

REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

YVES MAINGUY

JEAN MOTHES

**L'analyse et l'exploitation des séries chronologiques.
Application sommaire à la prévision des émissions
hebdomadaires de gaz, en 1961, dans la région parisienne**

Revue de statistique appliquée, tome 1, n° 3-4 (1953), p. 131-144

http://www.numdam.org/item?id=RSA_1953__1_3-4_131_0

© Société française de statistique, 1953, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Revue de statistique appliquée » (<http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

L'ANALYSE ET L'EXPLOITATION DES SÉRIES CHRONOLOGIQUES

Application sommaire à la prévision des émissions
hebdomadaires de gaz, en 1961, dans la région parisienne

par

Yves MAINGUY et Jean MOTHES

M. MAINGUY, Ingénieur Civil des Mines, est chef du Service des Statistiques et des Etudes Economiques au Département Commercial du GAZ de FRANCE, après avoir été pendant huit ans Directeur Adjoint de l'INSTITUT DE SCIENCE ECONOMIQUE APPLIQUEE. Il a été également Administrateur des CHARBONNAGES DE FRANCE de Mai 1946 à Mai 1953.

M. MOTHES, que nos lecteurs connaissent bien, est Ingénieur de l'Ecole Polytechnique. Administrateur à l'INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE et des ETUDES ECONOMIQUES, il a été détaché en Septembre 1952 au GAZ de FRANCE et affecté au Service des Statistiques et des Etudes Economiques, où il est le plus proche collaborateur de M. MAINGUY.

Dans l'article qu'on va lire, MM. MAINGUY et MOTHES se sont efforcés de décrire aussi simplement que possible une technique classique d'analyse qu'ils ont été amenés à utiliser au cours de leurs travaux. Ils n'ont pas hésité à schématiser à l'extrême le problème traité de façon à éviter certains développements complexes qui eussent risqué de cacher sous le détail des calculs les grandes lignes de la méthode de travail, sans aucun profit pour la compréhension de celle-ci.

I. — PRÉVISIONS ET DÉCISIONS.

Tout industriel travaille pour l'avenir, dont personne n'est maître.

Pour établir ses programmes, il doit prendre en considération à la fois les facteurs qu'il contrôle et ceux qu'il ne peut contrôler ; le programme sera d'autant mieux suivi que ces derniers auront été mieux prévus.

Le champ de la décision et celui de la prévision ne sont jamais parfaitement distincts, en ce sens que la prévision est partiellement conditionnée par la décision et qu'inversement aucune décision ne saurait être prise hors d'un cadre cohérent de prévisions. En revanche, la démarche d'un industriel est une alternance assez pure d'actes de prévision et d'actes de décision. On se propose d'analyser brièvement ici un type de prévision qui se présente dans l'industrie gazière et qu'il faut préalablement situer en quelques lignes dans l'ensemble de la préparation d'un programme d'équipement.

Les ouvrages de production, de transport et de distribution du gaz qu'il s'agit de construire, de développer ou d'aménager au cours des quatre ou cinq prochaines années, dans une agglomé-

ration déterminée (on raisonnera ici sur la région parisienne) sont destinés à alimenter cette agglomération pendant un certain temps. Sous réserve éventuellement de retouches de détail, un ouvrage dont la construction, décidée aujourd'hui, sera achevée dans quatre ans, doit être en mesure de répondre aux besoins de consommation qui se manifesteront dans huit, dix ou douze ans. Il faut donc prévoir ce que seront ces besoins.

Première décision : on choisit d'évaluer la consommation de gaz en 1961. La date de 1961 est choisie en raison de ce qu'on sait et de ce qu'on peut prévoir sur la nature de l'équipement énergétique du pays, sa souplesse d'exploitation, les délais requis pour la mise en place et le renouvellement de ses principaux éléments ; elle n'est donc pas entièrement libre. Elle est cependant arbitraire car on aurait pu valablement retenir 1960 ou 1962. Elle résulte bien d'une décision.

En 1961, la consommation de gaz dépendra d'un certain nombre de facteurs plus ou moins indépendants, dont les principaux sont : l'effectif de la population à desservir, le revenu des consommateurs, la structure de la production industrielle dans la région et le niveau de production des principales industries, les progrès techniques réalisés dans les utilisations domestiques et industrielles du gaz, le coût du gaz et le prix des autres formes d'énergie. Il s'agit donc de prévoir le jeu probable de ces différents facteurs, dont certains dépendent de la croissance économique générale et d'autres des techniques de production du gaz, et d'en évaluer les effets. Compte tenu de ces supputations, on détermine une politique commerciale dont les effets attendus, joints à ceux des facteurs précités, permettent de se donner, sous réserve d'ajustements finaux dont on parlera plus loin, des objectifs de vente en 1961.

Ces objectifs ne s'expriment pas simplement par un volume annuel : le gaz vendu peut en effet être utilisé dans l'industrie avec un débit régulier au cours des journées ouvrables, ou dans les foyers domestiques avec un débit très irrégulier au cours de la journée, de la semaine et de l'année, ou encore dans des établissements commerciaux ou artisanaux qui, par profession, le consomment avec intermittence mais régularité. Ce sont les volumes destinés à quelques grandes catégories d'usages qui ont fait l'objet des objectifs de vente : ces prévisions faites en termes d'usages, il reste à les transposer en termes de courbes de charge, c'est-à-dire à déterminer les volumes qui devront être émis au cours de chaque heure de la journée, de chaque jour de la semaine, de chaque semaine de l'année.

Compte tenu des techniques existantes ou prévisibles, les courbes de charge ainsi déterminées peuvent d'ailleurs se révéler irréalisables aux tarifs proposés et des ajustements, qui n'excluent pas le tâtonnement et la méthode des approximations successives, doivent alors être faits par les services techniques et les services commerciaux pour déterminer en dernière analyse un système cohérent d'objectifs, de tarifs, d'équipements et de règles d'exploitation.

II. — DÉTERMINATION D'UNE COURBE DE CHARGE CONFORME A UN ENSEMBLE DE PRÉVISIONS DE VENTES.

Le problème qui sera traité ici est strictement limité : c'est celui de la transposition de prévisions en termes d'usages en prévisions en termes de courbes de charge. On le simplifiera en outre volontairement en ne distinguant que deux groupes d'usages, le chauffage des locaux et l'ensemble des autres usages, puis en se limitant aux prévisions d'émissions hebdomadaires relatives aux mois les plus chargés.

Ce qu'on voudrait montrer, c'est que, sur un corps d'hypothèses dans la détermination duquel l'intuition de l'industriel peut avoir eu une grande part, des méthodes statistiques simples permettent de bâtir une prévision correcte d'un rythme de production. Au regard de l'application statistique, les hypothèses de base sont les objectifs de vente par usage ou groupe d'usages ; ce seront désormais pour nous les données de notre problème.

Pour être complet, il faudrait établir la suite complète des émissions probables au cours de chaque heure de chaque jour de l'année. Une représentation commode et particulièrement expressive d'une telle suite est une représentation à trois dimensions : la montagne de charge. On porte en abscisses les 24 heures de la journée, en ordonnées les 365 jours de l'année et on cote les émissions. Notons cependant que les fluctuations de l'émission au cours de la journée affectent les ouvrages de distribution et les fluctuations au cours de l'année les ouvrages de production : grâce aux réserves gazométriques en effet, la production du gaz n'a pas besoin de suivre heure par heure les fluctuations de la consommation. Si donc on ne considère que la production, ce qui sera le cas ici, on peut, grâce au jeu des réserves gazométriques, se contenter d'apprécier des émissions journalières et même, dans la plupart des cas, des émissions hebdomadaires, en raison du ralentissement de la consommation observé le samedi et le dimanche. A titre indicatif, on a cependant reproduit ci-dessous

les courbes des émissions horaires du 18 juin 1952 et du 15 janvier 1953 (figures 1 et 2) et la courbe des émissions journalières de Janvier 1953 (figure 3) qui fait apparaître la périodicité hebdomadaire des fluctuations (on notera aussi le creux du 1^{er} Janvier).

Enfin, pour des raisons que l'on conçoit aisément mais dont l'examen dépasse le cadre de cet article, la prévision doit être d'autant plus fine qu'elle porte sur les périodes au cours desquelles l'émission doit être la plus élevée. C'est pourquoi, dans la première approximation que l'on trouvera ci-après, la prévision des émissions en 1961 est faite mensuellement sur l'ensemble de l'année et hebdomadairement sur la période la plus froide seulement.

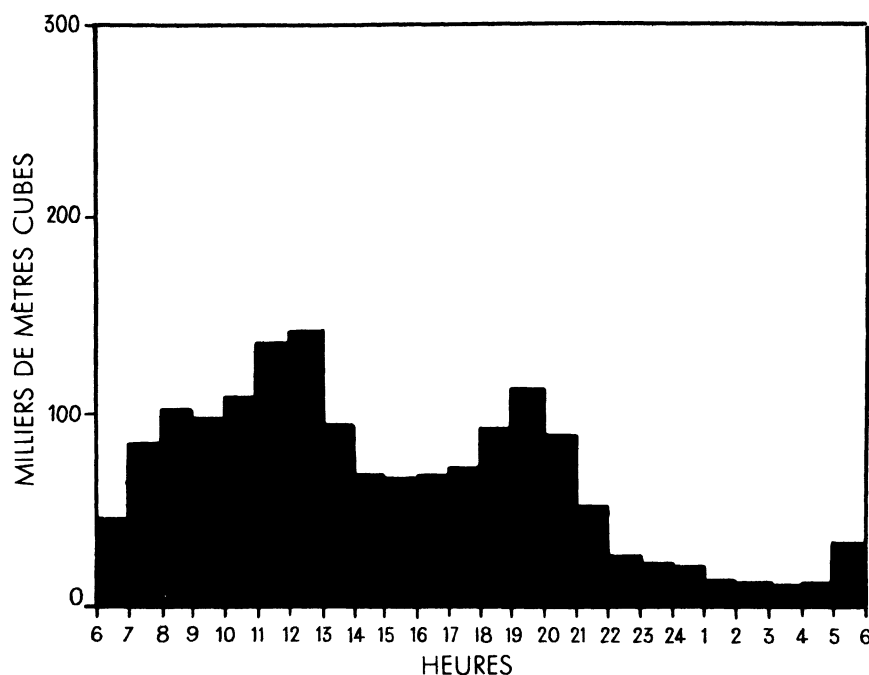


Fig. 1. — Région Parisienne : Emissions du 18 juin 1952.

Deux remarques sont encore nécessaires à l'intelligence du développement qui va suivre.

Première remarque : Le fournisseur de gaz ne connaît, heure par heure et jour par jour, qu'un volume émis, sans savoir à tout moment les usages divers qui en sont faits ; il ne connaît, au moment des relevés de compteurs des usagers, c'est-à-dire généralement tous les deux mois, qu'un volume consommé au cours des deux mois, sans aucune indication des modulations de la consommation pendant cette période ; enfin, lorsqu'un même usager emploie le gaz pour différents usages, tels que la cuisine, le chauffage de l'eau, le chauffage des locaux, il est impossible de répartir sa consommation totale en composantes relatives à chacun des usages, sauf s'il dispose d'un compteur spécial pour certains d'entre eux, ce qui est parfois le cas pour le chauffage. Une première étude statistique consiste donc à analyser la modulation des émissions réalisées au cours d'une année connue, ou mieux d'une série d'années connues. Pour dépouiller ici le plus possible le sujet traité, on se bornera à l'analyse d'une année connue, et on choisira 1952, qui est la dernière en date.

Deuxième remarque : Les émissions, on l'a vu, sont très sensibles aux variations de la température, et les variations de température en 1961 sont strictement imprévisibles. On doit donc supposer que, du point de vue météorologique, 1961 sera une année moyenne, et évaluer les risques d'écart par rapport à la moyenne ; les prévisions hebdomadaires seront donc assorties d'une indication de probabilité. Mais, pour cette raison même (événement échappant à notre contrôle et saisissable seulement en probabilité), il est inutile de préparer la prévision hebdomadaire de 1961 par une analyse hebdomadaire de 1952 ; ce qu'il convient d'apprécier en année connue, c'est le gradient de sensibilité de l'émission à la température dans les conditions de cette année connue. Une telle étude a été faite en détail au GAZ de FRANCE ; on en présentera une esquisse extrêmement simplifiée.

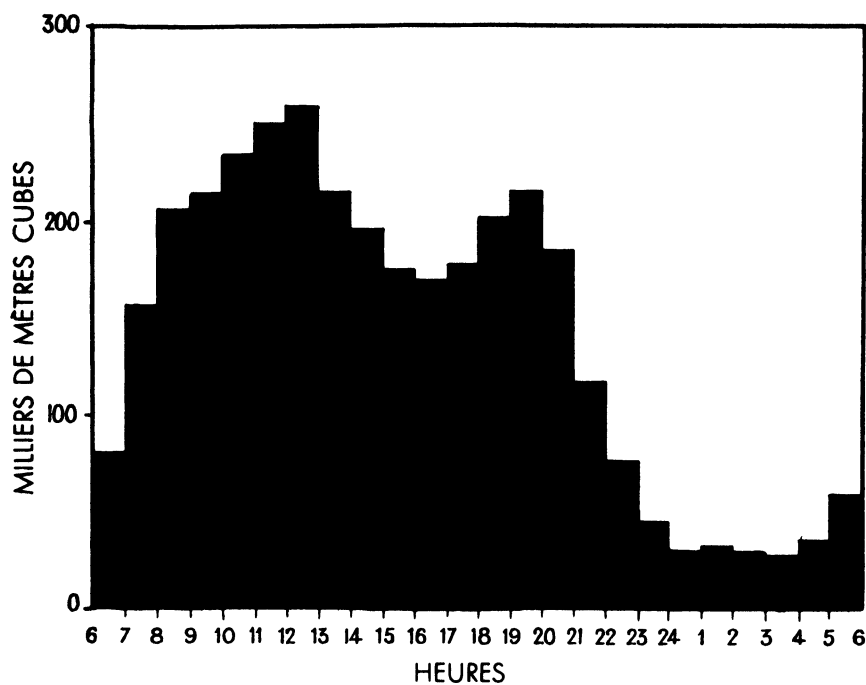
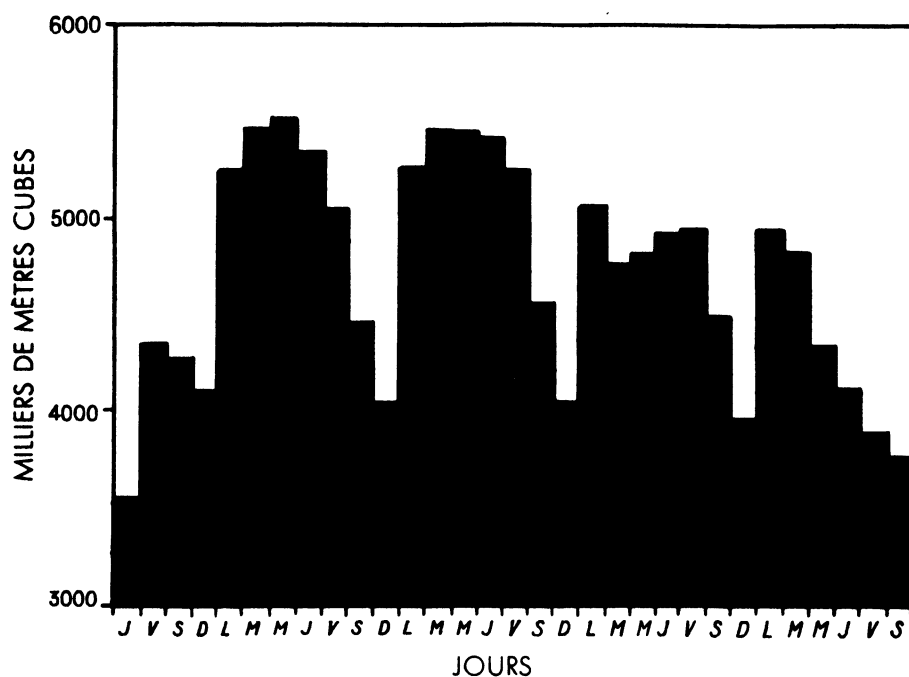


Fig. 2. — Région Parisienne : Emissions du 15 janvier 1953.



La diminution des émissions au cours des derniers jours du mois est imputable à un relèvement sensible de la température

Fig. 3. — Région Parisienne : Emissions du mois de janvier 1953.

III. — ANALYSE DE LA MODULATION DES ÉMISSIONS RÉALISÉES EN 1952.

Les volumes de gaz consommés, mesurés par les compteurs des usagers, diffèrent légèrement des volumes de gaz émis, mesurés par les compteurs du fournisseur, du fait des pertes de réseaux et des erreurs de comptage. En pratique, sur une période de l'ordre de l'année, on admettra que la proportion de fuites de toutes natures est sensiblement constante (5 % dans la Région Parisienne, en 1952). Il revient donc pratiquement au même de raisonner sur la modulation des émissions ou sur la modulation des consommations.

La figure 4, qui représente les émissions mensuellement enregistrées au cours de l'année 1952, fait apparaître un double mouvement : décroissance de Janvier à Août et croissance d'Août à Décembre. Le minimum d'Août se situe à moins de la moitié des niveaux observés en Janvier ou en Décembre.

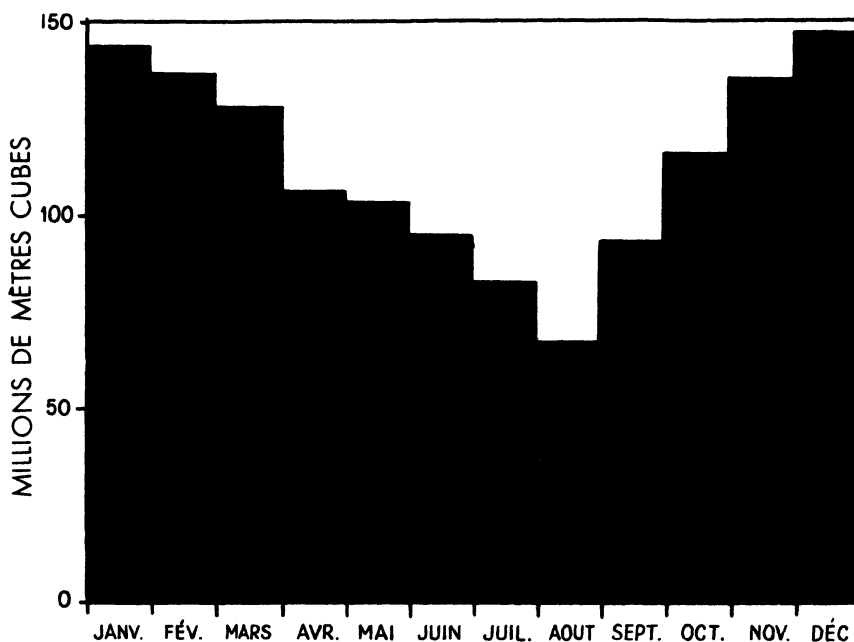


Fig. 4. — Région Parisienne : Emissions de l'année 1952.

I. — Hypothèses de travail.

L'ensemble des facteurs susceptibles de provoquer la modulation annuelle des émissions de gaz est complexe.

Si l'on considère tout d'abord le creux d'été, il est évident qu'il est dû aux **congelés**.

Si l'on considère, d'autre part, les maxima de début et de fin d'année, il est non moins clair qu'ils sont imputables au froid. La baisse de la température, en hiver, amène les usagers à consommer davantage de plats chauds, implique un accroissement de la consommation d'énergie pour chauffage de l'eau (la température normale de cette dernière étant beaucoup moins élevée qu'en été), provoque l'usage massif du gaz pour chauffage des locaux.

L'activité de l'industrie et du commerce variant saisonnièrement — en dehors de la période des congés — il est, enfin, vraisemblable d'admettre que ces variations saisonnières se répercutent aussi sur les ventes de gaz aux secteurs industriel et commercial.

Parmi ces facteurs, cependant, il en est deux qu'on peut à priori considérer comme prédominants, soit le chauffage des locaux et les congés d'été. La modification du régime alimentaire des Français n'est pas telle, en cours d'année, qu'elle se traduise par des variations considérables de consommation de gaz à des fins culinaires. Si, d'autre part, le chauffage de l'eau réclame moins de

calories en été qu'en hiver il est possible qu'on consomme des volumes plus importants d'eau chaude en été : le linge se salit plus vite, la douche (ou le bain) sont d'autant plus agréables qu'il fait plus chaud. Enfin, les oscillations hivernales ou printanières de l'activité industrielle ou commerciale sont, on le sait, loin d'avoir une très forte amplitude. Dans la majorité des secteurs industriels, les fluctuations de la production ne dépassent pas 10 % d'Octobre à Mai.

Un schéma sommaire de décomposition des émissions mensuelles — et même hebdomadaires — peut, dans ces conditions, être ainsi défini :

- 1^o Stabilité des émissions pour usages autres que le chauffage entre Octobre et Juin (1) ;
- 2^o Régression des émissions pour usages autres que le chauffage en Juillet, Août et Septembre ;
- 3^o Emissions importantes pour chauffage des locaux d'Octobre à Mai.

Ce schéma constituera, dans ce qui suit, notre « modèle » de travail.

2. — Décomposition mensuelle des émissions en 1952.

Au cours de l'année 1952, les émissions mensuelles de la Région Parisienne se sont établies comme indiqué au tableau I. Leur total, sur l'ensemble de l'année, s'est élevé à près de 1.360 millions de mètres cubes, les ventes correspondantes pouvant être évaluées à 1.290 millions de mètres cubes.

TABLEAU I
Région Parisienne : Emissions mensuelles en 1952

Mois	Emissions (millions de m ³)
Janvier	144,3
Février	136,3
Mars	128,4
Avril	106,0
Mai	103,7
Juin	95,1
Juillet	83,0
Août	68,5
Septembre	93,0
Octobre	116,5
Novembre	135,2
Décembre	148,5

Ayant décidé de raisonner dans le cadre du modèle théorique de décomposition défini à la section précédente, on adoptera, comme niveau des émissions autres que le chauffage, le niveau atteint en Juin, soit 95 millions de mètres cubes. En Juin, en effet, le chauffage est pratiquement inexistant et les départs en vacances sont encore négligeables. La différence de chaque résultat mensuel au résultat du mois de Juin — après correction de l'inégalité du nombre de jours (2) — conduit, dans ces conditions, à une première approximation des émissions mensuelles pour chauffage des locaux.

(1) On fait ici cette hypothèse pour des raisons de simplification qui n'altèrent pas la méthode employée ni, en première approximation, les résultats. Les études exécutées et utilisées au GAZ de FRANCE tiennent compte des variations, en fonction de la température, des consommations destinées aux usages autres que le chauffage des locaux.

(2) La comparaison affinée de résultats mensuels implique tout un travail préalable de correction des données brutes. Il convient d'éliminer non seulement l'influence de l'inégalité du nombre de jours de chaque mois, mais également l'influence de l'inégalité du nombre de jours fériés ou chômés etc... Ce dernier aspect du problème sera volontairement passé sous silence ici.

TABEAU II
Région Parisienne : Décomposition des émissions en 1952

Mois	Emissions (millions de m ³)	
	pour chauffage des locaux	pour autres usages
Janvier	46,1	98,2
Février	44,5	91,8
Mars	30,2	98,2
Avril	10,9	95,1
Mai	5,5	98,2
Juin	—	95,1
Juillet	—	83,0
Août	—	68,5
Septembre	(1)	93,0
Octobre	18,3	98,2
Novembre	40,1	95,1
Décembre	50,3	98,2
TOTAL	245,9	1.112,6

A ce stade, pour expliquer les raisons des fluctuations mensuelles observées, il est bon de déterminer le type de relation qui s'est établi, en 1952, entre le volume mensuel des émissions et la température.

Le graphique des points représentatifs des émissions en fonction de la température fait l'objet de la figure 5 ; il correspond aux données du tableau III.

TABEAU III
Région Parisienne : Températures et Emissions mensuelles

Mois	Températures observées au Châtelet (degrés)	Emissions ramenées à 30 jours (millions de m ³)
Janvier	3,5	139,6
Février	3,5	141,0
Mars	8,6	124,3
Avril	13,0	106,0
Mai	16,2	100,3
Juin	—	—
Juillet	—	—
Août	—	—
Septembre	—	—
Octobre	10,7	112,7
Novembre	5,6	135,2
Décembre	3,6	143,7

(1) Compte tenu de la faible température observée en 1952, il y a eu en Septembre des consommations de gaz pour chauffage. Nous les négligeons ici.

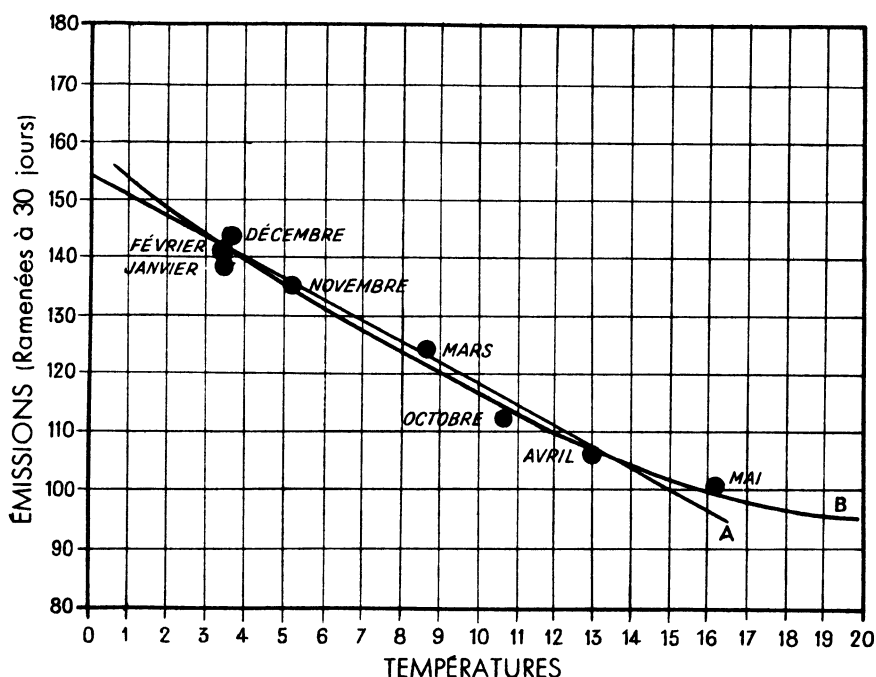


Fig. 5. — Région Parisienne : Corrélation « Emission-Température ».

De l'examen de ce graphique, il ressort immédiatement qu'une représentation linéaire du phénomène (Droite A) constitue une bonne approximation de la régression observée. Se contentant, pour déterminer cette droite, de la faire passer par les deux points moyens correspondant, d'une part, aux quatre mois les plus froids (Janvier, Février, Novembre, Décembre) et, d'autre part, aux quatre mois, moins froids, de printemps et d'automne (Mars, Avril, Mai, Octobre) on aboutit à la relation

$$Y = 154,3 - 3,6 X$$

en désignant par Y l'émission et par X la température. **Cette relation signifie qu'une baisse moyenne de température de 1 degré a provoqué, en 1952, un accroissement mensuel d'émission de l'ordre de 3,6 millions de mètres cubes.**

Ce résultat appelle, bien entendu, un certain nombre de commentaires.

a) Décrire la liaison existant entre le volume de l'émission et la température par une droite prête à discussion. Au delà d'un certain seuil de température, aucun usager ne se chauffe plus. Le tracé d'une courbe concave devenant horizontale à partir d'un certain seuil de température (Fig. 5, courbe B) serait donc plus représentatif de la réalité. L'approximation faite ici a toutefois pour elle le mérite de la simplicité et, somme toute, suffit à décrire à peu près correctement le phénomène observé (1) ;

b) Le seuil de température à partir duquel la droite A doit être remplacée par une horizontale est indéterminé, mais dans le cadre du modèle théorique retenu on évaluera ce seuil à 16°5. Il s'agit là, en effet, de la température pour laquelle l'ordonnée de la droite d'ajustement A correspond à l'émission enregistrée en Juin ;

c) La détermination de la relation linéaire représentative de la liaison « Emission-Température » aurait également pu être effectuée à l'aide de la méthode différentielle consistant à rapprocher les fluctuations, d'un mois sur l'autre, de la température et des émissions. A titre documentaire, on trouvera dans le tableau III les différences successives à prendre en considération. Elles conduisent

(1) Au moins pour les besoins de cet exposé. Il va, en effet, sans dire que les études effectuées au GAZ de FRANCE ont été beaucoup plus poussées.

à la figure 6 et permettent d'estimer à 3,7 millions de mètres cubes le supplément d'émissions mensuelles provoquées en 1952 par une baisse de température de 1 degré. Cette seconde méthode recoupe donc entièrement la première.

TABLEAU IV

Région Parisienne :

Différences mensuelles successives des températures et des émissions

Mois	Différence de température (degrés)	Différence d'émission (millions de m ³)
Janvier /Février	0	+ 1,4
Février /Mars	5,1	- 16,7
Mars- /Avril	4,4	- 17,7
Avril /Mai	3,2	- 5,7
Mai /Juin -	—	—
Juin /Juillet	—	—
Juillet /Août	—	—
Août /Septembre	—	—
Septembre /Octobre	—	—
Octobre /Novembre	- 5,5	+ 22,5
Novembre /Décembre	- 1,6	+ 8,5

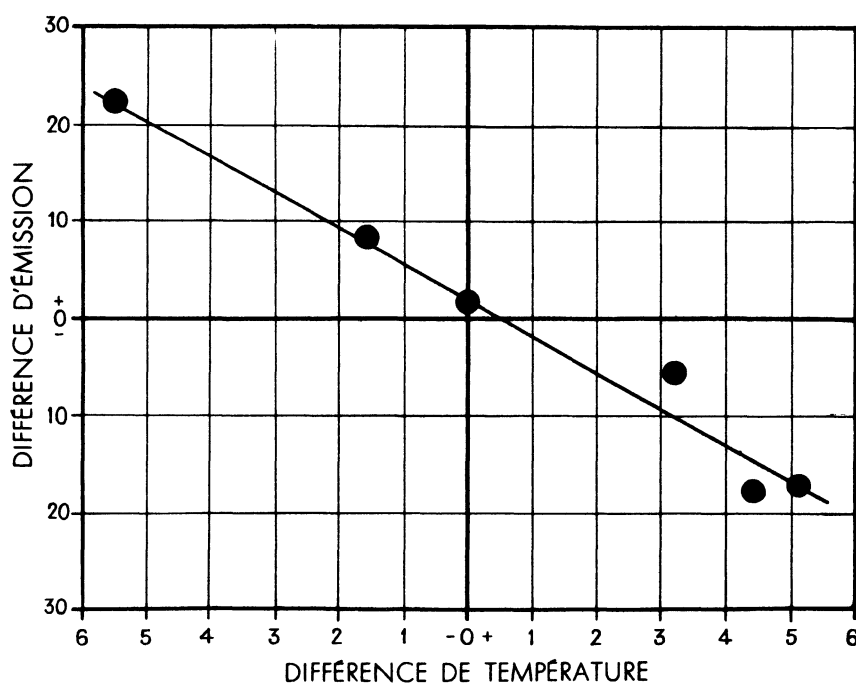


Fig. 6. — Région Parisienne : Corrélation « Emission-Température » (d'après les différences mensuelles successives).

d) La relation

$$Y = 154,3 - 3,6 X$$

qui résume la liaison entre l'émission et la température a été définie sur l'ensemble de l'année 1952. Du fait de l'extension ininterrompue du chauffage au gaz cette liaison a, en réalité, varié du début

à la fin de l'année. Il suffirait, pour mettre le phénomène en évidence, d'appliquer la technique décrite, d'une part, à l'hiver 1951-1952, d'autre part, à l'hiver 1952-1953. Sans entrer dans le détail d'une telle étude, il paraît suffisant de noter que la progression des émissions pour chauffage est très nettement soulignée par les seules données du tableau IV. En début d'année, la différence des émissions correspondant à une différence de température de 1 degré est de l'ordre de 3 millions de mètres cubes : en fin d'année, cette différence passe à plus de 4 millions de mètres cubes.

IV. — MODULATION DES ÉMISSIONS PRÉVISIBLES EN 1961.

Dans le cadre des travaux préparatoires au second plan de Modernisation et d'Équipement, les Services du GAZ de FRANCE ont été amenés à envisager, pour 1961, trois objectifs de développement des ventes de gaz dans la Région Parisienne, correspondant à trois hypothèses de développement économique général proposés par le Commissariat Général du Plan. Cela fait, il s'est agi pour eux d'évaluer la modulation des émissions susceptibles de correspondre à chacun de ces objectifs, cela en vue de préciser, dans chaque cas, l'importance du potentiel des équipements à prévoir.

Nous n'examinerons, au cours de cette section, qu'un seul des objectifs précités, soit :

- Ventes pour chauffage 380 millions de mètres cubes.
- Ventes pour usages autres que le chauffage . 1.420 » » »

Ces ventes correspondent, pour des pertes de l'ordre de 5 %, à des émissions d'environ 400 millions de mètres cubes pour chauffage et 1.500 millions de mètres cubes pour autres usages.

I. — Décomposition mensuelle des prévisions pour usages autres que le chauffage.

Dans le cadre du « modèle » utilisé jusqu'ici, les 1.500 millions de mètres cubes de gaz susceptibles d'être émis en 1961 pour usages autres que le chauffage doivent être également répartis d'un mois à l'autre. Au moment de procéder à cette répartition, il convient cependant de ne pas omettre d'apprécier la diminution estivale du rythme de l'émission imputable à l'influence des congés.

Si l'on se rapporte aux résultats observés en 1950, 1951, 1952, il est aisé de constater la stabilité de ce phénomène saisonnier. Retenant le mois de Juin comme base de référence, on aboutit, en rapportant les émissions enregistrées en Juillet, Août et Septembre aux émissions de Juin, aux coefficients indiqués au tableau V. Or, ces coefficients, à de légères fluctuations accidentelles près, sont peu différents d'une année à l'autre ; ils permettent de considérer, sans erreur grave, les mois de Juillet, Août et Septembre comme composés respectivement de 27, 22 et 28 jours moyens, ce qui ramène l'année à 350 jours moyens.

TABLEAU V
Coefficients saisonniers d'été

	Juin	Juillet	Août	Septembre
1950	100	91	74	96
1951	100	90	71	92
1952	100	88	72	98
Moyenne	100	90	72	95

Si l'on s'arrête alors aux coefficients moyens et si l'on admet l'hypothèse du maintien, d'ici 1961, de la stabilité de la variation saisonnière d'été, on est conduit, en désignant par V le volume journalier des émissions pour usages autres que le chauffage des locaux, à déterminer V par l'égalité

$$350 V = 1.500$$

Il en résulte la décomposition mensuelle de l'émission figurant au tableau VI.

TABLEAU VI

Région Parisienne :

Décomposition des émissions pour usages autres que le chauffage en 1961

Mois	Nombre de jours	Emissions (millions de m ³)
Janvier	31	133
Février	28	120
Mars	31	133
Avril	30	128
Mai	31	133
Juin	30	128
Juillet	27	116
Août	22	95
Septembre	28	120
Octobre	31	133
Novembre	30	128
Décembre	31	133

2. — Décomposition mensuelle des émissions pour chauffage.

Pour ventiler mensuellement les émissions pour chauffage des locaux, il est nécessaire de faire intervenir des données de température. Dans l'incapacité de prévoir les températures susceptibles d'être effectivement observées en 1961, il est naturel de se référer à des températures moyennes. On utilisera ici des moyennes de température calculées sur la période 1891-1930.

TABLEAU VII

Région Parisienne :Prévisions d'émission mensuelle pour 1961 (millions de m³)

Mois	Températures (degrés)	Emissions pour chauffage	Emissions pour autres usages	Emissions totales
Janvier	3,4	75	133	208
Février	4,3	63	120	183
Mars	7,0	54	133	187
Avril	10,2	35	128	163
Mai	14,3	13	133	146
Juin	17,1	—	128	128
Juillet	19,0	—	116	116
Août	18,6	—	95	95
Septembre	15,9	3	120	123
Octobre	11,1	31	133	164
Novembre	6,3	56	128	184
Décembre	4,2	70	133	203
TOTAL		400	1.500	1.900

Ces moyennes figurent dans la deuxième colonne du tableau VII. Elles conduisent (1) dans le cadre de l'émission globale prévue pour chauffage (400 millions de m³) à la ventilation mensuelle figurant dans la 3^e colonne du tableau VII et, compte tenu des résultats précédemment acquis en ce qui concerne les usages autres que le chauffage, à la modulation totale ci-dessous indiquée.

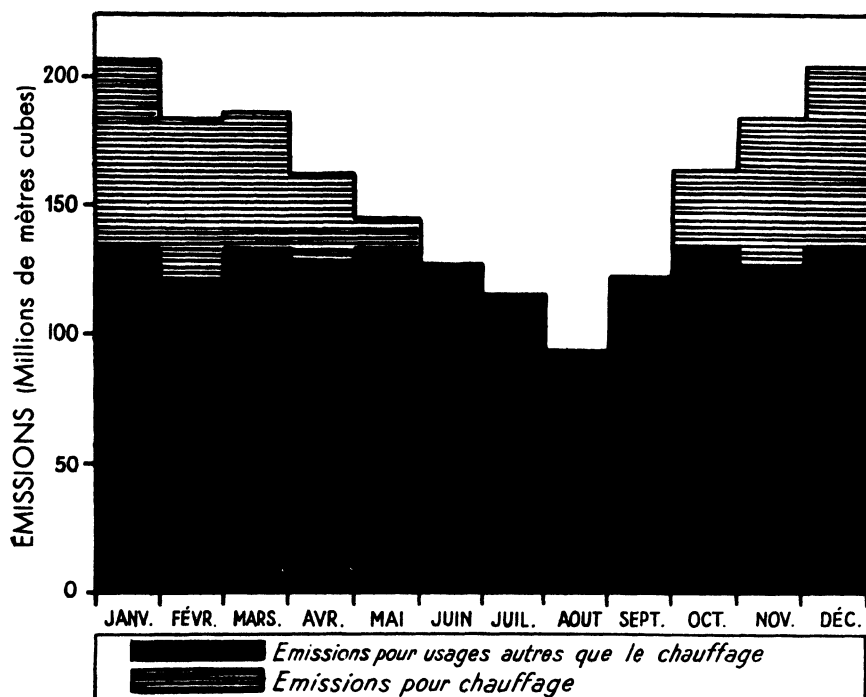


Fig. 7. — Région Parisienne : Prévisions d'Emissions pour 1961.

3. — Décomposition hebdomadaire des émissions d'hiver.

Les prévisions opérées jusqu'ici résultent de la prise en compte de températures moyennes, mais les moyennes retenues masquent des fluctuations journalières parfois importantes. Il convient donc d'évaluer l'importance des excédents journaliers d'émissions susceptibles d'être provoqués par les chutes possibles de températures en deçà des moyennes mensuelles retenues. Le calcul n'offrant évidemment d'intérêt que pour déterminer l'importance du potentiel maximum de production n'a pas à être effectué sur l'ensemble de l'année, mais sur les seuls mois de pointe (Décembre, Janvier, Février).

Compte tenu du fait que ses moyens habituels de stockage permettent à l'industrie gazière de lisser les pointes journalières de la demande, il est suffisant de raisonner dans un cadre hebdomadaire.

L'étude statistique à effectuer est dans ces conditions en tous points comparable à l'étude mensuelle précédemment effectuée. Elle implique :

- 1) La répartition uniforme, d'une semaine à l'autre, des prévisions d'émission pour usages autres que le chauffage ;
- 2) La répartition des émissions pour chauffage proportionnellement aux différences entre la température limite retenue (16°5) et la température moyenne prévisible ;

(1) Les calculs à effectuer n'appellent aucun commentaire. Dans le cadre des hypothèses faites, l'émission pour chauffage — au cours d'un certain mois — doit être déterminée proportionnellement au produit du « nombre de jours » du mois considéré par le « complément à 16°5 » de sa température moyenne.

- 3) La prise en compte — l'écart-type des distributions des températures hebdomadaires enregistrées au cours des 75 dernières années ayant été calculé pour chaque semaine — de l'excédent d'émission susceptible d'être appelé dans l'hypothèse d'une baisse de température de l'ordre de 3 écarts-types au dessous de la moyenne hebdomadaire (1).

Les résultats obtenus figurent au tableau VIII. Ils conduisent dans le cadre des hypothèses mises en jeu à prévoir, en 1961, une émission maxima de l'ordre de 55 millions de mètres cubes.

TABLEAU VIII

Région Parisienne :

Emissions hebdomadaires maxima prévisibles en 1961

Semaine	Température moyenne (degrés)	Ecart-type	Emission maxima (millions de m ³)
27 /11-3 /12	5	1,4	50
4 /12-10 /12	4,9	1,5	51
11 /12-17 /12	4	1,6	52
18 /12-24 /12	2,8	1,7	54
25 /12-31 /12	3,6	1,7	53
1 /1-7 /1	3,6	1,7	53
8 /1-14 /1	3,6	1,6	53
15 /1-21 /1	3,3	1,6	55
22 /1-28 /1	2,6	1,8	53
29 /1-4 /2	3,6	1,7	53
5 /2-11 /2	3,7	1,6	53
12 /2-18 /2	3,8	1,6	53
19 /2-25 /2	4,3	1,5	52
26 /2-4 /3	5,1	1,3	50

Remarques (1). — Calculer les émissions maxima, dans l'hypothèse de températures hebdomadaires inférieures de trois écarts-types à la moyenne prévisible, répond au souci de limiter à 1 ^o/100 le risque d'insuffisance accidentelle des installations.

Si l'on accepte de courir un risque plus élevé, l'importance de l'émission maxima à envisager est, bien entendu, moins forte. Dans l'hypothèse — par exemple — d'un risque de 2 %, le calcul doit être effectué pour une température inférieure de deux écarts-types seulement à la moyenne et l'émission hebdomadaire maxima prévisible passe de 55 à 53 millions de mètres cubes.

(2) Il a paru inutile, lors du calcul des émissions maxima figurant au tableau VIII, de prendre en considération l'éventualité d'un développement du chauffage entre le début et la fin de l'année 1961.

(1) Rappelons, en effet, que les températures susceptibles d'être observées ont 999 chances sur 1.000 de se situer au-dessus de la limite « température moyenne — 3 écarts-type », leur distribution pouvant être assimilée à une distribution normale.

V. — CONCLUSION.

Dans le cadre de certaines hypothèses simples, on a montré qu'on pouvait, par des méthodes également simples :

- 1° Faire correspondre à une courbe de charge observée une décomposition approximative des volumes émis entre les volumes destinés au chauffage des locaux et les volumes destinés aux autres usages ;
- 2° Définir en réciprocity la modulation de l'émission correspondant à des prévisions de ventes par usages, ces usages étant répartis en deux catégories : chauffage des locaux et ensemble des autres usages.

C'est ainsi qu'en 1952, la modulation de la courbe de charge de la Région Parisienne a conduit à évaluer les émissions de gaz pour chauffage des locaux à environ 250 millions de mètres cubes (pour une émission totale de 1.360 millions de mètres cubes).

C'est ainsi qu'après avoir estimé à 1.900 millions de mètres cubes de gaz — dont 400 pour chauffage des locaux — l'émission à réaliser en 1961, on a été en mesure de ventiler mensuellement ou hebdomadairement cette émission, la modulation obtenue mettant en évidence des pointes hebdomadaires de l'ordre de 55 millions de mètres cubes si l'on prend un risque de défaillance de fourniture limité à 1 pour mille.

Il va bien entendu sans dire — on l'a de temps à autre indiqué — que les services du GAZ de FRANCE, pour leurs propres besoins, ont été obligés de pousser beaucoup plus loin les analyses qu'ils ont effectuées. Il leur a fallu préciser bien des points passés ici sous silence, raisonner dans le cadre d'hypothèses plus élaborées, mettre en œuvre des techniques statistiques plus complexes. Mais là n'est pas, à notre avis, l'essentiel. Les raffinements auxquels nous faisons allusion portent sur le détail plus que sur le fond. Ils ne relèvent certainement pas d'une étude qui ne veut être qu'une introduction — partielle — aux problèmes chronologiques.