_u = 9,361 \quad R = 0,526 \quad DWS = 2,320$$

$$m_T = 1,782 + 0,513 s_{P,-1} + 0,827 l_{-1/2} - 2,040 e^*_{P,-1}$$

(0,245) (0,615) (0,750)

$$s_u = 13,910 \quad R = 0,824 \quad DWS = 1,840$$

$$\Delta St/Y_{1963} = 4,099 + 1,470 pgh - 0,672 \Delta TW_{-1}$$

(0,510) (0,277)

$$s_u = 4,042 \quad R = 0,770 \quad DWS = 1,792$$

(X_D : uitvoer van diensten, excl. toerisme; X_T : uitgaven van niet-ingezetenen; M_D : invoer van diensten, excl. toerisme; M_T : uitgaven van ingezetenen in het buitenland; C^*_P : particuliere bestellingen (partim duurzame artikelen, kleding, auto's); TW : toegevoegde waarde tegen vaste prijzen van de be- en verwerkende nijverheid).

Om het model te vervolledigen dienen nog drie residuele rekeningsposten geraamd, nl. de besparingen van de gezinnen, de besparingen van de bedrijven en de netto-lening aan het buitenland, respectievelijke saldi van de rekeningen « Gezinshuishoudingen », « Bedrijfshuishoudingen » en « Buitenland ». Definitievergelijkingen voor macro-aggregaten kunnen ad lib. aan het model worden toegevoegd. Zo bijvoorbeeld voor het bruto nationaal produkt, het netto nationaal inkomen tegen factorkosten, de overheidsconsumptie, totale middelen en bestedingen enz. Tenslotte is het mogelijk enkele interessante aggregaten tegen vaste prijzen om te rekenen (de mutatie tegen vaste prijzen is gelijk aan de mutatie tegen werkelijke prijzen minus de prijsmutatie).

4. Oplossing van het simultaan stelsel en simulaties.

4.1. Het simultaan stelsel kan zó worden geschikt dat in elke vergelijking de onderling afhankelijke variabelen links van het gelijksteken worden geplaatst en de gepredetermineerde variabelen, evenals de constante term, rechts daarvan. Matricieel schrijven we :

$$B_1^* \cdot x = B_2^* \cdot \dot{x}$$

met B_1^* als matrix (15×15) van de coëfficiënten der onderling afhankelijke veranderlijken;

B_2^* als matrix (15×19) van de coëfficiënten der gepredetermineerde variabelen; één kolom bevat de schaalconstanten;

x als vector (15×1) van de onderling afhankelijke variabelen;

$\dot{x}$ als vector (19×1) van de gepredetermineerde variabelen; één der elementen is de « constante » eenheidsvariabele.

De oplossing van het simultaan stelsel geschiedt in dat geval door matrix-inversie volgens :

$$x = B_1^{*-1} B_2^* \dot{x}$$

(15 × 1) (15 × 19) (19 × 1)

De $B_1^{*-1} B_2^*$ -matrix (15×19) legt een nieuw verband tussen de endogene veranderlijken van de x -vector en alle gepredetermineerde veranderlij-

ken van de $\dot{x}$ -vector. Het is bijgevolg een nieuwe herleide vorm, die men de *onrechtstreekse herleide vorm* noemt, vermits hij afgeleid is van de structurele coëfficiëntenmatrixen B_1^* en B_2^* . De $B_1^{*-1} B_2^*$ -matrix is de matrix der *onrechtstreekse herleide coëfficiënten*.

Met een willekeurige input-vector $\dot{x}$ (19×1) kan steeds een output-vector x (15×1) bekomen worden. De matrixen van de onrechtstreekse herleide coëfficiënten bevatten evenwel veranderlijke coëfficiënten. Tenzij alleen met gemiddelde coëfficiënten wordt gewerkt, bestaan er dus B_1^* en B_2^* -matrixen voor elk jaar van de beschouwde periode. Voor prognoses zal men zich bij voorkeur van de $B_1^{*-1} B_2^*$ -matrix bedienen van het meest recent jaar waarover realisatiegegevens beschikbaar zijn, met, eventueel, een autonome keuze van de conjunctuurcoëfficiënt der bezoldigingsvergelijking.

De 15 endogene veranderlijken van het simultaan stelsel zijn relatieve eerste verschillen, die in absolute waarde-gegevens worden omgezet volgens

$$X_t = (1 + x_t) X_{t-1}$$

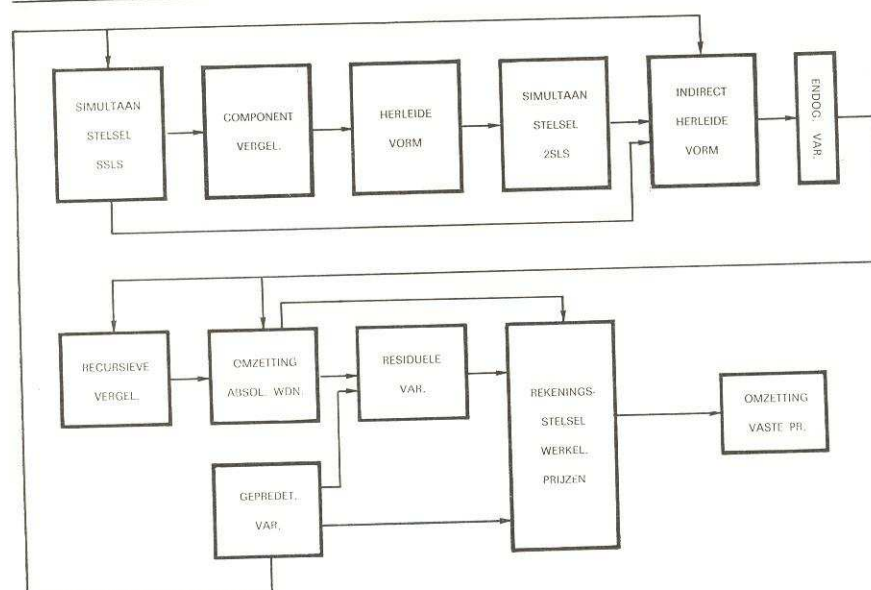
of, indien het realisatiegegeven X_{t-1} nog niet beschikbaar is, volgens

$$X_t = (1 + x_t) \hat{X}_{t-1} = (1 + x_t) (1 + x_{t-1}) X_{t-2}$$

Deze 15 waarden zijn de sleutelgegevens van heel het model. Ze stellen ons in staat de belangrijkste rekeningsposten van de nationale boekhouding in te schrijven. Samen met de ambsthalve gepredetermineerde overheidsgegevens geven zij aan het rekeningsstelsel een quasi-definitief uitzicht, dat slechts weinig kan gewijzigd worden door de autonoom bepaalde overige posten.

Het bijgaand schema, dat een overzicht van de berekeningsfasen geeft, vergt geen uitvoerig commentaar. Eens de endogene variabelen gekend, kunnen de recurrente vergelijkingen worden opgelost en na omzetting in absolute waarden, is het mogelijk de residuele rekeningsposten te bepalen. Alle gegevens van het rekeningsstelsel tegen werkelijke prijzen zijn dan beschikbaar. Het bruto nationaal produkt kan nu berekend worden, volgens één der drie aangeduide methoden. Vermits alle rekeningen op dat ogenblik in evenwicht zijn is het onmogelijk dat de drie berekeningswijzen afwijkende resultaten zouden opleveren. Tenslotte kunnen de belangrijkste bestedingscomponenten tegen vaste prijzen worden omgerekend.

Overzicht van de berekeningsfazen.



4.2. Het simuleren van economische situaties bestaat in het scheppen van experimentele — dus artificiële — economische situaties die zouden ontstaan indien bepaalde overheidsbeslissingen werden getroffen en andere exogene impulsen tot stand kwamen. Zodoende is het in beginsel mogelijk het effect van alternatieve overheidsbeslissingen te becijferen, meer bepaald met het oog op het realiseren van gestelde doeleinden.

We zullen drie soorten simulaties onderscheiden : de ex post prognoses, de eigenlijke voorspellingen en autonome simulaties.

Ex post prognoses zijn prognoses die na verloop van de betrokken periode worden verricht, ten einde de voorspellingskwaliteit van het econometrisch model te toetsen. Het zal volstaan ons te beperken tot het essentiële, i.e. tot de ex post prognoses van de endogene veranderlijken, volgens

$$\hat{x} = B_1^{-1} B_2^* \hat{x}$$

waarbij $\hat{x}$ de input-vectoren zijn van de waargenomen gepredetermineerde veranderlijken en $B_1^{-1} B_2^*$ de matrix van de onrechtstreekse herleide coëfficiënten met waargenomen of gemiddelde coëfficiënten.

Prognoses ex ante of eigenlijke voorspellingen zijn een bijzondere vorm van simulatie. Hierbij wordt verondersteld dat de relaties van het

model, i.e. de becijferde structuur van het economisch bestel, in een nabije toekomst geen wijzigingen ondergaan, zodat de onderlinge afhankelijke veranderlijken precies zoals voorheen (i.e. tijdens de bestudeerde periode) op de exogene impulsen reageren. Alternatieve prognoses zullen voortvloeien uit alternatieve keuzen voor de input-vectoren $\dot{x}$. Dit brengt er ons toe even uit te wijden over de keuze van de prognotische waarden der gepredetermineerde variabelen.

De input-vector $\dot{x}$ is samengesteld uit drie soorten gepredetermineerde veranderlijken: vertraagde veranderlijken, overheidsgegevens en exogene veranderlijken die autonoom geraamd worden.

- (i) De waardebepaling van de *vertraagde variabelen* stelt geen probleem. In geval op 't ogenblik een voorspelling voor $t + 2$ dient te gebeuren, is het onontbeerlijk vooreerst $t + 1$ volledig te ramen. In de praktijk komt dit probleem veelvuldig voor. Er wordt gevraagd een macro-economische voorspelling te maken voor het komend jaar, op een ogenblik waarop de gegevens over het lopend jaar nog niet gekend zijn. In dat geval zal eerst een gemeentijdige voorspelling geschieden.
- (ii) De waardebepaling van de *overheidsgegevens* geschiedt op grond van informatie door het Ministerie van Financiën vetrstrekt.
- (iii) De waardebepaling van de *exogene veranderlijken* is gesteund op de meest verscheiden informatiebronnen die voorhanden zijn.

Indien de voorspeller de uit het model resulterende waarde van een endogene veranderlijke *verwerpt*, op grond van externe informatie of om rekening te houden met factoren die niet in aanmerking worden genomen door de verklarende functie, dan verwerven deze endogene veranderlijken het karakter van exogene veranderlijken. Het simultaan stelsel dient in dat geval opnieuw te worden opgelost, met een $B_1^{*-1} B_2^*$ -matrix *van lagere rang*.

Autonome simulaties beogen de weerslag te meten van een additioneel exogeen impuls. Zo zou men, aan de hand van het model, de gevolgen kunnen becijferen van een verzwakking der buitenlandse vraag op de tewerkstelling en op andere endogene grootheden. Zoöök kunnen alternatieve of complementaire beslissingen worden opgespoord die een gesteld doel realiseren, bijvoorbeeld het volledig tewerkstellingspeil.

De matrix(en) $B_1^{*-1} B_2^*$ stellen ons in staat de weerslag van een additioneel impuls af te zonderen. Daartoe volstaat het alle elementen van de input-vector $\dot{x}$ nul te stellen, behalve de te onderzoeken exogene invloed.

Het is geenszins de bedoeling om deze traditionele werkwijze, die in het verleden bevredigende resultaten heeft afgeworpen, ongedaan te maken. De resultaten van het econometrisch model zullen de informatie aanvullen waarover de voorspeller kan beschikken. Het model mag niet als een absolute oplossing worden aanzien, als een superieure techniek. Het is slechts een prognosemethode onder andere. Ze heeft immers grote gebreken. Zeker dienen de mechanische toepassing en interpretatie van de econometrische resultaten verworpen. Externe informatie omtrent een afhankelijke grootheid uit een betrouwbare bron vernomen, verdient de voorkeur boven de berekende prognose van het model, indien er grote afwijkingen tussen beide schattingen bestaan. Het econometrisch model speelt een *suppletieve rol*, dat het instrumentarium van de voorspeller verrijkt. Het model biedt niettemin enkele belangrijke voordelen : het laat toe becijferde voorspellingen te maken, die aan een nauwkeurigheidsbehoefte tegemoet komen (het beantwoorden van periodieke vragenlijsten van internationale instellingen bijvoorbeeld) en de prognosecijfers zijn coheren (de fundamentele evenwichten van de oconomie worden geëerbiedigd). Ze geven ten slotte een systematischer overzicht van de diverse mogelijkheden van het economisch beleid (16).

(16) VAN MEERHAEGHE M.A.G., Handboek van de Economie, Leiden, 1966,

PUBLICATIONS REÇUES

ONTVANGEN PUBLICATIES

- 1) Etudes et Documents du CNBOS, N^{os} 345 à 348, 1970.
- 2) Organisation Scientifique, CNBOS, N^{os} 4 à 9, 1970.
- 3) Journal of the Operations Research Society of Japan, Vol. 12, Nrs 2 à 4, 1970.
- 4) Les Algèbres de Morgan Libres, Notas de Logica Matematica, Instituto de Matematica, Universidad Nacional del Sur, Bahia Blanca, Argentina, 1969.
- 5) QF (Qualité et Fiabilité), Bulletin trimestriel de l'AFCIQ, Paris, Vol. VI, N^o 2.
- 6) Oost-Vlaanderen groeit, Nr 4, 1969, Nr 1, 1970.
- 7) Systèmes d'informatique Magazine, Bull-G.E., N^{os} 7 et 8.
- 8) Revue Suisse pour l'Organisation Industrielle, Institut d'Organisation Industrielle de la Faculté Polytechnique de Zurich, N^{os} 6 à 10, 1970.
- 9) Revue IBN (Institut Belge de Normalisation), N^{os} 4 à 9, 1970 - BIN Revue (Belgisch Instituut voor Normalisatie), Nr 4 tot 9, 1970.
- 10) Revue Française d'Informatique et de Recherche Opérationnelle, AFCET, Paris, N^{os} B.3, R.3 et V.3, 1969 - N^{os} B.1, R.1 et V.1, 1970.
- 11) Cuadernos de Estadística Aplicada e Investigación Operativa, Barcelona, Vol. VI, Fasc. 4, 1969.
- 12) Generalized Markovian Decision Processes - Applications, Mathematical Centre Tracts, Nr 5, Stichting Mathematisch Centrum, Amsterdam.
- 13) Approximations to the Poisson binomial and hypergeometric distribution functions, Mathematical Centre Tracts, Nr 31, Stichting Mathematisch Centrum, Amsterdam.
- 14) Annales de Sciences Mathématiques Appliquées (U.C.Lv), N^{os} 1 et 2, 1970.
- 15) Trabajos de Estadística y de Investigación Operativa, Madrid, Vol. XXI, Cuadernos 1 y 2, 1970.
- 16) Modèles de gestion des stocks et coûts marginaux (F. Juckler), Editions Vander, 1970.
- 17) Operational Research Quarterly, London, Vol. 21, N^{os} 2 et 3, Special Conference Issue, 1970.
- 18) Revue de Statistique Appliquée, Vol. 18, N^{os} 1, 2 et 3, 1970.
- 19) Bulletin de l'Institut International de Statistique, Actes de la 37^e Session, Vol. 43, 1^e et 2^e livraisons, 1969.

OUVRAGES REÇUS

ONTVANGEN BOEKEN

F. JUCKLER, *Modèles de gestion des stocks et coûts marginaux*, Louvain, Vander, 1970, 284 p.

Comme l'explique l'auteur dans son introduction, l'idée même de l'ouvrage vient du désir de fournir au praticien une aide concernant le choix des politiques de stocks adaptées à ses problèmes.

A l'occasion de ses contacts avec la pratique, le professeur Juckler a pu déceler, en effet, un certain désarroi parmi les responsables des stocks, confrontés à une prolifération de modèles plus ou moins élaborés et plus ou moins difficiles et coûteux à mettre en œuvre.

L'optique adoptée est d'analyser quelques modèles classiques, en dégageant pour chacun d'eux des coûts marginaux en fonction de la demande, variable essentielle de tout modèle de stock. En fait, l'auteur distingue toujours deux coûts marginaux : le coût marginal de long terme, qui correspond à une variation fondamentale de la demande, permettant une réadaptation optimale des politiques, et un coût marginal de court terme, qui résulte d'une variation brusque de la demande à laquelle on doit faire face.

Après une introduction qui redéfinit le problème des stocks et ses composantes, l'ouvrage est subdivisé en quatre parties. Une première partie présente la méthode d'analyse pour des *modèles déterministes* : quantité économique de Wilson, modèle avec rabais. Une deuxième partie est consacrée aux *modèles aléatoires* : modèle à réapprovisionnement à époques fixées et modèle à point de commande. Alors que les deux premières parties ne considéraient que la gestion d'articles individuels, la troisième partie aborde l'examen de modèles qui prennent en compte *l'existence d'articles nombreux* : modèles avec contraintes globales, gestion « par calendrier » avec fréquences libres ou imposées.

Dans chacun des chapitres, les expressions des coûts marginaux sont dégagées, mais le calcul des valeurs marginales est, dans la mesure du possible, réalisé au moyen d'abaques, plus faciles à manipuler. En fin de chaque chapitre sont évoquées les utilisations dans le domaine de la gestion.

C'est la quatrième partie qui, en guise de conclusion, revient aux « *domaines d'application de l'étude* ». Un aspect important de ces applications est la détermination des prix. Sont successivement envisagés l'établis-

sement des prix en cas de demande stable, de demande exceptionnelle, de vente en solde et de devis. La fixation des prix à usage interne est aussi évoquée.

Enfin, dans un dernier chapitre, on voit de quelle façon et dans quelle mesure la connaissance et la comparaison des coûts marginaux peut éclairer le problème du choix des politiques de gestion des stocks.

V.V.S. Examen statistisch analist - Technologische Toepassingsgebied, 1957-1966. Deel 1 Vraagstukken. Deel 2 Uitgewerkte oplossingen, Mathematisch Centrum Amsterdam, 1970.

Deze uitgave in twee delen bevat de vraagstukken en uitgewerkte oplossingen van tien examens Statistisch Analist - Technologisch Toepassingsgebied. De examens werden afgenomen in de jaren 1957-1966 onder auspiciën van de Vereniging voor Statistiek. Deel 1 bevat de vraagstukken, deel 2 de uitgewerkte oplossingen.

Op vele plaatsen werd, o.a. ter wille van de uniformiteit, van de door de examencommissie gegeven formulering van de vraagstukken en standaardantwoorden afgeweken.

Hoewel bovengenoemde examens niet meer worden afgenomen leek deze uitgave toch gewenst: voor collecties vraagstukken als deze zal bij velen, die hun inzicht in praktische (i.h.b. de technologische) toepassingen van de statistiek willen beproeven ongetwijfeld belangstelling bestaan.