L'utilisation de l'acier dans le secteur du bâtiment et des travaux publics

Thierry Gaudin, Yvon Le Bars

▶ **To cite this version:**

Thierry Gaudin, Yvon Le Bars. L'utilisation de l'acier dans le secteur du bâtiment et des travaux publics. Sciences de l'ingénieur [physics]. 1965. hal-01910057

HAL Id: hal-01910057
https://minesparis-psl.hal.science/hal-01910057

Submitted on 31 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Consultation
sur place

L'UTILISATION DE L'ACIER DANS LE SECTEUR DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

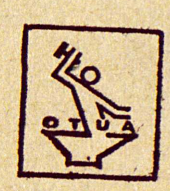
PREMIERS ELEMENTS

Gaudin (Thierry)
Le Bars (Yvon Jean)
Promo X - 1959

[9]

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES
Bibliothèque
N° IE 1

Dossier long IE



JUIN 1965

L'UTILISATION DE L'ACIER
DANS LE SECTEUR
DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

PREMIERS ELEMENTS

---

[9]

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES
Bibliothèque
N°
IE
1

AVANT-PROPOS

Dans le cadre de la préparation du Vè Plan, M. de WISSOCQ, Ingénieur des Mines à la Direction de la Sidérurgie, fut amené à proposer l'étude du problème de l'utilisation de l'acier dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics.

A la même époque, la CECA chargea l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier d'entreprendre la même étude.

C'est ainsi que nous avons été amenés à conjuguer nos efforts. Ce rapport fait le point des recherches au bout des six premiers mois d'étude. Il résulte d'un travail en commun réalisé sous la direction de M. WANNEROY, Chef du Service des Etudes Economiques de l'OTUA, en liaison avec M. de WISSOCQ. L'étude de l'OTUA doit se poursuivre pendant encore une année environ.

T. GAUDIN Y. Le BARS

TABLE DES MATIERES

	Pages
- INTRODUCTION	1
- 1ère Partie : GENERALITES	4
I. - LA CONSTRUCTION METALLIQUE	4
II - L'ACIER, ARMATURE DU BETON ARME	6
III - LE SECTEUR DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS - VENTILATION EN SOUS-SECTEURS	7
IV - DEFINITIONS	12
- 2ème Partie : ASPECTS METHODOLOGIQUES	14
I - LES DIFFICULTES DE L'ETUDE	14
II - LES DIVERSES METHODES POSSIBLES	17
III - LES METHODES RETENUES	28
- 3ème Partie : LE VOLUME DU MARCHE DE LA CONSTRUCTION	30
Titre I - LE LOGEMENT	32
I - LES PERMIS DE CONSTRUIRE	32
II - L'ENQUETE PAR SONDAGE SUR LES DELAIS DE CONSTRUCTION	32
III - LES MISES EN CHANTIER EN 1963	33
IV - L'EVOLUTION DES MISES EN CHANTIER	56
Titre II - LOCAUX NE CONCERNANT PAS L'HABITATION	56
I - GENERALITES	57
II - LA METHODE	57
III - ERREURS ET CONTROLES	58
IV - LE PROGRAMME	59
V - NOMENCLATURE DES COLONNES	61
Titre III - LES BATIMENTS EXEMPTES DE PERMIS DE CONSTRUIRE	63
- 4ème Partie : LES DONNEES TECHNIQUES	66
Titre I - PRESENTATION	66
I - LE REGLEMENT B.A. 60	68
II - AUTRES REGLEMENTS	69
III - PRINCIPE GENERAL DES CALCULS	69

Pages

Titre II - PIECES FLECHIES 71

Titre III - PIECES COMPRIMEES 83

Titre IV - ARMATURES TRANSVERSALES ET RESISTANCE AUX EFFORTS TRANCHANTS 91

Titre V - LES FONDATIONS 94

Titre VI - BILAN GENERAL 95

- 5ème Partie : LE GROS OEUVRE DU LOGEMENT 96

I - LES CLASSIFICATIONS RETENUES ET LES SURFACES MISES EN CHANTIER 96

II - LES COEFFICIENTS TECHNIQUES 97

III - LES RESULTATS 102

IV - RECOUPEMENT AVEC UNE ENQUETE SUR LES PLANCHERS 102

V - REMARQUES 104

- CONCLUSIONS 105

INTRODUCTION

En 1964, 368 730 logements ont été terminés. Ce chiffre est le plus élevé de ceux enregistrés au cours de ces dernières années :

1957	273 700	1961	316 000
1958	291 700	1962	308 900
1959	320 400	1963	335 600
1960	316 600		

Ce rythme de progrès dans la construction de logements doit se maintenir au cours des années à venir pour permettre la réalisation de l'objectif fixé par le Ve Plan : 470 000 logements terminés par an à partir de 1970, avec un progrès moyen de 10 % en dimension, qualité et équipement et un effort d'amélioration portant sur les logements anciens.

Cet objectif du Ve Plan représente un progrès substantiel par rapport au IVe Plan, comme on le constate en examinant le tableau des principaux emplois de la production, figurant dans le Rapport sur les principales options du Ve Plan.

désignation	1965 en milliards de F aux prix de 1960	indices de volume 1965/1960	indices de volume 1970/1965	1970 en milliards de F aux prix de 1960
Emplois généraux	49	147	139-140	68
dont : consommation des administrations civiles	7	132	137-138	9
achats des administrations militaires	10,5	163	134-135	14
logement	18	129	134-135	24
équipements collectifs	13,5	174	154-155	21
Consommations des ménages	241	132	124-125	300
Ensemble (c'est-à-dire ressources disponibles pour les emplois intérieurs autres que l'investissement productif, les stocks...)	290	134	126,5 127,5	368

Cet essor rapide de la construction de logements et des équipements collectifs (scolaires, culturels, sanitaires, administratifs, agricoles et ruraux, de recherche, de transport et de télécommunications) fera du secteur "Bâtiment et Travaux Publics" un secteur de base du Ve Plan.

Comme, d'autre part, le gouvernement désire maintenir à leur niveau actuel les prix de la construction, l'accroissement du rythme de la construction devra s'accompagner d'un perfectionnement des techniques et d'une rationalisation des fabrications : pour reprendre un terme aujourd'hui à la mode dans le Bâtiment, il faudra "industrialiser", c'est-à-dire, en particulier, développer d'une part la préfabrication lourde ou "fermée" et d'autre part la préfabrication "ouverte" (qui se traduit par l'emploi d'éléments de construction préfabriqués montés autour d'une structure porteuse, elle-même préfabriquée ou non).

Le rythme élevé de croissance et cette évolution des techniques dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics auront des répercussions très importantes chez tous les fournisseurs de ce secteur, et en particulier, chez les producteurs d'acier. Le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics a, en effet, consommé, en 1962, 2 346 000 tonnes d'aciers courants soit plus de 23 % de la consommation française totale.

Placé dans le contexte qui vient d'être décrit, une étude sur "l'utilisation de l'acier dans la construction en général" doit avoir pour buts :

1 - d'analyser en détail la situation actuelle en évaluant les quantités d'aciers et la nature des produits sidérurgiques réellement utilisés dans le Bâtiment et les Travaux Publics,

2 - de permettre une prévision, quantitative et qualitative, de la consommation d'acier, par le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics, en 1970, année terminale du Ve Plan.

Une étude de ce genre peut fournir d'utiles renseignements :

1 - aux producteurs d'acier

Il est important pour les Sidérurgistes de connaître une évaluation de la demande future, en produits sidérurgiques, d'un secteur comme celui du Bâtiment et des Travaux Publics, qui est un gros consommateur d'aciers. L'évolution de cette consommation d'acier doit d'ailleurs être analysée avec soin : en effet, le rythme élevé de croissance du secteur entraînera une augmentation importante de la consommation totale d'aciers ; mais l'évolution des techniques (développement de la préfabrication, standardisation, coordination dimensionnelle, allégement de certains éléments constitutifs, modifications des normes du béton armé, etc...) peut entraîner une évolution de cette consommation totale d'aciers nettement différente de l'évolution de la construction dans son ensemble ; de toutes façons, au sein de la quantité totale d'acier, les divers produits sidérurgiques n'auront certainement pas des évolutions parallèles (ex : ronds lisses et ronds non lisses).

2 - aux utilisateurs d'acier à l'intérieur du secteur Bâtiment et Travaux Publics

Une vue d'ensemble de la consommation d'acier par le secteur peut être intéressante pour les divers utilisateurs (architectes, bureaux d'études, entrepreneurs...) ou les divers groupements d'utilisateurs (Fédérations, Chambres syndicales...) d'autant plus que, dans cette profession, les entreprises étant particulièrement morcelées et particulièrement cloisonnées, l'information semble circuler très difficilement.

3 - pour la préparation du Ve Plan

L'évolution des quantités d'aciers et de la nature des produits sidérurgiques utilisés dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics s'intègre, en effet, dans le cadre plus vaste, d'une part, de l'évolution des produits sidérurgiques, d'autre part de l'évolution de l'ensemble des matériaux de construction, et enfin, de l'évolution de la construction dans son ensemble.

Ière Partie : GENERALITES

L'acier est utilisé dans la construction soit par les entreprises de Construction Métallique - l'acier est alors le matériau constitutif du gros oeuvre et d'une grande partie du second oeuvre - soit par les entreprises de Bâtiment et de Travaux Publics, l'acier est alors essentiellement utilisé comme armature du béton armé.

I - LA CONSTRUCTION METALLIQUE

La Construction Métallique représentait en 1962 une consommation de 702 000 tonnes d'acier sur une consommation totale de 2 346 000 tonnes par le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics, c'est-à-dire 30 % de cette consommation totale.

Les produits sidérurgiques utilisés sont essentiellement des poutrelles et des laminés marchands. En 1962, la consommation des entreprises de Construction Métallique se subdivisait comme suit : (source : Chambre Syndicale de la Sidérurgie) :

	t
Poutrelles	280 000
Laminés marchands	225 000
Larges plats	28 000
Tôles fortes	91 000
Tôles moyennes	14 000
Tôles minces	28 000
Tôles galvanisées	32 000
Autres tôles revêtues	1 000
Feuillards	3 000
	702 000

La Construction Métallique est utilisée essentiellement dans les ossatures industrielles (exemple : le complexe sidérurgique de Dunkerque). En 1963, environ 63 % des réalisations en Construction Métallique ont concervé les ossatures de bâtiments industriels. Elle est par contre très peu utilisée, jusqu'à présent, pour les immeubles urbains à usage de bureaux ou d'habitation (5,59 % en 1963). Les autres réalisations de la Construction Métallique se répartissent en :

- hangars (agricoles, d'aviation, génie militaire),
- pylônes

- ponts (ex : le Pont de Tancarville : 19 000 t d'acier),
- trémies et silos,
- gazomètres,
- ossatures de hauts-fourneaux, etc...
- charpentes d'appareil de levage.

Evolution de la répartition en % des réalisations de la Construction Métallique

année	ossatures d'immeubles urbains	ossatures industrielles	autres constructions (ponts, pylônes, etc.)
		%	
1953	3,03	45,52	51,45
1954	4,92	45,28	49,80
1955	4,36	49,07	46,57
1956	4,26	55,88	39,86
1957	5,67	55,40	38,93
1958	5,81	56,14	38,05
1959	9,57	53,99	36,44
1960	6,19	58,51	35,30
1961	3,09	68,06	28,85
1962	2,91	64,61	32,48
1963	5,59	62,88	31,63

Nous ne nous étendrons pas sur ce sujet étant donné que l'OTUA a fait une étude détaillée de la question. On peut trouver, dans les diverses publications et études de l'OTUA, d'utiles renseignements concernant :

- la technique de la Construction Métallique (structures et formes, éléments métalliques utilisés, réalisation des éléments de construction, assemblages par rivetage, boulonnage ou soudage, protection contre la corrosion et contre l'incendie) et l'évolution de ces techniques (emplois de nouveaux éléments : murs-rideaux et panneaux de façade ; utilisation nouvelle de l'acier dans la couverture, le revêtement et le second oeuvre : escaliers en acier, menuiserie métallique, etc...).

- les avantages de la Construction Métallique (gain de temps, gain de poids, gain de surface et d'encombrement, gain de précision, meilleure transformabilité) et la compétitivité de l'acier par rapport aux autres matériaux.

- les consommations spécifiques d'acier dans les immeubles d'habitation et de bureaux à ossature acier.

Nous utiliserons ces données techniques dans la suite de l'étude.

II - L'ACIER, ARMATURE DU BETON ARME

Le béton armé est largement employé en France, tant pour la construction de bâtiments que pour celle de nombreux travaux de Génie Civil : ponts, barrages, digues, poteaux de lignes électriques, etc.

Les produits pour béton représentent un important débouché pour l'acier puisqu'en 1962, le secteur Bâtiment et Travaux Publics a consommé 841 000 t de ronds à béton, plus 70 000 t de fil machine, soit 911 000 t de produits pour béton (environ 39 % de la consommation totale d'acier par le secteur Bâtiment et Travaux Publics).

Les aciers à béton comprennent :

- les aciers ronds lisses qui peuvent être fabriqués aussi bien en acier ordinaire (limite élastique : E 24 kg/mm2) qu'en acier à haute limite élastique (E 60 kg/mm2 pour acier mi-dur). Plus la limite élastique est élevée, plus les sections d'acier tendu à employer sont réduites.

- les aciers crénelés dont les stries destinées à permettre une meilleure adhérence du béton viennent du laminage. Une adhérence au béton accrue autorise l'emploi de ces aciers à une contrainte plus grande et régularise la fissuration due à l'allongement élastique de l'acier.

- les aciers torsadés, ronds ou carrés, dont la torsion, qui provoque une amélioration des caractéristiques mécaniques par écrouissage, s'effectue après le laminage.

Ainsi l'acier TOR qui est un acier doux, laminé en rond à 2 nervures, et écroui par torsion à froid, est un acier à béton à haute limite élastique et à haute adhérence. Ses caractéristiques mécaniques sont très améliorées :

	$\phi \leq 20$	$\phi \geq 25$
Limite élastique	42 kg/mm2	40 kg/mm2
Résistance à la traction	48,5 kg/mm2	46 kg/mm2
Allongement à la rupture	14 %	14 %

Les aciers non lisses pour béton sont de plus en plus utilisés (gain en poids de l'ordre de 40 % par rapport aux aciers lisses, économies au transport et à la mise en place). Alors qu'en 1957, ils représentaient moins de 15 % des aciers pour béton livrés en France, ce pourcentage s'est élevé en 1963 à 55 %.

Depuis quelques années, on utilise également comme armature du béton :

- le treillis soudé, constitué de fils tréfilés en acier doux Thomas soudé à angle droit et se présentant sous forme de plaques de grandes dimensions ou de rouleaux ; ses caractéristiques mécaniques sont les suivantes :

	$\phi \leq 6$ mm	$\phi > 6$ mm
limite élastique (kg/mm2)	61	54
résistance à la traction (kg/mm2)	70	61
allongement de rupture	10 %	10 %

- le fil pour béton précontraint constitué soit par du fil machine traité par trempe isotherme ou par trempe à l'huile suivi d'un revenu (caractéristiques mécaniques très élevées : limite élastique comprise entre 120 et 140 kg/mm2) soit par des produits tréfilés en acier à haute limite élastique ($130 \leq E \leq 155$ kg/mm2).

- les câbles formés d'un ensemble de fils tréfilés ($E \leq 200$ kg/mm2)

Outre les aciers pour béton, les entreprises de Bâtiments et de Travaux Publics consomment également des laminés marchands divers, des poutrelles et palplanches (surtout dans les Travaux Publics) et quelques produits plats (tôles et feuillards).

III - LE SECTEUR DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS - VENTILATION EN SOUS-SECTEURS

Il existe différentes ventilations possibles qui correspondent à divers niveaux d'observation du secteur.

Une première ventilation est celle de l'INSEE (Tableau A). Elle est établie selon la nature des activités économiques des entreprises qui appartiennent au secteur.

Les sections 33 et 34 "Bâtiment et Travaux Publics" de la nomenclature de cette ventilation, ne tiennent pas compte de certaines utilisations primaires d'acier dont les produits sont incorporés au Bâtiment et aux Travaux Publics (menuiserie, serrurerie, quincaillerie, ferronnerie, fumisterie, fermetures métalliques...).

Ces activités qui relèvent d'autres sections de la nomenclature devraient donc être regroupées si l'on désirait présenter un ensemble complet des consommations d'acier dans l'ensemble du Bâtiment et des Travaux Publics.

Cette ventilation a l'avantage de correspondre à des données statistiques relativement nombreuses : chiffres d'affaires, et, pour les industries annexes, quelques données en tonnage.

Cependant sur le plan de la recherche des consommations du poste gros oeuvre bâtiment et de celui des travaux publics, cette ventilation n'est pas adaptée à l'application de coefficients techniques (coefficients de consommation spécifique notamment).

Une deuxième ventilation part d'une optique différente. Elle établit sa distinction selon les ouvrages (Tableau B).

Cette ventilation est intéressante lorsque la recherche est menée par application de coefficients techniques. Elle a l'avantage de correspondre à certaines données statistiques, notamment celles du Ministère de la Construction relatives aux logements et aux autres bâtiments. Mais pour les Travaux Publics, elle est pratiquement inutilisable, faute de statistiques relatives aux diverses sortes d'ouvrages réalisés.

On pourrait penser établir une ventilation à partir de la répartition entre les divers clients du secteur : ménages, entreprises, administrations. Ce cadre analogue à celui de la comptabilité nationale serait très séduisant, mais il ne peut malheureusement pas être envisagé vu l'état des connaissances actuelles.

En définitive, il semble pour répondre au problème posé, qu'il soit nécessaire d'utiliser toutes les approches possibles, compte tenu des sources statistiques existantes, à condition de s'assurer à chaque stade de leur homogénéité et de leur cohérence.

C'est pourquoi nous adopterons la ventilation présentée au Tableau C qui constitue une enveloppe des diverses classifications. Nous la justifierons plus en détail ultérieurement (voir : 2ème Partie).

Pour les Bâtiments, nous retiendrons la double optique : "ouvrages" pour le gros oeuvre, "activités" pour le second oeuvre.

Pour les Travaux Publics, nous retiendrons la classification selon la nature des activités des entreprises (ventilation de l'INSEE et du Ministère des Travaux Publics).

Nous ajouterons un poste "consommations annexes d'acier" correspondant à l'acier utilisé indirectement par les entreprises de Bâtiment et de Travaux Publics (échafaudages, coffrages...) et à l'acier incorporé dans les produits finis en béton armé.

Tableau A

Ventilation selon la nomenclature INSEE

code	activité
Bâtiment	
330	Entreprise de bâtiment et de travaux publics (s. a. i.)
331	Entreprise de maçonnerie, de plâtrerie, béton armé pour le bâtiment
332	Charpente en bois, menuiserie de bâtiment
333	Couverture, plomberie
334	Serrurerie de bâtiment
335	Fumisterie de bâtiment, chauffage
336	Peinture de bâtiment, décoration
337	Aménagement de locaux
338	Construction métallique
339	Installation électrique
Travaux Publics	
340	Entreprise de travaux publics et de génie civil
341	Travaux ruraux et souterrains
342	Travaux maritimes et fluviaux
343	Travaux de routes et d'aérodromes
344	Travaux de voies ferrées
345	Travaux urbains et d'hygiène publique
346	Entreprise de réseaux et de centrales électriques
347	Entreprise de pose de canalisations à grande distance
348	Fumisterie industrielle

Tableau B

Ventilation selon les ouvrages

I - Bâtiment
- Logements
- Bâtiments (autres)
  - Bâtiments agricoles
  - Bâtiments industriels
  - Stockage
  - Garage
  - Commerce
  - Bureaux
  - Enseignement
  - Administratif, social
  - Hôtels
  - Divers
- Entretien de bâtiments

II - Travaux Publics
- Génie civil industriel
- Ouvrages d'art
- Ouvrages maritimes et fluviaux
- Routes
- Voies ferrées
- Adductions d'eau
- Canalisations
- Voirie, réseaux divers
- Réseaux électriques
- Divers génie civil

Tableau C - Ventilation retenue

I - Bâtiment

A - Gros oeuvre (fondations, superstructure verticale, superstructure horizontale, toiture)

1 - Logement

a) Maisons individuelles
b) Immeubles collectifs
c) Additions - Surélévations
d) Construction non à usage principal d'habitation
e) Création de pièces
f) Travaux annexés à l'habitation (garages, parkings, clôtures, etc...)

2 - Locaux ne concernant pas l'habitation

a) Bâtiments agricoles
b) Bâtiments industriels
c) Stockage
d) Garage
e) Commerce
f) Bureaux
g) Enseignement
h) Administratif, social
i) Hôtels
j) Divers

B - Second oeuvre

1 - Menuiserie, fermetures métalliques, murs-rideaux
2 - Serrurerie, ferronnerie, équipement
3 - Robinetterie
4 - Chauffage, climatisation
5 - Ascenseur

C - Entretien de Bâtiments

II - Travaux Publics

1 - Entreprises de travaux publics et de génie civil
2 - Travaux ruraux et souterrains
3 - Travaux maritimes et fluviaux
4 - Travaux de routes et d'aérodromes
5 - Travaux de voies ferrées
6 - Travaux urbains et d'hygiène publique
7 - Entreprise de réseaux et de centrales électriques
8 - Entreprise de pose de canalisations à grande distance
9 - Fumisterie industrielle
10 - Ouvrages réalisés par les Administrations ou les Entreprises n'appartenant pas au secteur.

III - Consommations annexes d'acier

Echafaudages, coffrages ; produits en béton armé.

IV - DEFINITIONS

Pour éviter des ambiguités sur certains termes, nous reproduisons ici leurs définitions, extraites des Bulletins Statistiques du Ministère de la Construction.

- "Nombre de logements autorisés"

  Nombre de logements correspondant aux projets de constructions pour lesquels une demande de permis de construire a reçu un "avis favorable" du Service technique compétent de la Direction départementale de la Construction.

- "Logement mis en chantier"

  Un logement est mis en chantier lors du démarrage effectif du chantier.

- "Logement terminé"

  Un logement est terminé quant il est habité ou habitable.

- "Pièces d'habitation"

  Sont comptées comme pièces d'habitation les pièces d'une surface égale ou supérieure à 9 m2 autres que les pièces de service et de circulation (cuisine, entrée, dégagement, salle de bains, w. c. etc.). Toutefois, la cuisine est également considérée comme pièce d'habitation lorsque sa surface atteint au moins 12 m2.

- "Surface habitable"

  Surface de plancher construite, sous déduction, de l'espace occupé par les murs, cloisons, emmarchements et trémies d'escaliers, gaines, embrasures de portes et fenêtres n'excédant pas 0,30 m de profondeur. La surface habitable comprend donc, en plus des pièces d'habitation, les pièces de service et de circulation.

- "Types de construction"

  - Maison individuelle : construction neuve à usage exclusif d'habitation comportant un seul logement.

- Immeuble collectif : construction à usage principal d'habitation neuve comportant plus d'un logement.
- Addition - Surélévation : logements créés par addition ou surélévation de bâtiments existants.
- Construction non à usage principal d'habitation : logements situés dans des constructions partiellement à usage d'habitation : partie agricole, industrielle, commerciale, administrative ou sociale prédominante (y compris les maisons individuelles avec rez-de-chaussée commercial).

- "Nombre de niveaux"

Sont comptés comme niveaux le rez-de-chaussée et chaque étage à l'exclusion des sous-sols et des combles non aménagés.

2ème Partie : ASPECTS METHODOLOGIQUES

Avant de passer en revue les diverses méthodes que l'on peut envisager pour analyser la consommation d'acier dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics, il est nécessaire d'insister sur les difficultés d'une telle analyse.

I - LES DIFFICULTES DE L'ETUDE

Lorsqu'on cherche à évaluer les quantités d'acier et la nature des produits sidérurgiques réellement utilisés dans le Bâtiment et les Travaux Publics, on se heurte rapidement à de nombreux obstacles, dûs essentiellement :

1 - à l'extraordinaire variété des ouvrages, qui vont des logements aux grands travaux en passant par les bureaux, les écoles, les usines...

Chaque ouvrage apparaît comme la synthèse de nombreux travaux élémentaires qui possèdent chacun leurs caractéristiques propres. Ainsi, dans le logement, le gros oeuvre et le second oeuvre se subdivisent en une bonne trentaine de postes différents ! Dans certains d'entre eux figure un poids d'acier important ; dans d'autres au contraire il n'entre pas un gramme de métal !

La consommation d'acier ne dépend d'ailleurs pas seulement du type d'ouvrage ou du type d'élément fonctionnel de construction examiné, il dépend aussi du terrain sur lequel est construit l'ouvrage (le poste "fondations" est particulièrement difficile à saisir), de la dimension de l'ouvrage (la hauteur des bâtiments et leur poids influent énormément sur la consommation d'acier).

Il en résulte des différences considérables. Si par exemple l'on calcule les consommations d'acier moyennes au m2 de surface bâtie pour 3 types d'ouvrages réalisés en construction métallique, on obtient :

- hangar agricole	14 kg/m2
- hangar d'aviation	200/400 kg/m2
- hall d'usine sidérurgique	600/1 200 kg/m2

2 - à la multiplicité des techniques et des matériaux

Pour réaliser ces ouvrages, l'architecte et l'ingénieur du bureau d'études peuvent utiliser à leur guise de multiples matériaux (pierre, brique, béton, acier, bois) et de multiples techniques (murs porteurs, ossature, béton armé, préfabrication ou construction métallique, par exemple pour les immeubles d'habitation.)

3 - au nombre élevé des entreprises

En 1962, il y avait 228 000 entreprises de bâtiment dont 192 000 comprenaient 5 et moins de 5 salariés. Le secteur des Travaux Publics était plus concentré avec 2 800 entreprises de plus de 5 salariés et 1 650 de 5 salariés au maximum.

4 - à la polyvalence des entreprises

De nombreuses entreprises ont des activités variées et, bien souvent, à la fois dans le Bâtiment et les Travaux Publics, puisque la part du Génie Civil est considérable dans la construction de certains bâtiments. Il en résulte que lorsque ces entreprises répondent à des questionnaires, l'interprétation des résultats est fort délicate ; on doit se contenter généralement de retenir l'activité principale de l'entreprise.

5 - à l'ambiguité de la terminologie utilisée dans l'ensemble du secteur

Il est parfois très difficile de distinguer, pour certains travaux ou certains ouvrages, ce qui appartient au Bâtiment et ce qui relève des Travaux Publics. Il y a au moins 3 langages : celui des entreprises et de la pratique, celui des statisticiens, celui de l'Administration (où, dans certains cas, le terme "Travaux Publics" a le sens de travaux exécutés pour le compte de la puissance publique).

6 - à la complexité des circuits des produits sidérurgiques destinés au secteur du Bâtiment et des Travaux Publics

L'acier est livré soit directement par les usines françaises ou par l'étranger soit indirectement par les marchands de fer.

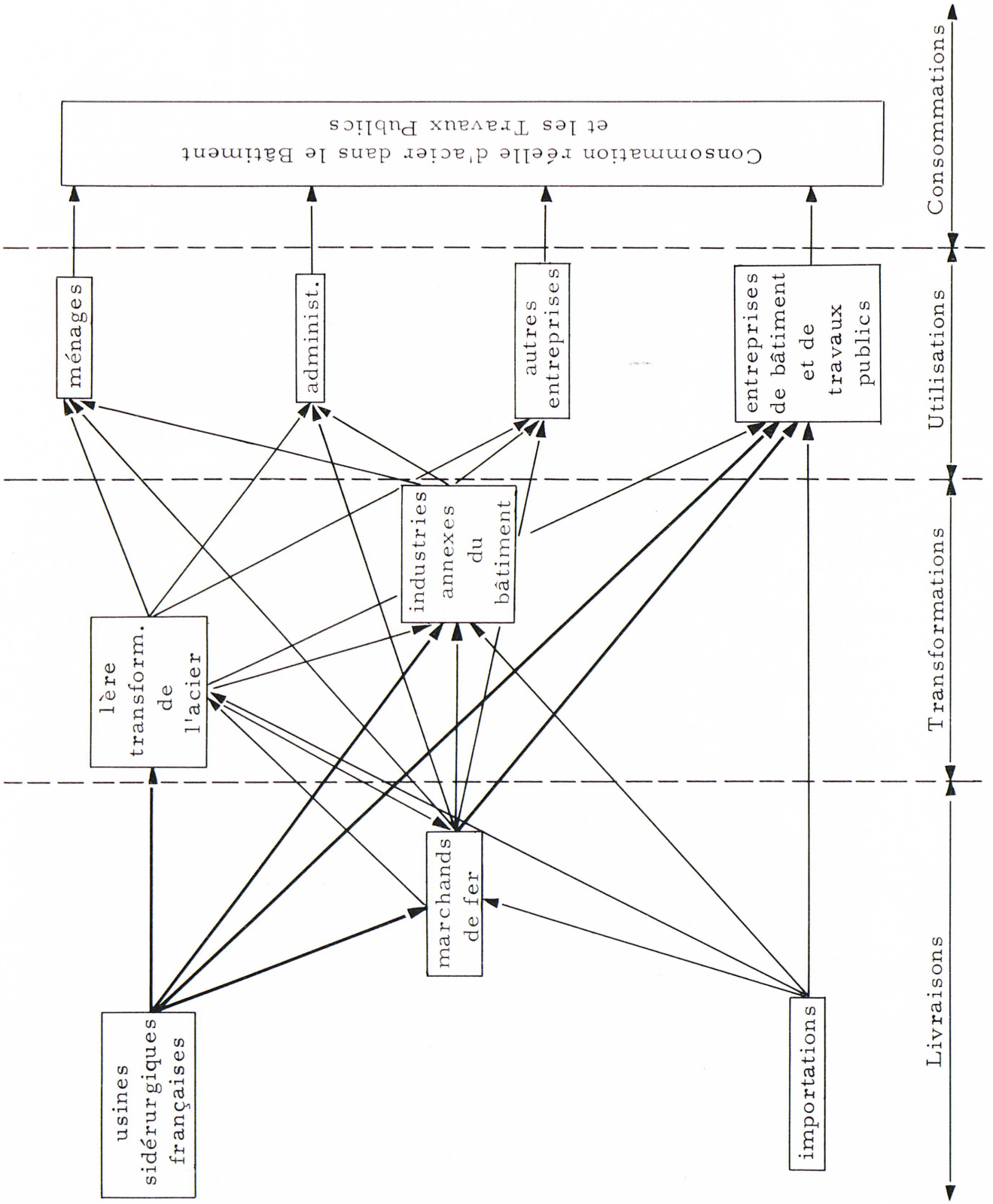
La plus grande partie de ces livraisons va directement aux utilisateurs finals, essentiellement "Entreprises de Bâtiment et de Travaux Publics", mais aussi "Autres entreprises" (entretien et constructions légères), "Administrations" (grosses réparations et entretien) "Ménages" (construction et entretien).

Le reste subit des transformations avant d'atteindre les utilisateurs finals : soit une première transformation en tubes, produits étirés, tréfilés, profilés, etc., soit une deuxième transformation dans les industries annexes du Bâtiment (serrurerie, menuiserie métallique, murs rideaux, chauffage, etc.).
Une partie des produits transformés (tubes, étirés, tréfilés, profilés) revient chez les Marchands de fer qui la revend ensuite aux divers utilisateurs.

Les principaux flux de produits sidérurgiques destinés au secteur du Bâtiment et des Travaux Publics sont schématisés sur le tableau, page 16.

7 - à l'insuffisance de l'appareil stastistique et à l'hétérogénéité des ventilations qui rend difficile toute comparaison.

Les flux de produits sidérurgiques destinés au secteur du Bâtiment et des Travaux Publics



III - LES DIVERSES METHODES POSSIBLES

Etant donné les difficultés que nous venons de signaler, il ne saurait être question de procéder à une comptabilité détaillée des produits. Il faut chercher à dégager les principaux postes significatifs en utilisant toutes les sources d'information existantes, en les ajustant chaque fois que cela est possible, de façon à essayer d'établir une cohérence générale de toutes les informations (globales ou partielles).

Il faut alors d'une part décomposer le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics en sous-secteurs suffisamment significatifs au point de vue technique et suffisamment homogènes pour permettre de déterminer les consommations correspondantes d'acier et d'autre part choisir le niveau auquel l'on doit se placer, pour chaque sous-secteur, de façon à saisir, au mieux, les consommations de produits sidérurgiques.

Nous allons donc passer en revue les diverses méthodes possibles qui correspondent aux divers niveaux d'observations possibles. Nous signalerons, lors de l'examen de chacune des méthodes, les sources de renseignements disponibles. On peut étudier les flux de produits sidérurgiques à 3 niveaux différents :

- au niveau des livraisons de produits
- au niveau des utilisateurs de ces produits
- au niveau des réalisations dans lesquelles entrent ces produits.

1) Etude des livraisons des produits sidérurgiques à l'ensemble du secteur

Le "Comptoir Français des Produits Sidérurgiques" publie des statistiques annuelles concernant les livraisons d'aciers par les usines sidérurgiques françaises. Nous en avons extrait les deux tableaux suivants :

Numéro de code		1959	1960	1961	1962	1963
25.0	Marchands de Fer	1 728 221	2 074 942	2 167 180	2 274 511	2 289 365
26.1	Travaux du Bâtiment	114 576	141 602	154 974	153 820	163 284
26.2	Travaux de Génie Civil	55 271	72 154	64 448	63 370	68 746
26.3	Fabrication d'armatures	126 850	146 882	136 861	171 974	178 584
26.4	Rideaux et fermetures métalliques	5 164	7 839	8 361	6 990	5 634
26.5	Poteaux et tuyaux en ciment armé	34 595	47 801	39 614	34 337	40 501
26.0	Entreprises de Bâtiment et de Génie Civil	336 456	416 278	404 258	430 491	456 749
27.0	Constructions Métalliques	278 129	396 273	417 278	400 534	345 921
	Total Métropole	7 217 057	8 560 567	8 543 747	8 493 521	8 546 082

Tableau extrait de : Livraisons d'aciers par les usines sidérurgiques françaises aux grandes catégories professionnelles de la Métropole, tous produits finis confondus (en tonnes).

Numéro de code		Laminés marchands			Fil machine	Ensemble		
		Aciers lisses	Aciers non lisses	Total		Aciers lisses	Aciers non lisses	Total
25.0	Marchands de Fer	210 121	218 852	428 973	23 025	233 146	218 852	451 998
26.1	Travaux de Bâtiment	42 564	88 342	130 906	14 864	57428	88 342	145 770
26.2	Travaux de Génie Civil	2 414	2 874	5288	-	2414	2874	5 288
26.3	Fabrication d'armatures	41 673	96 887	138 560	38 110	79783	26887	176 670
26.4	Rideaux et fermetures métalliques	-	-	-	-	-	-	-
26.5	Poteaux et tuyaux en ciment armé	25 406	5 215	30 621	9 880	35286	5215	40 501
26.0	Entreprises de Bâtiment et de Génie Civil	112 057	193 318	305 375	62 854	174911	193 318	368 229
27.0	Constructions Métalliques	-	-	-	-	-	-	-
	Total Métropole	330 290	415 024	745 314	92 440	422 730	415 024	837 754

Tableau extrait de : Livraisons de produits pour béton (année 1963) aux grandes catégories professionnelles de la Métropole (en tonnes).

Ces statistiques ne comprennent pas les importations. Or, celles-ci sont fort importantes. Pour 1963, on peut estimer que le marché intérieur français a consommé 1 048 000 tonnes de produits pour béton en subdivisant comme suit :

- Livraisons des usines françaises	ronds lisses	330	(en milliers de tonnes)
	ronds non lisses	415	
	fil machine	92	
- Importations		211	
	Total	1 048	

D'autre part ces statistiques comprennent un poste "Marchands de Fer" très important (26 % des livraisons des usines françaises en 1963) mais ne donnent aucune indication sur la destination des produits redistribués par ces Marchands de fer.

Ces statistiques ne permettent donc pas de répondre à la question posée : "Où va l'acier ?"

Elles fournissent cependant des données numériques qu'il sera intéressant de confronter avec les estimations faites par d'autres méthodes. Certaines données partielles pourront être cernées de façon satisfaisante par cette méthode lorsque l'utilisateur ou le consommateur final ne fera que très peu appel à l'importation, aux marchands de fer.

Remarque

La Chambre Syndicale de la Sidérurgie a procédé à une ventilation des importations et des livraisons des Marchands de Fer selon les consommateurs finals. Elle a ainsi obtenu une estimation de la consommation réelle de produits sidérurgiques par le secteur Bâtiment et Travaux Publics. Etant donné le nombre et la variété des flux de produits, cette estimation ne peut fournir que des ordres de grandeur.

Estimation de la consommation réelle, de produits sidérurgiques,
du secteur "Bâtiment et Travaux Publics", en 1962

(en milliers de tonnes)

	Poutrelles	Palplanches	Ronds à béton	Autres laminés marchands (3)	Fil machine	Larges plats	Tôles fortes	Tôles moyennes	Tôles minces	Tôles galvanisées	Autres tôles revêtues (4)	Feuillards	Total
Bâtiment (1)	80	-	486	280	62	3	24	13	62	100	1	27	1 138
Travaux Publics (2)	21	80	355	20	8	-	10	6	6	-	-	-	506
Constructions Métalliques	280	-	-	225	-	28	91	14	28	32	1	3	702
Total	381	80	841	525	70	31	125	33	96	132	2	30	2 346

(1) y compris les industries annexes (serrurerie, menuiserie métallique, fournitures métalliques, persiennes, murs-rideaux, chauffage, radiateurs en acier, etc.)

(2) y compris les achats faits directement par le Ministère des Travaux Publics.

(3) y compris les profils spéciaux.

(4) tôles étamées, plombées, électrozinguées.

2 - Etude des consommations d'acier au niveau des utilisateurs, par sondages auprès d'entreprises de la profession

Cette méthode est fondée sur l'utilisation des sondages effectués auprès des entreprises. Il existe trois enquêtes principales, par sondages, auprès des entreprises. Ce sont celles de :

- la Fédération Nationale du Bâtiment et des activités annexes (1),
- la Fédération Nationale des Travaux Publics (2),
- Commissariat général aux Entreprises des Travaux publics et du Bâtiment (3).

Ces sondages très détaillés fournissent généralement des données en valeur, même lorsqu'il s'agit de la consommation de matériaux. Cependant une enquête spéciale de la Fédération des Travaux Publics apporte des chiffres intéressants sur les consommations d'acier en unités physiques. Il faudrait ajouter à ces sondages les enquêtes faites par divers syndicats auprès de leurs affiliés.

Ces sondages ont le mérite de procurer des descriptions du marché du Bâtiment et des Travaux Publics très utiles pour une étude d'ensemble du secteur. Mais seules les enquêtes de la Fédération Nationale des Travaux Publics et du Commissariat général aux Entreprises des Travaux Publics et du Bâtiment fournissent des données sur les consommations d'acier.

---

(1) Bulletin statistique de la Fédération Nationale du Bâtiment et des activités annexes. "Moyens, activités, débouchés de l'industrie du Bâtiment.

(2) Annuaire statistique du Ministère des Travaux publics et des Transports - Statistiques de la Fédération Nationale des Travaux publics.

(3) Statistiques du Commissariat général aux Entreprises de travaux publics et de Bâtiment - Bulletin pour les années 1959 à 1962, et pour les mêmes données, études statistiques (INSEE)
- Supplément trimestriel du Bulletin mensuel de Statistiques n° 4 (octobre-décembre 1964).

a) Sondage du Commissariat général aux entreprises de travaux publics et de Bâtiment (CGETPB) (1)

Cet ensemble de données constitue la source la plus riche quant à la connaissance des comptes du Bâtiment et des travaux publics. Ces comptes détaillés y figurent, notamment :

- nature sommaire des travaux suivant l'activité principale de l'entreprise (cette nature se divise en gros oeuvre, second oeuvre, entretien),
- travaux exécutés selon leur nature sommaire et suivant la nature du client,
- travaux exécutés selon la nature du client et suivant l'activité principale de l'entreprise.

Les résultats de ce sondage sont connus avec un certain retard ; on peut espérer néanmoins obtenir les données de 1962 et 1963 au cours de la présente année. Les chiffres de cette enquête seront alors très utiles car ils permettront de faire des ajustements en valeur avec les autres sources de renseignements.

Par ailleurs, cette même enquête fournit des renseignements sur la valeur des produits sidérurgiques consommés par les entreprises recensées.

Ces produits sidérurgiques sont regroupés en trois postes :

- ronds à béton et armatures,
- poutrelles, palplanches, rails et tôles
- tuyaux et raccords en acier.

Les consommations établies en valeur sont ventilées selon la classification de l'INSEE par activités (numéro de nomenclature des activités : 330-340).

---

(1) Depuis 1959, la structure de l'échantillon est la suivante, en nombre d'entreprises interrogées :
Entreprises de plus de 50 salariés : 5 000 (en totalité) ; de 21 à 50 salariés : 1 000 (1 entreprise sur 5) ; de 11 à 20 salariés : 400 (1 sur 20) ; de 0 à 10 salariés : 4 600 (1 sur 50).

L'analyse des consommations d'acier effectuée dans le cadre de ce sondage est délicate pour de nombreuses raisons :

- déclarations en valeur (la valeur des produits sidérurgiques au kg dépend des quantités achetées et par conséquent de la taille des entreprises). Il faut donc estimer le prix moyen payé par les entreprises selon leur dimension.

- la ventilation des produits est assez étroite ; le poste poutrelles, palplanches... est certainement difficile à apprécier en tonnage, étant donné les valeurs différentes des produits qui le constituent.

- les réponses faites par les entreprises au questionnaire peuvent donner lieu à des interprétations fort diverses. Il faut souligner de plus que pour de nombreuses entreprises (petites ou moyennes) les réponses au questionnaire doivent s'avérer délicates et donner lieu parfois à des estimations plus ou moins fondées.

Il faut ajouter que la terminologie ambigüe peut entraîner des erreurs d'affectation entre les différents postes de la nomenclature.

Enfin certaines consommations échappent à l'enquête : notamment la consommation des entreprises ne faisant pas partie du secteur Bâtiment et Travaux Publics, celle des Administrations et celle des ménages, ainsi que les tonnages utilisés pour la fabrication des produits en béton (supports, tuyaux...).

L'analyse des consommations d'acier, effectuée à partir de cette enquête, ne peut donc fournir que des ordres de grandeur et servir de comparaison (en valeur) aux chiffres acquis par ailleurs.

b) sondage de la Fédération des Travaux Publics

L'enquête relative aux produits sidérurgiques consommés par les entreprises de Travaux Publics ouvre une voie très intéressante pour l'étude de ce sous-secteur.

Si l'enquête du CGETPB concernant l'acier pèche par de nombreux côtés, l'enquête dont il est ici question évite les deux premiers reproches adressés à la précédente.

Elle porte sur des tonnages au lieu d'évaluation en valeur. La ventilation des produits sidérurgiques y est complètement détaillée.

Etant donné l'hétérogénéité des travaux et la difficulté d'en faire une description quantitative en unités physiques comme cela est possible pour le

bâtiment, l'analyse de la consommation d'acier dans les Travaux Publics ne peut progresser qu'en utilisant cette approche, c'est-à-dire en relevant les consommations des entreprises de la branche.

Cependant l'exploitation complète de cette enquête demande toute une série de travaux complémentaires. En effet, les résultats fournis par la Fédération des Travaux Publics sont globaux et il convient d'en tirer :

- les consommations d'acier par secteur d'activité selon la nomenclature de l'INSEE (340 et la suite)
- les consommations d'acier selon l'importance de l'entreprise par l'intermédiaire des effectifs ou de la masse salariale versée.

Parallèlement, il faut vérifier la représentativité de sondage en étudiant le nombre d'entreprises interrogées selon le nombre de salariés et selon l'activité principale par rapport aux données connues par ailleurs concernant la population globale.

Ces résultats pourront faire l'objet d'une enquête supplémentaire auprès des entreprises ayant répondu au questionnaire, ceci afin de vérifier dans quelles conditions les réponses ont été élaborées.

Des données complémentaires seront recherchées par enquêtes, notamment en ce qui concerne certaines activités telles : les travaux routiers, les voies ferrées, les réseaux électriques.

Il faudra également essayer de réduire l'ambiguité attachée au poste "Génie Civil". Une part importante des "bâtiments" et quelquefois leur totalité sont, en fait, considérés comme travaux de génie civil. (Il en serait ainsi, par exemple, pour l'usine sidérurgique d'Usinor à Dunkerque, pour les réacteurs atomiques, etc.). Or, la part des travaux publics consacrée à l'infrastructure des bâtiments et des autres installations industrielles présente une réelle importance. Elle vient renforcer considérablement le tonnage d'acier consommé par l'ensemble Bâtiment si ce dernier est pris dans son sens le plus large.

3 - Etude de la consommation réelle d'acier à partir des ouvrages effectivement réalisés

Cette méthode consiste à déterminer d'abord les ouvrages effectivement réalisés, puis les quantités d'acier (et la nature des produits) utilisés pour réaliser ces ouvrages.

a) Evaluation des ouvrages effectivement réalisés par l'intermédiaire des permis de construire

L'édification des constructions est soumise en France à la procédure du permis de construire. La demande de permis se fait par un questionnaire qui relate les caractéristiques principales de la construction : importance, détails sur les techniques constructives, matériaux utilisés. Les statistiques de ces permis sont publiées par le Ministère de la Construction.

Bien que cette description soit limitée, elle constitue une source extraordinaire quant à la connaissance du marché du Bâtiment.

Elle présente cependant quelques inconvénients :

- elle ne donne évidemment aucun renseignement en ce qui concerne les Travaux Publics,
- le permis de construire sanctionne l'autorisation de construire et non pas la réalisation effective de la construction. Le recensement ne dit rien des mises en chantier et des bâtiments terminés. Pour le logement, une enquête du Ministère renseigne sur les mises en chantier et sur les logements terminés. Par contre, pour tous les autres bâtiments il n'y a pas d'enquête et il faut recourir à d'autres sources pour apprécier ce qui est vraiment réalisé,
- les renseignements détaillés sur les techniques et les matériaux portent seulement sur les bâtiments autorisés. Si l'on veut utiliser ces renseignements il faut donc supposer que les bâtiments réalisés présentent une répartition identique aux bâtiments autorisés quant à leurs caractéristiques principales,
- toutes les constructions ne sont pas soumises à la procédure du permis. Les exemptions au permis de construire ne sont pas négligeables, puisqu'elles concernent essentiellement le secteur de l'Energie (EDF, gaz de France, charbonnage, pétrole), celui de l'Education Nationale (pour une part notable), les constructions militaires (sauf les casernes), les travaux des P et T, les travaux relevant du Ministère des Travaux Publics et des Transports. Et, de plus, certains travaux ne sont pas recensables car ils relèvent du Génie Civil et souvent des entreprises de Travaux Publics.

Malgré ces inconvénients, ces statistiques du permis de construire sont très utiles :

- elles permettent une étude quantitative du marché du bâtiment,
- elles fournissent les caractéristiques techniques de ces bâtiments,
- étant annuelles, elles révèlent l'évolution de la demande des divers bâtiments et l'évolution des techniques de construction.

b) Détermination de la consommation d'acier par type d'ouvrages

Etant donné l'extraordinaire variété des ouvrages et la multiplicité des techniques, on se heurte alors à un problème difficile.

On pourrait envisager de procéder à des sondages pour chaque type d'ouvrages (maisons individuelles, immeubles collectifs, écoles, hôtels, hôpitaux, usines, etc.). Mais l'hétérogénéité de la population est telle qu'il faudrait disposer de moyens considérables pour faire toutes les enquêtes nécessaires.

Les Bâtiments, du point de vue de l'acier qu'ils utilisent, n'ont pas en effet l'apparence d'une distribution statistique régulière. Supposons qu'un individu se trouve devant 10 objets dont 8 pèsent 1 kg et 2 pèsent 100 kg. S'il tire au sort 2 de ces objets pour les examiner et se faire une idée, d'après leur poids, du poids moyen de sa collection, il a 62 % des chances de conclure que le poids moyen est 1 kg, alors qu'il est de 20,8 kg. Avant d'expérimenter de façon aussi simpliste, il aurait dû regarder sa collection et voir que selon toute apparence, elle se divisait en 2 classes car 2 des 10 objets sont beaucoup plus gros que les autres. Ainsi en est-il pour le bâtiment, dont les objets sont très différenciés : on ne peut s'en faire une bonne idée qu'après avoir distingué chaque technique de construction, grâce à ses caractéristiques et à l'ampleur de son marché.

Une telle approche des consommations d'acier par sondages est, pour l'instant, irréalisable.

Il est nécessaire d'adopter pour chaque type d'ouvrage une méthode propre, tenant compte de la nature de l'ouvrage, de sa complexité et des renseignements dont l'on dispose. On est alors amené à déterminer soit des coefficients techniques moyens (en kg d'acier par m2 de surface habitable, hors-tout ou bâtie) soit des consommations globales par élément de construction constitutif de l'ouvrage considéré.

Ces évaluations peuvent se faire en combinant les moyens suivants :

- étude des "métrés" : les constructions font souvent l'objet de métrés dont l'analyse fournit, au moins pour certains postes, des éléments sur les consommations spécifiques d'acier. Cette méthode nécessite de nombreuses enquêtes et de bonnes introductions auprès des architectes et des bureaux d'études.

- enquêtes directes auprès des architectes, bureaux d'études, entrepreneurs de façon à obtenir auprès des spécialistes des coefficients techniques moyens de consommation d'acier, en profitant de l'expérience quotidienne de ces spécialistes et de leurs méthodes de calculs.

- enquêtes auprès de fabricants d'éléments fonctionnels de construction (planchers, par exemple) pour obtenir des consommations spécifiques ou des consommations globales. Les Syndicats correspondants procèdent parfois à des enquêtes détaillées dans leur profession ; ce qui permet d'obtenir facilement la consommation globale d'acier pour l'élément fonctionnel considéré. (Cette méthode semble particulièrement bien adaptée à l'étude des éléments du second oeuvre des bâtiments).

- étude de la littérature technique
- calculs théoriques à partir des revues techniques et des règles de la construction BA 60, CM 56.

Une approche du problème aussi variée nécessite évidemment de nombreux ajustements pour assurer la cohérence de nombreux ajustements. Elle a l'intérêt de ramener le nombre d'enquêtes à effectuer dans le domaine du réalisable.

III - LES METHODES RETENUES

En définitive, nous n'opterons pas pour une méthode particulière ; nous les utiliserons toutes ; ce qui nous permettra de nous référer aux enquêtes déjà faites, de confronter leurs résultats avec nos propres calculs et nos sondages.

Le recoupement sera de rigueur. Si savant que soit un calcul, nous considèrerons comme douteux un résultat qui n'a pas été recoupé. L'expérience prouve, en effet, qu'aucune source n'est parfaitement sûre et qu'il est souvent difficile de prévoir la cause qui la biaise. En fait, seule la coïncidence des chiffres provenant de sources différentes amène la certitude ; seuls les ajustements aux divers niveaux de l'observation conduisent à la cohérence de l'ensemble.

Nous retiendrons donc les méthodes suivantes :

1 - Bâtiments

a) logements

Pour le gros oeuvre, étude de la consommation réelle d'acier à partir des ouvrages effectivement réalisés (détermination de coefficients techniques moyens).

Pour le second oeuvre, étude par enquêtes auprès des utilisateurs des produits sidérurgiques : fabricants d'éléments fonctionnels, syndicats professionnels.

b) locaux non destinés à l'habitation

Pour les bâtiments faisant l'objet d'un permis, étude analogue à celle des logements (dans la mesure du possible car les ouvrages sont ici beaucoup plus variés et beaucoup plus complexes).

Pour les bâtiments ne faisant pas l'objet d'un permis, étude par enquêtes auprès des Administrations (Education Nationale, Energie, P et T, Forces Armées, etc.) et des entreprises concernées.

Etant donné la complexité et la variété des constructions non à usage d'habitation, il faudra peut-être, en définitive, se contenter de calculer les consommations d'acier correspondantes par différence, en considérant ce poste comme une variable résiduelle.

2 - Travaux Publics

Etude de la consommation au niveau des utilisateurs grâce aux enquêtes de la Fédération Nationale des Travaux Publics, complétées éventuellement par des sondages sur certains postes.

La cohérence de l'ensemble sera assurée par comparaison avec les livraisons de produits sidérurgiques destinées au secteur du Bâtiment et des Travaux Publics.

3ème PARTIE

LE VOLUME DU MARCHE DE LA CONSTRUCTION

Cette 3ème Partie sera consacrée à l'étude et au traitement des statistiques des permis de construire publiées mensuellement par le Ministère de la Construction, dans ses Bulletins Statistiques.

Nous prendrons comme année d'étude l'année "1963".

Nous examinerons d'abord le logement (Titre I) puis les autres bâtiments c'est-à-dire les locaux ne concernant pas l'habitation (Titre II).

Pour le logement, les statistiques fournissent pour chaque année les caractéristiques de l'ensemble des permis autorisés. Grâce à l'existence d'une enquête sur les délais de construction, il est possible de déduire de ces autorisations les logements mis en chantier et les logements achevés (avec leurs caractéristiques).

Au cours de l'étude méthodologique, nous avons vu que la détermination des consommations d'acier, à partir des ouvrages effectivement réalisés, était la méthode valable surtout pour le gros oeuvre du logement. Ce sont donc les mises en chantier que nous étudierons en détail (car l'on peut estimer en première approximation que la réalisation du gros oeuvre est effectuée dans l'année de mise en chantier).

Pour les locaux ne concernant pas l'habitation, les statistiques ne fournissent que des données partielles sur les permis autorisés. De plus, il n'existe aucune enquête sur les délais de construction de ces bâtiments. Nous ne pourrons donc que chercher à évaluer les caractéristiques de l'ensemble des permis à partir des caractéristiques partielles fournies par les Statistiques. Le passage des permis autorisés aux mises en chantier ne pourra se faire qu'ultérieurement : il faudra procéder à des enquêtes par type de bâtiment et surtout à un ajustement en valeur entre les devis des permis autorisés et le chiffre d'affaire correspondant des entreprises de Bâtiment et de Travaux Publics (fourni par l'enquête du CGETPB). On pourra également faire des recoupements avec les dépenses de formation brute de capital fixe des divers agents et secteurs d'activité en produits du bâtiment et des Travaux Publics, fournies par la comptabilité nationale.

Tout au long de cette étude des permis, nous serons amenés à faire de nombreuses hypothèses et de nombreux ajustements, étant donné les lacunes et les insuffisances de ces statistiques.

Il n'en reste pas moins que ces données chiffrées fournissent, à l'heure actuelle, le seul moyen d'aborder valablement le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics. Elles doivent constituer la base quantitative de toute étude approfondie du secteur.

Ces statistiques se perfectionnent d'ailleurs peu à peu. Lorsqu'elles fourniront des séries suffisamment longues, elles permettront de suivre l'évolution des caractéristiques des bâtiments et des techniques de construction.

Il serait intéressant que le Ministère de la Construction développe ses enquêtes sur les délais de construction et fournisse des résultats détaillés sur les caractéristiques techniques des bâtiments mis en chantier ou achevés.

Contrairement aux logements, les constructions ne concernant pas l'habitation ne sont pas toutes soumises à la formalité du permis de construire. Nous étudierons ces exemptions dans le titre III.

Remarque : Les calculs ont été effectués soit sur ordinateur, soit sur machine à calculer.

Titre I - LE LOGEMENT

I - LES PERMIS DE CONSTRUIRE

Pour construire ou faire construire un logement (ou un bâtiment) il faut faire une demande de permis de construire et obtenir un "avis favorable" du Service technique compétent de la Direction Départementale de la Construction. Tout logement a donc un permis de construire. (Dans le domaine des bâtiments, au contraire, certaines constructions sont dispensées du permis de construire).

Le Bulletin Statistique du Ministère de la Construction publie les statistiques concernant les permis de construire accordés chaque année en France.

On obtient ainsi :

a) le total des permis comportant création de logements ou de pièces
b) les caractéristiques des logements autorisés selon le type de construction (nombre moyen de pièces, surface habitable moyenne, devis moyen au m2 de surface habitable, taille du permis...).
c) la répartition de ces permis en un certain nombre de tableaux croisés (depuis 1962 seulement) :
   - type de structure selon les matériaux de structure et le nombre de niveaux
   - revêtements de façade selon le type de construction et le nombre de niveaux
   - matériaux de couverture selon le type de construction et le type de toiture
   - répartition des logements autorisés suivant le mode de chauffage.
d) quelques renseignements concernant les garages et parkings et les travaux annexes à l'habitation
e) la répartition de ces permis par départements.

II - L'ENQUETE PAR SONDAGE SUR LES DELAIS DE CONSTRUCTION

Notre but étant de déterminer les quantités d'acier utilisées dans la construction en 1963, ce ne sont pas les logements autorisés qui nous intéressent directement, mais tous les logements ou parties de logements effectivement réalisés en 1963.

Nous nous heurtons à un problème difficile car il existe des délais importants et variables entre, d'une part, l'autorisation et, d'autre part, la mise en chanteir ou l'achèvement.

Le Ministère de la Construction effectue chaque semestre une enquête par sondage dont le but est justement d'étudier ces délais qui séparent les diverses étapes (administratives ou physiques) de la construction des logements.

L'enquête porte sur un échantillon représentatif des demandes de permis de construire comportant la création d'au moins un logement et ayant reçu un avis favorable des Directions départementales de la Construction (de la Préfecture pour le département de la Seine). Cet échantillon comprend :

- tous les projets portant sur la création de 50 logements ou plus
- un projet sur 6 (1) choisi au hasard, parmi ceux qui comportent 10 à 49 logements,
- un projet sur 50, choisi par hasard, parmi ceux qui comportent 2 à 9 logements,
- un projet sur 100, parmi ceux ne comportant qu'un seul logement.

L'enquête couvre :

a) les projets autorisés du 1er janvier 1956 (ou pour le département de la Seine, du 1er janvier 1957) au 31 décembre 1958, à l'exclusion du secteur HLM-location.

b) la totalité des projets autorisés depuis le 1er janvier 1959

Cette enquête fournit :

- les délais séparant l'avis favorable et la mise en chantier
- les délais séparant l'avis favorable et l'achèvement
- les délais séparant la mise en chantier etl'achèvement.

III - LES MISES EN CHANTIER EN 1963

1° - Le nombre de logements mis en chantier

Le Ministère de la Construction nous a fourni (en dépouillant l'enquête sur les délais) le nombre de logements mis en chantier en 1963 et leur répartition selon l'année d'autorisation des permis correspondants.

année d'autorisation	nombre de logements mis en chantier en 1963
1956	161
1957	372
1958	629
1959	3 287
1960	7 282
1961	28 908
1962	171 219
1963	166 291
Total	378 149

Remarque: Le nombre de logements mis en chantier en 1963 et n'ayant reçu l'avis favorable qu'en 1964 semble avoir été très faible. Nous le négligerons.

(1) Les projets comportant 10 à 49 logements, autorisés depuis le 1er janvier 1963, sont désormais tous inclus dans l'enquête.

2° - La date d'autorisation des permis

Il est important de tenir compte de l'année d'autorisation du permis car les caractéristiques techniques de ces permis évoluent d'année en année. Or les dates d'autorisation des permis correspondant aux logements mis en chantier en 1963 s'étalent sur 8 ans (1956-1963) !

Mais on se heurte alors à plusieurs difficultés, dues à l'insuffisance des statistiques :

- la répartition des permis, accordés chaque année, selon le type de construction et la taille des permis n'existe que depuis 1961.
- la répartition des permis, accordés chaque année, selon leurs caractéristiques techniques (type de structure, matériaux de structure, revêtements de façade, matériaux de couverture, modes de chauffage) n'existe que depuis 1962.

Pour l'étude des mises en chantier en 1963, il est quand même intéressant de tenir compte des renseignements existant pour les seules années 1961, 1962 et 1963, car :

- d'une part, les deux années 1962, 1963 fournissent déjà 89 % des logements mis en chantier en 1963,
- d'autre part, à mesure que les statistiques se perfectionneront, les études ultérieures pourront conduire à des évaluations beaucoup plus précises en utilisant la méthode que nous allons décrire,
- enfin la seule façon d'obtenir des classifications techniques quantitatives des logements mis en chantier est d'utiliser les classifications correspondantes portant sur les permis accordés (puisqu'à l'heure actuelle seules existent ces dernières !)

3° - Les pourcentages de mise en chantier

Le "pourcentage de mise en chantier en 1963 des permis de l'année N" est égal au quotient du nombre de logements, mis en chantier en 1963, provenant de permis accordés en l'année N, par le nombre de logements autorisés en l'année N.

Ce sont ces "pourcentages de mise en chantier en 1963" que nous appliquerons aux diverses classifications techniques concernant les permis accordés au cours des diveres années N de façon à obtenir les classifications techniques correspondantes pour les mises en chantier en 1963.

Nous connaissons le nombre de logements autorisés chaque année, et le nombre de logements mis en chantier en 1963 (voir tableau ci-dessus). On peut donc calculer les pourcentages de mise en chantier en 1963.

Mais comme les classifications des permis de construire n'existent que depuis 1961, nous serons obligés - faute de mieux - de regrouper les permis antérieurs à 1961 (et mis en chantier en 1963) avec ceux de 1961, en admettant donc que les permis antérieurs à 1961 ont les mêmes caractéristiques que ceux de 1961.

Lorsque de même nous utiliserons des classifications de permis qui n'existent que depuis 1962, nous regrouperons les permis antérieurs à 1962 avec ceux de 1962.

		année 1963	
année d'autorisation	nombre de logements autorisés	nombre de logements mis en chantier	pourcentages de mise en chantier
			%
1961	374 118	40 639(1)	10,9
1962	427 165	171 219	40
1963	525 098	166 291	31,7

(1) Ce chiffre représente, comme il a été dit plus haut, le nombre de logements mis en chantier en 1963, provenant de permis accordés en 1961 et au cours des années précédentes.

Nous obtenons ainsi un pourcentage global de mise en chantier. Or, en fait, ce pourcentage varie en fonction du type de construction : les maisons individuelles sont mises en chantier plus rapidement que les immeubles collectifs. Pour cerner de plus près la réalité, on peut utiliser d'autres statistiques :

- d'une part, la répartition du nombre de logements autorisés par taille des permis et par type de construction (Bulletin Statistique du Ministère de la Construction : Suppléments annuels 1962, 1963, 1964),
- d'autre part, la répartition des logements autorisés selon la période de leur mise en chantier et selon la taille des permis (Bulletin Statistique - octobre 1964 - p. 45 à 47 - Résultats complémentaires de l'enquête sur les délais).

En combinant ces diverses statistiques, on peut calculer d'abord les pourcentages de mise en chantier en 1963 des maisons individuelles (et des additions - surélévations) puis les pourcentages de mise en chantier en 1963 des immeubles collectifs (et des constructions non à usage principal d'habitation) - les résultats figurent dans le tableau ci-dessus.

année d'autorisation	nombre de logements autorisés		année 1963			
			nombre de logements mis en chantier		pourcentages de mise en chantier	
	maisons individuelles + additions surélévations	immeubles collectifs + cons. non à usage principal d'habitation	maisons individuelles + additions surélévations	immeubles collectifs + cons. non à usage principal d'habitation	maisons individuelles + additions surélévations	immeubles collectifs + cons. non à usage principal d'habitation
					%	%
1961	126 046	248 072	5 947 (1)	34 692 (1)	4,7	14
1962	141 451	285 714	52 432	118 787	37,1	41,5
1963	165 042	360 056	71 142	95 149	43,1	26,4

(1) autorisés en 1961 et au cours des années précédentes.

4° - Surface habitable mise en chantier

Pour obtenir la surface habitable mise en chantier en 1963, il suffit de multiplier, par type de construction, le nombre de logements mis en chantier par la surface habitable moyenne (en tenant compte évidemment de la date d'autorisation du permis correspondant).

Les surfaces habitables moyennes (en m2) figurent dans le tableau ci-dessous ; elles dépendent du type de construction et de l'année d'autorisation du permis (source : Bulletin Statistiques du Ministère de la Construction).

surfaces habitables moyennes			
	année d'autorisation		
	1961	1962	1963
		(m2)	
maisons individuelles	76,1	78,9	80,7
immeubles collectifs	62,0	64,1	66,2
additions - surélévations	72,6	75,3	70,1
constructions non à usage principal d'habitation	72,6	75,3	70,1

Remarque : Lorsque nous utiliserons des classifications de permis qui n'existent que depuis 1962, nous serons obligés de regrouper les permis antérieurs à 1962 avec ceux de 1962. Les pourcentages de mise en chantier, en 1963, des "permis de 1962", deviennent alors : 41,2 % pour les maisons individuelles (au lieu de 37,1 %) ; 53,7 % pour les immeubles collectifs (au lieu de 41,9 %). Et nous prendrons comme surface habitable moyenne des "permis de 1962" la moyenne pondérée des surfaces habitables des permis de 1961 et 1962 : soit 78,6 m2 pour les maisons individuelles et 63,6 m2 pour les immeubles collectifs.

5° - Surface hors-tout mise en chantier

Nous appellerons "surface hors-tout" la surface totale du logement mesurée à l'extérieur des murs de façade (qui constituent l'enveloppe extérieure du bâtiment).

La "surface hors-tout" comprend d'abord la surface habitable (qui, rappelons-le, englobe les pièces d'habitation et les pièces de service et de circulation). Elle comprend, en outre, la surface occupée par les murs, cloisons, emmarchements et trémies d'escaliers, gaines, embrasures de portes, loggias et sous-sol.

Certains postes de consommation sont fonction de la surface habitable (le chauffage, par exemple) mais la plupart sont fonction de la "surface hors-tout" (le poids d'acier contenu dans le gros oeuvre, par exemple). D'ailleurs, les entrepreneurs calculent généralement leurs divers coefficients techniques globaux en kg/m2 de "surface hors-tout".

En nous fondant sur les renseignements recueillis auprès des entrepreneurs et sur les études publiées dans les "Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment", nous obtiendrons la "surface hors-tout" en multipliant la surface habitable par :

- 2 pour les maisons individuelles avec sous-sol
- 1,4 pour les maisons individuelles sans sous-sol
- 1,5 pour les immeubles collectifs.

Ces coefficients ne constituent, bien sûr, que des moyennes. Pour être exhaustif, il faudrait classer les maisons individuelles et les immeubles collectifs selon le nombre de niveaux, selon le nombre d'ascenseurs, selon l'existence ou la non-existence d'un sous-sol ; le rapport de la "surface hors tout" à la surface habitable varie, en effet, en fonction de ces paramètres.

Les statistiques du Ministère de la Construction donnent la répartition des logements en fonction du nombre de niveaux ; le nombre d'ascenseurs est fonction du nombre de niveaux. Mais il n'existe aucune donnée officielle en ce qui concerne les sous-sols (un sous-sol ne constitue pas un "niveau"). De toute façon, il semble que l'utilisation de coefficients moyens conduise à une approximation suffisante pour l'instant.

6° - Devis total des mises en chantier

Les statistiques du Ministère de la Construction fournissent le "devis moyen au m2 de surface habitable" selon le type de construction. Pour obtenir le devis total correspondant aux logements mis en chantier en 1963, il suffit donc de multiplier la surface habitable mise en chantier en 1963 par le devis moyen, pour chaque type de construction.

On possède le devis moyen au m2 de surface habitable pour chaque année d'autorisation des permis. Mais, en fait, tous les permis mis en chantier en 1963 l'ont été aux prix de 1963 (les devis des logements autorisés au cours des années antérieures et mis en chantier en 1963 ont certainement été réévalués au niveau des devis des logements autorisés en 1963 !).

Nous utiliserons donc pour les mises en chantier en 1963 les devis ci-dessous : (Source : Bulletin statistique. Supplément annuel 1964, p. 3).

Type de construction	Devis moyen au m2 de surface habitable (année 1963) (en F)
Maisons individuelles	508
Immeubles collectifs	462
Additions - Surélévations	458
Construction non à usage principal d'habitation	458

(Moyenne : 478 F/m2)

7° - Les mises en chantier de "pièces"

Il existe également des permis comportant création de pièces (et non plus de logements). Il s'agit de pièces ajoutées à des logements existants ou créées dans des habitations communautaires.

Année d'autorisation des permis	1962	1963
Nombre de permis comportant création de pièces	16 740	19 682
Surface habitable correspondante (en milliers de m2)	713	936

Nous n'avons aucun renseignement sur les délais de mise en chantier de ces permis ; ces délais doivent être courts ; la surface correspondante est peu importante vis-à-vis de celle correspondant aux permis comportant création de logements. Pour ces diverses raisons, nous prendrons comme surface habitable mise en chantier en 1963 la moyenne des surfaces autorisées en 1962 et 1963 ; d'où :

- Surface habitable mise en chantier en 1963 (permis comportant création de pièces seules) (en milliers de m2) = 825
- Montant des devis correspondants (en millions de F, aux prix de 1963) = 551,3

8° - Travaux annexes à l'habitation

Ces travaux annexes ne donnent lieu à aucune création de logements ni de pièces principales.

Les travaux annexes à l'habitation, autorisés au cours des années 1962 et 1963 figurent dans le tableau ci-dessous (Source : Bulletin statistique du Ministère de la Construction - octobre 1964 - p. 56).

nature des travaux	Année 1962		Année 1963	
	nombre de permis	devis déclarés (milliers de F)	nombre de permis	devis déclarés (milliers de F)
Entretien, réparations, (ravalement, toiture, etc.)	2 272	23 690	2 256	27 070
Transformations intérieures ou extérieures (y compris addition de w. c., salle d'eau, escalier, balcon, terrasse, etc.)	19 994	286 970	21 175	333 120
Travaux relatifs à des dépendances (celliers, hangars, etc.)	6 944	36 720	6 ·01	31 850
Création de garages seuls	17 370	103 720	19 947	136 000
Clôtures seules (création ou réparation)	6 754	18 130	7 372	20 620
Garages et clôtures	**831**	**5 830**	**794**	**5 150**
Ensemble	54 165	475 060	57 545	553 810
Nombre de garages compris dans ces permis	40 121		47 688	

9° - Les résultats des calculs

La méthode d'évaluation des "mises en chantier" qui vient d'être décrite peut être appliquée aux diverses classifications des permis de construire qui sont établies chaque année par le Ministère de la Construction et publiées dans les Bulletins Statistiques.

Ces statistiques fournissent la répartition des permis :

- selon le type de construction :
  - Maisons individuelles
  - Immeubles collectifs
  - Additions - Surélévations
  - Constructions non à usage principal d'habitation.

- selon le type de structure :
  - Murs porteurs
  - Ossature béton armé
  - Ossature métal
  - Ossature bois
  - Autres.

- selon les matériaux de structure :
  - Pierre assisée
  - Moellon, meulière
  - Brique creuse
  - Brique pleine
  - Aggloméré
  - Béton banché
  - Grands éléments tout béton
  - Grands éléments tout bois
  - Grands éléments complexes
  - Autres et non désignés.

- selon le nombre de niveaux

- selon le type de toiture
  - Charpente béton-armé
  - Charpente bois
  - Charpente métal
  - Auto-portante
  - Terrasse
  - Autres.

Il est intéressant de passer de ces diverses classifications des logements autorisés aux classifications correspondantes des logements mis en chantier car selon le type de construction ou l'élément fonctionnel étudié, nous aurons besoin de telle ou telle classification des logements mis en chantier. Ainsi, par exemple, le nombre de logements "préfabriqués" mis en chantier sera obtenu à partir de la classification des logements selon les matériaux de structure (grands éléments tout béton, grands éléments complexes) tandis que la "construction métallique" est fournie par le poste "ossature métal" de la classification selon le type de structure.

Nous avons retenu 3 classifications :

a) nous avons d'abord utilisé la classification suivante :

I - Maisons individuelles

1 - Murs porteurs
2 - Ossature béton armé
3 - Ossature métal
4 - Ossature bois
5 - Autres.

II - Immeubles collectifs

1 - Murs porteurs
2 - Ossature béton armé
3 - Ossature métal
4 - Ossature bois
5 - Autres.

III - Additions - Surélévations

IV - Construction non à usage principal d'habitation

Nous avons étudié successivement les permis accordés en 1961 (Tableau I), en 1962 (Tableau 2) en 1963 (Tableau 3) en leur appliquant les pourcentages de mise en chantier en 1963. Nous avons ainsi obtenu le nombre de logements mis en chantier en 1963, puis la surface habitable, la surface hors-tout et le devis total.

Les résultats relatifs aux logements, mis en chantier en 1963, répartis selon cette classification, sont regroupés dans le tableau 4.

b) Nous avons ensuite utilisé la classification des permis selon le tableau croisé : "type de structure selon les matériaux de structure et le nombre de niveaux" et nous sommes passés aux mises en chantier en 1963 par la même méthode que précédemment, à partir des permis autorisés en 1962 (tableau 5) et en 1963 (tableau 6). (Cette classification n'existe pas pour les permis autorisés avant 1962 ; il a donc fallu regrouper les permis antérieurs à 1962 avec ceux de 1962 et utiliser des pourcentages de mise en chantier et des surfaces habitables moyennes corrigés).

c) Nous avons enfin utilisé la classification des permis selon le nombre de niveaux, combinés avec la classification selon le type de toiture (tableau 7).

Pour les permis autorisés en 1962, nous avons successivement calculé : la surface habitable mise en chantier en 1963 en fonction du nombre de niveaux, la surface hors-tout en fonction du nombre de niveaux, la surface de toiture en fonction du nombre de niveaux (en divisant la surface hors-tout par le nombre de niveaux), la surface totale de toiture mise en chantier que nous avons répartie selon les divers types de toiture (en adoptant faute de mieux pour les logements mis en chantier les mêmes proportions que pour les logements autorisés). Idem pour les permis de 1963. On obtient ainsi pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs, les surfaces de toiture, mises en chantier en 1963, réparties selon le type de toiture (tableau 8).

Tableau 1

Etude des permis, comportant création de logements, autorisés en 1961, mis en chantier en 1963

	Nombre de logements autorisés en 1961	Nombre de logements mis en chantier en 1963 (1)	Nombre de milliers de m2 mis en chantier en 1963 (surface habitable)	Devis total des mises en chantier en 1963 (en millions de F)
I - Maisons individuelles				
1 - Murs porteurs	107 402	5 048	384,1	195,1
2 - Ossature béton armé	3 885	183	13,9	7,1
3 - Ossature métal	457	21	1,6	0,8
4 - Ossature bois	1 714	80	6,1	3,1
5 - Autres	800	38	2,9	1,5
Ensemble	114 258	5 370	408,6	207,6
II - Immeubles collectifs				
1 - Murs porteurs	119 326	17 422	1 080,1	499,0
2 - Ossature béton armé	103 242	15 073	934,5	431,8
3 - Ossature métal	459	67	4,1	1,9
4 - Ossature bois	22	3	0,2	0
5 - Autres	6 425	938	58,2	26,9
Ensemble	229 474	33 503	2 077,1	959,6
III - Additions-Surélévations	11 788	554	40,2	18,4
IV - Constructions non à usage principal d'habitation	7 428	1 084	78,7	36,1

(1) Rappelons qu'il s'agit du "nombre de logements mis en chantier en 1963, provenant de permis autorisés en 1961 et avant". Le pourcentage de mise en chantier a été, en effet, calculé de façon à déduire ces mises en chantier du "nombre de logements autorisés en 1961", étant donné que nous ne possédons pratiquement aucune statistique sur les caractéristiques des permis antérieurs à 1961.

Tableau 2

Etude des permis, comportant création de logements,
autorisés en 1962, mis en chantier en 1963

	Nombre de logements autorisés en 1962	Nombre de logements mis en chantier en 1963	Nombre de milliers de m2 mis en chantier en 1963 (surface habitable)	Devis total des mises en chantier en 1963 (en millions de F)
I - Maisons individuelles				
1 - Murs porteurs	121 459	45 061	3 555,3	1 806,1
2 - Ossature béton armé	4 425	1 642	129,5	65,8
3 - Ossature métal	588	218	17,2	8,7
4 - Ossature bois	1 953	724	57,2	29,0
5 - Autres	797	296	23,3	11,9
Ensemble	129 222	47 941	3 782,5	1 921,5
II - Immeubles collectifs				
1 - Murs porteurs	146 221	60 682	3 889,7	1 797
2 - Ossature béton armé	125 629	52 136	3 341,9	1 544
3 - Ossature métal	756	314	20,1	9,3
4 - Ossature bois	27	11	0,7	0,3
5 - Autres	9 204	3 819	244,8	113,1
Ensemble	281 837	116 962	7 497,2	3 463,7
III - Additions - Surélévations	12 229	4 537	341,6	156,5
IV - Construction non à usage principal d'habitation	3 877	1 609	121,2	60,3

Tableau 3

Etude des permis, comportant création de logements,
autorisés en 1963, mis en chantier en 1963

	Nombre de logements autorisés en 1963	Nombre de logements mis en chantier en 1963	Nombre de milliers de m2 mis en chantier en 1963 (surface habitable)	Devis total des mises en chantier en 1963 (en millions de F)
I - Maisons individuelles				
1 - Murs porteurs	139 979	60 331	4 868,7	2 473,3
2 - Ossature béton armé	5 197	2 240	180,8	91,8
3 - Ossature métal	1 055	455	36,7	18,6
4 - Ossature bois	1 376	1 455	117,4	59,7
5 - Autres	1 069	460	37,2	18,9
Ensemble	150 676	64 941	5 240,8	2 662,3
II - Immeubles collectifs				
1 - Murs porteurs	184 738	48 771	3 228,6	1 491,6
2 - Ossature béton armé	166 969	44 080	2 918,1	1 348,1
3 - Ossature métal	916	242	16,0	7,4
4 - Ossature bois	172	45	3,0	1,4
5 - Autres	2 793	737	48,8	22,6
Ensemble	355 588	93 875	6 214,5	2 871,1
III - Additions - Surélévations	14 366	6 192	434,0	198,8
IV - Construction non à usage principal d'habitation	4 468	1 179	82,7	37,9

Tableau 4

Les mises en chantier en 1963

Tableau récapitulatif

	Surface habitable (en milliers de m2)	Surface hors-tout (en milliers de m2)	Devis total aux prix de 1963 (en millions de F)
I - Maisons individuelles			
1 - Murs porteurs	8 808,1	14 973,8	4 474
2 - Ossature béton armé	324,2	551,1	165
3 - Ossature métal	55,5	94,3	28
4 - Ossature bois	180,7	307,2	92
5 - Autres	63,4	107,8	32
Ensemble	9 431,9	16 034,2	4 791
II - Immeubles collectifs			
1 - Murs porteurs	8 198,4	12 297,6	3 788
2 - Ossature béton armé	7 194,5	10 791,7	3 324
3 - Ossature métal	40,2	60,3	19
4 - Ossature bois	3,9	5,9	2
5 - Autres	351,8	527,7	162
Ensemble	15 738,8	23 683,2	7 295
III - Additions - Surélévations	815,8	1 223,7	374
IV - Construction non à usage principal d'habitation	282,6	423,9	134
Total	26 319,1	41 365,0	12 594

Tableau 5

Etude des permis, comportant création de logements, autorisés en 1962, mis en chantier en 1963.

Tableau croisé "Type de structure selon les matériaux de structure et le nombre de niveaux".

Colonnes I = nombre de logements autorisés en 1962.

Colonnes II = nombre de milliers de m2 mis en chantier en 1963 (surface habitable).

	Ensemble		Murs porteurs	
	I	II	I	II
Maisons individuelles				
Total	129 222	4 186	121 459	3 935
1) selon les matériaux de structure des façades				
Pierre assisée	1 013	33	1 003	32
Moëllon, meulière	9 488	307	9 320	302
Brique pleine	14 100	457	13 903	450
Brique creuse	53 741	1 741	51 901	1 682
Aggloméré	42 196	1 367	40 906	1 325
Béton banché	2 688	87	2 443	79
Grands éléments tout béton	1 126	36	460	15
" " " bois	1 203	39	262	8
" " complexes	2 351	76	730	24
Autre et non désigné	1 316	43	531	18
2) selon le nombre de niveaux				
1 niveau	83 832	2 716	77 860	2 523
2 niveaux	43 649	1 414	42 038	1 362
Plus et non déclarés	1 741	56	1 561	50
Immeubles collectifs				
Total	281 837	9 639	146 221	5 001
1) selon les matériaux de structure des façades				
Pierre assisée	13 262	454	9 637	330
Moëllon, meulière	6 342	217	5 621	192
Brique pleine	14 251	487	10 588	362
Brique creuse	68 481	2 342	35 295	1 207
Aggloméré	101 666	3 477	52 486	1 795
Béton banché	34 041	1 164	18 872	645
Grands éléments tout béton	14 321	490	3 863	132
" " " bois	437	15	191	7
" " complexes	17 228	589	7 763	266
Autre et non désigné	11 808	404	1 905	65
2) selon le nombre de niveaux				
moins de 4 niveaux	33 509	1 146	25 209	862
4 niveaux	56 401	1 929	33 493	1 145
5 "	90 051	3 080	54 848	1 876
6-8 niveaux	39 091	1 337	14 145	484
9-11 "	31 081	1 063	7 627	261
12-15 "	12 857	440	4 565	156
16 " et plus	4 995	171	2 270	78
Inconnus	13 852	473	4 064	139

Ossature						Autre et non désigné	
Béton armé		Métal		Bois			
I	II	I	II	I	II	I	II
4 425	143	588	19	1 953	63	797	26
8	-	-	-	-	-	2	-
109	3	1	-	-	-	58	2
183	6	1	-	-	-	13	-
1 738	56	9	-	-	-	93	3
1 183	38	44	1	-	-	63	2
236	8	7	-	-	-	2	-
351	11	226	7	-	-	89	3
10	-	12	-	916	30	3	-
518	17	250	8	800	26	53	2
89	3	38	1	237	7	421	14
2 924	95	586	19	1 852	60	610	20
1 380	44	2	-	101	3	128	4
121	4	-	-	-	-	59	2
125 629	4 297	756	26	27	-	9 204	315
2 098	72	-	-	-	-	1 527	52
670	23	7	-	-	-	44	2
3 586	123	-	-	-	-	77	3
32 885	1 125	217	8	-	-	84	3
48 982	1 675	177	6	-	-	21	-
15 169	519	-	-	-	-	-	-
10 278	351	-	-	-	-	180	6
223	8	-	-	23	-	-	-
8 869	303	229	8	4	-	363	12
2 869	98	126	4	-	-	6 908	237
7 721	264	101	4	27	-	451	15
22 608	773	39	1	-	-	261	9
34 425	1 177	70	2	-	-	708	24
23 325	798	107	4	-	-	1 514	52
22 974	786	258	9	-	-	222	8
8 242	282	-	-	-	-	50	2
2 544	87	181	6	-	-	-	-
3 790	130	-	-	-	-	5 998	205

Tableau 6

Etude des permis, comportant création de logements, autorisés en 1963, mis en chantier en 1963.

Tableau croisé "Type de structure selon les matériaux de structure et le nombre de niveaux".

Colonnes I = nombre de logements autorisés en 1963.

Colonnes II = nombre de milliers de m2 mis en chantier en 1963 (surface habitable).

	Ensemble		Murs porteurs	
	I	II	I	II
Maisons individuelles				
Total	150 676	5 243	139 979	4 871
1) selon les matériaux de structure des façades				
Pierre assisée	1 295	45	1 172	41
Moëllon, meulière	9 626	335	9 461	329
Brique pleine	12 966	451	12 935	450
Brique creuse	66 001	2 297	63 238	2 201
Aggloméré	48 293	1 681	46 525	1 619
Béton banché	2 661	93	2 598	90
Grands éléments tout béton	2 479	86	1 387	48
" " " bois	1 418	49	286	10
" " complexes	4 391	153	1 692	59
Autre et non désigné	1 546	53	685	24
2) selon le nombre de niveaux				
1 niveau	96 076	3 343	87 755	3 054
2 niveaux	52 781	1 837	50 836	1 769
Plus et non déclarés	1 819	63	1 388	48
Immeubles collectifs				
Total	355 588	6 223	184 738	3 233
1) selon les matériaux de structure des façades				
Pierre assisée	22 754	398	15 087	264
Moëllon, meulière	6 833	120	5 868	103
Brique pleine	17 234	302	11 682	204
Brique creuse	87 193	1 526	45 089	789
Aggloméré	124 184	2 173	59 761	1 046
Béton banché	40 722	713	23 248	407
Grands éléments tout béton	23 188	406	5 155	90
" " " bois	116	2	42	-
" " complexes	28 813	504	17 376	304
Autre et non désigné	4 551	79	1 430	26
2) selon le nombre de niveaux				
moins de 4 niveaux	43 218	756	31 032	543
4 niveaux	76 174	1 333	46 643	816
5 "	112 804	1 974	68 689	1 202
6-8 niveaux	53 860	943	18 121	317
9-11 "	39 024	683	11 985	210
12-15 "	19 000	333	4 189	73
16 " et plus	9 381	164	2 686	47
Inconnus	2 127	37	1 393	25

Type de structure							
Ossature						Autre et non désigné	
Béton armé		Métal		Bois			
I	II	I	II	I	II	I	II
5 197	181	1 055	37	3 376	117	1 069	37
21	-	-	-	-	-	102	4
103	4	3	-	56	2	3	-
27	1	-	-	4	-	-	-
2 262	79	9	-	17	-	475	17
1 648	57	73	3	19	-	28	1
54	2	6	-	1	-	2	-
805	28	222	8	44	2	21	-
9	-	3	-	1 117	39	3	-
218	8	657	23	1 700	59	124	4
50	2	82	3	418	15	311	11
3 714	129	1 022	36	3 208	112	377	13
1 174	41	33	1	163	5	575	20
309	11	-	-	5	-	117	4
166 969	2 922	916	16	172	3	2 793	49
7 655	134	-	-	-	-	-	-
959	17	-	-	2	-	4	-
5 552	97	-	-	-	-	-	-
41 915	734	55	1	-	-	134	2
54 081	1 121	266	5	-	-	76	1
16 759	293	-	-	-	-	715	13
17 833	312	-	-	-	-	200	4
6	-	-	-	68	1	-	-
10 194	178	430	7	59	1	754	13
2 015	36	165	3	43	1	898	16
11 481	201	356	6	172	3	177	3
28 479	498	346	6	-	-	706	12
43 234	757	193	3	-	-	688	12
35 311	618	12	-	-	-	416	7
26 752	468	-	-	-	-	287	5
14 811	259	-	-	-	-	-	-
6 210	109	-	-	-	-	485	9
691	12	9	1	-	-	34	1

Tableau 7 - Répartition des logements, autorisés en 1962 et 1963, selon le type de toiture

	total	Type de toiture					
		charpente béton armé	charpente bois	charpente métal	auto-portante	terrasse	autre et non désigné
Permis autorisés en 1962							
- Maisons individuelles (nombre de logements)	129 222	909	120 530	2 510	282	3 233	1 758
- Immeubles collectifs							
- Bâtiments	13 795	268	7 030	314	125	5 811	247
- Logements	281 837	5 357	82 985	3 745	3 290	176 279	10 181
Permis autorisés en 1963							
- Maisons individuelles (nombre de logements)	150 676	1 231	140 537	3 047	639	4 423	799
- Immeubles collectifs							
- Bâtiments	17 431	411	7 607	324	138	8 830	121
- Logements	355 588	7 543	89 130	3 807	2 784	250 653	1 671

Nota - Pour calculer les pourcentages des divers types de toiture dans les immeubles collectifs, il faut partir du nombre de batiments et non du nombre de logements (compris dans ces bâtiments). On constate, sur ce tableau, qu'en 1963, dans les immeubles collectifs, les toits en terrasse étaient utilisés pour des bâtiments comprenant en moyenne 28 logements tandis que les toits avec charpente bois étaient utilisés pour des bâtiments comprenant en moyenne 12 logements.

Tableau 8 - Répartition de la surface totale de toiture, mise en chantier en 1963, selon le type de toiture

	Surface totale de toiture (milliers m2)	Type de toiture					
		charpente béton armé	charpente bois	charpente métal	auto-portante	terrasse	autre et non désigné
Maisons individuelles	11 384	87	10 618	226	38	311	104
Immeubles collectifs	4 290	90	2 059	92	36	1 955	58
Total	15 674	177	12 677	318	74	2 266	162

IV - L'EVOLUTION DES MISES EN CHANTIER

Le tableau ci-dessous retrace l'évolution du nombre de logements autorisés chaque année depuis 1958, ainsi que celle de la surface habitable moyenne des logements autorisés.

Année	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Nombre de logements autorisés (en milliers)	345,4	343,1	365,6	374,1	427,2	525,1
Surface habitable moyenne par logement (en m2)	64	64	64	67	69	70,5

On peut dresser un tableau analogue en ce qui concerne les mises en chantier. Les nombres de logements mis en chantier en 1959, 1960 et 1961 correspondent à des estimations faites par le Ministère de la Construction (Bulletin Statistique - juin 1962, p. 47). Les nombres de logements mis en chantier en 1962 et en 1963 ont été calculés à partir des résultats de l'enquête sur les délais.

Année	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Nombre de logements mis en chantier (en milliers)	?	309,2	315,7	329,0	351,9	378,1
Surface habitable mise en chantier (en milliers de m2)		19 789	20 205	21 385	21 807	26 319

Titre II - LOCAUX NE CONCERNANT PAS L'HABITATION

Exploitons maintenant les dépouillements des permis de construire, des travaux ne concernant pas l'habitation.

Sources :

1 - Bulletin Statistique du Ministère de la Construction
Supplément annuel 1964 page 12

2 - Bulletin Statistique du Ministère de la Construction
Septembre 1964 page 45

I - GENERALITES

Nous voulons évaluer, pour chaque catégorie de Bâtiments (voir la classification des Bâtiments page 11) le nombre de mètres carrés de permis accordés en 1963, et le devis correspondant. Nous voulons aussi avoir une idée des erreurs qui entachent nos évaluations.

Or, comme le montrent les titres des colonnes de la source 1 (Supplément annuel 1964 - page 12 - colonnes reproduites dans nos calculs sous les numéros : colonne 1 à colonne 6, voir pages suivantes) certains permis ne comportent pas l'indication de leur surface, ni de leurs devis. Nous allons donc, à partir de ce que nous connaissons, faire des hypothèses, qui nous permettent d'évaluer ces mètres carrés et ces devis que les intéressés ont omis de signaler sur leurs permis.

En statistique, on n'a pas le droit d'extrapoler des caractéristiques d'une population que l'on connaît à une population que l'on ne connaît pas et dont on ne sait pas, en l'occurrence, dans quelle mesure elle lui ressemble.

Nous montrerons cependant que nos opérations "illégales" nous assurent des évaluations à environ 5 % près.

II - LA METHODE

Hypothèses :

1) A l'intérieur de chaque catégorie de la nomenclature détaillée (Source 1), le devis déclaré par m2 est constant. Il est évident que le m2 de bureau est plus cher que le m2 d'étable, mais nous supposons que le m2 de bureau coûte le même prix, que son devis et sa surface soient déclarés dans le permis ou non.

2) Nous évaluons forfaitairement le devis moyen du permis ne portant indication ni de surface ni de devis. En fait, nous supposons que ces permis sont petits. En effet si l'on compare le devis moyen des permis portant des indications complètes au devis moyen des permis portant des indications complètes au devis moyen de ceux dont la surface est omise, les derniers sont en moyenne le tiers des premiers (colonne 7) d'où l'idée que ceux où la surface et le devis sont omis sont encore plus petits : nous prenons arbitrairement égaux à la moitié (de ceux dont la surface seule est omise).

Nous vérifions que la taille ainsi obtenue n'est pas ridiculement faible: en moyenne 85 m2 par permis (résultats détaillés colonne 10 bis).

Ces deux hypothèses suffisent pour traiter la donnée 1.

La donnée 2 sert à ajouter les parties non habitables des constructions comprenant à la fois une partie habitable et une partie non habitable (par exemple, un magasin avec un logement pour les propriétaires).

Hypothèse

3) La proportion des surfaces indiquées dans les permis aux surfaces réellement construites est la même, que le projet comporte une partie habitable ou non. (Cette proportion varie cependant d'un poste de la classification à l'autre).

Cette hypothèse supplémentaire est utilisée dans les colonnes 15 et suivantes, et permet d'aboutir aux résultats des colonnes 16 et 18.

III - ERREURS ET CONTROLES

Si l'hypothèse 1 est fausse, l'erreur faite en l'adoptant porte sur tous les permis sauf ceux dont le devis et la surface sont connus, en moyenne 20 % de la surface totale. Pour plus de détails, la colonne 14 donne la proportion résultant du calcul des surfaces des permis parfaitement connus.

Si l'hypothèse 2 est fausse, la même technique mène à calculer la colonne 12. En moyenne, l'erreur faite ne porte plus que sur 3 % de la surface totale.

Donc, si l'hypothèse 1 est fausse à 10 % près et l'hypothèse 2 à 30 % près, et si les 2 erreurs s'ajoutent, les résultats globaux des colonnes 11 (devis) et 13 (surface) sont faux à 3 % près.

Quant aux constructions avec parties habitables, bien qu'atteignant 47 % du total pour certains postes, elles ne font en moyenne que 22 % de l'ensemble des surfaces. Une erreur de 10 % sur l'hypothèse 3 amène donc une erreur supplémentaire de 2 % sur l'ensemble, qui, au total, se trouve évalué à 5 % près.

Autre contrôle : Pour la suite des calculs, il faut se rendre compte de l'approximation faite en travaillant en nomenclature regroupée. En effet, ces premiers calculs ont été exécutés dans une nomenclature en 29 postes, qui, dans la suite, seront regroupés en 10 postes.

Dans les colonnes 11 (devis) et 13 (surface) on compare, pour chaque regroupement, la somme des résultats détaillés avec le résultat du même calcul effectué dès le départ sur les chiffres regroupés. L'écart est, en général, inférieur à 2 %. Cependant, le regroupement 5 qui contient 2 postes 51 : Boutiques, et 52 : Devantures, donne un écart aberrant de 24 % ; pour les surfaces cela tient au fait que les devantures sont d'une nature particulière : petites surfaces de prix élevés (11 500 F du m2) - très différente des boutiques (530 F du m2) et ne leur sont pas assimilables de notre point de vue.

IV - LE PROGRAMME

Donnons, pour compléter, les titres des colonnes de ce premier tableau des calculs, ainsi que les formules qui ont permis à M. TECHNET, du C.P.S. d'en réaliser le programme pour ordinateur. Remercions ici M. TECHNET pour sa précieuse et compétente collaboration.

Classe I — permis dont le devis et la surface sont connus

Classe II — permis dont le devis seul est connu

Classe III — permis dont ni le devis, ni la surface ne sont connus.

PROGRAMME		Colonnes détaillées
1	DONNEE	Nombre total de permis Classes I + II + III
2	DONNEE	Nombre de permis Classes I + II
3	DONNEE	Devis des permis Classes I + II
4	DONNEE	Nombre de permis Classe I
5	DONNEE	Surface des permis Classe I
6	DONNEE	Devis des permis Classe I
7	$[(3 - 6)/(2 - 4)] / (6/4)$	Devis moyen Classe II sur devis moyen Classe I (à comparer avec 0,50)
8	$[3 + 0{,}50\ (1 - 2)\ [(3 - 6)/(2 - 4)]] /1$	Devis moyen du permis (travaux sans partie habitable)
9	6/5	Devis déclaré au m2 (id.)
10	8/9	m2 par permis (id.)
10 bis	$0{,}50\ [(3 - 6)/(2 - 4)] /9$	m2 par permis Classe III
[11]	8 x 1	Devis (travaux sans partie habitable) Contrôle
12	3/11	Proportion des devis connus (id.)
[13]	11/9	Surface (Travaux sans partie habitable) Contrôle

14	5/13	Proportion des surfaces et devis connus (travaux sans partie habitable)
Projets	SH	Sans partie habitable
"	HA	Avec partie habitable accessoire
"	HP	Avec partie habitable principale

Colonnes regroupées

102	DONNEE	Surface connue des projets SH
105	DONNEE	Surface connue des projets HA (non compris partie habitable)
106	DONNEE	Devis connu des projets HA (y compris partie habitable)
108	DONNEE	Surface connue des projets HP (non compris partie habitable)
15	102/$\overline{13}$	Proportion des surfaces connues
16	(L,05 + 1,08)/15 + $\lceil 3$	Surface totale Contrôle
17	16 en %	
18	16 x $\overline{9}$	Devis total redressé Contrôle
19	$\lceil(\overline{9}$ x 105/15) x $\overline{12}\rceil$ /106	Proportion habitable dans les bâtiments HA (en devis)
20	$\lceil(\overline{9}$ x 108/15) x $\overline{12}\rceil$ /106	Proportion habitable dans les bâtiments HP (en devis)

V - NOMENCLATURE DES COLONNES

regroupée	. détaillée	
11	11	Etables, écuries
12	12	Granges, celliers
13	13	Hangars
14	14	Autres constructions
1		Bâtiments agricoles (ensemble)
	21	Ensembles industriels
	22	Usines, Ateliers
	23	Ateliers d'Artisans
	24	Autres établissements de production
	25	Annexes d'Usines ou d'Ateliers
2		Bâtiments industriels (ensemble)
	31	Hangars, entrepôts
	32	Frigorifiques
	33	Silos
	34	Châteaux d'eau
3		Stockage (ensemble)
	41	Garages d'entreprise
	42	Garages et Stations services
	43	Boxes à voitures
4		Garages (ensemble)
	51	Boutiques
	52	Devantures
5		Commerces (ensemble)
6	61	Bureaux
	71	Etablissements d'enseignement
	72	Etablissements de recherche
7		Enseignement (ensemble)
	81	Etablissements de soins
	82	Salles de spectacle et de réunion
	83	Edifices du culte
	84	Stades, piscines
	85	Autres locaux sociaux

8		Locaux sociaux (ensemble)
	91	Hôtels
	92	Colonies de vacances
9		Hôtels et assimilés (ensemble)
10	101	Divers
Total		Total général

OTUA - CONSTRUCTION — LE 1ER AVRIL 1965

STATISTIQUES DE 1963

DETAILS

11	2758,0000	2346,0000	75,9628	1634,0000	485,9000	55,9259 -	0,8222	0,0296	0,1150	0,2575	0,1222	81,7600	0,9290	710,3545	0,6840
12	371,0000	341,0000	18,9169	245,0000	141,5000	13,8869 -	0,9243	0,0531	0,0981	0,5411	0,2669	19,7029	0,9601	200,7608	0,7048
13	2935,0000	2657,0000	70,8238	1928,0000	497,5000	53,5799 -	0,8511	0,0252	0,1076	0,2344	0,1098	74,1118	0,9556	688,1428	0,7229
14	289,0000	259,0000	12,0209	148,0000	85,4000	9,8389 -	0,2956	0,0426	0,1152	0,3698	0,0853	12,3158	0,9760	106,8985	0,7988
	6353,0000	5603,0000	177,7246	3955,0000	1210,3000	133,2317 -	0,8014	0,0295	0,1100	0,2686	0,1226	187,8489	0,9461	1706,4520	0,7092
												187,8906 0,9997		1706,1568 1,0001	
21	171,0000	157,0000	143,6217	140,0000	393,1999	140,4797 -	0,1841	0,8474	0,3572	2,3720	0,2586	144,9155	0,9910	405,6155	0,9693
22	2635,0000	2385,0000	909,8454	2044,0000	2728,1999	806,1356 -	0,7711	0,3597	0,2954	1,2173	0,5146	947,8622	0,9598	3207,8445	0,8504
23	1585,0000	1425,0000	53,1359	1153,0000	219,3000	45,2119 -	0,7429	0,0349	0,2061	0,1697	0,0706	55,4664	0,9579	269,0396	0,8151
24	290,0000	256,0000	91,8428	193,0000	161,1000	84,2178 -	0,2773	0,3237	0,5227	0,6193	0,1157	93,9003	0,9780	179,6216	0,8968
25	659,0000	501,0000	52,5589	307,0000	72,9000	32,7879 -	0,9542	0,0919	0,4497	0,2044	0,1132	60,6099	0,8671	134,7588	0,5409
	5340,0000	4724,0000	1251,0048	3837,0000	3574,6999	1108,8331 -	0,5546	0,2435	0,3101	0,7850	0,2583	1300,3722	0,9620	4192,1915	0,8527
												1302,7546 0,9981		4196,8803 0,9988	
31	4343,0000	3874,0000	424,3222	3087,0000	1988,6000	370,4043 -	0,5709	0,1014	0,1862	0,5443	0,1839	440,3880	0,9635	2364,3231	0,8410
32	126,0000	116,0000	18,2429	97,0000	53,5000	17,5419 -	0,2040	0,1462	0,3278	0,4460	0,0562	18,4274	0,9899	56,2905	0,9519
33	162,0000	146,0000	64,7278	116,0000	79,6000	53,5219 -	0,8095	0,4180	0,6723	0,6216	0,2777	67,7161	0,9558	100,7102	0,7903
34	167,0000	143,0000	22,9009	74,0000	8,4000	10,0879 -	1,3621	0,1504	1,2009	0,1252	0,0773	25,1293	0,9113	20,9245	0,4014
	4798,0000	4279,0000	530,1940	3374,0000	2130,1000	451,5562 -	0,6492	0,1152	0,2119	0,5434	0,2049	552,7427	0,9592	2607,4212	0,8169
												551,6609 1,0019		2542,1584 1,0256	
41	661,0000	609,0000	28,3429	456,0000	108,6999	22,6989 -	0,7410	0,0443	0,2088	0,2122	0,0883	29,3020	0,9672	140,3206	0,7746
42	1285,0000	1142,0000	102,0378	854,0000	347,1000	90,0948 -	0,3930	0,0817	0,2595	0,3148	0,0798	105,0028	0,9717	404,5346	0,8580
43	2082,0000	1922,0000	65,8068	1348,0000	295,6000	48,7149 -	0,8239	0,0327	0,1648	0,1987	0,0903	68,1890	0,9650	413,7681	0,7144
	4028,0000	3673,0000	196,1876	2658,0000	751,3999	161,5087 -	0,5622	0,0502	0,2149	0,2336	0,0794	202,2522	0,9700	940,9541	0,7985
												202,4939 0,9988		958,6234 0,9815	
C	8826,0000	7952,0000	726,3817	6032,0000	2881,4999	613,0649 -	0,5806	0,0852	0,2127	0,4005	0,1386	752,1731	0,9657	3535,3239	0,8150
51	4311,0000	3750,0000	405,0863	1869,0000	543,9000	292,8825 -	0,3806	0,0978	0,5384	0,1817	0,0553	421,8184	0,9603	783,3415	0,6943
52	8151,0000	7032,0000	154,6647	1644,0000	2,8000	32,3099 -	1,1554	0,0205	11,5392	0,0017	0,0009	167,3702	0,9240	14,5044	0,1930
	12462,0000	10782,0000	559,7510	3513,0000	546,7000	325,1924 -	0,3485	0,0470	0,5948	0,0791	0,0271	586,8564	0,9538	986,5936	0,5541
												589,1887 0,9960		797,8460 1,2365	
61	1855,0000	1640,0000	562,6630	1175,0000	697,9000	487,7341 -	0,3881	0,3126	0,6988	0,4473	0,1152	579,9853	0,9701	829,9023	0,8409
	1855,0000	1640,0000	562,6630	1175,0000	697,9000	487,7341 -	0,3881	0,3126	0,6988	0,4473	0,1152	579,9853	0,9701	829,9023	0,8409
												579,9853 1,0000		829,9023 1,0000	
C	14317,0000	12422,0000	1122,4140	4688,0000	1244,6000	812,9266 -	0,2307	0,0810	0,6531	0,1240	0,0306	1160,3296	0,9673	1776,4780	0,7005
71	1045,0000	895,0000	270,1415	668,0000	463,6999	232,3256 -	0,4789	0,2704	0,5010	0,5398	0,1662	282,6357	0,9557	564,1143	0,8219
72	25,0000	24,0000	109,9568	22,0000	138,5000	109,5218 -	0,0436	4,4026	0,7907	5,5675	0,1375	110,0655	0,9990	139,1876	0,9950
	1070,0000	919,0000	380,0983	690,0000	602,1999	341,8474 -	0,3371	0,3670	0,5676	0,6465	0,1471	392,7094	0,9678	691,7988	0,8704
												392,7013 1,0000		703,3020 0,9836	
81	785,0000	699,0000	408,4313	533,0000	439,1999	371,6413 -	0,3178	0,5324	0,8461	0,6292	0,1309	417,9612	0,9771	493,9409	0,8891
82	500,0000	444,0000	71,5538	325,0000	113,0000	55,8379 -	0,7686	0,1505	0,4941	0,3045	0,1336	75,2517	0,9508	152,2880	0,7420
83	319,0000	281,0000	57,1529	204,0000	80,1000	38,6599 -	1,2673	0,1934	0,4826	0,4008	0,2488	61,7161	0,9260	127,8703	0,8364
84	239,0000	206,0000	75,9108	131,0000	85,1000	48,7489 -	0,9732	0,3426	0,5728	0,5981	0,3161	81,8865	0,9270	142,9476	0,9953
85	747,0000	646,0000	86,7078	455,0000	149,4000	66,2998 -	0,7332	0,1232	0,4437	0,2778	0,1203	92,1036	0,9414	207,5461	0,7198
	2590,0000	2276,0000	699,7568	1648,0000	866,7999	581,1880 -	0,5353	0,2816	0,6704	0,4200	0,1407	729,3990	0,9593	1087,8460	0,7968
												728,9192 1,0006		1124,5923 0,9673	
91	1066,0000	949,0000	167,5687	698,0000	240,4000	142,4317 -	0,4907	0,1626	0,5924	0,2745	0,0845	173,4273	0,9662	292,7151	0,8012
92	208,0000	183,0000	63,0768	147,0000	113,9000	54,4959 -	0,6429	0,3175	0,4764	0,6637	0,2490	66,0564	0,9548	138,0621	0,8249
	1274,0000	1132,0000	230,6456	845,0000	354,3000	196,9276 -	0,5041	0,1875	0,5558	0,3374	0,1056	238,9869	0,9650	429,9705	0,8040
												239,4837 0,9979		430,7773 0,9981	
101	669,0000	542,0000	185,9766	355,0000	441,1999	166,8337 -	0,2178	0,2877	0,3781	0,7608	0,1353	192,4771	0,9662	509,0152	0,9667
	669,0000	542,0000	185,9766	355,0000	441,1999	166,8337 -	0,2178	0,2877	0,3781	0,7608	0,1353	192,4771	0,9662	509,0152	0,9667
												192,4771 1,0000		509,0152 1,0000	
C	5603,0000	4869,0000	1496,4774	3538,0000	2264,4999	1286,7968 -	0,4331	0,2774	0,5682	0,4881	0,1386	1554,2932	0,9628	2735,2391	0,8278
TOT	40439,0000	35570,0000	4774,0028	22050,0000	11175,5999	3954,8532 -	0,3378	0,1217	0,3538	0,3439	0,0856	4921,5043	0,9700	13907,1565	0,8035
S DET												4967,5556 0,9907		13799,2544 1,0078	
S ER												4963,6305 0,9915		13982,1505 0,9946	

STATISTIQUES DE 1963

REGROUPES

10	1372,1000	67,8000	25,9000	40,1000	0,8040	1840,6450	0,1014	202,6211
20	4055,5000	464,0000	148,5000	73,4000	0,9673	4747,7047	0,2617	1472,6864
30	2326,6999	246,6000	66,9000	49,1999	0,8923	2938,9101	0,1620	623,0145
40	818,5000	144,0000	72,0000	78,1000	0,8698	1196,2821	0,0659	257,1333
50	622,1000	157,1000	97,1000	408,1000	0,6305	1882,9585	0,1038	1120,0364
60	734,9000	318,6999	247,0000	69,5000	0,8855	1268,2859	0,0699	886,3539
70	629,1999	528,1000	219,3000	10,1999	0,9095	1283,6540	0,0707	728,6845
80	934,5000	403,9000	276,5000	121,1999	0,8590	1699,1118	0,0936	1139,2517
90	394,5000	99,6000	63,8000	25,9000	0,9175	566,7545	0,0312	315,0145
100	461,6999	138,1999	121,3000	49,3000	0,9070	715,7302	0,0394	270,6435
	12349,6999	2567,9999	1338,3000	924,9999	0,8880	17840,6689	0,0000	6313,5069
						18140,0373		7015,4402
						0,9834		0,8999

· LES BATIMENTS EXEMPTES DE PERMIS DE CONSTRUIRE

Contrairement aux logements, les constructions ne concernant pas l'habitation ne sont pas toutes soumises à la formalité du permis de construire.

Aperçu légal de la question :

A 84 du code de l'Urbanisme :

"Quiconque désire entreprendre une construction, à usage d'habitation ou non, doit, au préalable, obtenir un permis de construire. Cette obligation s'impose aux services publics et concessionnaires de Services publics de l'Etat des départements et des Communes comme aux personnes privées.

Le même permis est exigé pour les clôtures, les modifications extérieures apportées aux constructions existantes, les reprises de gros oeuvre, les surélévations, ainsi que pour les travaux entraînant modification de la distribution intérieure des bâtiments sur les points visés par les règlements sanitaires ou les programmes compris dans les projets d'aménagement.

Le permis de construire se substitue à toutes les autorisations exigées par les lois, règlements ou usages antérieurs au 27 octobre 1945".

A 86

"Des arrêtés concertés entre le Ministre du logement et de la reconstruction et les autres Ministres intéressés déterminent la liste des constructions et les travaux qui, en raison de leur nature ou de leur faible importance, pourront être exemptés de permis de construire, à condition qu'ils ne soient pas soumis, par ailleurs, à des dispositions législatives ou réglementaires spéciales.

Cette exemption pourra notamment s'appliquer aux travaux entrepris par les services publics ou les concessionnaires de services publics ainsi qu'aux travaux effectués dans les communes de moins de 2 000 habitants agglomérés au chef lieu, en particulier dans celles qui ne présentent aucun caractère artistique ou touristique.

Elle pourra également s'appliquer aux constructions provisoires et aux travaux urgents de caractère strictement conservatoire définis par lesdits arrêtés."

Les principales exemptions sont :

Militaires

1) les constructions de toute nature exécutées à l'intérieur des enceintes des arsenaux dans les ports de guerre

2) les constructions de caractère militaire et secret

Arrêté du 20.12.48 J.O. 4.1.49
16.1.49

Les constructions de toute nature exécutées à l'intérieur des grands camps ou des camps légers importants

Arrêté du 25.8.50 J.O. 31.8.50

Expérimentales

Les constructions de caractère expérimental peuvent être exemptées du permis de construire par arrêté du Ministre de la reconstruction et de l'Urbanisme pris après avis motivé du maire.

Arrêté du 5.11.52 J.O. 8.11.52

Energie

Les travaux concernant le transport et la distribution du gaz par canalisations enterrées ainsi que la distribution de l'énergie électrique par lignes souterraines sont exemptés du permis de construire.

La construction des usines productrices d'énergie électrique et de gaz, à l'exception des locaux à usage d'habitation ou de bureaux, la construction de sous-stations, postes de transformation postes de compression et de détente, les travaux concernant le transport et la distribution de l'énergie électrique par lignes aériennes sont exemptés de permis de construire, à condition que le directeur départemental de la construction ait donné son avis favorable...

Arrêté du 10.4.62 J.O. du 13.4.62

Ponts, voirie, chemins de fer, bases aériennes

Pour les travaux de construction et de bâtiments à exécuter :

dans les ports maritimes ou les ports fluviaux par les Services publics ou les Etablissements publics relevant du Ministre des Travaux publics et des Transports, les concessionnaires des Services publics, titulaires d'une autorisation temporaire du domaine public ;

par les Services de voirie ainsi que par les concessionnaires ou les permissionnaires de ces Services publics ;

par la Société Nationale des Chemins de Fer français ;

par les chemins de fer secondaires d'intérêt général et les voies ferrées d'intérêt local.

Est seule soumise à la procédure normale des permis de construire la construction des bâtiments à usage d'habitation, des gares de voyageurs et bureaux ouverts ou publics.

o

o o

La construction des bâtiments de toute nature à exécuter par les Services des bases aériennes ainsi que par les concessionnaires ou les permissionnaires de ces Services publics, dans les enceintes relevant de l'aviation civile, est exemptée de permis de construire...

Arrêté du 11.4.1962 J.O. 13.4.1962

Enseignement

La construction de bâtiments scolaires du premier degré, du second degré et de l'enseignement technique est exemptée de permis de construire...

Arrêté du 11.4.1962 J.O. 13.4.1962
22.4.1962

Postes et Télécommunications

Les travaux d'aménagement intérieur des immeubles affectés à l'installation des Services des Postes et Télécommunications...

La construction de bâtiments destinés à l'installation des Services des Postes et Télécommunications ainsi que les travaux des modifications extérieures ou reprises des gros oeuvres des bâtiments existants sont exemptés de permis de construire...

Arrêté du 11.4.1962 J.O. 13.4.1962

Entretien, ravalement

Les travaux d'entretien, de réparation et de ravalement des constructions existantes, y compris notamment ceux imposés en application du décret du 26.3.1852 sur le ravalement obligatoire ou ceux prescrits par le maire en application des dispositions des articles 303 à 306 du Code de l'Urbanisme et de l'habitation applicables aux bâtiments menaçant ruine sont exemptés des permis de construire.

Arrêté du 21.6.1962 J.O. 24.6.1962

En résumé

Liste des principales exemptions

Constructions militaires (sauf les casernes)
Constructions expérimentales
Gaz, Electricité
Ports
Voirie
Chemins de Fer
Bases aériennes
Enseignement premier et second degré, et technique
Postes et Télécommunications
Entretien, ravalement.

4ème Partie : LES DONNEES TECHNIQUES

Titre I - PRESENTATION

Pour approfondir notre connaissance du secteur, il a paru nécessaire de refaire les calculs de résistance des matériaux qui sont faits dans les bureaux d'études de béton armé.

Les résultats de ces calculs sont en effet une donnée solide :
d'une part, ils sont une caractéristique du marché du Bâtiment, qui peut servir à en estimer les débouchés futurs et à comparer les nouvelles techniques aux anciennes,
d'autre part, ils donnent des ordres de grandeur dont on est certain que la réalité ne s'écarte pas beaucoup ; leur comparaison avec des sources statistiques montre dans quelle mesure on construit "au plus près", et surtout permet de rectifier les cas "aberrants". En somme, ces calculs techniques, quand ils sont possibles, donnent une garantie au statiticien et augmentent le poids de ses conclusions.

Pour ce qui est de cette étude, nous possédons de nombreuses données expérimentales sur la construction des logements, mais nous en possédons très peu sur les bâtiments non à usage d'habitation.

Les calculs d'armatures dans le béton armé doivent donc servir à extrapoler ce que nous connaissons à ce que nous ne connaissons pas.

Par exemple, les Ecoles sont construites avec des portées de 7 m et des surcharges de 350 et 400 kg/m2 ; nous chercherons à déduire leur consommation d'acier de celle des logements, qui ne font que des portées de 3,5 à 5 m avec des surcharges de 175 à 250 kg/m2.

Nous observons le phénomène suivant : l'application des règlements laisse au constructeur la possibilité de faire des choix :

Il peut mettre moins de béton et augmenter son ferraillage (dans certaines limites)

ou, au contraire, diminuer son ferraillage et compenser en augmentant le volume de béton qu'il utilise ;

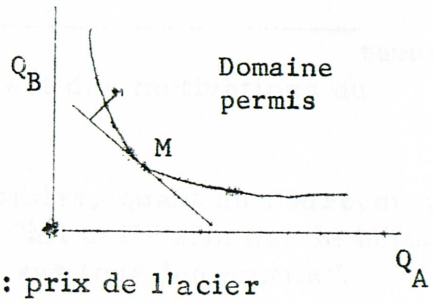
le règlement technique ne s'y opposera pas, du moment que la sécurité est respectée ; le constructeur a donc une certaine marge de choix.

La solution qu'il choisit alors dépend :

1° - des exigences de confort des usagers : par exemple : on ne fait pas de planchers de moins de 14 cm d'épaisseur, car les planchers trop minces insonorisent mal ; mais certains usagers demandent des planchers encore plus épais (immeubles de luxe) pour ne rien entendre du tout de ce qui se passe chez le voisin du dessus !

2° - de critères économiques : le problème économique que le constructeur résoud est de minimer son prix de revient dans le domaine permis par les règlements techniques.

Voici le domaine permis par les règlements (en abscisse : quantité d'Acier ; en ordonnée : quantité de béton)



le prix de revient est une fonction linéaire :

$$P = P_a Q_a + P_b Q_b$$

Pa : prix de l'acier
Pb : prix du béton

qui est minimum en un certain point M du domaine permis.

Dans certains cas, on peut trouver M très facilement :

Par exemple,

- si la courbe qui délimite le domaine permis est de la forme : $Q_a Q_b$ = constante (la quantité d'acier est inversement proportionnelle à la quantité de béton)

- et si 1 m3 de béton a le même prix que a kg d'armature : on a intérêt à ferrailler à a kg/m3.

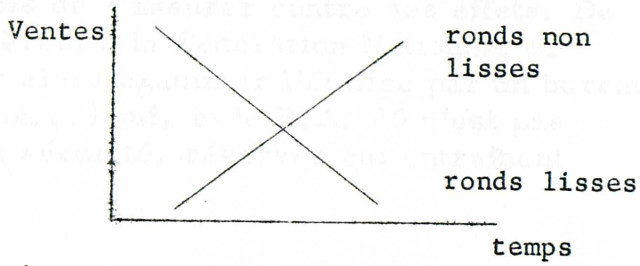
Nous examinerons dans chaque cas particulier le résultat du calcul économique.

3° - enfin, la décision du constructeur dépend de ses habitudes et de celles de son bureau d'études. On ne peut pas négliger l'inertie au changement ; il faut autant que possible s'en faire une idée, essayer de la mesurer.

A cet égard, la profession du bâtiment et des travaux publics a constitué un remarquable champ d'expérience ces dernières années, avec l'apparition du rond TOR : le rond TOR est plus économique que le rond à béton lisse en acier doux, et il sert aux mêmes usages : tout le monde devrait donc utiliser du rond TOR ; cependant, les constructeurs avaient l'habitude

du rond lisse, et il faut un certain temps pour qu'il soient informés puis convaincus de la supériorité du rond TOR, et qu'il se décident à l'utiliser : on assiste donc à un phénomène de substitution, qui a une certaine vitesse que l'on peut mesurer en comparant les évolutions des ventes de ces 2 types de ronds au cours du temps.

L'ordre de grandeur du temps mis pour que la substitution atteigne 50 % est de 6 ans (1956-1962)



Signalons pour terminer, un dernier aspect des motivations du constructeur :

"les armatures calculées sont souvent faibles, quant au pourcentage par rapport au cube de béton. On les renforce "à l'oeil" afin que le béton soit bien lié et surtout qu'il y ait des chapeaux sur tous les appuis".

Manuel du projeteur de Bâtiment
L'immeuble bas

René Bayon

En fait, les calculs techniques peuvent nous donner :

- un ordre de grandeur de la consommation d'acier par m2 de plancher, plutôt inférieur à la réalité,

- des lois de variation, avec les surcharges et les portées qui permettent d'extrapoler de l'habitation aux Ecoles, Hôpitaux, Locaux industriels, etc.

I - LE REGLEMENT B.A. 60

Le Règlement B.A. 60 est un document intitulé "Règles pour le calcul et l'exécution des constructions en béton armé", édité par la Documentation Technique du Bâtiment et des Travaux publics (Mars 1961), sous la direction du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et de l'ITBTP (Institut Technique du Bâtiment et des Travaux publics). Il a été élaboré par une commission composée de spécialistes du béton provenant soit des industries soit de laboratoires de Recherche, soit des bureaux de contrôle.

Pour toutes les constructions ou l'Etat a une part, le B.A. 60 a valeur de règlement.

Le secteur privé, par contre, n'est pas forcé de l'appliquer. Il le fait cependant, car les assurances exigent l'approbation d'un bureau de contrôle qui applique le B.A. 60.

Plus précisément, l'article 1792 du Code Civil : "Si l'édifice construit à prix périt en tout ou partie par vice de construction, même par vice du sol, les architectes et les entrepreneurs en sont responsables pendant 10 ans" définit ainsi la responsabilité décennale. Or, d'après leur code du devoir professionnel, les architectes sont tenus de s'assurer contre ses effets. De même, pour les entrepreneurs qui adhèrent à la Fédération Nationale du Bâtiment. Le cabinet d'assurances fait alors examiner l'édifice par un bureau de contrôle (Veritas, Securitas, Socotec...) qui, si le B.A. 60 n'est pas appliqué, émet des réserves quant à la sécurité, réserves qui entraînent un refus d'assurer.

II - AUTRES REGLEMENTS

D'autres règlements existent (Ministère des Travaux publics, SNCF, BA 45), mais en pratique, pour toutes les constructions qui nous intéressent, c'est le BA 60 qui est appliqué. Nous pouvons donc nous en servir pour chercher l'ordre de grandeur des armatures utilisées.

- Le règlement NV 46

Les effets de la neige et du vent sur les bâtiments sont considérables et entraînent des renforcements d'armatures.

Ces renforcements sont codifiés dans le règlement NV 46, qui a actuellement la même valeur légale que le BA 60.

Mais, depuis 1946, des essais en soufflerie sur maquettes ont permis de compléter et de préciser les calculs des effets du vent. Un autre règlement est en cours d'élaboration.

Remarque : Pour la Construction Métallique, le règlement en vigueur est le CM 56.

III - PRINCIPE GENERAL DES CALCULS

1° - Principe du système fissuré

Chaque élément de construction contient à la fois du béton et de l'acier. Le principe du système fissuré permet au calcul de répartir en efforts entre l'un et l'autre. Il s'énonce ainsi (03 du BA. 60) :

"Les ouvrages en béton armé doivent être conçus pour supporter les sollicitations en vue desquels ils sont prévus, même si des fissures se produisent dans les zones tendues ou suivant les surfaces de reprise. Toutes les surfaces de fissuration possibles dans les zones tendues et toutes les surfaces de reprise doivent être traversées par des armatures disposées de telle sorte que, grâce à leur résistance à la traction et à leurs ancrages de part et d'autre de chacune de ces surfaces, elles se trouvent en état d'assurer la résistance de l'ouvrage si la fissuration se produit effectivement, circonstance assez fréquente quand des sollicitations prises en compte dans les calculs se trouvent réalisées.

Sous l'action des charges et surcharges de service, un ouvrage en béton armé peut donc se présenter comme un ensemble de blocs de béton prenant appui les uns sur les autres et reliés entre eux par des armatures. C'est cet ensemble, désigné dans ce qui suit sous le nom de "système fissuré" qui doit être pris en considération dans les calculs de résistance".

Ainsi, dans les parties en tension, on met des armatures assez fortes pour supporter à elles seules toute la charge ;

alors que, dans les parties comprimées, les armatures sont seulement destinées à seconder le béton.

2° - Résistance des matériaux utilisés

Aciers : Le matériau d'acier est, soit conforme aux normes de l'annexe B2 du BA 60, soit conforme à une fiche d'homologation diffusée par son producteur. L'un ou l'autre de ces documents donne la limite élastique à introduire dans les calculs. Le taux de travail est égal aux 2/3 de cette limite élastique (A 2,11 du BA 60).

Acier	Limite élastique
ADx	2 400 kg/cm2
TOR	4 000 kg/cm2
Treillis soudé	6 000 kg/cm2

Béton : La composition du béton variant d'un chantier à l'autre, le BA 60 recommande que sa résistance soit dans chaque cas mesurée, suivant les procédures qu'il indique dans son annexe B 3.

D'autre part :

A 2,21 du BA 60 : la contrainte de compression admissible $\overline{\sigma}$ des bétons à base de ciment de la classe 250/315 sera, en général, égale au 30/100 de la résistance à la compression σ 28 à 28 jours d'âge dans des pièces soumises à la compression simple et au 60/100 de cette résistance dans les pièces à section rectangulaire ou assimilables, soumises à la flexion simple

σ28 moyen : 180 kg/cm2

d'où compression 60 kg/cm2

flexion 120 kg/cm2

tels sont les chiffres que nous utiliserons dans nos calculs.

Titre II - PIECES FLECHIES

1) Présentation

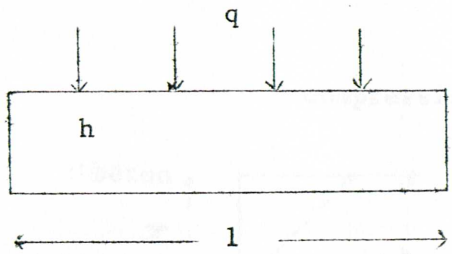
Les pièces fléchies sont les éléments horizontaux de la construction :

- Planchers
- Poutres
- Terrasses
- Balcons
- Escaliers

Eléments qui définissent la pièce fléchie pour les calculs de résistance :

les plus importants :

- la charge q (par unité de longueur)
- la portée l
- la hauteur h (utile)
- la largeur b



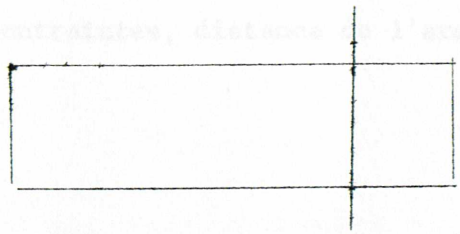
et puis

- les moments d'encastrement aux extrémités (M_w : gauche ; M_c : droite)

Il s'agit pour nous de déterminer certains de ces éléments (moments d'encastrement) et surtout de calculer les armatures que le BA 60 impose à cette pièce fléchie.

2) La notion des moments et d'effort tranchant

Si on sépare fictivement la pièce fléchie en 2 parties, celle de droite exerce sur celle de gauche la force et le couple qui lui permettent de se maintenir en équilibre, en compensant le système de forces constitué de :



( )
q
(la réaction d'appui)
(M_w

Cette force est l'effort tranchant

Ce couple est le moment fléchissant M

Nota : les moments sont comptés positivement s'ils accentuent la flexion de la pièce, négativement s'ils la diminuent (BA 60, A 4,210)

---

3) Effets dans la pièce

En général, le haut de la pièce est comprimé tandis que le bas est tendu, par suite de l'existence du moment fléchissant.

D'après le principe du système fissuré, il faut donc armer le bas de la pièce avec des armatures pouvant supporter à elles seules tout l'effort qui s'y trouve (la règle des sections équivalentes ne s'applique pas au cas des planchers d'habitation).

Les déformations

D'après le théorème de NAVIER, les déformations à l'intérieur de la pièce sont fonctions linéaires de la cote (conservation des sections planes).

A l'intétieur d'une même matière, les déformations sont proportionnelles aux contraintes : en particulier, dans le béton, les contraintes de compression sont, comme les déformations, répercutées par un diagramme triangulaire; on en déduit :

- L'axe des compressions se situe à 2/3 x de la face supérieure.
- La contrainte maximale du béton est subie sur la face supérieure, et égale au double de ce qu'elle serait si le béton subissait une contrainte uniforme sur la largeur x.

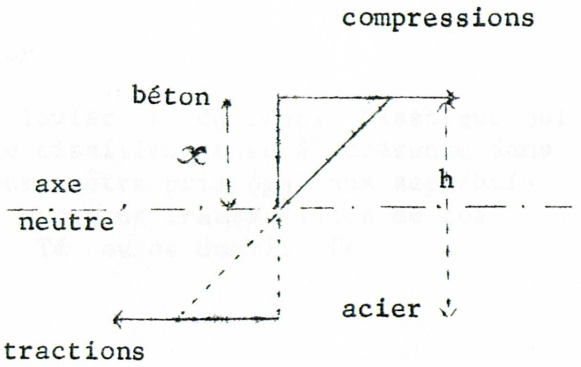


diagramme des déformations

Tel est le schéma des déformations ;
on note z le bras de levier du couple des contraintes, distance de l'armature inférieure à l'axe des compressions.

4) Calcul des armatures tendues

Soit une pièce fléchie, soumise à un moment M . La force qui en résulte dans les armatures doit équilibrer M , donc être telle que :

$$F \times z = M$$

Les armatures doivent avoir une section s suffisante pour supporter

F , donc :

$$F \leq \overline{\sigma}'_a \times s$$

d'où, en transformant cette inégalité en égalité, la connaissance de la plus petite section d'armatures tolérable, et du poids d'acier par mètre linéaire (en multipliant s en cm2 par 0,785).

---

a) connaissance de z : on peut facilement calculer z par le théorème de NAVIER, en supposant que les contraintes maximales tolérées par l'acier et le béton sont atteintes respectivement dans les armatures et sur la face supérieure de la pièce : on trouve

$$\frac{z}{h} = 0,860 \quad \text{(rond Tor)}$$

Or, A 3,422 du BA 60 : le bras de levier z du couple élastique qui intervient dans le calcul des contraintes de cisaillement et d'adhérence dans les pièces sollicitées en flexion simple pourra être pris égal aux sept/huitièmes (7/8e) de la hauteur utile quand les sections transversales de ces pièces seront rectangulaires ou en forme de Té ou de double Té

$$\frac{7}{8} = 0,875$$

que nous prendrons désormais dans les calculs.

---

b) la charge

La charge est formée de 2 éléments

- la poids propre
- la surcharge

Le poids propre : (ou charge permanente) g

A 3,111 du BA 60 : Pour le béton armé, sauf cas spéciaux, on adoptera le poids spécifique, en tonnes-force par m3

$$d = 2,37 + 0,7\, g_a$$

où g_a est le poids d'acier en tonnes par m3 de béton

pour un plancher de hauteur h :

charge = d h par mètre carré

pour une poutre de hauteur h , de largeur b :

charge = d h b par mètre linéaire.

La surcharge p

A 3,123 du BA 60 : les surcharges d'exploitation variables dans le temps (en particulier les surcharges des bâtiments d'habitation) seront prises en compte pour 120 % de leurs valeurs nominales.

Pour les planchers : norme P 06.001 de juin 1950 (J.O. du 10.8.1950) :

	Surcharges en kg/m2
- Terrasses	
non accessibles	100
accessibles privées	175
accessibles publiques	500
- Habitation	
Locaux	175
Escaliers	260
Balcons	350
- Bureaux	
Locaux privés (sauf archives)	200
Locaux publics (sauf archives)	250
Escaliers	400
- Hôpitaux	
Chambres individuelles et galeries de cure	175
Escaliers	400
Balcons	350
Salles communes	350
- Ecoles	
Salles de classe	350
Escaliers, préaux	400
- Boutiques et magasins de vente	
Boutiques	400
Grands magasins	500
- Salles de spectacles et lieux publics	500
- Salles de danse	500

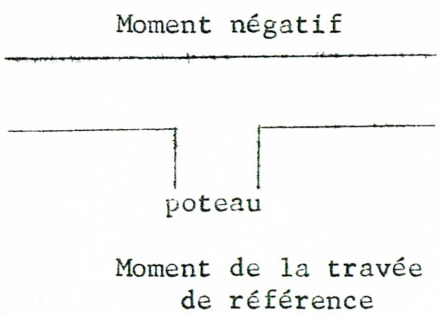
c) Le moment

Nous avons jusqu'à présent simplifié la présentation.

Dans ce qui suit, il faut tenir compte :

- des moments en travée (positifs) supportés par les armatures inférieures
- des moments sur appuis (négatifs) supportés par les armatures supérieures, au-dessus des appuis.

A cet égard, le BA 60 donne des règles simplifiées de répartition des moments positifs et négatifs :



A 4,221

$$M_t + M_w \frac{1 - x_o}{l} + M_e \frac{x_o}{l} \geq 1{,}15\ M_o$$

Moment en travée — Moment de la travée de référence

l : portée

$x_o < l$ (la position exacte ne nous intéresse pas).

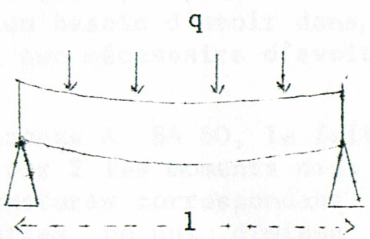
Dans une pièce de hauteur constante, la quantité d'armatures nécessaire pour supporter un moment est proportionnelle à celui-ci.

Si donc les armatures supérieures sont les mêmes sur toute la longueur de la pièce, la quantité d'acier est celle qui correspond à $1{,}15\ M_o$.

Mais il n'en est pas ainsi : les armatures supérieures (ou chapeaux) n'existent que sur 1/5 de la longueur de la portée (BA 60 - 4,22121 commentaires), et les moments auxquels elles correspondent sont de l'ordre de $0{,}36\ M_o$. Il faut donc retrancher de 1,15 les 4/5 de 0,36 pour avoir la proportion voulue : 0,86.

Il y a donc autant d'armatures que si le moment était : $0{,}86\ M_o$.

Calcul de M_o



M_o est le moment au centre de la pièce sur 2 appuis articulés qupportant la même charge q soit :

$$M_o = \frac{ql^2}{8}$$

d) La hauteur

La hauteur utile des planchers n'est pas son épaisseur totale, car les armatures doivent, pour des questions d'adhérence, se trouver à l'intérieur du coffrage ; d'autre part, BA 60 - 2,312 commentaire :

"En particulier, les faces inférieures des planchers sur cuisines, buanderies, salles de bains, etc. seront considérées comme exposées aux condensations et les distances des génératrices extérieures des armatures aux dites faces seront prises égales à 2 cm, à moins que ces faces ne soient pourvues d'un revêtement

étanche et durable tel qu'un enduit en plâtre lui-même recouvert d'une peinture étanche (auquel cas ce serait 1 cm)".

Nous prendrons 2,4 cm de distance au centre de l'armature (ronds de Ø 8).

5) Achèvement des calculs techniques

Rappelons les formules déjà écrites :

$$A = 0,785 \; s$$

avec $$s = \frac{F}{\bar{\sigma}'a}$$

avec $$F = \frac{M}{3}$$

avec $$z = \frac{7}{8} h \qquad \text{et} \quad M = 0,86 \, M_o$$

avec $$M_o = \frac{q l^2}{8}$$

$$q = z + 1,2 \, p$$

d'où il résulte évidemment

$$(1) \quad A \geq A_{min} = 0,0964 \times \frac{l^2}{h \, \bar{\sigma}'a} \quad (g + 1,2 \, p)$$

6) Remarque

La quantité A ainsi obtenue concerne seulement deux directions de fléchissement dans le cas d'un plancher.

Pour les planchers à hourdis et poutrelles préfabriquées, à part le treillis soudé de la dalle de compression, il n'est rien besoin d'avoir dans l'autre sens, mais pour les planchers dalle pleine, il est nécessaire d'avoir des fils de répartition.

Comme le montrent les règles de calcul approché Annexe A BA 60, le fait de supporter les rives d'une bande de plancher divise par 2 les moments dans cette bande parallèle au soutien. D'autre part, les armatures correspondant à la plus faible flexion sont situées au-dessus des autres, ce qui diminue la hauteur utile dans leur direction. (Nous prendrons 1 cm au-dessus).

7) Résultats numériques planchers

On obtient ainsi les résultats numériques suivants (planchers sans poutres) :

Valeurs des principaux paramètres :

plancher d'habitation	p	=	175 kg/m2
densité du béton armé			2,43 t/m3
épaisseur			14 cm
charge permanente	g	=	340 kg/m2
charge totale	q	=	550 kg/m2
portée	l	=	4 m dans les 2 directions
taux de travail de l'acier	$\bar{\sigma}'$	=	1 600 kg/cm2
		=	2/3 2 400 (acier doux)
hauteur utile	h	=	11,6 cm

Portée principale	A_{min}	=	4,57 kg/m2 d'acier
Portée secondaire	A_{min}	=	2,50 kg/m2
Quantité totale d'acier	A_{min}	=	7,07 kg/m2

Voici ce que donne ce résultat extrapolé à d'autres types de plancher, de portées et de surcharges différentes :

Plancher 14 cm - portées égales

Surcharge 175 kg/m2

Résultats en kg/m2

portée	3,5	4	5	6
acier doux	5,41	7,07	11,05	15,91
TOR	3,25	4,24	6,63	9,55
Treillis	2,16	2,83	4,42	6,36

Plancher 14 cm - portées égales

Surcharge 250 kg/m2

Résultats en kg/m2

portée	3,5	4	5	6
acier doux	7,73	10,10	15,79	22,74
TOR	4,64	6,06	9,47	13,64
Treillis	3,09	4,04	6,32	9,09

Plancher 3,50 m x 5 m de 14 cm
soutenu parallèlement aux rives de 5 m

Surcharge / Acier	175	250	350
doux	7,43	10,62	14,86
TOR	4,45	6,37	8,90
Treillis	2,97	4,25	5,94

8° - Résultats numériques-poutres

Il faut distinguer 2 cas :

- les planchers à poutrelles et hourdis, pour lesquels les poutres supportent intégralement les moments d'une des directions,
- les planchers dalles ou champignons, pour lesquels les poutres ne supportent qu'une partie du moment.

Poutrelles et hourdis 3,50 m x 5 m plancher de 14 cm
Poutres parallèles aux rives de 5 m, de hauteur 30 cm

Surcharge / Acier	175	250	350
doux	3,04	4,34	6,01
TOR	1,82	2,60	3,64

(sans tenir compte des armatures transversales)

Pour les planchers dalles ou champignon, le moment est moitié plus faible, l'autre moitié étant supportée par le plancher lui-même.

9° - Comparaison avec les réalisations effectives

- Davum : Moyenne statistique des poutrelles utilisées pour l'habitation

3,62	poutrelle
0,46	treillis de compression
4,08	kg/m2 (sans les poutres)

- Préfabrication Barets

Planchers + Poutres :

entre 8 et 10,5 kg/m2

- Préfabrication - Traceba

panneaux :

portée 3,60	épaisseur 14 cm	5,40 kg/m2
portée 5,50	épaisseur 16 cm	6,8 kg/m2

- Métrés sur 10 immeubles choisis au hasard

poids moyen 6,4 kg/m2

Ordres de grandeur résultant de nos calculs :

Acier TOR partout
portées 3,50 x 5 m
20 % à 250 kg/m2 de surcharge
80 % à 175 kg/m2 de surcharge
poutres parallèles aux rives de 5 m

Poutres + Planchers	6,81 kg/m2	d'acier
+ treillis de comparaison	7,27 kg/m2	

le même avec

Acier TOR dans les poutres
Treillis soudé dans le plancher

Poutres + Planchers	5,20 kg/m2	d'acier
+ treillis de comparaison	5,66 kg/m2	

le même avec
Acier TOR
10 % à 250 kg/m2
90 % à 175 kg/m2

Poutres + Planchers	6,54 kg/m2	
= treillis de comparaison	7,00 kg/m2	d'acier

10° - Calcul Economique sur les planchers

Le Constructeur doit choisir les valeurs de 4 paramètres

- la qualité de l'acier
- la portée l de la pièce fléchie
- la hauteur (l'épaisseur)
- la quantité d'armatures

Ces 4 paramètres sont liés par la relation (1) (où g est fonction de h).
Supposons choisies la qualité et la portée. Il reste l'alternative :

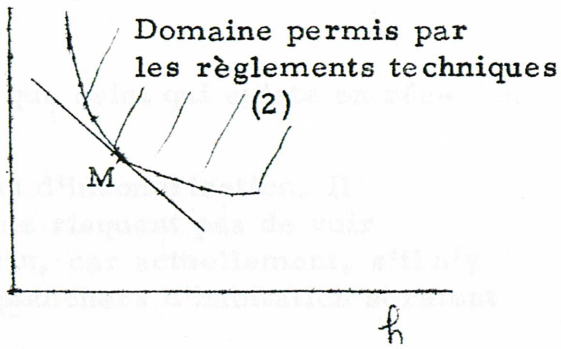
- plus d'acier et moins d'épaisseur
- moins d'acier et plus d'épaisseur

Si la mise en oeuvre du béton est chère, on adopte le premier terme.
Si, au contraire, l'acier est cher par rapport au béton, on adopte le second.

Le calcul qui suit est destiné à préciser cet effet économique.

Si seuls sont variables A et h, la relation (1) est de la forme :

(2) $\dfrac{Ah}{u\,h + v} \geqslant$ cte



Si P_a est le prix de l'acier

Si p_h est le prix d'une couche de béton d'épaisseur unité

le point économique M est celui qui rend minimum la dépense : $\min (A P_a + h P_h)$

Il suffit d'écrire que la droite $A P_a + h P_h = o$

a même direction que la tangente au point M à la courbe qui limite (2), soit

$$\frac{dA}{A} + \frac{dh}{h}\,\frac{v}{uh + v} = o$$

Si on choisit les unités de A et h telles que les prix P_a P_h soient égaux à 1, A et h seront déterminés par l'équation

$$(3) \qquad \frac{A}{h} = \frac{uh + v}{v}$$

Pour les planchers, ce résultat s'énonce :

Le rapport de la valeur d'acier à la valeur du béton compris dans la hauteur utile est égal au rapport de la charge totale du plancher à la charge autre que celle due au poids de la hauteur utile de béton.

Par exemple :

Si 80 kg d'armatures valent autant que 1 m3 de béton
Si la hauteur utile du plancher fait la moitié de la charge,

on a intérêt à ferrailler à 160 kg/m3 par rapport à la hauteur utile.

Application au cas d'un plancher de l'habitation : hauteur économique :

En reportant A donné par l'équation (3) dans l'équation (2), on trouve la hauteur optimale du plancher $h = \sqrt{v\ cte}$

En évaluant la constante par le ferraillage en ronds TOR des planchers déjà calculés (14 cm x 5 m x 3,50 m), on obtient l'épaisseur totale optimale de 8 cm

8 cm de plancher

Avec un ferraillage beaucoup plus important que celui qui existe en réalité, bien entendu.

Les planchers sont de 14 cm pour des raisons d'insonorisation. Il n'empêche que les marchands de ronds à béton ne risquent pas de voir diminuer leurs ventes s'ils augmentent leurs prix, car actuellement, s'il n'y avait pas cette contrainte d'insonorisation, les planchers d'habitation seraient bien plus ferraillés qu'ils ne le sont.

Le calcul montre que les prix pourraient monter de 31 % avant que la hauteur économique atteigne 14 cm.

Titre III - PIECES COMPRIMEES

1 - présentation

Les pièces comprimées sont les éléments verticaux de la construction :

- poteaux
- murs de refend et murs porteurs

2 - le coefficient d'équivalence des armatures

Le comportement des pièces comprimées résulte du théorème de Navier sur la conservation des sections planes : le déplacement est le même pour le béton et l'acier mais, comme les élasticités du béton et de l'acier sont différentes les forces qu'ils opposent à la compression sont différentes ; elles sont dans le rapport des élasticités n. Il s'ensuit qu'une section s d'acier oppose à la compression, la force qu'opposerait n s de béton, n est donc appelé coefficient d'équivalence de l'acier au béton.

3,322 BA 60 : le coefficient d'équivalence n des armatures comprimées sera pris égal à 15 ...

3 - qualité des armatures

Etant donné que seul le coefficient d'équivalence intervient dans le calcul des sections d'armatures, et que ce coefficient est indépendant de la qualité d'acier employée, on pourrait penser que le rond lisse doive être préféré au rond TOR pour cet usage.

Mais, le BA 60 recommande : commentaires 4,120 : le calcul usuel des armatures comprimées néglige ces contraintes résultant des effets du retrait et du fluage du béton. La prise en compte de ces effets donne des contraintes supplémentaires dans les armatures qui peuvent être de l'ordre de 800 à 1000 kgf/cm2. L'utilisation d'aciers pour lesquels $\bar{\sigma}'_{ak}$ est au moins égal à 3600 kgf/cm2 réserve donc une marge de sécurité plus importante que l'utilisation d'acier doux.

usta : $\bar{\sigma}'_{ak}$ = limite d'élasticité à prendre en compte dans les calculs de résistance.

4 - calcul de flambement (4,15 BA 60)

longueur de flambement : 0,7 l_o

l_o : hauteur

élancement $= \frac{l_c}{r}$

r : rayon de giration

4,1531 BA 60 : si l'élancement est inférieur à , on vérifiera la pièce en compression simple sans tenir compte du flambement.

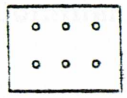
Ce qui permet de calculer :

hauteur du plafond au delà de laquelle on tient compte du flambement

	hauteur de plafond minimale flambement
poteaux 14 x 14 cm	2,90 m
poteaux 20 x 20 cm	4,15 m

Nous ne nous préoccuperons donc pas du flambement des poteaux.

5 - armatures longitudinales



Soit i le rapport de la somme des sections des armatures longitudinales à la section du poteau, (proportion d'armatures longitudinales)

Soit i' (id. pour les armatures transversales)

Soit j le rapport de la section du poteau à celui de la surface de plancher qu'il supporte.

Le poids d'acier par m2 de plancher dû aux armatures longitudinales est :

$$A = 7\,850\ H\ j\ (i + i')$$

où H est la hauteur du plafond.

En fait nous verrons que, d'après les règles, il faut considérer un poteau fictif pour lequel $j = \frac{q}{\overline{\sigma}_{bo}}$

Pourcentage minimal d'armatures longitudinales

4,124 BA 60 : le pourcentage des armatures longitudinales, rapporté en volume d'un poteau fictif dont le béton subissait, sous la charge solicitante, une contrainte égale à la contrainte admissible de compression simple $\overline{\sigma}_{bo}$ sera au moins égal à :

$$100\ i_f \geqslant \psi_1\ \psi_2\ \left(+ \frac{2\,400}{\overline{\sigma}'_{ak}} \right)$$

$\overline{\sigma}'_{ak}$ étant la valeur de la limite d'élasticité des armatures longitudinales à introduire dans les calculs.

ψ_1 égal à :

0,25	poteaux intérieurs
0,35	poteaux de façade
0,45	poteaux d'angle

ψ_2 dépendant de la forme du poteau :

en pratique :

poteaux carrés	14 x 14	= 3,84
poteaux carrés	20 x 20	= 2,44
poteaux carrés	30 x 30	= 1,77

Cette règle est toutefois assortie d'une restriction : la règle donnée pourra ne plus être appliquée quand, la section étant uniformément comprimée, la contrainte du béton sera inférieure à $\frac{\overline{\sigma}_{bo}}{3}$; il ne sera alors plus nécessaire de prévoir des armatures longitudinales dans les pièces de section transversales relativement importantes et peu élancées. (Commentaires 4,124 BA 60).

6 - Armatures transversales

Soit i' la proportion d'armatures transversales :

Pourcentage minimal d'armatures transversales :

4,132 BA 60 : le pourcentage des armatures transversales, rapporté au volume d'un poteau fictif dont le béton subirait, sous la charge sollicitante, une contrainte égale à la contrainte admissible de compression simple sera au moins égal à :

$$100\, i'_f \geqslant 0{,}15 \left(1 + \frac{2\,400}{\overline{\sigma}_{ak}}\right)$$

7 - Invariance du poids d'acier minimal par mètre carré de plancher

Ces deux règles se rapportant à des poteaux fictifs dont la surface ne dépend que de la charge qu'ils supportent, il s'ensuit que la surface réelle des poteaux effectivement utilisés n'a pas d'influence sur la quantité d'acier qu'on y met (sauf par leur poids propre, qui est faible par rapport au poids des planchers) ; à moins que la restriction du commentaire 4,124 ne s'applique.

q chargé par m2 de plancher à prendre en compte

$H \frac{q}{\overline{\sigma}_{bo}}$ volume du poteau fictif

(5) $A = 7850\ H \frac{q}{\overline{\sigma}_{bo}} (i_f + i'_f)$ poids d'acier minimal au m2 de plancher

(d'après la formule 4).

8 - Charges supportées par les poteaux

Charges permanentes

terrasse g_o kg/m2 de plancher

poteaux t kg/m2

un étage g + t kg/m2

Surcharges

Pour des raisons d'équilibre statistique, on peut évaluer les surcharges de manière dégressive :

Si les étages sont numérotés à partir du haut

- 0 pour la terrasse
- 1 pour le dernier étage
- ....

et si p est la surcharge légale par m2 de plancher, telle qu'elle a été donnée plus haut, p peut être remplacé par $k_m p$ où

m est le numéro de l'étage, k_m est donné par

m	0	1	2	3	4	5	6	suivants
k_m	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5

pour le calcul des poteaux (norme P 06 001 op. cit.)

9 - formule globale

- Si le nombre de niveaux est N + 1, il résulte de ce qui vient d'être dit que les armatures minimales des poteaux, par mètre carré hors tout, sont données par la formule :

$$A = \frac{1}{N}\left[(g_o + 1{,}2\,p_o + t) + \sum_{r=1}^{N}\sum_{m=1}^{r}(g + t + k_m\,1/2\,p)\right]\frac{7\,850}{\overline{\sigma}_{b_o}}\,H(i_f + i'_f)$$

- Ce qui nous amène à calculer les 3 coefficients :

$\frac{1}{N}$		coefficient de $g_o + p_o + t$	: terrain
$\frac{1}{N}\sum_{r=1}^{N}\sum_{m=1}^{r}$	1	coefficient de $g + t$	: charge permanente
$\frac{1}{N}\sum_{r=1}^{N}\sum_{m=1}^{r}$	k_m	coefficient de $1{,}2\,p$	: surcharge

- Ce qui donne le tableau suivant :

Nombre de niveaux $N+1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\frac{1}{N}$	0,50	0,33	0,25	0,20	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07
$\frac{1}{N}\sum_{r=1}^{N}\sum_{m=1}^{r}1 = \frac{N+1}{2}$	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00
$\frac{1}{N}\sum_{r=1}^{N}\sum_{m=1}^{r}k_m$	1,00	1,45	1,86	2,25	2,60	2,92	3,21	3,50	3,78	4,05	4,32	4,58	4,85

10 - Application numérique

g_o = 100 kg/m2

p_o = 100 kg/m2

t = 15 kg/m2

g = 375 kg/m2

p = 190 kg/m2 (175 x 80 % + 250 x 20 %)

$\overline{\sigma}_{b_o}$ = 60 kg/m2

H = 2,70 m

i = 1,26 %

i' = 0,24 %

poteaux intérieurs	29 %
- façade	58 %
- angle	13 %

$g_o + 1,2\, p_o + t$	235
$g + t$	390
$1,2\, p$	228
$7\,850 \frac{H}{\overline{\sigma}_{b_o}} (i + i')$	$5,3\ 10^{-4}$

---

d'où le tableau suivant, par nombre de niveaux :

nombre de niveaux	2	4	8	14
A : poids d'acier par m2 hors tout	0,27	0,67	1,23	2,04

Calculé d'après les pourcentages minimaux BA 60, avec $\psi_2 = 2,3$

10 - renforcement des armatures

Dans le bas de l'immeuble, il peut se faire que l'on renforce les armatures plus que ne l'exige ce pourcentage minimal, bien qu'il soit toujours possible, en augmentant la section des poteaux, de rester constamment au minimum.

A cet égard, on peut faire un calcul économique analogue à celui des pièces fléchies pour les pièces comprimées.

11 - calcul économique ; pièces comprimées

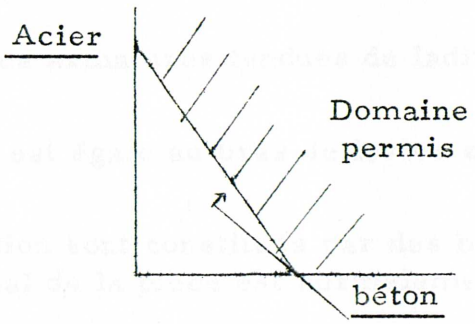
Comme il a été dit au 1°) de ce titre, la substitution de l'acier au béton dans les armatures se fait ici avec un coefficient d'équivalence constant, égal à 15.

Si l'acier est compté en kg et le béton en m3, le domaine permis par les règlements est :

$$\frac{A}{7\,850} + \frac{b}{15} \geqslant Cte$$

Alors que la droite de coût est parallèle à :

$$\frac{A}{80} + b = o$$



Le point de coût minimum est donc celui où l'on ne consomme pas d'acier, ou le moins d'acier possible, car, pour ce qui est des poteaux, on n'a pas intérêt à substituer de l'acier au béton.

Ce qui justifie le calcul précédent.

Titre IV - LES ARMATURES TRANSVERSALES ET RESISTANCE AUX EFFORTS TRANCHANTS

4,233 BA 60 : Pour étudier la résistance d'une poutre en béton armé aux effets de l'effort tranchant on considèrera la poutre à treillis définie ci-après :

a) la membrure comprimée est constituée par la partie comprimée de la section efficace,

b) la membrure tendue est constituée par les armatures tendues de ladite poutre,

c) la distance entre axes des 2 membrures est égale au bras de levier z du couple des forces élastiques,

d) les éléments comprimés de la triangulation sont constitués par des bielles de béton dont l'inclinaison sur l'axe longitudinal de la pièce est normalement supposée égale à 45°,

e) les éléments de triangulation tendus sont constitués normalement par des armatures transversales inclinées ou verticales.

Ce n'est qu'exceptionnellement, dans le cas des hourdis visé en 4,373 que l'on pourra se dispenser d'armatures transversales.

A 4,373 mentionné ci-dessus :

Par dérogation aux règles générales 4,233 et 4,234, aucune armature transversale n'est requise dans les hourdis pleins exécutés sans discontinuité de bétonnage et sans reprise dans l'épaisseur si la contrainte de cisaillement Z_b est inférieure à la contrainte de traction admissible $\overline{\sigma}'_b$.

A 2,22 :

La contrainte de traction admissible $\overline{\sigma}'_b$ des bétons à base de ciment de la classe 250/315 sera, en général, égale au 30/100 de la résistance à la traction σ'_{28} du béton à 28 jours d'âge.

Vérification planchers

$\overline{\sigma}'_b$ évaluée = 4,2 kg/cm2

Surface 7/8 x 14 x 100 = 1 225 cm2

- Effort tranchant $T = \frac{p\,l}{2}$ avec

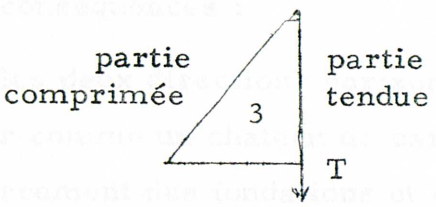
p	550 kg/m2
l	4 m
T	1 100 kg

- Effort supportable $S \times \overline{\sigma}'_b$ 5 145 kg

Donc, en général, il n'y aura pas besoin d'armatures transversales dans les planchers dalle pleine (mais il en faut dans les planchers à hourdis et poutrelles préfabriquées)

En revanche, il en faudra dans les poutres soutenant ces planchers.

D'après le principe énoncé en 4,233 sur une longueur de z, il faut des armatures verticales pouvant supporter l'effort tranchant T que subit la poutre.



Le poids d'armatures verticales par unité de longueur est donc :

$$\frac{9\,l}{2} \quad \frac{1}{z} \quad \frac{7850}{\overline{\sigma}'a} \quad z$$

soit pour $q = 550$ kg/m2

$\overline{\sigma}'a = 1600$ kg/cm2

$l = 4$ m

$$A = 0,54 \text{ kg/m2}$$

Le Contreventement

Le vent a des effets considérables sur les bâtiments. Un vent de 120 km/h fait une pression dynamique de 69,4 kg/m2 (le tiers de la charge variable à prendre en compte dans un plancher d'habitation).

Deux documents suivent au calcul des constructions exposées au vent

- e règlement NV 46 édité par le Ministère de la reconstruction et de l'Urbanisme,
- le fascicule contreventement des Bâtiments de MM Abliges et Goulet (Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux publics, mai 1960).

Pour ce qui est des armatures, deux conséquences :

- l'existence de murs de refend dans les deux directions horizontales, pour empêcher le bâtiment de s'effondrer comme un chateau de cartes,
- quand l'immeuble est haut, le renforcement des fondations et de certains murs qui doivent alors travailler en traction (le vent ferait basculer le bâtiment s'il était simplement posé).

Exemple :

Bâtiment de 25 m sur 10 m - Hauteur de plafond 2,70 m, contreventé par une cage d'escalier.

En tenant compte:de la majoration de 5/3 du règlement NV 46

- de la combinaison de la poussée et de la succion (coefficients respectifs 0,8 et 0,6),
- du fait que les efforts tranchants se cumulent d'étage en étage

nombre de niveaux	1	2	4	8
poids d'acier de contreventement par m2 hors tout	0,52	1,04	2,08	4,16

On voit que ce poids d'acier par m2 est à peu près proportionnel au nombre de niveaux, bien que ce calcul très approximatif ne doive servir qu'à fixer les idées.

Titre V - LES FONDATIONS

La quantité d'acier et de béton que l'on utilise dans les fondations d'un immeuble dépend :

- du nombre et de la forme des sous-sols,
- de la consistance du terrain, la pression tolérée par celui-ci allant de 0,7 kg/cm2 à 2,5 kg/cm2,
- de la technique utilisée : pieux, semelles ou radier.

Une évaluation précise nécessiterait une étude de la ventilation des constructions suivant la solidité de leur sous-sol, que nous ne pouvons faire ici.

Force nous est donc de nous fier aux données statistiques que nous avons, dont voici le résultat :

Métrés sur 18 immeubles choisis au hasard :

moyenne 1,50 kg/m2 hors tout

Préfabrication Barets

moyenne 1,65 kg/m2

Titre VI - BILAN GENERAL

en kg/m2 hors tout, par nombre de niveaux

niveaux	1	2	4	8
planchers	3,69	3,69	3,69	3,69
poutres (armatures longitudinales)	1,98	1,98	1,98	1,98
poutres (armatures transversales)	0,54	0,54	0,54	0,54
terrasse	1,70	0,85	0,43	0,21
poteaux	0,10	0,27	0,67	1,23
contreventement	0,52	1,04	2,08	4,16
fondations	1,50	1,50	1,50	1,50
total	10,03	9,87	10,89	13,31

Hypothèses : plancher dalle pleine, avec treillis soudé
poutres : armatures longitudinales : ronds Tor
armatures transversales : acier doux
poteaux : ronds Tor
contreventement : acier doux

5ème Partie : LE GROS OEUVRE DU LOGEMENT

Nous avons choisi d'étudier en premier lieu le gros oeuvre du logement car :

- pour le logement, les surfaces mises en chantier peuvent être calculées à partir des Statisitiques du Ministère de la Construction et de l'enquête sur les délais (voir 3ème Partie - Titre I)
- le gros oeuvre représente environ 50 % (en valeur des travaux de construction du logement.

Nous ferons l'étude pour l'année 1963.

Comme nous l'avons vu dans la 2ème Partie, la consommation d'acier dans le gros oeuvre du logement se fera à partir "des ouvrages effectivement réalisés". Il va donc falloir :

- répartir les logements selon leurs caractéristiques techniques
- calculer, pour chaque catégorie de logements, les surfaces (habitables et hors-tout) mises en chantier en 1963
- subdiviser le gros oeuvre en ses éléments fonctionnels principaux
- déterminer, pour chaque catégorie technique de logements et pour chaque élément fonctionnel de construction du gros oeuvre, la consommation spécifique d'acierspour béton (en kg/m2)
- effectuer le produit des 2 "matrices" (surface x coefficients techniques) pour obtenir la consommation totale d'acierspour béton, en 1963, pour le gros oeuvre du logement.

I - LES CLASSIFICATIONS RETENUES ET LES SURFACES MISES EN CHANTIER

1° - Le gros oeuvre sera subdivisé en 5 éléments :

- fondations
- superstructure horizontale (planchers, poutres, chaînage)
- superstructure verticale (murs, voiles, poteaux)
- escalier
- toiture

2° - Les maisons individuelles seront répartis selon leur nombre de niveaux car leurs autres caractéristiques sont très variées et, surtout, le rapport

$$r = \frac{\text{surface hors-tout}}{\text{surface habitable}}$$

est très dépendant du nombre de niveaux (lorsque celui-ci est faible : 1 ou 2 niveaux) et de l'existence (ou de la non-existence) d'un sous-sol.

On distinguera les maisons individuelles :

- à 1 niveau sans sous-sol (r = 1,4)
- à 1 niveau avec sous-sol (r = 2)
- à 2 niveaux (r = 1,7)
- autres (r = 1,7)

Remarque : les Statistiques du Ministère de la Construction ne fournissent aucun renseignement sur les sous-sols. Mais, d'après le Ministère de la Construction, environ 50 % des maisons individuelles à niveau ont un sous-sol.

3° - Les immeubles collectifs seront répartis d'une part d'après le nombre de niveaux (r moyen = 1,5) et d'autre part selon leurs caractéristiques techniques :

- Murs porteurs
- Ossature béton armé
- Préfabrication
- Ossature métallique
- Divers

Ces répartitions ont été obtenues en utilisant les Statistiques du Ministère de la Construction (voir 3ème Partie).

Le poste "ossature métallique" est signalé "pour mémoire" : en effet il ne consomme pas de produits pour béton (mais des poutrelles et des laminés marchands ; environ 40 kg/m2) et, de plus, la surface correspondante est insignifiante.

4° - Les surfaces habitables et hors-tout mises en chantier en 1963, sont données dans les tableaux I et II.

II - LES COEFFICIENTS TECHNIQUES

Les coefficients techniques de consommation d'aciers pour béton ont été obtenus en combinant les diverses sources de renseignements possibles :

- étude de la littérature technique
- calculs théoriques à partir des revues techniques et des règles de construction (voir 4ème Partie)
- étude des métrés
- enquêtes auprès d'architectes, d'entrepreneurs et de bureaux d'études (ainsi, pour la préfabrication, étude des principaux procédés : Barets, Tracoba, Camus)
- enquêtes auprès de fabricants d'éléments fonctionnels de construction (ex : planchers).

Ces coefficients sont regroupés dans les tableaux III et IV.

Remarque : Il ne s'agit encore que de chiffres provisoires qui pourront être perfectionnés à mesure qu'augmentera le nombre des enquêtes et le dépouillement des métrés.

Tableau I : Surfaces mises en chantier en 1963, réparties selon le type de construction et le nombre de niveaux.

	surface habitable mise en chantier (milliers de m2) (1963)	surface hors-tout mise en chantier (milliers de m2) (1963)
Maisons individuelles		
1 niveau	6 060	
dont avec sous-sol	3 030	6 060
sans sous-sol	3 030	4 242
2 niveaux	3 251	5 527
Plus et non déclarés	121	205
Total	9 432	16 034
Immeubles collectifs		
moins de 4 niveaux	1 902	2 853
4 niveaux	3 262	4 893
5 niveaux	5 054	7 581
6/8 niveaux	2 280	3 420
9/11 niveaux	1 746	2 619
12/15 niveaux	773	1 159
16 niveaux et plus	335	502
Inconnus	437	656
Total	15 789	23 683
Divers : (Additions-surélévations et constructions non à usage principal d'habitation)	1 098	1 647

Tableau II : - Immeubles collectifs, répartis en catégories techniques
- Surfaces mises en chantier en 1963.

	surface habitable mise en chantier en 1963 (milliers de m2)	surface hors-tout mise en chantier en 1963 (milliers de m2)
Murs porteurs		
1. Traditionnel	6 390	9 585
2. Béton banché	1 052	1 578
Ensemble	7 442	11 163
Ossature béton armé		
1. Traditionnel	5 263	7 894
2. Béton armé	812	1 218
Ensemble	6 075	9 112
Préfabrication	1 989	2 983
Ossature métallique	42	63
Divers	241	362
Total	15 789	23 683

Tableau III : Maisons individuelles
Coefficients techniques (en kg d'aciers pour béton par m2 de surface hors-tout)

	1 niveau sans sous-sol	1 niveau avec sous-sol	2 niveaux	Autres
Fondations	0,3	0,5	0,5	0,5
Superstructure horizontale	-	3,5	5	2,8
Superstructure verticale	2	2	2	2,0
Escalier	-	0,5	0,5	0,3
Total (gros oeuvre)	2,3	6,5	8,0	5,6

Nota : L'acier pour béton consommé dans les toitures des maisons individuelles est négligeable.

Tableau IV : Immeubles collectifs
Coefficients techniques (en kg d'aciers pour béton par m2 de surface hors-tout)

	Murs porteurs	Ossature béton armé	Préfabrication	Autres(1)
Fondations	0,7	2,0	2,0	1,5
Superstructure horizontale	5,2	7,0	9,3	7,2
Superstructure verticale	0,25	3,95	4,3	2,8
Escalier	0,3	0,65	0,7	0,55
Toiture	0,55	1,7	2,7	1,65
Total (gros oeuvre)	7,0	15,3	19,0	13,7

(1) sauf "construction métallique" (qui ne consomme pas de produits pour béton).

III - LES RESULTATS

En multipliant les coëfficients techniques par les surfaces, et en sommant, on obtient comme consommation de produits en béton dans le gros oeuvre du logement, en 1963 :

Type de construction	Aciers pour béton (en tonnes)
Maisons individuelles	94 510
Immeubles collectifs	279 191
Additions - surélévations et constructions non à usage principal d'habitation	16 141
Total	389 842

IV - RECOUPEMENT AVEC UNE ENQUETE SUR LES PLANCHERS

On peut faire un recoupement de la consommation d'acier dans les superstructures horizontales (calculées à l'aide des coefficients techniques) avec celle obtenue par l'intermédiaire d'une étude générale des planchers par enquête auprès des fabricants et des Fédérations.

1) Une enquête a été faite par un organisme privé sur la construction d'immeubles collectifs. Elle a porté sur 14 000 logements et a donné, pour les planchers, les résultats suivants (pour 1963), en pourcentages :

Type de planchers	Secteur de construction			
	logéco	H L M	Primé 6 F	non primé
Dalle pleine	48	67	37	49
Hourdis céramique	31	22	48	28
Hourdis béton	15	11	13	11
Autres	6	-	2	12
Total	100 %	100 %	100 %	100 %

2° - Une enquête menée auprès de la Fédération des Fabricants de Tuiles et Briques et auprès de la Fédération Nationale des Produits en béton nous a appris qu'en 1963 les surfaces de planchers construites avaient été de :

10 850 000 m2 en hourdis céramique aux poutrelles préfabriquées (dont 5 200 000 m2 avec poutrelles préfabriquées précontraintes)

12 000 000 m2 en hourdis béton avec poutrelles préfabriquées (dont 3 000 000 m2 avec poutrelles préfabriquées précontraintes)

90 % environ de ces surfaces sont destinés aux logements.

3° - En utilisant ces divers renseignements, on peut obtenir une répartition des surfaces de planchers (surface hors-tout - surface occupée par les escaliers) mises en chantier en 1963 selon le type de planchers.

Type de planchers	Immeubles collectifs		Maisons individuelles (et divers)	
	en milliers de m2	%	en milliers de m2	%
Dalle pleine	6 346	37	11 371	50
Hourdis céramique (1)	2 146	13	7 619	33
Hourdis béton (2)	7 889	46	2 911	13
Autres	682	4	834	4
Total	17 063	100	22 735	100

(1) dont 4 680 000 m2 avec des poutrelles préfabriquées précontraintes.
(2) dont 2 700 000 m2 avec des poutrelles préfabriquées précontraintes.

4° - Une enquête menée auprès des fabricants de planchers nous a fournis les coefficients techniques de consommation d'acier pour béton dans les planchers :

Dalle pleine	: 5 kg/m2
Hourdis céramique ou béton	
- avec poutrelles normales	: 4,3 kg/m2
- avec poutrelles précontraintes	: 2,7 kg/m2
Autres (y compris planchers à coffrage)	: 6 kg/m2

5° - On obtient ainsi pour les planchers seuls une consommation de 174 302 tonnes d'acier.

Par la méthode générale d'étude du gros oeuvre, on avait trouvé pour les superstructures horizontales une consommation de 209 997 tonnes d'acier.

Il reste donc pour les poutres 35 695 tonnes, chiffre qui semble plausible, car seuls les immeubles collectifs à ossature béton armé ou préfabriqués utilisant des poutres armées.

V - REMARQUES

D'autres recoupements pourront être effectués :

- pour les surfaces mises en chantier, recoupement, en valeur, du montant des devis déclarés avec les données du C G E T P B (chiffres d'affaires par type d'ouvrages réalisés) - lorsque les données pour 1963 seront publiées.
- pour les immeubles collectifs (type de logement le plus important), deuxième approche par l'intermédiaire d'une 2ème série de coefficients techniques, correspondant à la classification des immeubles collectifs selon le nombre de niveaux.

CONCLUSION

L'étude se poursuit actuellement :

- par l'étude su second oeuvre du logement par enquêtes auprès des fabricants d'éléments fonctionnels et des syndicats professionels,

- par l'étude des bâtiments, non destinés à l'habitation, faisant l'objet d'un permis,

- par l'étude directe des "produits en béton armé" (supports, tuyaux) dont la fabrication consomme un tonnage important d'acier,

- par l'étude directe de la consommation globale de certains produits : treillis soudés, armatures... (pour effectuer des recoupements).

Elle se poursuivra :

- par l'étude des bâtiments ne faisant pas l'objet d'un permis (enquêtes auprès des Administrations),

- par l'étude du sous-secteur des Travaux publics (par dépouillement des enquêtes de la Fédération Nationale des Travaux Publics),

- par un recoupement général avec les livraisons de produits sidérurgiques, une tentative de synthèse par produits et un essai de prévision pour 1970 de la consommation d'acier de chaque sous-secteur.