Utilisation d'un canal de transport individuel

au projet d'alimentation de secours

Mr. G. Moumoulidis, OTE

1. Introduction

On a examiné plus loin des applications simples où la capacité additionnelle était considérée être demandée à tout moment des équipements existants quand ils sont saturés, ou quand la demande atteint la capacité existante.

Le problème de faire une extension de capacité devrait être directement modifié. Supposons qu'on autorise l'installation d'un canal de déport d'abonné sur une base temporaire en vue de fournir le services quand la capacité existante est saturée. Cela signifie qu'au lieu da faire l'extension des câbles existants, qui demandent de grandes dépenses, on commence par l'installation d'un canal de transporteur (SCC) sur le matériel existant (une paire de câble peut fournir deux lignes; le physique et le porteur). Quand le nombre de SCC installés devient assez grand, il est plus économique de les supprimer et faire l'extension du câble existant.

De cette façon, le placement d'un nouveau câble qui fait appel à des investissement considérable est différé quelques années jusqu'à ce que la demande cumulée atteint un niveau où l'installation des SCC n'est plus économique.

2. Evaluation économique

On suppose un modèle linéaire de demande, la croissance de la demande reste constante sur le temps.

$$D(t) = \lambda \cdot t \qquad (1)$$

où $D(t)$ dénote la demande au temps et λ l'accroissement annuel de la demande.

Quand la demande atteint la capacité des câbles, de nouveaux moyens sont fournis dans le scénario de tous les câbles et ce par l'ajout de nouveaux paires de câble. La Figure 1 montre la demande (en ligne directe) et les estrades d'extension de capacité (staircase line). Ces saut sont associés aux temps d'extension optimale. La période d'extension consécutives d'expansion est notée pat T et il est considéré constant.

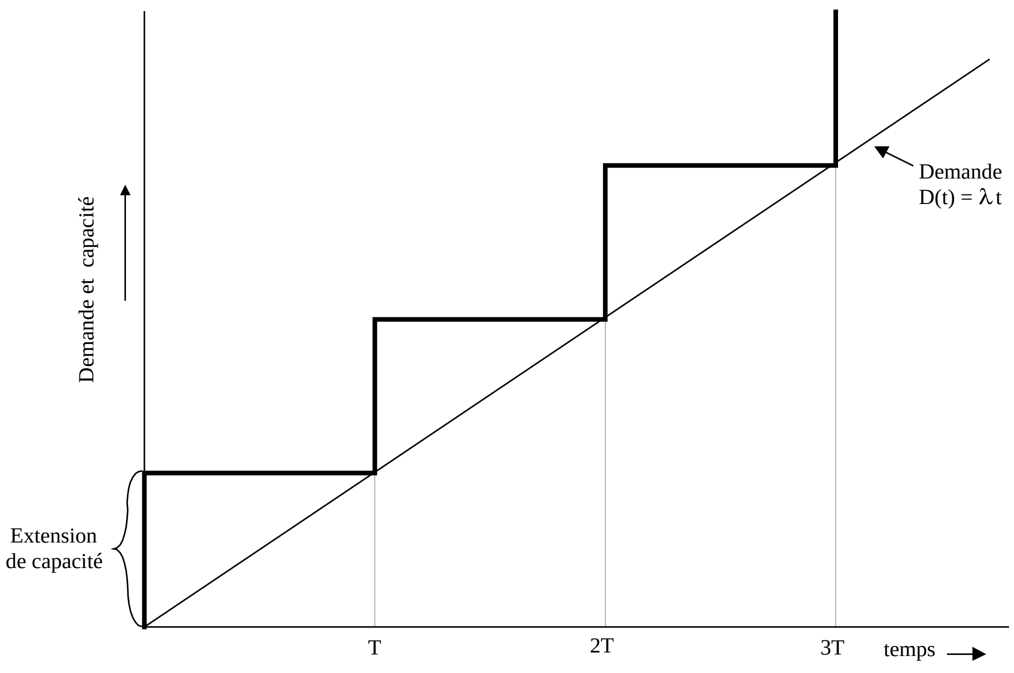

Figure 1

En regardant cette courbe, on arrive à la conclusion que, au moment d'expansion, la capacité disponible est très élevée relativement à la demande. Cette observation est significative parce qu'elle nous informe que pour quelques années un investissement substantiel reste inefficace.

Considérons maintenant le cas d'installation des SCC pour fournir des services d'abonnés, quand il n'y a pas de paires disponibles.

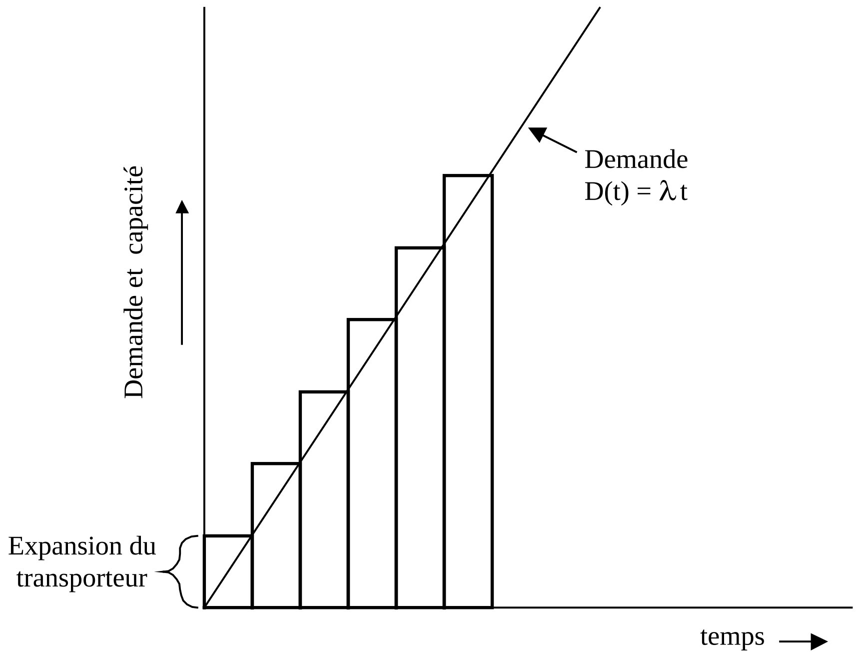

Figure 2 : Installation des SCC sur le temps pour rencontrer la demande

On observe que l'évolution prématurée des SCC est un histogramme comme une courbe qui peut être approximatif par la ligne de demande. Dans ce cas, il n'y a pas de capacité inefficace.

Le fait ci dessus ne doit pas signifier qu'il est économique d'installer des SCC et abolir le placement des câbles. Il signifie simplement qu'aux points de temps où il y a demande cumulée, il est plus économique de fournir des moyens à travers les SCC. Quand la demande augmente, le SCC devrait être supprimer et de nouveaux câbles devraient être ajoutés. Dans chaque cas, la politique à entreprendre dépend des coûts des SCC et du placement du câble comme de l'accroissement de la demande.

La valeur actuelle de dépense des SCC est évaluée comme suit:

Supposons que Γ est le coût total d'une SCC. Laissons γ être

$$\gamma = i \cdot \Gamma \tag{2}$$

La constante γ est réellement interprétée comme la charge annuelle par SCC. Cette approximation ignore toute installation et charges de suppression.

La valeur actuelle des dépense des SCC pour rencontrer la demande des années *t* est approximative par:

$$(PW)_{SCC} = \int_0^t \lambda \cdot t \cdot \gamma \cdot e^{-rt}\, dt \tag{3}$$

Maintenant, examinons le cas où, au début, on rencontre la demande par SCC jusqu'au temps *T*; alors on supprime CSS et faire l'extension du câble par l'ajout de *S* paires. Figure 3 (a) voir ce projet.

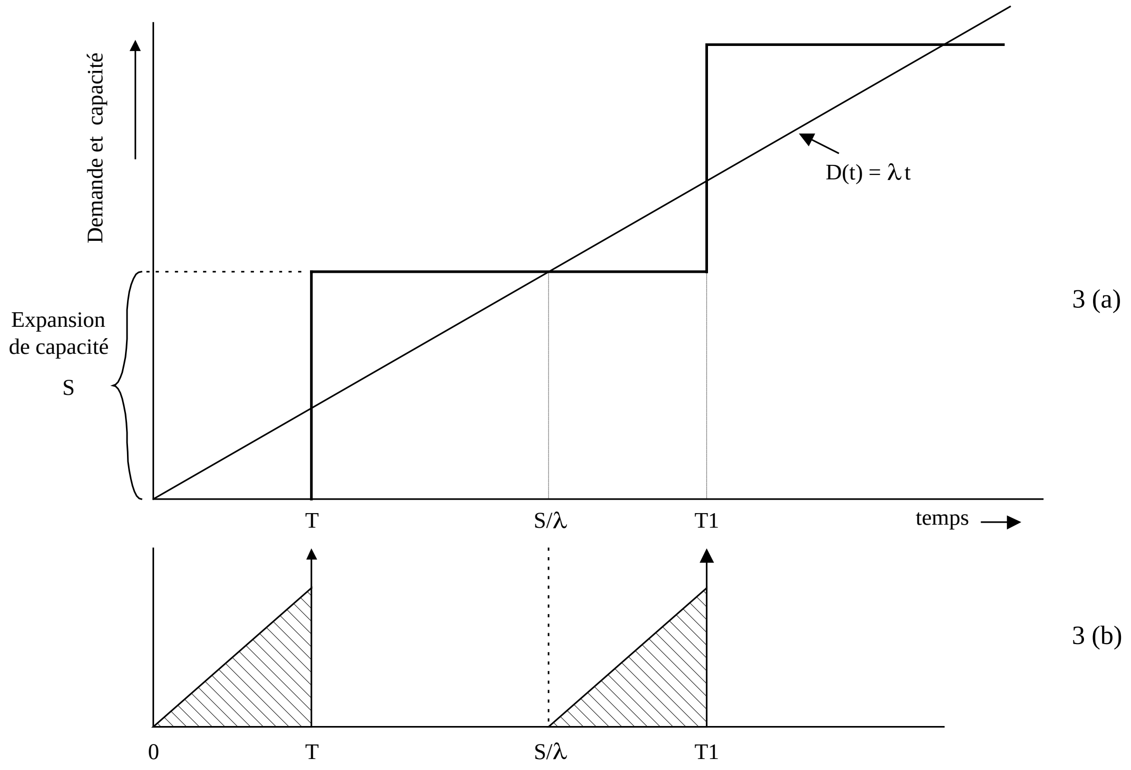

Figure 3

La Figure 3 (b) donne le cash-flows où on peut observer que les dépenses consistent en deux composants. Un discret dans le temps est représenté par des flèches dirigées vers le haut et donnant des dépenses qui peuvent subir par exemple la capacité des câbles, et une continue est représentée par des triangles. Cela donne des coûts d'utilisation des SCC pour T années. La valeur actuelle W des dépenses illimitées est égale à

$$PW = \int_{o}^{T} \gamma \cdot \lambda \cdot t \cdot e^{-r \cdot t}\, dt + C(S) \cdot e^{-r \cdot T} + PW_F \cdot e^{-r \cdot s/\lambda} \qquad (4)$$

W_F est la valeur actuelle d'une séquence illimitée de dépenses au temps S/λ quand de nouvelles SCC sont installées (Figure 3b) et de nouvelles paires sont ajoutées, et *C(S)* est le coût du câble de S paires. Si toutes ces extensions consiste en la même capacité et nombre de SCC, $W_F = W$. Alors, on obtient

$$PW = \frac{\int_{o}^{T} \gamma \cdot \lambda \cdot t e^{-r \cdot t} dt + C(S) \cdot e^{-r \cdot T}}{1 - e^{-r \cdot s/\lambda}} \qquad (5)$$

W est une fonction de T et S, est le minimum pour lequel peut être obtenu quand

$$\frac{\partial W(T,S)}{\partial T} = 0\,, \qquad \frac{\partial W(T,S)}{\partial S} = 0 \qquad (6)$$

Ce système algébrique donne les valeurs optimales de S et T.

Quand

- $T = 0$ l'alternative de tous les câbles est la politique optimale;
- $T = \infty$ l'installation permanente de SCC est recommandée;
- $0 < T < \infty$ nous somme dans l'utilisation temporaire de SCC pour T années, durant l'intervalle de temps (0-T) toutes les nouvelle demandes sont rencontrée par SCC. Au temps T, on supprime le SCC et on place un nouveau câble de S paires. Les équipements sont suffisants jusqu'à S / λ points de temps.

Acceptant le coût linéaire du câble en fonction de la capacité S

$$C(S) = A + BS \tag{7}$$

la dérivée de l'équation (5) laisse

$$\gamma \cdot \lambda \cdot T = r \cdot \left(A + B \cdot S\right) \tag{8}$$

$$\left(e^{r \cdot s/\lambda} - 1\right) = \frac{\gamma}{r \cdot B} \cdot \left(e^{r \cdot T} - 1\right) \tag{9}$$

Les détails des calculs ne sont pas donnés ici. Ce système ne peut pas être résolu explicitement. La solution peut être obtenue seulement par les méthodes numériques. Le système mentionné ci-dessus peut aussi être écrit comme suit

$$T = G + HS \tag{10}$$

$$S = Y \cdot ln\left[Z \cdot (e^{r \cdot T} - 1) + 1\right] \tag{11}$$

où $G = \frac{r \cdot A}{\gamma \cdot \lambda}$, $H = \frac{r \cdot B}{\gamma \cdot \lambda}$, $\gamma = \frac{\lambda}{r}$ *et* $Z = \frac{\gamma}{r \cdot B}$

Dans cette forme, le système peut être résolu facilement par itération, c'est à dire par accepter qu'on devine initialement une capacité S_o, à partie de l'Eq (9) on calcul T qui, par la suite, est intéressé à l'Eq (10). Alors, une bonne valeur de S est trouvée. Cela est utilisé aussi à l'Eq (9) pour une nouvelle valeur de T. Si cette procédure s'en va, la solution est trouvée après quelques itérations. Si deux valeurs successives de $S\,(S_k, S_{k+1})$ sont à l'intérieur d'une exactitude prédéterminée ε.

$$\left|1 - S_k / S_{k+1}\right| < \varepsilon$$

alors, la solution est $S = S_k \cdot T$ est obtenue à partir de l'Eq (9). Cet algorithme prouve qu'il converge très vite. Améliorant l'intégration dans l'Eq (3), on obtient pour la valeur actuelle W.

$$PW = \frac{\frac{\lambda \cdot \gamma}{r} \cdot \left[\frac{1}{r} \cdot \left(1 - e^{-rT}\right) - T \cdot e^{-r \cdot T}\right] + \left(A + B \cdot S\right) \cdot e^{-r \cdot T}}{1 - e^{-r \cdot T}}$$

3. **Application**

Dans le but de fournir des équipements dans une zone où les paires de câble existant sont totalement utilisées, il y a deux scénarios: *Scénario A* est de faire une extension en matière de capacité du câble, alors que le *scénario B* est de se préparer pour la demande au début par utiliser sur une base temporaire SCC, et donc d'ajouter de nouveaux câbles.

Données

1. *Câbles*

- Coût de base	70.0 *UM/km*
- Coût incrément	4.9 *UM/paire/km*
- Coût de pose et de branchement	100.0 *UM/km*
- Coût de génie civile	550.0 *UM/km*
- Durée de vie du câble	35 *ans*
- Coût d'exploitation et de maintenance	2 %
- Valeur résiduelle	--
- Les abonnés sont de 3 km à partir du centre local	

2. *Canal porteur individuel*

- Coût d'achat	30.0 *UM/pièce*
- Coût d'installation	8.0 *UM/pièce*
- Durée de vie	15 *ans*
- Coût de maintenance et d'exploitation	5 %
- Valeur résiduelle	--
- Taux d'intérêt	10 %
- Accroissement de la demande	10 *abonnés/ans*

Calcul du facteur de la valeur actuelle

- *Câbles*

$$\mu_c = 1 + \frac{1}{(1+i)^{T_c} - 1} + \frac{U_c}{i} = 1 + \frac{1}{(1.1)^{40} - 1} + \frac{0.02}{0.1} = 1.24$$

$$\bar{\mu}_c = 1 + \frac{1}{(1+i)^{T_c} - 1} = 1.04$$

- *Canal porteur individuel*

$$\mu_s = 1 + \frac{1}{(1+i)^{T_s} - 1} + \frac{U_s}{i} = 1 + \frac{1}{1.1^{15} - 1} + \frac{0.05}{0.1} = 1.81$$

$$\bar{\mu}_s = 1 + \frac{1}{(1+i)^{T_s} - 1} = 1.31$$

Calcul de la valeur actuelle pour des remplacements ultime

- *Câbles*

  Coût:

  - Coût de base par km $a = 70 \cdot \mu_c + (100 + 550) \cdot \bar{\mu}_c = 763\ UM / km$
  - Coût incrément par km $b = 4.9 \cdot \mu_c = 6.08\ UM / km / paire$
  - Coût de base total pour la longueur entière $A = a \cdot \lambda = 763.3 = 2289\ UM$
  - Coût incrément total pour la longueur entière $B = b \cdot \lambda = 6.08 \cdot 3 = 18.24\ UM / paire$

- *SCC:*

Le coût total Γ pour SCC est

$$\Gamma = 30 \cdot \mu_{scc} + 8 \cdot \bar{\mu}_{scc} = 30 \cdot 1.81 + 8 \cdot 1.31 = 64.8\ UM\ /\ pièce$$

et $$\gamma = i \cdot \Gamma = 0.1 \cdot 64.8 = 6.5\ MU\ /\ pièce\ /\ année\ .$$

Scénario A

L'extension de capacité optimale est donnée par

$$S = \frac{\lambda}{r} \cdot ln\left[1 + p + \sqrt{2p}\right]$$

$$p = Ar\ /\ B\lambda = 1.19$$

$$S = \frac{10}{0.095} \cdot ln\left[1 + 1.19 + \sqrt{2 \cdot 1.19}\right] = 140 \approx 150$$

Pour la valeur actuelle de dépenses, on obtient

$$PW_A = \frac{A + B \cdot S}{1 - e^{-r \cdot s/\lambda}} = \frac{2289 + 150 \cdot 18.24}{1 - e^{-0.095 \cdot 150/10}} = 6616\ UM$$

Scénario B

$$G = \frac{r \cdot A}{\gamma \cdot \lambda} = 3.45, \qquad H = \frac{r \cdot B}{\gamma \cdot \lambda} = 0.0266$$

$$Y = \frac{\lambda}{r} = 104.9, \qquad z = \frac{\gamma}{r \cdot B} = 3.75$$

Le calcul de T et de S est montré dans le tableau suivant, par la supposition d'un S initial trouvé pour le scénario A. Dans ce tableau, la valeur actuelle de dépenses est aussi montrée.

Nombre d'itérations	Temps T	Capacité S
0	7.44	150
1	7.85	165
2	8.03	172
3	8.09	175
4	8.13	176
5	8.14 ≈ 8	176 ≈ 200
Eq (11) Pw_B = 5956 *UM*		

Alors, le scénario B implique que pour l'intervalle de temps (0-8) on devrait rencontrer la demande par l'installation de SCC. A la fin de cette période, tous les SCC devraient être supprimés et un câble de 200 paires devrait être placé. Comparant la valeur actuelle des scénarios A et B, on conclu que le scénario B (installation temporaire des SCC) est plus économique.

Les économies accomplies sont

$$économies = PW_A - PW_B = 6616 - 5956 = 660\ UM$$

et en pourcentage 100 (660 / 5956) = 11 %.

Les économies accomplies sont cependant substantielles (11 %).

Références

1. John Freidenfelds: Capacity Expansion, North Holland, 1983.

2. W.L. G. Koontz: Economic Evaluation of Subscriber Pair Gain System Applications, BSTJ, April 1978.

3. John Freidenfelds: A Simple Model for Studying Feeder Capacity Expansion, BSTJ, April 1978.

4. G. Moumoulidis: Planning of Transmission Media, ITU Workshop Type Seminar in Sofia, 1984.