

TD n° 1 : Sémaphores et transmissions

J.-C. Dubacq & F. Butelle

04/2015



Le sémaphore est un système de communication inventé par les frères Chappe. La première ligne de sémaphore Chappe fut établie entre Paris et Lille en 1792. Ils observèrent par expérience qu'il est plus facile de voir l'angle d'une barre que de déterminer la présence d'un panneau. Leur système est composé de bras mobiles en bois, dont la position indique des lettres alphabétiques.

Chacun des deux bras montrent sept positions, et la barre transversale reliant les deux bras a quatre angles différents.

Le premier symbole d'un message pour Lille traversait 193 km à travers 15 stations en seulement 9 minutes. La vitesse de la ligne variait avec le temps, mais la ligne pour Lille transférait environ 36 symboles, un message complet, en environ 32 minutes.

Le problème était que tout le monde pouvait ainsi lire les signes transmis. Un livre de code fut donc développé pour l'usage de lignes de sémaphore. Ce code (secret) utilisait 92 symboles basiques groupés par deux pour former 8 464 mots et expressions codés.

1 Observations sur le mécanisme

1. Quel est le nombre maximum (théorique) de symboles qui peut être décrit avec ce mécanisme ?
2. Pourquoi a-t-on 8 464 mots possibles ?
3. Quelle topologie de réseau est utilisée ici ?
4. En changeant éventuellement le code, est-il possible de faire passer plusieurs informations simultanément dans ce canal de communication ?
5. Pensez au problème de la transmission d'un même symbole deux fois de suite. Y a-t-il un rapport avec le mode de communication du système (synchrone ou asynchrone) ? Cherchez une solution à ce problème.
6. On reprend désormais le code d'origine (92 symboles). La transmission se fait-elle en série ou en parallèle ?
7. Quelle est la quantité d'information (toujours exprimée en bits) contenue dans 1 symbole ? Dans 36 symboles ?
8. On suppose, pour simplifier les calculs dans tout ce qui suit, que la quantité d'information pour 36 symboles est de 240 bits. Pour transmettre 36 symboles d'une tour à l'autre, il faut 24 minutes. Quelle est le débit de ce canal ?
9. On construit 6 tours côte à côte tout le long de la ligne Paris-Lille. Que devient la transmission ? Que peut-on dire du débit ?

2 Modèle en couches

On se place dans le cadre suivant : les généraux de Napoléon discutent entre eux. Ils ont des secrétaires, dont le seul rôle est de prendre note de ce qu'ils disent, et de transmettre les feuillets à l'agent de la sécurité, en disant qui est le destinataire final. Les secrétaires doivent aussi, lorsqu'un message est imminent, prévenir l'agent de sécurité de l'imminence d'un message pour qu'il puisse préparer la transmission chiffrée et lui dire quand il n'y a plus besoin.

L'agent de sécurité transmet tout ce qu'il doit envoyer à l'ouvrier de manipulation du sémaphore correspondant à la destination. De plus, avant une communication, l'agent de la sécurité doit d'abord déterminer le code qu'il va utiliser. Pour cela, il transmet en clair à son homologue un numéro entre 1 et 20 et le nom du destinataire. Son homologue vérifie alors que le secrétaire du destinataire est bien disponible, et si c'est le cas, retransmet en clair un nombre, et ils les additionnent. Selon le résultat, il faut utiliser l'un ou l'autre des livres de code militaire. Cela permet de s'assurer que si la communication est interceptée, le déchiffrement soit plus long (voire impossible si tous les codes ne sont pas connus).

L'ouvrier prend note du message, va dans sa tour (par exemple celle qui va jusqu'à Lille), et commence à émettre le message qui est répété jusqu'à la destination. L'ouvrier final le donne à l'agent de sécurité de la ville.

Nous allons comparer cette hiérarchie à l'architecture OSI.

1. Identifiez les couches de cette architecture réseau.
2. Les généraux sont-ils en mode connecté? Et les secrétaires? Les agents de la sécurité? Les ouvriers?
3. Est-ce que les ouvriers ont besoin de connaître le code militaire employé?
4. Faites un exemple détaillé d'envoi du premier texte de Bonaparte à Desaix avec les primitives de service correspondantes.
5. Le même sémaphore peut-il convoier «en même temps» (un morceau de message de l'un puis de l'autre, etc.) une discussion entre Bonaparte (Paris) et Desaix (Lille) et entre Kleber (Paris) et Hoche (Lille)? Si oui, comment s'y retrouver?
6. Parfois, les messages à envoyer sont mélangés (la pile de papiers tombe, les coursiers traînent). Comment faire pour que les messages soient délivrés aux généraux dans l'ordre?

3 Encapsulation de données

Deux systèmes implémentant l'architecture OSI veulent communiquer entre eux 3185 octets de données au niveau applicatif.

1. Faire un schéma de l'architecture OSI avec deux piles, les appels de primitives de service et les protocoles.
On donne la taille des informations de contrôle rajoutées par chaque niveau :

APCI	200 octets	SPCI	24 octets	NPCI	96 bits
PPCI	96 octets	TPCI	20 octets	LPCI	24 bits

2. Quelle est la taille de la TPDU nécessaire?
De plus, la couche réseau coupe chaque SDU qui lui est fournie par paquets de 800 octets.
3. Calculer le volume total d'information véhiculé par la couche physique au minimum.
4. Étant donné qu'on transmet par une liaison parallèle 16 fils de débit total 28800 b/s, combien de temps au minimum faut-il pour transmettre cette information?
5. La couche transport est en mode connecté, peut-on espérer envoyer cette information en au plus une seconde?