Théorie des prévisions

(Solution des exercices)

A partir du TETRAPRO, édité par Mr. H. Leijon, ITU

UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

EXERCICES ET SOLUTIONS - TECHNIQUES DE PREVISION

1. Un objet est à prévoir. Le développement historique a été comme suit:

Année (à la fin de)	Echelle de temps (t)	Stock (y)	Croissance absolue	%
1968	1	583		
1969	2	615	32	5.5
1970	3	646	31	5.0
1971	4	697	51	7.9
1972	5	738	41	5.9
1973	6	802	64	8.7
1974	7	844	42	5.2

Faire des prévisions pour le stocke espéré pour cinq et dix années à venir dans les quatre différentes manières:

a. Supposons un accroissement *absolu* inchangé et constant par année, basé sur la croissance moyenne historique.

b. Supposons un accroissement en *pourcentage* inchangé et constant par année, basé sur la croissance total des six années passées.

c. Par adaptation d'une ligne de tendance linéaire aux données historiques.

d. Par adaptation d'une tendance exponentielle aux données historiques.

Dessiner les données historiques dans un diagramme et montrer dans le même diagramme les deux lignes de tendance c) et d) étendues à l'année 16(6 + 10), et aussi les deux autres prévisions a) et b).

Comparer les résultats des prévisions.

Surveiller les lignes de tendance comme concernant la fiabilité statistiques (coefficient de corrélation, T - test et test de Durbin - Waston)

Discuter la crédibilité des prévisions.

1. SOLUTION

a. $$\frac{844-583}{6} = 43.5 \quad \textit{par année}$$

$$y(1979) = \underline{1061.5} \qquad y(1984) = \underline{1279}$$

b. $$\left(\frac{844}{583}\right)^{1/6} = (1.4477)^{1/6} = 1.0636$$

$$y(1979) = 844 \cdot 1.0636^{5} = \underline{1148.8}$$

$$y(1979) = 844 \cdot 1.063610 = \underline{1563.6}$$

c. $y = a + b \cdot x$ $a = 525.14$

$b = 44.607$

$r = 0.9945$

$y(12) = \underline{1060.4}$

$y(17) = \underline{1283.5}$

d. $y = a + b \cdot x$

$a = 6.2946$ $e^a = 541.7$

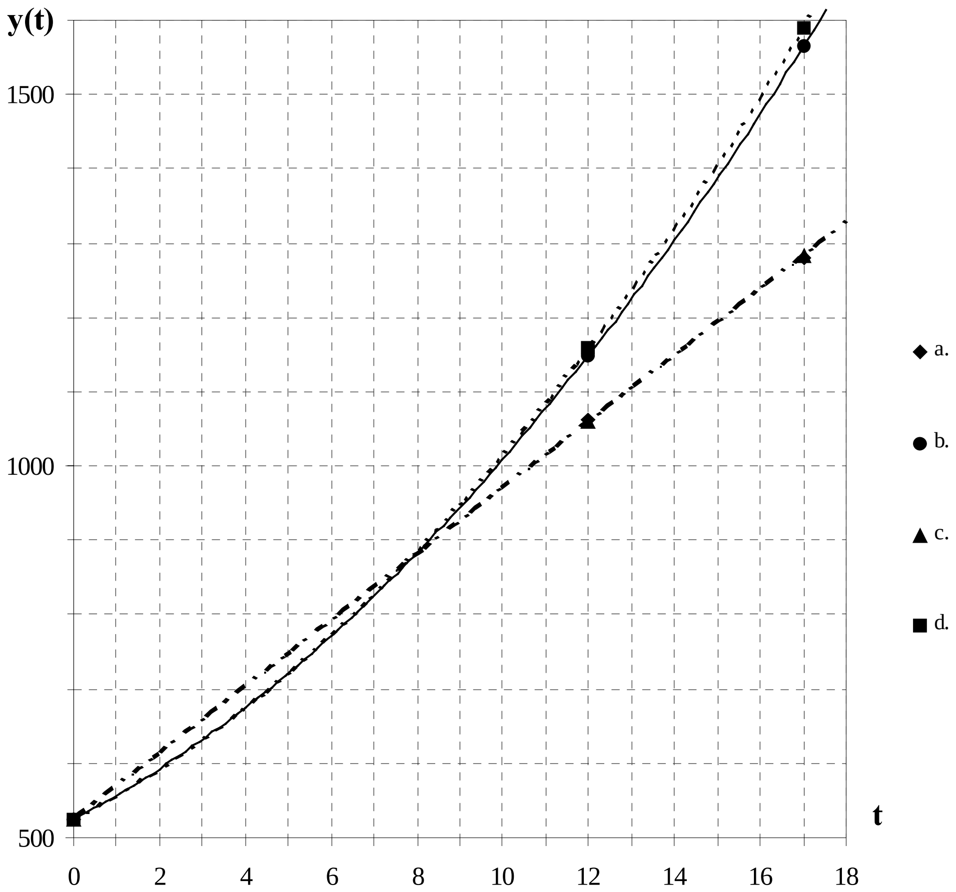
$b = 0.06336$ $e^b = 1.0654$

$COR = 0.9978$

$y(12) = 7.054$ $e^y = 1158.6$

$y(17) = 7.372$ $e^y = 1590.4$

	a.	*b.*	*c.*	*d.*
y (12)	1062	1149	1060	1159
y (17)	1279	1564	1283	1590



Le test-T donne:

$$\sigma^2 = \frac{\sum Y^2 - a \cdot \sum y - b \cdot \sum x \cdot y}{n-2}$$

$$\sigma^2 = \frac{3521423 - 25.14 \cdot 4925 - 44.607 \cdot 20949}{7-2}$$

$$\sigma^2 = 123.8786$$

$$\sigma = 11.1301$$

$$\sum (x - \bar{x})^2 = \sum x^2 - n \cdot \bar{x}^2 = 28$$

$$T = \frac{b \cdot \sum (x - \bar{x})^2}{\sigma} = \underline{112.2}$$ (Assez large!)

Le test de Durbin Waston donne (Cas c)

$$DW = 2 - 2 \cdot \frac{w}{v}$$

$$w = (y_i - \hat{y}_i) \cdot (y_{i+1} - \hat{y}_{i+1}) = 134$$

$$v = (y_i - \hat{y}_i)^2 = 618$$

x	y	$\hat{y}$	$y - \hat{y}$	
1	583	570	+ 13	DW = 1.57
2	615	614	+ 1	
3	646	659	- 13	
4	697	704	- 7	(assez petit!)
5	738	748	- 10	
6	802	793	+ 9	
7	844	837	+ 7	

Limites de confiance

$$u = s^2 \cdot \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{(t_0 - \bar{t})^2}{\sum (t - \bar{t})^2} \right]$$

$$\sigma^2 = 123.8786$$

t_{10}	u	$\sqrt{u}$	y	$y - 2 \cdot \sqrt{u}$	$y + 2 \cdot \sqrt{u}$
12	424.73	20.61	1060	1019	1101
17	889.27	29.82	1283	1223	1372

Les intervalles de confiance remarquablement petits!

Commentaires

Les données historiques semblent être fiables, le coefficient de corrélation été proche de l'unité ($r = 0.9945$) pour l'approche de régression linéaire. Le test T et le test DW donnent des valeurs assez bonnes. Les niveaux de confiance pour *y(12)* et *y(17)* ont été assez serrés pour la régression linéaire.

Toutes les quatre prévisions sont presque similaires pour *y(12)* mais varient plus pour *y(17)*. Pour le cas *y(17) a* et *c* donnent presque le même résultat, aussi par *b* et *d*. Il ne peut pas être possible de dire quel niveau est correcte à $t=17$ puisque les données historiques concernent trop peu d'années pour permettre des prévisions fiables sur les dix prochaines années.

2. Calculer tous les raccordements prévus pour l'année 1983 (31.3.83) dans un réseau téléphonique local

Données:

CROISSANCE DE DEMANDE DANS UN RESEAU TELEPHONIQUE LOCAL

Au	Capacité équipé	Lignes en service	Liste d'attente	Demande totale
31/3/72	11800	9825	1901	11,726
31/3/73	12000	11114	1781	12,925
31/3/74	12100	11458	3555	15,013
31/3/75	12500	11530	5106	16,636
30/9/75	12500	11653	5662	17,315
31/3/76	12800	12275	2587	14,862
31/3/77	14150	13683	1624	15,307
31/3/78	15500	14437	1893	16,330

2. SOLUTION

La demande totale durant la période 31/3/72 - 31/3/78 a été définie comme la somme des abonnés en service et la liste d'attente. Si on accepte cette définition pour la demande, il y a différentes façon pour estimer la demande au 31/3/83.

a. La croissance depuis le 31/3/72 au 31/3/78 est:

16330 - 11726 = 4604 pour les six années.

Si on suppose la même croissance annuelle dans le futur, on peut espérer une croissance de la demande:

$$\frac{4604}{6} \cdot 5 = 3835$$

les abonnés en service dans les cinq années suivantes.

La demande des raccordements devrait être alors:

$16330 + 3835 = 20165$ au 31/3/83

b. Considérons les valeurs pour le 31/3/72 et 31//78 on trouve un accroissement annuel de

$$\left(\frac{16330}{11726}\right)^{1/6} = 1.05675$$

Si on suppose le même accroissement en pourcentage durant les cinq prochaines années, on arrive à

$$16330 \cdot (1.05675)^5 = \underline{21520}$$

Raccordements demandés pour le 31/3/83

c. Appliquons la régression linéaire sur les valeurs données on obtient:

x	y	
72	11726	$y = a + b \cdot x$
73	12925	on obtient
74	15013	$a = -37057$
75	16636	$b = 693.7$
75.5	17315	
76	14862	$r = 0.7379$
77	15307	
78	16330	

et $y\ (83) = \underline{20520}$

d. Appliquons la régression exponentielle $ln\, y = a + bx$

donne $y\ (83) = \underline{22077}$

<u>Conclusion</u>: Les quatre prévisions donnent

a:	20165
b:	21520
c:	20520
d:	22077

Il est impossible de conclure quelle prévision est plus fiable.

<u>Remarques</u>: La liste d'attente ne peut pas refléter toujours la demande non satisfaite réelle, puisqu'elle dépend de la façon avec laquelle l'administration a enregistré les abonnés. Elle dépend aussi si les gens considèrent s'il vaut le peine de répondre au souscription ou non. L'étude de la liste d'attente et de l'accroissement annuel des raccordements montre que le temps d'attente des souscriptions est presque trois années si la liste est écoulée par ordre des arrivées.

Les valeurs pour 30/9/75 sont plus élevés que d'autres et devraient être étudiées davantage, avant d'être inclues dans les statistiques. Peut dépendre des fluctuations saisonnières sur la liste d'attente ?

3. Prévoir le trafic total de départ pour Décembre 1986 dans un central téléphonique local.

Données:

a. Trafic mesuré pour jan. 1979- déc. 1981 (tableau A)

b. Taux d'appels mesuré pour jan. 1979 - Déc. 1981 (tableau B)

c. Prévision des raccordements pour décembre 1986 = <u>2969</u>
(1170 abonnés en janvier 1979 et 1600 en décembre 1981)

A. TRAFIC DEPART TOTAL

MOIS	1979	1980	1981
JANVIER	38.6	39.4	45.6
FEVRIER	37.9	43.7	46.2
MARS	42.1	48.7	47.2
AVRIL	40.6	43.8	46.2
MAI	40.1	40.2	45.6
JUIN	38.1	42.6	48.5
JUILLET	37.7	41.1	44.4
AOUT	39.9	44.2	47.4
SEPTEMBRE	40.4	41.0	49.1
OCTOBRE	40.7	43.8	48.7
NOVEMBRE	40.8	41.8	45.0
DECEMBRE	42.2	49.5	49.5

B. TAUX D’APPELS TOTAL DE DEPART (Erlang/abonnes)

MOIS	1979	1980	1981
JANVIER	.033	.031	.033
FEVRIER	.033	.034	.033
MARS	.036	.038	.034
AVRIL	.035	.033	.033
MAI	.034	.030	.032
JUIN	.032	.032	.035
JUILLET	.031	.031	.032
AOUT	.033	.032	.034
SEPTEMBRE	.034	.030	.035
OCTOBRE	.034	.032	.032
NOVEMBRE	.033	.030	.028
DECEMBRE	.034	.036	.031

3. SOLUTION

L’étude du tableau A montre que les valeurs mensuelles sont sujet à des variations saisonnières. Elles peuvent donc être douteuses si ce matériel est approprié pour l’application des analyses de régression sur les valeurs mensuelles.

Le tableau B montre le trafic moyen départ par abonné. La variation est très petite. La moyenne pour les trente six mois est 0.032861 et la déviation standard est seulement 0.001973. Cependant, si la prévision de raccordements est déjà donnée, on peut simplifier l’estimation du trafic en 1986 comme le nombre de raccordements multiplié par le taux d’appel moyen ci-haut.

$$A(Dec.86) = 2969 \cdot 0.032861 = 97.6 \ erlang$$

Le tableau B ne devrait pas être utilisé plus loin!

En ce qui concerne le tableau A il peut être sérieusement discuté si seulement les statistiques des trois années permettent l'extrapolation des cinq prochaines années. Il devrait être désirable d'avoir les statistiques de 5 à 10 ans pour cette prévision.

Une régression linéaire pour les trente valeurs mensuelles donne

$$y = 38.18 + 0.2821 \cdot x \qquad (r = 0.8188)$$

et $y\ (Dec\ 86) = y\ (96) = 65.26\ erl.$

Prenant les valeurs moyennes pour chaque année on arrive à:

	Année	Moyenne	Dec.	Dec./ Moyenne
	79	36.75	42.2	1.148
	80	43.32	49.5	1.143
	81	46.96	49.5	1.054
Moyenne	79 - 80:	42.34	47.07	1.112

Croissance en moyenne annuelle 79-81

$$\left(\frac{46.96}{36.75}\right)^{1/2} = 1.1304$$

Si quelques accroissement arrivent à 1986 alors la moyenne annuelle 1986 $= 46.96 \cdot (1.1304)^5 = 86.68$

Si les valeurs de Décembre restent supérieurs de la valeur moyenne annuelle de 11.2 %:

$$y(Dec.86) = 86.68 \cdot 1.112 = \underline{\underline{96.4}}$$

Cela concorde très bien avec la valeur dérivée de...

4. Considérons un réseau téléphonique avec deux centres.

Donnée:

a. L'intérêt de trafic actuel $\left[A_{ij}(0)\right]$

j / i	1	2	$O_2\ (o)$
*	10	20	30
2	30	40	70
$T_j\ (o)$	40	60	100

b. Les valeurs prévues dans le future en matière de trafic de départ, et trafic d'arrivée par central[$O(t)\ ;T(t)$]

j / i	1	2	$O_i\ (E)$
1	?	?	45
2	?	?	105
$T_j\ (t)$	50	100	150

Estimer les valeurs de trafic $A_{ij}(t)$ par l'utilisation de la méthode de Kruithof.

4. SOLUTION

Itération 1 La multiplication des lignes $A_{i.}(t)$ est distribuée selon l'intérêt de trafic actuel.

Résultat: $A_{ij}(1)$

i \ j	1	2	somme
1	15	30	45
2	45	45	105
somme	60	90	

$$A_{ij}(1) = \frac{A_{ij}(0)}{A_{i.}(0)} \cdot A_{i.}(t)$$

Itération 2 La multiplication des colonnes $A_{j}(t)$ est distribuée selon la matrice d'intérêt de trafic donnée par l'itération 1.

Résultat: $A_{ij}(2)$

i \ j	1	2	somme
1	12.5	33.33	45.83
2	37.5	66.67	104.17
somme	50	100	

$$A_{ij}(2) = \frac{A_{ij}(1)}{A_{j}(1)} \cdot A_{j}(t)$$

Après la multiplication des colonnes, les sommes des lignes diffèrent des valeurs prévues.

Itération 3 La multiplication des lignes $A_{i}(t)$ est distribuée selon la matrice d'intérêt de trafic donnée par l'itération 2.

Résultat: $A_{ij}(3)$

i \ j	1	2	somme
1	12.27	32.73	45
2	37.80	67.20	105
somme	50.07	99.93	

$$A_{ij}(3) = \frac{A_{ij}(2)}{A_{i.}(2)} \cdot A_{i.}(t)$$

Itération 4 Multiplication des colonnes $A_j(t)$ est distribuée selon la matrice d'intérêt de trafic donnée par l'itération 3.

Résultat: $A_{ij}(4)$

j / *i*	1	2	somme
1	12.25	32.75	45
2	37.75	67.25	105
somme	50	100	150

$$A_{ij}(4) = \frac{A_{ij}(3)}{A_j(3)} \cdot A_j(t)$$

Après quatre itérations les sommes des lignes et des colonnes sont égales aux valeurs prévues.On peut mettre

$$A_{ij}(t) = A_{ij}(4)$$

Noteer: $A_{i.} = j \cdot A_{ij}$; $A_j = i \cdot A_{ij}$

5. Calculer l'intensité de trafic entre deux centres dans une zone locale.

Donnée:

a. Une zone locale est divisée *en zones de trafic* No 1,2,3,4... Les futurs trafics entre toutes les *zones de trafic* sont prévues.

b. La zone locale doit être divisée en zones de centraux. *Les zones des centres* ne doit pas coïncider avec les *zones de trafic*.

c. Essayer de calculer le trafic espéré futur du centre A au centre *B*.

d. On a les informations suivantes:

Le centre *A* devrait avoir

- 5000 lignes d'abonnés à partir de la zone de trafic I, qui a au total 10,000 lignes d'abonnés.
- 8000 lignes d'abonnés à partir de la zone de trafic II , qui a au total 12,000 lignes d'abonnés.

Le centre *B* devrait avoir

- 9000 lignes d'abonnés à partir de la zone de trafic III , qui est l'ensemble des lignes d'abonnés qui sont la bas.
- 2000 lignes d'abonnés à partir de la zone de trafic IV , qui a au total 6000 lignes d'abonnés.

e. On sait également à partir des prévisions , le trafic total espéré de chacun , vers chaque autre de la zone de trafic entière comme suit:

De la zone de trafic No.	Vers zone de trafic No.	Trafic total espéré
I	III	100 erl.
I	IV	90 erl.
II	III	105 erl.
II	IV	95 erl.

5. SOLUTION

Une approche simple qu'on peut facilement utiliser avec des calculs manuels, est de supposer, que le trafic à partir d'un abonné dans une autre zone de trafic spécifique est constant.

Calculer le trafic à partir d'un abonné dans la zone de trafic une, vers un abonné dans la zone de trafic trois, etc.:

De la zone de trafic No.	Vers zone de trafic No.	Trafic entre deux abonnés
I	III	$r = \dfrac{100}{10000 \cdot 9000}$
I	IV	$s = \dfrac{90}{10000 \cdot 6000}$
II	III	$t = \dfrac{105}{12000 \cdot 9000}$
II	IV	$u = \dfrac{95}{12000 \cdot 6000}$

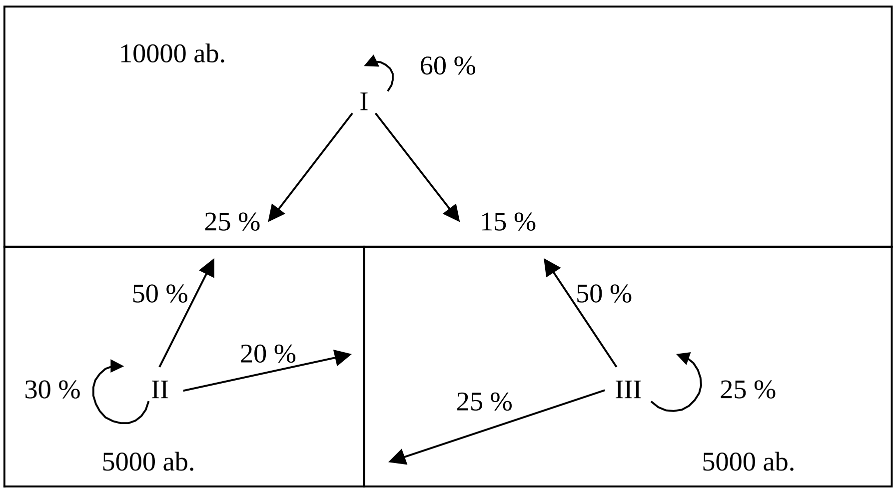
Les trafics totaux espérés à partir du centre A vers le centre B peuvent maintenant être calculés comme:

$$A = 5000 \cdot 9000 \cdot r + 5000 \cdot 2000 \cdot s + 8000 \cdot 9000 \cdot t + 8000 \cdot 2000 \cdot u = 50.00 + 15.00 + 70.00 + 21.11 = \underline{156.11\ erl}.$$

6. L'estimation de l'intérêt de trafic entre les centres : l'objectif de l'exemple est d'illustrer comment une matrice de trafic pour les centraux peut être calculée à partir d'une matrice de trafic donnée des *zones de trafic*.

Donnée:

Une zone constituée de trois zone de trafic: I, II, III:



Zone de trafic 1

Nombre d'abonnés	10,000	
Trafic total de départ/ab.	0.06	erl.
Distribution de ce trafic	60 %	I
	25 %	II
	15 %	III

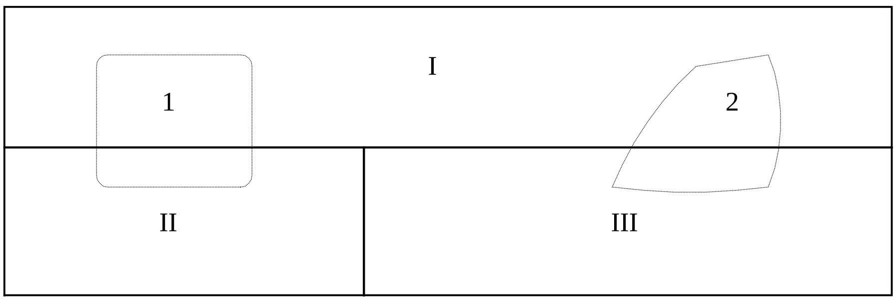
Zone de trafic II

Nombre d'abonnés	5,000	
Trafic total de départ/ab.	0.05	erl.
Distribution de ce trafic	50 %	I
	30 %	II
	20 %	III

Zone de trafic III

Nombre d'abonnés	5,000	
Trafic total de départ/ab.	0.04	erl.
Distribution de ce trafic	50 %	I
	25 %	II
	25 %	III

La zone est desservie par un nombre de centraux 1, 2, ... etc.



Centre 1

Nombre total d'abonnés	8,000
No. d'abonnés appartenant à la zone de trafic I	5,000
No. d'abonnés appartenant à la zone de trafic II	3,000

Centre 2

Nombre total d'abonnés	6,000
No. d'abonnés appartenant à la zone de trafic I	4,000
No. d'abonnés appartenant à la zone de trafic III	2,000

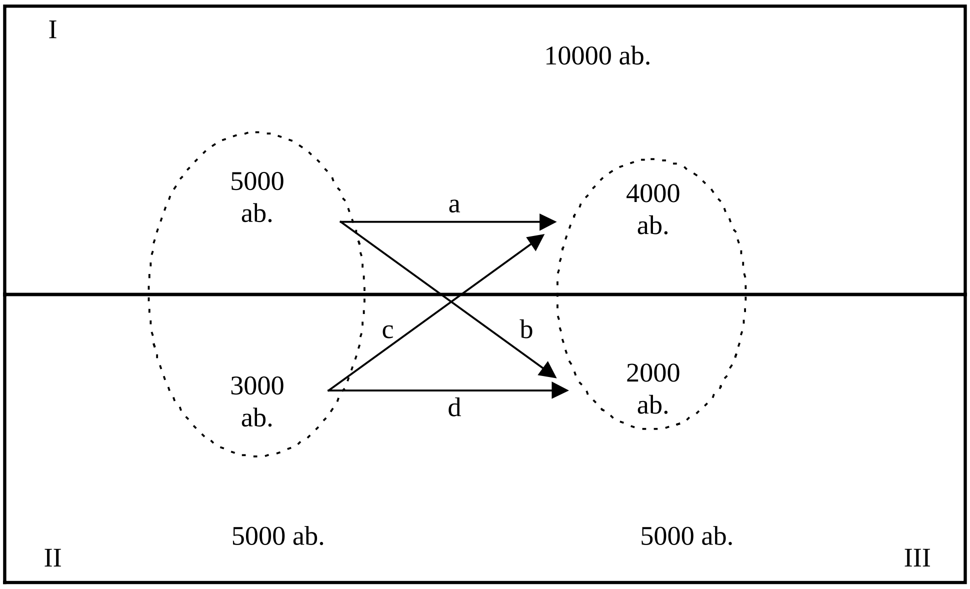
Tâche:

Calculer le flux de trafic total espéré du centre 1 vers le centre 2.

Conseil:

Commencer par le calcul du trafic *d'un* abonné dans la zone de trafic I vers *un* abonné dans la zone de trafic II, etc.

6. SOLUTION



a. II $\rightarrow$ 2I: 0.06 0.60 $\dfrac{5000 \cdot 4000}{10000} = 72\ erl.$

b. II $\rightarrow$ 2III: 0.06 0.15 $\dfrac{5000 \cdot 2000}{5000} = 18\ erl.$

c. III $\rightarrow$ 2I: 0.05 0.50 $\dfrac{3000 \cdot 4000}{10000} = 30\ erl.$

d. III $\rightarrow$ 2III: 0.05 0.20 $\dfrac{3000 \cdot 2000}{5000} = 12\ erl.$

132 erl.

Le flux de trafic espéré du centre 1 vers le centre 2 est 132 erlang.

7. La matrice de trafic actuelle $A_{ij}^{(0)}$ a été estimée:

Vers / De	Centre No. j 1	2	3	Somme
1	25	30	45	100
2	35	55	110	200
3	60	85	155	300
Som me	120	170	310	600

Le nombre de lignes principales par central pour l'année t a été prévu:

Centre No.	$N_i\ (0)$	$N_i\ (t)$
1	2000	3000
2	3500	3500
3	6800	7500

Les lignes principales n'ont pas été classifiées par différentes catégories vue que la proposition des différents abonnés est espérée être la même dans le futur.

Le trafic total départ est arrivée par central est cependant prévue à partir des formules:

$$A_{i.}(t) = N_i(t) \cdot \frac{A_i(0)}{N_i(0)}$$

$$A_{.j}(t) = N_j(t) \cdot \frac{A_{.j}(0)}{N_j(0)}$$

Centre No.	$A_i(t)$	$A_{.j}(t)$
1	150.0	180.0
2	200.0	170.0
3	331.9	341.9
Somme	681.9	691.9

Puisque la somme des $A_{i.}^{(t)}$ et $A_{.j}^{(t)}$ diffère ,on peut utiliser la valeur moyenne de ces sommes comme une estimations de $A_{..}^{(t)}$ et ajuster $A_{i.}^{(t)}$ et $A_{.j}^{(t)}$. Cela devrait donner:

Centre No.	$A_{i.}(t)$	$A_{.j}(t)$
1	151.1	178.7
2	201.5	168.8
3	334.3	339.4
Somme	686.9	686.9

a. Maintenant tirer la matrice de trafic pour l'années future *t* et remplir les trafic totaux calculés ci-dessus.

b. Calculer les différents trafics point-à-point par l'utilisations de la méthode de croissance pondérée, à partir des données connues relatives au nombre de lignes principales, actuels et futures, et le trafic point-à-point actuels. Le type des poids dépend de votre propre choix.

c. Remplir ces valeur dans la nouvelle matrice de trafic, et calculer les sommes des colonnes et des lignes. Vous allez voir que ces sommes ne sont pas conforme avec les valeurs de votre première matrice.

d. Si on considère que le trafic par ligne principale est constant durant la période des prévisions, alors le trafic point-à-point obtenu doit être corrigé, de façon à ce que les sommes soient conformes avec les trafic totaux prévus.

Si le temps le permet, faite cette correction , en utilisant la méthode de Kruithof a double facteur.

7. <u>SOLUTION</u>

Les modèles du facteur de croissance pondéré peuvent être utilisés pour prévoir le trafic point-à-point.

Les facteurs de croissance sont égaux à:

Centre 1 $\quad G_1 = \frac{N_1(1)}{N_1(0)} = 1.5$

Centre 2 $\quad G_2 = 1.0$

Centre 3 $\quad G_3 = 1.1$

a. Prévisions selon la formule de Rapp 1:

vers / de	Centre 1	2	3	somme
Centre 1	37.5	38.1	62.4	138.0
" 2	44.4	55.0	113.5	212.9
" 3	83.1	87.7	170.5	341.3
SOMME	165.0	180.8	346.4	692.2

b. Prévisions selon la formule de Rapp 2:

vers / de	Centre 1	2	3	somme
Centre 1	37.5	38.6	65	141.1
" 2	45.1	55.0	112.0	212.1
" 3	86.7	92.6	170.5	349.8
SOMME	169.3	186.2	347.5	703.0

c. Prévisions selon la formule APO:

vers / de	Centre 1	2	3	somme
Centre 1	37.5	38.8	62.8	139.1
" 2	45.2	55.0	113.6	213.8
" 3	83.8	87.8	170.5	342.1
SOMME	166.5	181.6	346.9	695.0

Pour le centre 1 on peut constater que le trafic total départ par ligne principale décroît de la valeur actuelle de 0.050 à une valeur entre 0.046 et 0.047.

Pour le centre 2, d’autre part, le trafic total départ par ligne principale a augmenté de 0.057 à environ 0.060.

Comme le trafic par ligne principale dans ce cas est considéré comme constant durant la période de prévision, les matrices devraient être ré-consolidées avec l’estimation du trafic total départ et arrivée pour chaque centre.

La méthode de Kruithof à double facteur est utilisé pour ce but.

La matrice de trafic réconciliée prévue est :

- selon la formule 1 de Rapp:

vers / De	Centre 1	2	3	somme
Centre 1	44.5	39.1	67.5	151.1
" 2	45.8	49.0	106.7	201.5
" 3	88.4	80.7	165.3	334.3
SOMME	178.7	168.8	339.4	686.9

- selon la formule 2 de Rapp:

De \ vers	Centre 1	2	3	somme
Centre 1	43.02	38.3	69.6	151.1
" 2	46.2	48.5	106.7	201.5
" 3	89.2	82.0	163.1	334.3
SOMME	178.7	168.8	339.4	686.9

- selon la formule APO:

De \ vers	Centre 1	2	3	somme
Centre 1	44.0	39.5	67.6	151.1
" 2	46.2	48.8	106.5	201.5
" 3	88.5	80.5	165.3	334.3
SOMME	178.7	168.8	339.4	686.9

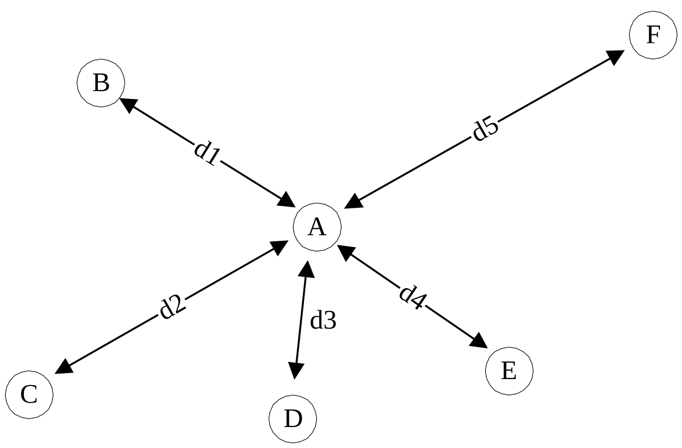
8. Supposons que le trafic interurbain prévu durant l'heur chargé pour le centre "A" est de 75 Erlgs, est distribué sur 5 routes vers les centres "B", "C", "D", "E" et "F", et pour les quelles aucune donnée de trafic n'est disponible supposons aussi que les raccordements prévues pour ces centraux sont:

A	10 000	(c_o)
B	5 000	(c_1)
C	7 000	(c_2)
D	4 000	(c_3)
E	2 000	(c_4)
F	10 000	(c_5)

Et que les distances à partir de "A" sont:

B	20 miles	(d_1)
C	30 miles	(d_2)
D	10 miles	(d_3)
E	10 miles	(d_4)
F	50 miles	(d_5)

La situation est illustrée dans le diagramme ci-dessous.



Estimer la distribution interurbain total sur cinq différentes routes *A* vers *B*, *A* vers *C*, ..., etc.

Suggestion:

Le trafic prévu pour une route peut être obtenu à partir

$$t_i = \frac{\dfrac{c_o \cdot c_i}{d_i^2}}{\displaystyle\sum_{j=1}^{n} \frac{c_o \cdot c_j}{d_j^2}} \cdot T$$ où T est le trafic total.

8. SOLUTION

$$\frac{c_0 \cdot c_1}{d_1^2} = \frac{10,000 \cdot 5,000}{400} = 125,000$$

$$\frac{c_0 \cdot c_2}{d_2^2} = \frac{10,000 \cdot 7,000}{900} = 77,778$$

$$\frac{c_0 \cdot c_3}{d_3^2} = \frac{10,000 \cdot 4,000}{100} = 400,000$$

$$\frac{c_0 \cdot c_4}{d_4^2} = \frac{10,000 \cdot 2,000}{100} = 200,000$$

$$\frac{c_0 \cdot c_5}{d_5^2} = \frac{10,000 \cdot 10,000}{2,500} = 40,000$$

alors que $$\sum_{j=1}^{5} \frac{c_0 \cdot c_j}{d_j^2} = 842,778$$

D'où l'estimation de trafic de A vers B = $\frac{125\,000}{842\,778} \cdot 75 = 11.1$ *erl.*

" " " A vers C = $\frac{77\,778}{842\,778} \cdot 75 = 6.9$ *erl.*

" " " A vers D = $\frac{400\,000}{842\,778} \cdot 75 = 35.6$ *erl.*

" " " A vers E = $\frac{200\,000}{842\,778} \cdot 75 = 17.8$ *erl.*

" " " A vers F = $\frac{40\,000}{842\,778} \cdot 75 = 3.6$ *erl.*

Ces valeurs de trafic prévues peuvent alors être utilisées pour dimensionner les routes.