

15/82

3 ex

(sans annexe)



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE HOUARI BOUMEDIENNE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT ELECTRICITE

FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTROTECHNIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDES



OPTIMISATION DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE D'UN LOTISSEMENT

PROPOSE PAR MESSIEURS :

A. BOUBEKEUR, Docteur-Ingénieur
H. ALLA, Ingénieur SONELGAZ

ETUDIE PAR MESSIEURS :

ILLOUL Rachid
BENHAMZA Méziane

1982

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE HOUARI BOUMEDIENNE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT ELECTRICITE

FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

OPTIMISATION DE L'INSTALLATION
ELECTRIQUE D'UN LOTISSEMENT

PROPOSE PAR :

Messieurs A. BOUBEKEUR
Docteur Ingénieur
et H. ALLA
Ingénieur SONELGAZ

ETUDIE PAR :

ILLOUL Rachid
BENHAMZA Méziens

- SOMMAIRE -

• - Introduction	Page I
• - Etudes préliminaires	" 3
• - Présentation du programme REBT	" II
• - Constitution du fichier des données	" 12
• - Présentation des étapes du programme	" 17
• - Sous-programmes ADJMAT, CHEMIN et REPART	" 18
• - Formule de corrélation Energie-Puissance	" 26
• - Sous-programme SOMPUI	" 27
• - Sous-programmes EXTRAP et MINSOU	" 28
• - Sous-programme RESEAU	" 28
• - Sous-programme OPTIM	" 30
• - Sous-programme SOURCE	" 39
• - Détermination du coût de la solution	" 40
• - Utilisation pratique du programme	" 41
• - Annexe I : constitution du paquet de données	" 44
• - Annexe II : dictionnaire de variables	" 49

-

AVANT - PROPOS

Le problème de l'optimisation des coûts est une des contraintes essentielles dans le calcul et le dimensionnement des réseaux électroénergétiques.

Le domaine de notre étude se situe au niveau de l'alimentation B T d'un lotissement, le partie du réseau électroénergétique à optimiser sera donc constituée par :

- les postes MT/BT,
- le réseau de câbles BT, compris entre le poste MT/BT et le raccordement de chaque immeuble.

Pour résoudre le problème, nous avons emprunté à EDF les résultats d'une série d'études permettant de préciser certains points du problème : modèles d'études, de charges, stratégie à adopter, les résultats obtenus figurent dans le chapitre études préliminaires, conclusion d'une série d'études entreprises par EDF sur un lotissement de logements urbains, celui de VILLERIE I.

De décomposer le problème en plusieurs étapes, traitables par un programme de calculs sur ordinateur, ce qui constituera le sujet de notre étude proprement dite : programme réseau basse tension ou B E E T, qui constituera donc une approche de l'optimisation de l'installation électrique des lotissements.

Nous nous permettrons de signaler ici un point essentiel: nous ne connaissons pas de méthodes précises pour l'optimisation de l'emplacement des postes MT/BT.

En partant de l'emplacement des postes MT/BT proposés, nous nous contenterons donc de prendre plusieurs solutions et de choisir la moins onéreuse.

Le réseau de câbles BT lui, par contre, sera déterminé de manière univoque.

INTERET DU PROGRAMME R E B T

La méthode actuelle d'équipement électrique des lotissements consiste à déterminer le réseau, à installer à l'année initiale, capable de fournir une puissance qui ne sera atteinte que dans un certain nombre d'années. Cela entraîne une très forte anticipation des possibilités du réseau par rapport à la demande, et donc un surcoût. De plus, la détermination du réseau de cables BT s'effectue de manière aléatoire.

BUT DU PROGRAMME R E B T

On aura donc intérêt à concevoir une méthode permettant de réduire les investissements nécessaires à l'installation électrique d'un lotissement et ceci en les étalant sur une longue période, d'où gain par actualisation, et qui permettra aussi d'optimiser le réseau de cables.

L'ensemble de ces opérations constituant une somme de calculs longs et fastidieux, on aura donc intérêt à les traiter automatiquement, et pour cela, concevoir un programme informatique d'utilisation souple et applicable dans une large gamme de lotissements. En résumé R E B T a été conçu comme un outil commode pour l'optimisation de l'investissement de l'installation électrique d'un lotissement.

METHODE DE DETERMINATION DU RESEAU

Le réseau initial à établir sera défini quand on connaîtra :

- le nombre et l'emplacement optimal des postes MT/BT initiaux en service;
- le tracé et la section des canalisations BT initiales en aval des postes (les cables sont prévus pour tenir une dizaine d'années).

Ensuite, il faudra déterminer, compte tenu de l'évolution des charges déduites de la loi de croissance de la consommation :

- le nombre et l'emplacement des postes à installer dans le futur,
- le nombre des postes initiaux en service, de telle façon qu'il ne nécessite pas l'équipement d'autres génies civils avant l'année 15 ou 20.

De même il doit être tel, que l'on n'ait pas à équiper plus de génies -civils que nécessaire en étape finale.

De ces règles, on peut dès à présent envisager l'élaboration d'un programme de calculs simples, ayant pour but de traiter rapidement et économiquement les lotissements de logements collectifs.

ETUDES PRELIMINAIRES

La conception de ce programme a été facilitée par la réalisation d'une série d'étude menée sur les lotissements neufs, permettant de préciser certains aspects du problème.

Nous nous permettrons de rappeler les résultats de ces travaux :

I. ETUDES STATIQUES :

Avant de passer au stade dynamique, plusieurs études statiques ont été réalisées afin de préciser l'influence de certains paramètres tels que :

- Emplacement optimal des postes MT/BT,
- Raccordement M.T.
- Nombre et taille des postes MT.BT.

Le modèle d'étude retenu a porté sur des lotissements de logs collectifs (SODA 2.000) car ils nécessitent l'installation de plusieurs postes MT/BT et donc permettent de préciser l'influence de l'emplacement optimal des postes MT/BT (densité de charge initiale supérieure à 3 MW/KM²).

La contrainte de chute de tension a été prise égale à 9,5%.

Résultats obtenus.

I - 1 . Emplacement optimal des postes MT/BT.

Dans la plupart des cas (80%) pour un nombre de postes (MT/BT) fixé à la somme des moments de charge minimum correspond le réseau de coût global minimum,

Ce résultat n'est valable que pour des lotissements dont la densité de charge dépasse 3 MW/KM².

I - 2 . Taille des postes MT/BT :

Pour vérifier si la taille 1.000 KVA était un optimum, on a testé 1.600 KVA (extrapolation de la gamme normalisée) en ne limitant pas le nombre départ ni les chûtes de tension en ligne , la comparaison 1.000 KVA - 1600 KVA donne des coûts de réseau pratiquement identiques même pour de fortes densités de charge (15 et 20 MW/KM2).

Jusqu'à 1.000 KVA ce sont les postes MT/BT qui constituent l'élément primordial du coût du réseau , au delà , c'est le réseau de cable BT.

II. ETUDES DYNAMIQUES:

II - 1 Poste BT.

On a cherché à préciser l'influence des postes BT sur les coûts , ce dans la perspective d'une réduction de la contrainte de chute de tension. Pour ce faire on a comparé le coût de réseaux pour diverses contraintes de chûtes de tension imposées.

Les résultats de cette étude montrent qu'au delà de 4% ce sont les pertes qui fixent la section économique des câbles BT , de telle façon que les chutes de tension atteignent au maximum 6-7%.

II - 2 Etude principale:

Elle a eu pour modèle l'ensemble de Vélizy I comprenant :

- 56 immeubles collectifs ,
- 7 maisons individuelles,
- 37 charges particulières (écoles - commerces) soit 2.137 abonnés B.T.

L'état de charge retenu a été celui de 1.200KWH par logement .
L'évolution des charges est conforme à des hypothèses précisées dans
une note qui n'est pas à notre disposition.

II - 3 . STRATEGIES ET VARIANTES:

Le coût du réseau d'alimentation d'un lotissement dépendant
surtout du nombre et de l'emplacement des postes MT/BT ; et le fait,
que si les génies civile des postes doivent être construits l'année
initiale, leur équipement électrique peut être différé dans le temps.
On a défini 3 stratégies.

a) Première stratégie: Le nombre de postes équipés reste constant
dans le temps à partir des emplacements optimaux de l'année finale
ou 30.

b) Deuxième stratégie: Le nombre de postes équipés croît dans le
temps à partir des emplacements optimaux de l'année finale.

c) Troisième stratégie: Le nombre de postes équipés croît dans le
temps à partir des emplacements optimaux d'une année antérieure à
l'année finale.

Pour chaque stratégie , un certain nombre de variantes a été
étudié, variantes différant par l'état de charges auquel doit satisfaire
le réseau B.T. initial.

On s'impose comme contraintes des périodes de non intervention sur
le réseau de 5 ans. Ces variantes sont définies comme suit :

<u>Variante 1</u> :	Réseau initial créé pour les charges de l'année	30
<u>Variante 2</u> :	" " " " " " " " " " " "	25
<u>Variante 3</u> :	" " " " " " " " " " " "	20
<u>Variante 4</u> :	" " " " " " " " " " " "	15
<u>Variante 5</u> :	" " " " " " " " " " " "	10
<u>Variante 6</u> :	" " " " " " " " " " " "	5

La variante 1 commune aux trois stratégies, et dans laquelle le réseau ne se développe pas au cours du temps, a été prise comme base de comparaison.

II-4. RESULTATS OBTENUS :

Nombre optimal de Genisa Civils :

Le nombre optimal de postes nécessaires pour alimenter le lotissement en étape finale, est obtenu à partir de l'état de charge final : stratégie 1 variante 2 pour le modèle considéré, le nombre minimum théorique de postes MT/BT nécessaires à l'année 30 étant 5,6 et 7 postes.

Nombre de postes	Coût.Postes K.F	Raccordement M.T	Réseau B.T	Pertes	Total
5	Impossible	"	"	"	"
6	249	126	318	99	792
7	279	125	306	100	810

• Au nombre de postes MT/BT minimum correspond le réseau de coût global minimum (si ce réseau reste statique).

STRATEGIE 1 :

Le nombre de postes MT/BT équipés reste constant, l'emplacement optimal de ces postes est déterminé par l'état des charges finales; les variantes diffèrent par l'état des charges auquel doit satisfaire le réseau initial des câbles B.T.

Tableau des coûts actualisés :

Variantes	Année fixant l'état initial	Postes équipés initiaux	Coût postes initiaux	Raccordement MT	Câbles BT	Pertes	TOTAL
1	30	6	249	126	318	99	792
2	25	6	249	126	312	102	786
3	20	6	249	126	304	105	784
4	15	6	249	126	301	107	783
5	10	6	249	126	299	108	782
6	5	6	249	126	299	109	783

- Les différences de coût proviennent uniquement des pertes et renforcements BT .
- Il semble qu'ont ait intérêt à développer le réseau de câbles BT au cours du temps.
- Coûts pratiquement identiques pour les variantes 4,5,6, le réseau de câbles BT doit être créé initialement, pour tenir sans renforcement pendant 10 ou 15 ans .

STRATEGIE 2 :

Le nombre de postes MT/BT équipés croît au cours du temps en partant du nombre de postes et des emplacements optimaux déterminés pour l'état de charge final. Les variantes diffèrent par l'état de charges auquel doit satisfaire l'ensemble du réseau initial (Poste MT/BT et câbles BT) .

Tableau des coûts actualisés (1 03F)

Variantes	Année fixant l'état initial	Nombre de postes initiaux	Coût postes MT/BT	Raccordements MT	Cables BT	Postes	TOTAL
1	30	6	249	126	318	99	792
2	25	6	249	126	312	101	788
3	20	5	235	112	324	103	774
4	15	4	217	100	342	106	766
5	10	4	217	100	336	110	763
6	5	4	217	100	336	112	765

STRATEGIE 3 :

Le nombre de postes MT/BT équipés croît au cours du temps, l'emplacement de ces postes et l'état initial du réseau de cables BT sont fixés dans chaque variante par un état des charges donné .

TABEAU DES COUTS ACTUALISES (10² F)

Variante	Année fixant l'état initial	nombre de postes initiaux	Coûts postes MT/BT	Raccorde- ment MT	Câbles BT	Pertes	TOTAL
1	30	6	249	126	318	99	792
2	25	5	229	95	318	101	743
3	20	5	229	95	310	107	741
4	15	4	232	97	341	108	778
5	10	4	232	97	337	109	775
6	5	4	232	97	337	110	776

CONCLUSION:

STRATEGIE: la plus intéressante des trois.

- Intérêt de l'évolution du réseau de câbles BT et du nombre de postes MT/BT équipés.
- Les postes MT/BT équipés initiaux doivent être placés de façon optimale.
- Le nombre de postes initiaux doit être tel, qu'il ne nécessite pas l'équipement de plus de postes MT/BT que nécessaires pour l'année finale. En effet, les variantes 4, 5 et 6 qui ne nécessitent que l'équipement de 4 postes initialement, mais 7 à l'année finale, sont beaucoup moins intéressantes que la variante 3 nécessitant 5 postes initiaux mais seulement 6 (nombre optimal à l'année finale)

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES:

Le réseau de câbles B.T. doit être créé pour tenir au minimum 10 ans sans être renforcé.

Le nombre de génies civils de postes MT/BT à prévoir doit être minimum.

Il semble plus intéressant de faire évoluer l'ensemble câble BT plus les postes MT/BT, que les postes seuls.

PRESENTATION DU PROGRAMME R E B T

- Dans une première étape, il lit les données générales. Il écrit ensuite un tableau où il reporte les chiffres précédemment lus.
- Il lit le graphe du réseau BT et le restitue sous forme de tableau.
- A l'aide des sous-programmes EXTRAP et MINSOU, il calcule le nombre minimal de postes nécessaires, de l'année initiale à l'année 30.
- Il calcule la matrice d'adjacence grâce au sous-programme ADJMAT, puis lit tous les emplacements de postes possibles et détermine le chemin minimal entre un sommet et un emplacement (sous-programme CHEMIN).
- Pour chaque solution proposée, il lit le nombre de postes, et effectue la répartition des sommets entre les différents postes (sous- programme Repart).
- Il cumule en chaque sommet les différentes grandeurs nécessaires au calcul de la puissance de pointe transitée (sous- programme SOMPTUI).
- Il détermine d'abord si la solution convient, et, le cas échéant, calcule la puissance des postes initiaux, et de ceux à installer à une date ultérieure (sous-programme SOURCE).
- Pour chaque poste d'une solution convenable, il détermine le réseau initial nécessaire des câbles, leurs sections étant optimisées en tenant compte des pertes sur une période de 10 ans (sous-programme réseau et optim).
- Il nous sort ensuite un tableau nous décrivant l'état du réseau à l'année 10.
- Pour une solution, il détermine le coût total de création du réseau.
- Il choisit ensuite la solution de coût minimal.

PLAN DE PROGRAMME

Le programme a été décomposé en une série de sous - programmes représentant chacun une étape du problème, ceci , afin de faciliter son élaboration , et sa compréhension par l'utilisateur.

A - Constitution du fichier de données

On peut le diviser en trois parties :

1. Le fichier données générales

- section des câbles
- caractéristiques électriques des câbles : résistance, inductance , intensité nominale
- coût des câbles
- tailles des transformateurs
- coût des transformateurs
- coût de pose des câbles
- coût des postes (équipement , génie civil et raccordement)
- coefficient d'actualisation
- coefficient d'accroissement des charges
- facteur de puissance
- chute de tension admise par dipole .

2. Le fichier réseau

Il est nécessaire à la première étape des calculs (détermination du nombre de postes MT/BT nécessaires) à partir du plan d'ensemble du lotissement, on décrira dans ce fichier :

a) le graphe des chemins possibles que peuvent emprunter les câbles BT-

Nous appellerons dipôle toute partie du graphe comprise entre deux sommets.

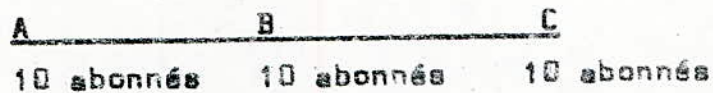
Certains dipôles sont obligatoires ou facultatifs selon qu'ils ont une fonction de distribution ou de transport.

Pour le tracé du graphe on adoptera les règles suivantes :

- les dipôles doivent dans la mesure du possible, emprunter la voirie prévue.
- tous les dipôles situés à proximité immédiate des charges BT à alimenter (immeubles , maisons individuelles) seront du type obligatoire.
- à partir des dipôles obligatoires ainsi définis, on réalise un maillage aussi complet que possible à l'aide de dipôles facultatifs.
- à chaque intersection devra aboutir au plus 4 dipôles qui seront toujours facultatifs (l'explication de cette règle sera donnée dans le paragraphe relatif au sous- programme chemins), remarquons déjà qu'elle n'est guère contraignante , car les intersections sont en général réservées aux emplacements de postes, et sont assez éloignées des charges à alimenter (immeubles).

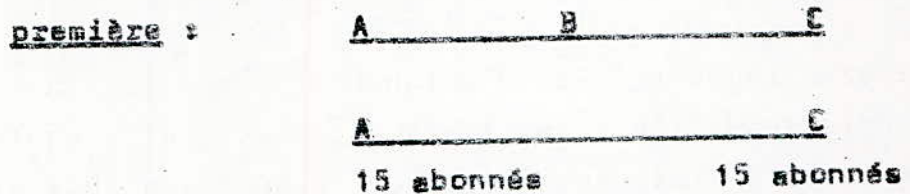
- il n'y aura pas de dipôles consécutifs obligatoires, sinon, les comptages des sommets d'alimentation se faisant par dipôle, un sommet pourrait être compté plusieurs fois.

Là encore, cette règle n'est guère contraignante, car nous pouvons cumuler les abonnés aux extrémités opposées de 2 dipôles, ou bien insérer un dipôle facultatif entre eux.



solution interdite car B serait compté deux fois
(dans 1 et 2)

solutions envisageables :



Le nombre de dipôles ou de sommets du graphe ne devra pas dépasser 200.

b) Les charges BT à alimenter, qui pourront être réparties ou non

- Pour chaque dipôle obligatoire, on indiquera :
- le nombre d'abonnés desservis,
 - la consommation annuelle initiale (en kWh) par abonné.

Trois types de consommation ont été définis

- 1200 kwh/abonné
- 2250 kwh/abonné
- 4000 kwh/abonné.

Il est à remarquer que ces chiffres sont arbitraires, car nous n'avons pas eu en main d'études sur la consommation domestique en Algérie.

- La puissance d'heures creuses (en kw par abonné)

elle donne une indication sur la puissance électrique installée chez l'abonné. trois types de consommation ont été définies:

1 kw

1,5kw

2 kw

- La participation à la puissance de pointe (services annexes : ascenseur, éclairage des escaliers)

chaque dipôle obligatoire n'alimentera qu'un seul et même type d'abonné.

pour les services collectifs ; on se bornera à indiquer la puissance demandée à la pointe (la consommation et la puissance d'heures creuses seront arbitrairement prises égales à 0; ces chiffres n'étant d'aucune utilité dans les calculs).

3- Fichier postes

Dans ce fichier on décrira:

a) tous les emplacements susceptibles d'accueillir un poste MT/ET.

Ils seront simplement désignés par le numéro du sommet du graphe correspondant. Les emplacements seront choisis de préférence aux intersections du graphe. Le nombre maximal d'emplacements proposés sera fonction du nombre de postes MT/BT nécessaires pour alimenter le lotissement ;

- 10 emplacements pour un poste MT/BT.

- 20 emplacements pour 2 postes MT/BT.

Dans tous les cas ce nombre ne devra pas excéder 50.

b) les postes MT/BT mis en service à l'état initial

Le nombre minimum de ces postes est fourni par un premier passage en calculateur n'utilisant comme donnée que ^{le} seul fichier réseau.

Ce nombre ne peut excéder 10.

Les emplacements de postes seront évidemment choisis parmi tous les emplacements proposés précédemment.

Chaque combinaison différente d'emplacement de postes constitue une solution d'alimentation pour le graphe considéré.

On indiquera par solution :

- le numéro de la solution (entre 1 et 10) et
- le nombre de postes MT/BT considérés (entre 1 et 10) et ensuite , l'emplacement de chaque poste et la longueur de raccordement au réseau MT(1 carte par poste).

PRESENTATION DES ETAPES DU PROGRAMME

Le programme nous restitue d'abord un tableau de données générales :

- Coefficient d'accroissement des charges
- Taux d'actualisation pratiqué
- Valeur de la tension au primaire du poste
- Chute de tension admissible
- Coût des différents câbles
- Coût de pose des câbles
- Coût d'un génie civil de poste
- Coût d'équipement du poste
- Coût du KM de câble de raccordement MT
- Coût des différents transformateurs
- Coût du KWH de perte BT

Il nous définit ensuite l'état initial du graphe et des charges BT par un tableau qui comporte par dipôle :

- Le numéro du dipôle
- Le numéro des sommets adjacents
- La longueur du dipôle
- Le type
- Le nombre d'abonnés en chaque sommet, s'il y a lieu
- La consommation totale, également en chaque sommet

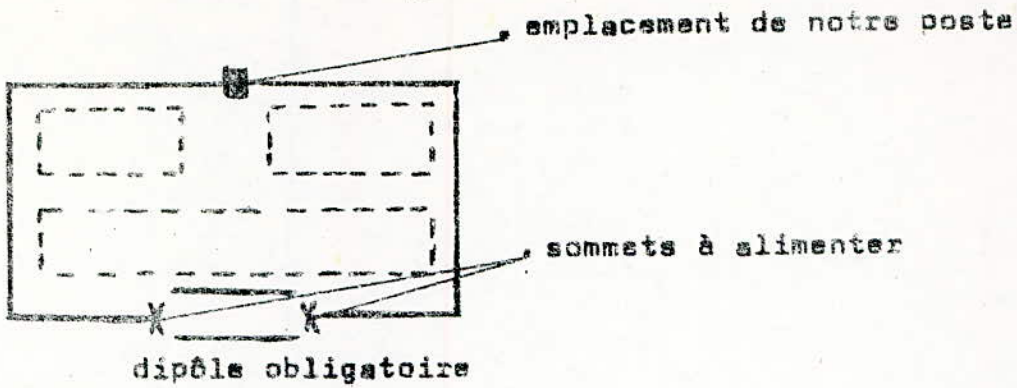
- La participation aux puissances de pointe et d'heures creuses
- Un deuxième tableau nous décrit l'état global des charges initiales
- Nombre total d'abonnés : NBTOT
- Consommation totale : LWTOT
- Participation à la pointe des services annexés et collectifs : PPTOT
- Puissance de pointe globale : PUITOT
- Puissance d'heures creuses : PHTOT

Sous- Programmes ADJMAT , CHEMIN et REPART

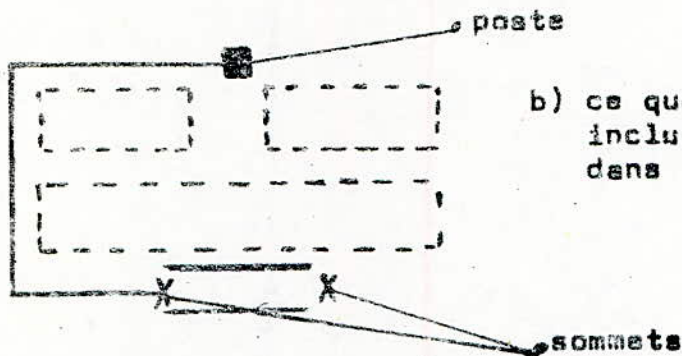
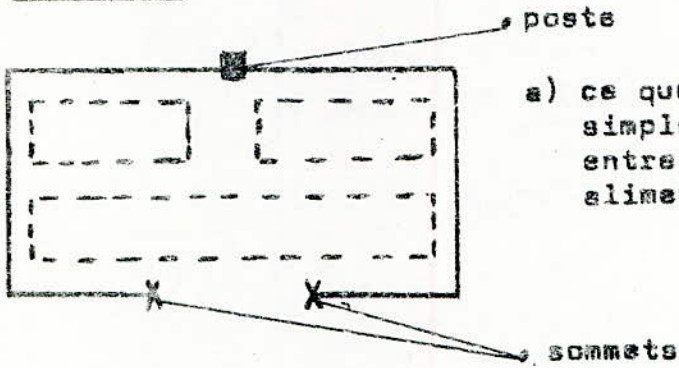
Objectif de ces Sous- Programmes :

On désire obtenir une optimisation du réseau de câbles initiaux utiles à la desserte du lotissement . Une solution valable trouvée de manière intuitive, consiste à la recherche du plus court chemin existant entre un emplacement de poste et un sommet à alimenter , de manière à poser une longueur de câbles restreinte.

- Pour augmenter l'efficacité du procédé , on aura intérêt à alimenter par un même câble des sommets adjacents; donc à imposer une contrainte supplémentaire : l'inclusion des dipôles obligatoires dans le réseau . Un exemple simple permet de s'en convaincre:



SOLUTIONS:



- On constate que la longueur de câble à poser dans l'hypothèse B est plus courte que celle de l'hypothèse A.

- Ce point étant précisé, il nous reste à trouver une méthode permettant de déterminer la valeur du chemin le plus court.

IV - 2 - ALGORITHME DE FORD

Le mathématicien FORD a systématisé ainsi cette recherche. On affecte initialement, à tout sommet X_i autre que l'emplacement de notre poste, une quantité K très grande (explicitement supérieure au plus long chemin possible) $K = \lambda_i$

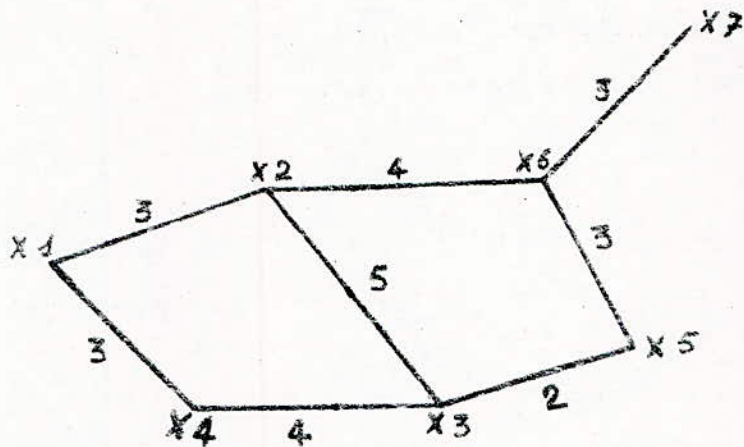
- La valeur de λ pour l'emplacement du poste considéré est prise comme nulle.

- On prend un sommet i et tous les sommets j adjacents ; et on compare

$$\lambda_j \text{ à } \lambda_i + 1 \quad (x_i, x_j)$$

Si $\lambda_j < \lambda_i + 1 \quad (x_i, x_j)$ on ne fait rien sinon, on remplace

$$\lambda_j \text{ par } \lambda_i + 1 \quad (x_i, x_j)$$



• On répète cette opération de $i = 1$ jusqu'au sommet d'indice le plus élevé.

• La valeur finale de λ nous donne la longueur du plus court chemin entre notre sommet et le poste.

Montrons que l'algorithme proposé conduit nécessairement à la solution.

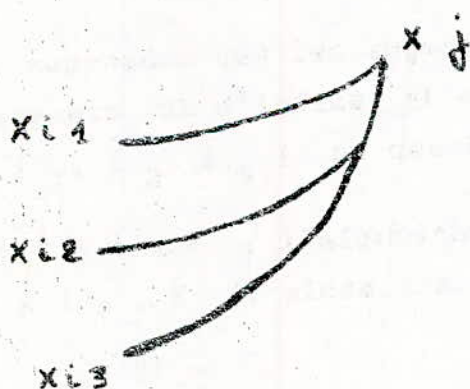
A cet effet, supposons que les segments, ayant pour extrémité initiale des sommets i_k d'indice $i_k < j$, soit par exemple la liste (i_1, i_2, i_3, i_4) de ces indices avec :

$i_1 < i_2 < i_3 < i_4$, l'algorithme nous conduira à prendre le segment (x_{i_1}, x_j) alors que λ_j est encore égal à k on aura :

$\lambda_j = k > \lambda_{i_1+1}(x_{i_1}, x_j)$ et on posera :

$\lambda_j = \lambda_{i_1+1}(x_{i_1}, x_j)$, et ensuite, pour un certain i_k , on constate que $\lambda_{i_k+1}(x_{i_k}, x_j) < \lambda_j$, c'est que l'on a trouvé un chemin plus court reliant le sommet j considéré à notre poste.

La procédure assure donc bien l'obtention du chemin le plus court.



Mais étant donné que la numérotation des sommets et de l'emplacement des postes est arbitraire, on peut trouver des sommets i_k alimentant j avec $i_k > j$

Dans ce cas les essais effectués sur les sommets adjacents à j réalisés quand on avait comme valeur de i, j , ne seront plus valables.

On sera donc obligé de poser $i = j$, et donc de faire un retour en arrière.

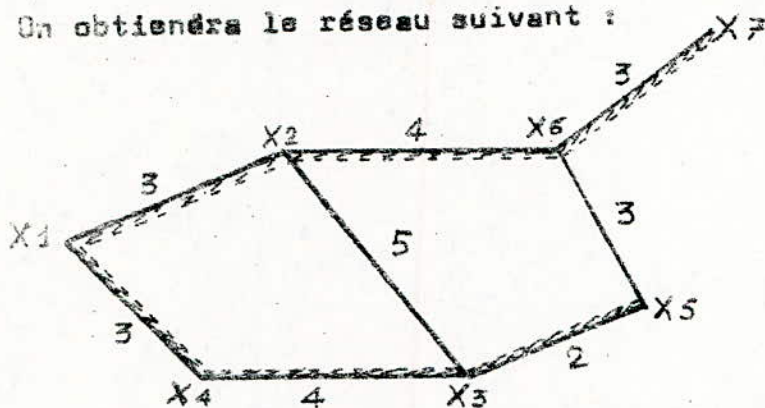
L'exemple précédent permet de se rendre compte du déroulement de l'algorithme.

Si l'on pose $\lambda_1 = 0$ $\lambda_2 = \lambda_3 = \dots = \lambda_7 = 100$,
on a ensuite en partant :

- de X1	$\lambda_1=0$	$\lambda_2=3$	$\lambda_3=100$	$\lambda_4=3$	$\lambda_5=100$	$\lambda_6=100$	$\lambda_7=100$
- de X2	$\lambda_1=0$	$\lambda_2=3$	$\lambda_3=8$	$\lambda_4=3$	$\lambda_5=100$	$\lambda_6=7$	$\lambda_7=100$
- de X3	$\lambda_1=0$	$\lambda_2=3$	$\lambda_3=8$	$\lambda_4=3$	$\lambda_5=10$	$\lambda_6=7$	$\lambda_7=100$
- de X4	$\lambda_1=0$	$\lambda_2=3$	<u>$\lambda_3=7$</u>	$\lambda_4=3$	<u>$\lambda_5=9$</u>	$\lambda_6=7$	$\lambda_7=100$
- de X5	$\lambda_1=0$	$\lambda_2=3$	$\lambda_3=7$	$\lambda_4=3$	$\lambda_5=9$	$\lambda_6=7$	$\lambda_7=100$
- de X6	$\lambda_1=0$	$\lambda_2=3$	$\lambda_3=7$	$\lambda_4=3$	$\lambda_5=8$	$\lambda_6=7$	$\lambda_7=100$
- de X7	$\lambda_1=0$	$\lambda_2=3$	$\lambda_3=7$	$\lambda_4=3$	$\lambda_5=9$	$\lambda_6=7$	$\lambda_7=100$

On notera bien que du fait que X3 est alimenté par X4, on a été obligé de revenir en arrière dans le calcul.

On obtiendra le réseau suivant :



Un organigramme permet de se rendre compte de la manière dont la recherche du chemin minimal s'effectue dans la machine.

- La première étape de l'organigramme (détermination des sommets j adjacents à i) sera effectuée dans le sous-programme ADJMAT .

- Le sous-programme ADJMAT déterminera pour chaque sommet du graphe les sommets et dipôles qui lui sont adjacents. De plus , il testera pour savoir si chaque sommet n'a pas plus de 4 dipôles adjacents.

- Grâce à l'algorithme de FORD , le sous-programme CHEMIN déterminera, pour un emplacement de poste et un sommet donné, la longueur du plus court chemin les reliant.

$L C H E M (E, S)$ = longueur du plus court chemin entre le sommet S et le E ième emplacement de poste $\times 1 000 +$ numéro du dipôle alimentant S $N A L I P (S)$.

- Le sous - programme R E P A R T déterminera pour chaque sommet, le numéro de la source à laquelle il est rattaché soit $N P O (I)$ et le dipôle qui l'alimentera soit $N A L I (I)$.

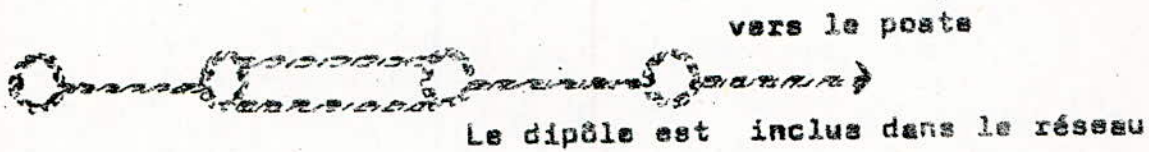
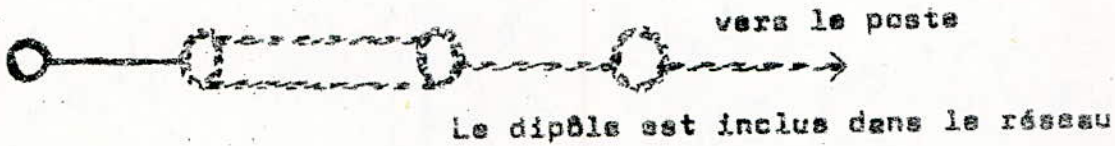
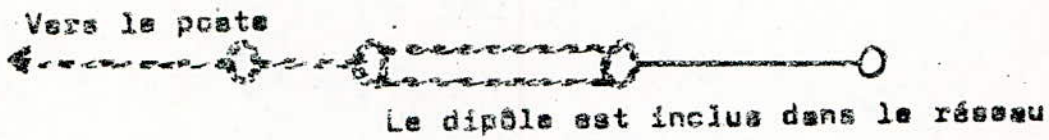
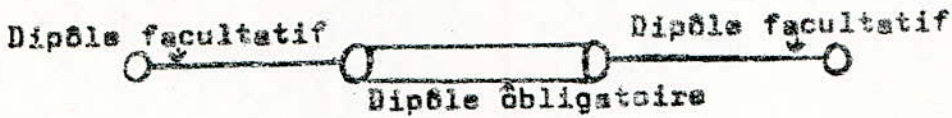
On y traitera de plus le problème de l'inclusion des dipôles obligatoires dans le réseau .

- Pour simplifier , on imposera la condition suivante: les extrémités des dipôles obligatoires, ne sont pas des noeuds du réseau.

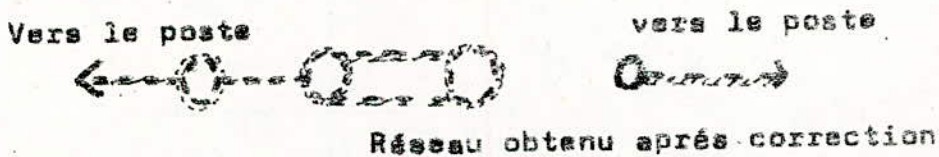
Nous avons déjà vu dans le paragraphe relatif à la constitution du fichier réseau que cette hypothèse n'était guère contraignante.

Montrons qu'elle facilite la résolution du problème.

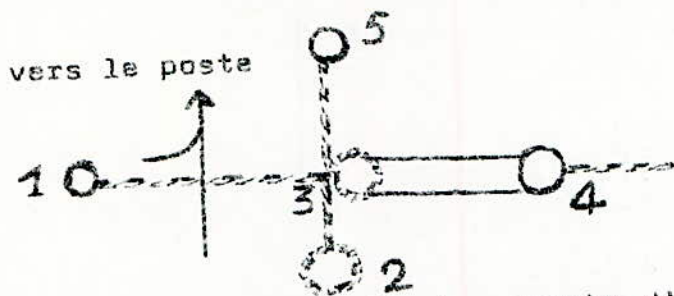
Dans ce cas, si le dipôle n'est pas inclus dans le réseau, c'est que ses deux extrémités sont chacune partie terminale d'une branche, il faudra alors rechercher celle qui est la plus proche d'un poste, et alimenter l'autre par son biais.



On recherche l'extrémité la plus proche d'un poste soit 1 et on raccorde l'autre à celle-ci.



- Si l'une des extrémités du dipôle se situait à un noeud du réseau, le problème se compliquerait nettement, étant donné que les corrections faites pour l'inclusion du dipôle pourraient se répercuter sur d'autres dipôles, d'où des problèmes difficilement solubles.



Si le sommet 4 était plus proche d'un poste que le sommet 3, la rectification faite pour l'inclusion du dipôle 3-4 dans le réseau ferait que le sommet 3 ne serait peut-être plus le mieux adapté pour l'alimentation des sommets 1 et 2, il faudrait donc recommencer une partie des recherches.

FORMULE DE CORRELATION ENERGIE-PUISSANCE

- FONCTION.CALPUI -

Si on désigne par :

- C (k w h) , la consommation d'un groupe de N abonnés domestiques
- N le nombre de ces abonnés.
- P (k w) la puissance qui a une chance sur deux de ne pas être dépassée au cours de l'hiver : à la pointe journalière.

On a la relation : $P = 10^{-4} (C + 73 \sqrt{CN}) (1 + n/\sqrt{N})^2$
si tous les abonnés domestiques ont la même consommation C,
alors $P = 10^{-4} N (C + 73 \sqrt{C}) (1 + n/\sqrt{N})^2$

Selon les calculs à effectuer, la valeur à prendre en compte pour N n'est pas la même.

- Pour le calcul des puissances transitées, on prendra : $n = 2,4$
- Pour le calcul des chutes de tension, qui est effectué en supposant le régime déséquilibré, il faut majorer la valeur de la puissance de pointe de manière à obtenir la chute de tension sur la phase la plus chargée, et également dans le neutre du câble, pour ce faire on prendra $n = 4,2$

SOUS - PROGRAMME - SOMPTUI

Il calcule le nombre d'abonnés, la consommation et la participation à la pointe cumulés en chaque sommet.

L'algorithme nécessaire sera obtenu en remarquant que deux conditions sont nécessaires et suffisantes pour que le cumul effectué au point A soit correct :

- qu'il le soit également pour tous les sommets situés immédiatement en aval,
- que l'on ait ajouté toutes les valeurs cumulées en ces sommets à la valeur initialement affectée à A et ce sans exception.

On aura donc le droit de considérer le cumul en A comme terminé que lorsque l'on aura ajouté à la valeur initiale toutes les valeurs trouvées pour les sommets situés immédiatement en aval.

SOUS - PROGRAMMES EXTRAP ET MINSOU

A partir de la formule de corrélation Energie - Puissance définie, le sous-programme EXTRAP détermine la puissance de pointe de 5 ans en 5 ans et ce de l'année initiale à l'année 30. La consommation C d'un groupe de N abonnés à l'année K est calculée à l'aide du coefficient d'accroissement des charges C D E F introduit en donnée.

$$C (k) = C O * (1 + C D E F / 100) ^ K$$

Pour la participation à la pointe des services on supposera:

- qu'elle est constante pour la période considérée
- que le coefficient de simultanéité est égal à 1
- la puissance de pointe à l'année K étant déterminée, soit $N C A P (6)$, la puissance en kVA du plus grand transformateur de la gamme disponible. La puissance équivalente en KW est égale à $(N C A P (6) * C O P H I)$, C O P H I étant le facteur de puissance introduit en donnée.

En divisant la puissance de pointe à l'année k par $(N C A P (6) * C O P H I)$ et en arrondissant au nombre entier immédiatement supérieur, on trouve le nombre minimum de postes nécessaires à l'année K.

SOUS- PROGRAMME - RESEAU

Il nous détermine le réseau de câbles initiaux prévu pour 10 ans sans modification.

La méthode suivie est la suivante :

- Nous partons de la source et nous cherchons quel est le sommet adjacent de plus grande puissance, soit B, s'il peut être alimenté par un seul câble, nous disons que B est une extrémité de réseau, si non, nous répétons la même opération mais cette fois-ci avec B, et ainsi de suite, jusqu'au moment où nous trouverons un seul câble et donc notre extrémité de branche.
- Le dimensionnement du câble et le calcul de son coût s'effectuera dans le sous-programme optim.
- Ensuite nous remonterons et nous enleverons aux valeurs cumulées en chaque sommet, la valeur de notre extrémité de branche.
- Quand nous serons revenus, au sommet où se situe la source, nous testerons pour savoir si les valeurs cumulées y sont nulles, sinon, nous recommençons l'opération.
- pour les branches non adjacentes à la source, le dimensionnement du câble pourra s'effectuer directement, car nous n'aurons qu'un seul câble par dipôle.

Il calcule également le coût des câbles (pose comprise) et cumule les chutes de tension de toutes les branches en amont jusqu'à la source d'alimentation.

Sortie du réseau initial état année 10

- Il sort un tableau dans lequel figure, pour chaque poste tous les sommets alimentés par lui et leurs caractéristiques.

- branche considérée
- conducteur requis
- longueur de la branche
- transit pointe
- chute de tension dans la branche , et cumulée jusqu'à la source
- pertes dans la branche à la pointe

Il indique également :

- la puissance totale de pointe pour le poste considéré
- les pertes à l'année 10 (exprimées en kwh).

SOUS PROGRAMME OPTIM

Il optimise les sections de câble , en se basant sur le calcul de la section économique de ces câbles pour une période de 10 ans.

Nous devons au préalable prendre en compte la section technique.

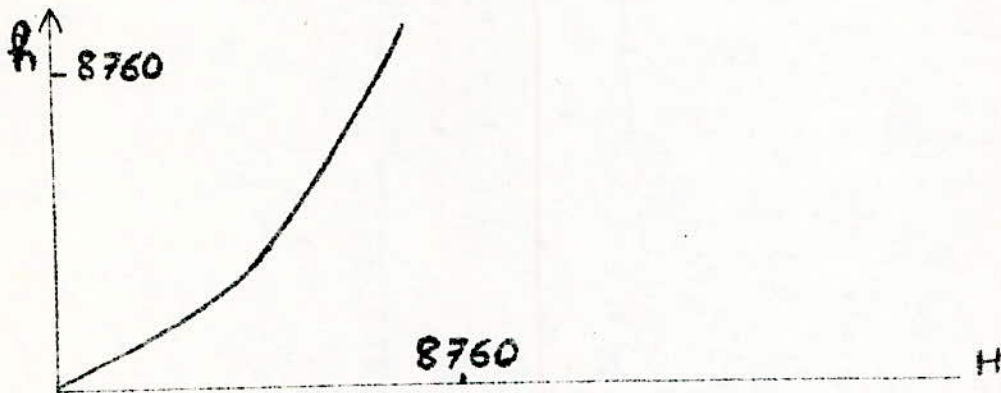
Le câble devra donc réunir deux critères:

- la puissance transitée par le câble doit être inférieure à sa puissance nominale.
- la chute de tension sur une branche doit être inférieure à 7 %

I. CALCUL DES PERTES POUR UNE ANNEE

- soit h , le rapport entre les pertes d'énergie pour l'année et la puissance perdue à la pointe.

- soit H , le nombre d'heures d'utilisation de la puissance de pointe.
- la courbe $h = f(H)$ permet d'obtenir l'ordre de grandeur des pertes annuelles.



cette courbe peut être approximée par la parabole :

$$h = 9,259 \times 10^{-5} H^2 + 0,1889H \quad (\text{fonction E Q P E R (H)})$$

Nous remarquerons que h est toujours inférieur à H , ce que nous allons démontrer:

- La tension et le facteur de puissance du réseau étant supposés constants, la puissance fournie sera proportionnelle à I , tandis que la puissance perdue sera proportionnelle à I^2 .

$$\left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^2 = \left(\frac{I}{I_{\max}}\right)^2 = \frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}}$$

d'où :

$$\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}} = \left(\frac{P}{P_{\max}}\right) \times \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)$$

or

$$\left(\frac{P}{P_{\max}}\right) \leq 1$$

donc

$$\frac{\Delta P}{\Delta P_{\max}} < \frac{P}{P_{\max}} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\Delta P_{\max}} \int \Delta P dt < \frac{1}{P_{\max}} \int P dt$$

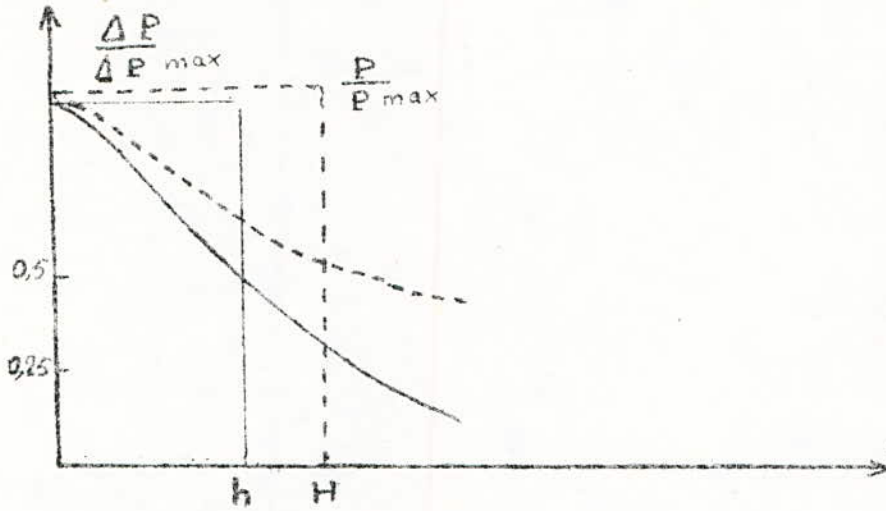
or, $\int \Delta P dt$ est la perte d'énergie pour l'année.

$$\frac{1}{\Delta P_{\max}} \int \Delta P dt = h$$

$\int P dt$ est la consommation d'énergie pour l'année

$$\frac{1}{P_{\max}} \int P dt = H$$

Ce résultat se retrouve facilement sur un diagramme de courbes de charge et de perte classées et normalisées



Les pertes dans l'année seront égales à :

$$P_{er} = \Delta P_{max} \times EQPER(H) = \Delta P_{max} \times h$$

III - CALCUL DU COUT DES PERTES SUR LA PERIODE CONSIDEREE

DE 10 ans:

On peut considérer que, pour couvrir une charge de 1 DA à l'année K, le taux d'actualisation (ou d'intérêt) K étant donné, il faut placer $\frac{1}{(1+ACT/100)^K}$ DA de coté à l'année initiale.

Le coût du KWh de perte à l'année initiale étant donné: C K W H P, il sera à l'année K de : $\frac{CKWHP}{(1+ACT/100)^K}$

IV - CALCUL DES PERTES A L'ANNEE K

- Soit e^2 l'écart type relatif de la puissance active, on a par définition :

$$\frac{1}{8760} \int (P - \bar{P})^2 dt = e^2 \bar{P}^2$$

$$\frac{1}{8760} \int P^2 dt = \frac{1}{8760} \int \bar{P}^2 dt + e^2 \bar{P}^2 + \frac{2}{8760} \int P \bar{P} dt$$

$$\frac{1}{8760} \int \bar{P}^2 dt = \frac{1}{8760} \int P \bar{P} dt = \bar{P}^2$$

$$\frac{2}{8760} \int P \bar{P} dt - \frac{1}{8760} \int \bar{P}^2 dt = 2 \bar{P}^2 - \bar{P}^2 = \bar{P}^2$$

$$\frac{1}{8760} \int P^2 dt = \bar{P}^2 + e^2 \bar{P}^2 = \bar{P}^2 (1 + e^2)$$

$$P = \sqrt{3} UI \cos \alpha \quad \frac{P}{U \cos \alpha} = \sqrt{3} I$$

$$\frac{P^2}{U^2 \cos^2 \alpha} = 3 I^2 \quad \frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \text{Tg}^2 \alpha$$

$$\frac{P^2 R}{U^2} (1 + \text{Tg}^2 \alpha) = 3 R I^2$$

On aura donc :

$$\frac{1}{8760} \int \frac{P^2 R}{U^2} (1 + \text{Tg}^2 \alpha) = \frac{1}{8760} \int 3 R I^2 = \frac{\bar{P}^2 R}{U^2} (1 + e^2) (1 + \text{Tg}^2 \alpha)$$

C = consommation annuelle d'énergie = 8760 \bar{P}

$$\int 3 R I^2 dt = 8760 \frac{\bar{P}^2 R}{U^2} (1 + e^2) (1 + \text{Tg}^2 \alpha) = \frac{C^2 R}{8760 U^2} (1 + e^2) (1 + \text{Tg}^2 \alpha)$$

$$\int 3 R I^2 dt = \text{perte d'énergie pour l'année} = E$$

Le coefficient d'accroissement des charges étant donné : C O E F,

- Les pertes de l'année zéro seront de :

$$E(0) = \frac{C(0)^2 R}{8760 U^2} (1 + e^2) (1 + \text{Tg}^2 \alpha)$$

- Les pertes de l'année k seront de :

$$E(k) = \frac{C(0)^2 (1 + \text{COEF}/100)^{2k} (1 + e_k^2) (1 + Tg^2 a) R}{8760 \text{ U}^2}$$

On aura donc :

$$\frac{E(k)}{E(0)} = (1 + \text{COEF}/100)^{2k} \frac{(1 + e_k^2)}{1 + e_0^2}$$

$$\frac{E(k)}{E(10)} = \frac{E(k)}{E(0)} \times \frac{E(0)}{E(10)} = \frac{(1 + \text{COEF}/100)^{2k} (1 + e_k^2) (1 + e_0^2)}{(1 + \text{COEF}/100)^{20} (1 + e_0^2) (1 + e_{10}^2)}$$

Si l'on suppose que les écarts types relatifs de la puissance consommée sont égaux (le type de consommation ne varie pas au cours du temps).

$$e_0 = e_k = e_{10}$$

$$\frac{E(k)}{E(10)} = \frac{1}{(1 + \text{COEF}/100)^{20-2k}} \quad E(k) = \frac{E(10)}{(1 + \text{COEF}/100)^{20-2k}}$$

En définitive , le coût des pertes à l'année k sera donné par la formule suivante :

$$C_{\text{PERTE}}(k) = \frac{\text{PER}_{10} \times C_{\text{KWH}}}{(1 + \text{ACT}/100)^k (1 + \text{COEF}/100)^{20-2k}}$$

PER étant les pertes à l'année 10 exprimées en KWh et, sur une période de 10 ans

$$C_{\text{PERTE}} = \sum_{k=1}^{k=10} \frac{\text{PER}_{10} \times C_{\text{KWH}}}{(1 + \text{ACT}/100)^k (1 + \text{COEF}/100)^{20-2k}}$$

Coût total du câble

On supposera que l'investissement de base est réalisé sans l'aide d'emprunts , on n'aura donc pas à considérer les frais financiers. Le coût d'un câble sera égal à la somme du coût des pertes et du coût du câble :

$C \text{ TOTAL} = C \text{ PERTE} + (CSCT \times \text{Longueur du cable})$.

On choisira le câble qui aura le coût total le plus faible, les contraintes techniques étant respectées.

II : Calcul de la chute de tension et de la puissance perdue à

la pointe:

- Dans les formules utilisées par le programme,

les puissances seront exprimées en KW, les tensions en volts et les longueurs en mètres.

- Dans les formules homogènes, les puissances seront

exprimées en W, les tensions en volts, les longueurs en Km (résistance et impédance linéiques données en Ω par Km).

On aura donc :

$$- \Delta P (W) = \Delta P' (KW) \times 10^3$$

$$- U (V) = U' (V)$$

$$- l (Km) = l' (m) \times 10^{-3}$$

Calcul des pertes de puissance

$$\Delta P = 3 R I^2$$

$$S = \sqrt{3} U I$$

$$I = S / \sqrt{3} U$$

$$\Delta P = 3 R \left(\frac{S}{\sqrt{3} U} \right)^2 = \frac{R S^2}{U^2}$$

$$S^2 = P^2 (1 + \operatorname{Tg}^2 \alpha) \quad R = r \ell$$

$$\Delta P = \frac{r \ell P^2}{U^2} (1 + \operatorname{Tg}^2 \alpha)$$

$$\Delta P' \cdot 10^3 = \frac{r \ell' \cdot 10^{-3} (P' \cdot 10^3)^2 (1 + \operatorname{Tg}^2 \alpha)}{U^2}$$

d'où

$$\Delta P' = \frac{r \ell' P'^2 (1 + \operatorname{Tg}^2 \alpha)}{U^2}$$

Avec $U = 380 \text{ V}$, d'où la formule finalement utilisée:

$$\Delta P' = r \ell' P'^2 (1 + \operatorname{Tg}^2 \alpha) / 144400$$

Calcul de la chute de tension relative :

$$\Delta V = R I \cos \alpha + X I \sin \alpha = \ell (r \cos \alpha + X \sin \alpha)$$

$$P = \sqrt{3} U I \cos \alpha$$

$$I = P / (\sqrt{3} U \cos \alpha)$$

$$\Delta V = (P/\sqrt{3} U \cos \alpha) \ell (r \cos \alpha + X \sin \alpha) = \frac{P \ell (r + X \operatorname{Tg} \alpha)}{\sqrt{3} U}$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{P \ell (r + X \operatorname{Tg} \alpha)}{\sqrt{3} U V} = \frac{P \ell}{U^2} (r + X \operatorname{Tg} \alpha)$$

La chute de tension relative étant donnée en pourcentage :

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{100 (P \ell)}{U^2} (r + X \operatorname{Tg} \alpha)$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{100 (P' 10^3) (\ell' 10^{-3}) (r + X \operatorname{Tg} \alpha)}{U^2} = \frac{100 P' \ell' (r + X \operatorname{Tg} \alpha)}{U^2}$$

$U = 380 \text{ V}$, d'où la formule finale :

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{\Delta V}{V} = \frac{100 P' \ell' (r + X \operatorname{Tg} \alpha)}{144400}$$

SOUS PROGRAMME SOURCE

- Il calcule au préalable la capacité maximale d'un poste
 $PUPM = NCAP (6) \times COPHI$, soit ici $630 \text{ K VA} \times 0,9 = 567 \text{ KW}$.
- Ensuite il effectue, pour chaque poste de la solution, les opérations suivantes:
- Si le poste n'est pas saturé au temps $T = 30$ ans, il détermine la capacité du transformateur à installer l'année initiale.

- Sinon , il calculera la puissance de pointe à 30 ans et , en se basant sur des périodes de non intervention (sur le réseau) de 5 années , déterminera l'année où le poste sera délesté.
- Si le poste est saturé avant $T = 10$ ans , cela signifie que la solution ne convient pas : le sous-programme passera donc à la suivante.
- Si le poste est saturé après 10 ans , il choisira un emplacement de poste supplémentaire , destiné à délester notre source initiale.

Pour cela , le sous-programme se basera sur deux critères:

1 er critère: Le poste supplémentaire devra éviter à la source initiale d'être saturée à l'année 30.

Si aucun des emplacements proposés pour l'installation d'un poste supplémentaire ne satisfait cette condition, ou si tous se trouvent également saturés à l'année 30, c'est que la solution considérée ne convient pas, il passera donc immédiatement à la suivante .

2 ème critère: Le 1 er critère étant vérifié , le sous programme choisira parmi tous les emplacements de postes possibles celui qui nécessite l'installation d'un transformateur de capacité minimale.

DETERMINATION DU COUT DE LA SOLUTION

La solution choisie sera celle qui présentera un coût de création du réseau minimal.

Le programme indiquera par source

- la puissance installée du transformateur
- la longueur des câbles BT nécessaires
- le coût du poste (génie civil + équipement + transformateur)
- le coût des câbles (pose comprise)
- le coût du raccordement au réseau MT
- le coût total de la source

Il nous indiquera ensuite le coût global de création du réseau (génies civils de poste à équiper dans le futur compris).

UTILISATION PRATIQUE DU PROGRAMME

L'étude s'effectuera généralement en deux temps:

- détermination du nombre de poste ,MT/BT d'alimentation
- choix des emplacements de ces postes et calcul du réseau de câbles BT résultant.

DETERMINATION DU NOMBRE DE POSTES MT/BT

La réalisation de cette première étape nécessite seulement deux fichiers : données générales et réseau.

LE PROGRAMME RESTITUE :

- Un tableau résumé des données générales
- Un tableau des dipôles proposés avec pour les dipôles obligatoires une affectation de charge et de puissance (pointes et heures creuses) à chaque sommet.
- Un récapitulatif de l'état global des charges initiales.

Il INDIQUE ENSUITE :

- La puissance globale de pointe du lotissement , de l'année 5 à l'année 30 (de 5 ans en 5 ans).
- Le nombre minimal de postes MT/BT à installer l'année initiale.
- Le nombre minimal de postes MT/BT nécessaires , de l'année 15 à l'année 30.
- En règle générale , le nombre de postes initiaux doit suffire pour alimenter le lotissement pendant une période de 10 à 20 ans .
- Il doit également être tel que l'on n'ait pas à prévoir plus de génies civils que nécessaires pour l'alimentation du lotissement au temps $T = 30$ ans .

EMPLACEMENT DES POSTES MT/BT ET CALCUL DU RESEAU BT.

Cette étape de l'étude pourra nécessiter plus d'un passage en calculateur.

Pour l'obtenir , on ajoutera aux fichiers " données générales et " réseau " le fichier poste constitué par :

- Tous les emplacements possibles de postes MT/BT
- Les solutions d'emplacements proposés pour les postes à l'année initiale.
- Le programme indiquera:
 - la solution choisie
 - Pour cette solution, quelles seront les sources saturées avant l'année 30.
 - Les emplacements choisis par le programme pour établir un poste de délestage, ainsi que la taille du transformateur nécessaire.
- Le réseau électrique à établir l'année initiale, avec son état électrique à l'année 10 (transits, pertes, et chute de tension à la pointe). Le réseau de câble étant conçu pour tenir sans modification pendant une période de 10 ans.
- Le coût détaillé, par poste, de création du réseau.
- Le coût global (génies civils prévus au delà de l'année 10 compris).
- Cette suite de résultats est normalement obtenue lorsque tout se passe bien au niveau de l'analyse d'au moins une des solutions proposées, dans le cas contraire, le programme se termine en indiquant qu'aucune des solutions proposées ne convient. on doit alors en proposer de nouvelles. Une solution ne convient pas dans 2 cas:
 - un des postes de la solution est saturé avant l'année 10
 - un des postes saturé après l'année 10 ne peut être délesté.

CONSTITUTION DU PAQUET DE DONNEES

FICHER DONNEES GENERALES

- Cartes 1 à 3

Consommations types définies, rangées dans l'ordre croissant :

FORMAT (5 X , I 4)

- Carte 4 coefficient d'accroissement des charges

- Carte 5 facteur de puissance du réseau

- Carte 6 taux d'actualisation pratique

- Cartes 7 à 12 capacité des transformateurs
équipant les postes , rangées dans
l'ordre croissant

FORMAT (5 X , I 4)

- Carte 13 Tension au primaire du transformateur

FORMAT (5 X , I 2)

- Carte 14 chute de tension admissible

FORMAT (5 X F 5.2)

- Cartes 15 à 18 . Section des câbles BT

utilisés rangées par ordre croissant

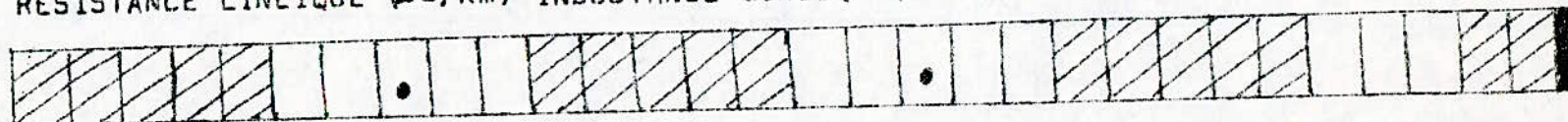
FORMAT (5 X , I 3)

FORMAT
(5 X , F 5.2)

Cartes 19 à 22 caractéristiques électriques des câbles utilisés, par section croissante

FORMAT (5 X , F 5. 3,5 X , F 5. 3,5 X, I 3)

RESISTANCE LINEIQUE (Ω /Km) INDUCTANCE LINEIQUE (Ω /Km) INTENSITE NOMINALE (A)



- Cartes 23 à 26 . Coût des sections utilisées toujours par ordre croissant

FORMAT (5 X, F 6.0)

- Cartes 27. Coût de pose d'1 Km de cable BT
 - Carte 28 . Coût d'un génie civil de poste
 - Carte 29 . Coût de l'équipement d'un poste
 - Carte 30 . Coût du Km de raccordement MT
- FORMAT
(5 X, F 7.0)
- Carte 31 à 36 . Coût des transformateurs;
rangées par ordre croissant
FORMAT (5 X , F 7.0)
 - Carte 37 . Coût du kWh de pertes BT
FORMAT (5 X, F4.2)

La fin du fichier réseau sera détecté par une carte vierge.

Pour la première partie de l'étude (détermination du nombre minimal de postes nécessaires) on mettra deux cartes vierges à la fin du fichier réseau .

FICHIER POSTE

- Emplacement de poste

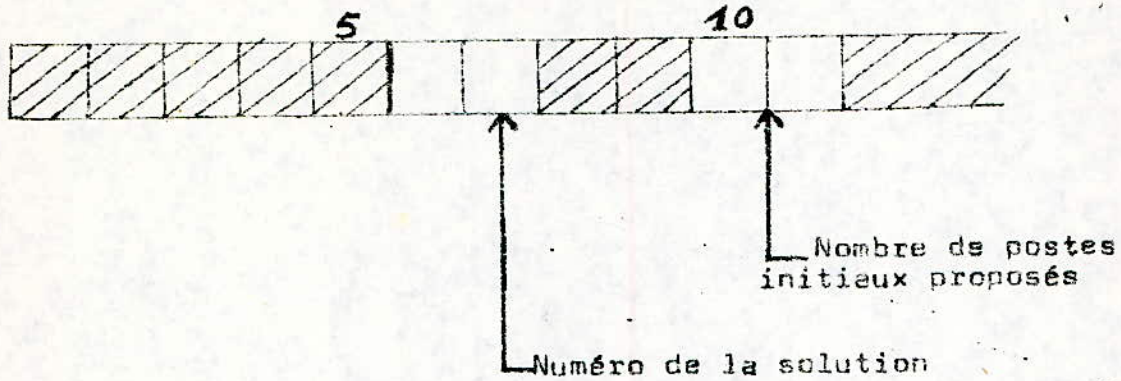
On indiquera le numero du sommet susceptible d'accueillir un poste .

FORMAT (10 (5X, I 3))

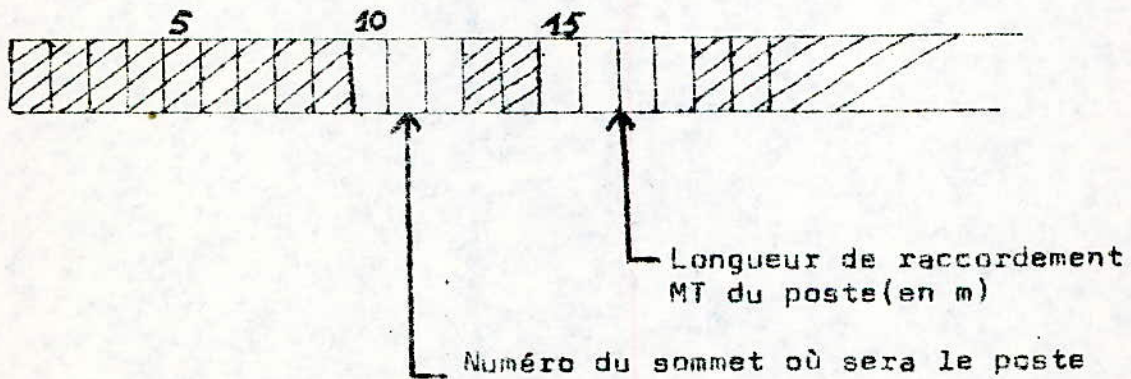
10 numéros par carte , 5 cartes maximum . Si, les emplacements de poste occupent totalement la dernière carte (leur nombre est un multiple de 10), il faudra insérer une carte vierge à la fin.

CARTES SOLUTION

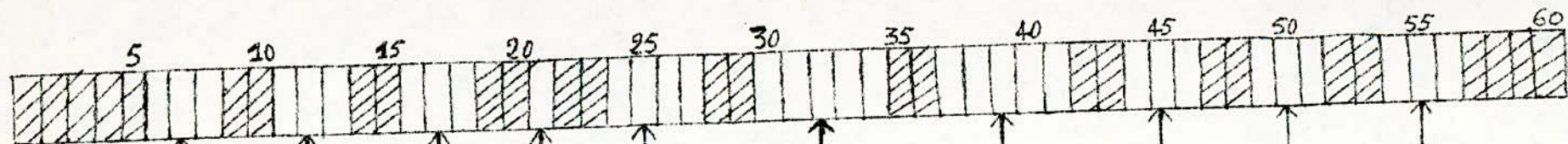
- Première carte de chaque solution



- Cartes suivantes (autant de cartes qu'il y a de postes dans la solution)



La fin du fichier sera détectée par une carte vierge.



CARTES "RESEAU"

Numéro du premier sommet (1 à 200) (entier cadré à droite)

Numéro du deuxième sommet (1 à 200) (entier cadré à droite)

Longueur en m du dipôle (entier cadré à droite)
 Type du dipôle 1 = obligatoire 0 = facultatif

Consommation annuelle (en kWh par abonné)
 (entier cadré à droite)

Puissance d'heures creuses (en W par abonné)
 (flottant, mettre le point).

Puissance de pointe (en W par abonné)
 (flottant, mettre le point).

Nombre d'abonnés sur le dipôle (entier cadré à droite)

Nombre d'abonnés sur le premier sommet
 sur le deuxième
 sommet

DICTIONNAIRES DES VARIABLES

NOTICE : Les variables sont d'abord rangées suivant le nombre de caractères qu'elles comprennent, et

ensuite classées par ordre alphabétique ou numérique suivant que l'on rencontre des caractères littéraux ou numériques (les caractères littéraux sont prioritaires)

R(IC) = résistance linéique du conducteur IC en Ω /km

X(IC) = inductance μ // // //

DU(IC) = chute de tension dans la branche IC

HP = nombre d'heures d'utilisation de la puissance de pointe

IN(IC) = intensité nominale du conducteur IC en A

LA(J) = distance entre l'emplacement de poste considéré et le sommet I

LV(J) = longueur du dipôle J en mètres

MT = valeur de la moyenne tension (10 ou 30 kv)

NP(K) = numéro du k^{ème} emplacement de poste

NS = nombre de sommets du graphe

NV(I) = nombre de sommets adjacents à I et alimentés par lui

PH(J) = participation à la puissance d'heures creuses par abonné, exprimée en W, sur le dipôle J

PP(J) == participation à la puissance de pointe par abonné exprimée en W, sur le dipôle J

ACT = taux d'actualisation pratiqués

CTR(M) = coût initial du transformateur numéro M

NBS(1, J) = numéro du 1^{er} sommet rattaché au dipôle J

NBS(2,J) = // 2^{eme} // // J

NDA(II,I) = II^{eme} dipôle adjacent au sommet I

NEP = nombre d'emplacements de postes du graphe

NMS = N-5, année où le poste saturé doit être délesté

NOP = nombre de postes nécessaires à une date donnée

NPO(I) = numéro de l'emplacement de la source à laquelle est
rattaché le sommet I

NSA(II,I) = II^{eme} sommet adjacent au sommet I

COEF = coefficient d'accroissement des charges

CRMT = coût du kilomètre de raccordement MT

CSCT(IC) = // de section du conducteur IC

CSOL = coût de la solution considérée

CTPS = coût total du poste, transformateur compris

NALI(I) = numéro du dipôle alimentant I

NBC1(I) = nombre d'abonnées de consommation 1200kwh au sommet I

NBC2(I) = // 2250kwh //

NBC3(I) = // 4000 kwh //

NDIP = nombre de dipôles du graphe

NGCS = nombre de génies civils à équiper à une date ultérieure

NOPD = nombre de postes à installer l'année initiale

N SCT (IC) = section du conducteur IC en mm²

NSECT(J) = nombre d'abonnés du type services collectifs au
sommet I

NUSD = numéro de la solution

NUSP(K,L) = numéro du sommet où se situe le K^{ieme} poste de la
solution L

PMAX(IC) = puissance transitée à la pointe dans le conducteur IC

PP10(IC) = puissance perdue // //

PUIT (N) = puissance totale de pointe à l'année N

PU10 = puissance globale de pointe du poste à l'année 10

PU30 = puissance globale de pointe du poste à l'année 30

CEQPS = coût de l'équipement du poste

^CCGPS = coût du génie civil du poste

CKWHP = coût du kwh de pertes BT

COPHI = facteur de puissance du réseau

CPOSE = coût du km de pose des câbles à l'année initiale

TGOL = coût total d'installation pour une source
(raccordement + poste, + câbles BT)

CTCBL = coût total des câbles ,, pose comprise, pour un poste

TPS (K) = coût du transformateur installé au poste numéro K

DUAQM = chute de tension admissible (%)

DUCUM (IC) = chute de tension cumulée jusqu'à la source, dans
la branche IC

LCHEM (E,S) = longueur du plus court chemin entre le sommet S
et le Eⁱème emplacement de poste x1000 + numéro du
dipôle alimentant S

LVCBL (IC) = longueur du câble IC

LVTOT = longueur totale des câbles BT, pour un poste donné

LWCUM (I) = consommation cumulée au sommet I

LWTOT = consommation totale d'énergie des abonnés ordinaires
du lotissement

NPCBL = nombre de branches par poste

NBTOT = nombre total d'abonnés du lotissement

NCAPS (K) = capacité initiale du transformateur de la source
numéro K

- NDCBL (IC) = numéro du sommet qui constitue le départ du câble IC
- NECBL (IC) = // l'extrémité du câble IC
- NOPOS (L) = nombre de postes initiaux de la solution L
- CFINAL = coût de création du réseau retenu
- CECSUP = coût des génies civils de postes à équiper dans le futur
- CRMTPS = coût de raccordement du poste MT au réseau
- CTPOSE = coût de pose des câbles par source
- NBLCUM (I) = nombre d'abonnés ordinaires cumulés au sommet I
- NCAPSU = capacité du transformateur équipant le poste supplémentaire
- NEPSUP = numéro de l'emplacement retenu pour l'installation d'un poste supplémentaire
- NUSORE = numéro de la solution retenue
- PPSCUM (I) = participation à la pointe des services collectifs cumulés au sommet I
- PUITOT = puissance globale de pointe
-

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le modèle d'études retenu dans notre travail repose sur des hypothèses générales, il offre donc un bon cadre pour l'étude d'un lotissement quelconque, son utilisation dans notre étude s'est limitée à un exemple théorique. L'utilisation du programme REBT semble très prometteuse, les gains espérés par rapport à la méthode conventionnelle se situent dans une marge comprise entre 5 et 10 % du coût global actualisé. Pour préciser ce point, il faudrait attendre que l'expérimentation ait porté sur un nombre significatif de cas concrets.

On peut espérer encore une amélioration de ces gains par le calcul de la puissance optimale des transformateurs à installer, une fois que l'on aura réuni à ce sujet un nombre suffisant d'informations. L'efficacité du modèle proposé s'améliorerait si les statistiques en Algérie s'étoffaient :

- évolution de la consommation des abonnés
- évolution de la participation à la pointe des services annexes et collectifs
- Etablissement d'une formule de corrélation énergie puissance proprement algérienne.