

# Télétrafic (TTR)

Enseignant : Dr Stephan Robert

Septembre 2018

- ▶ **Partage des ressources** : lignes de communication, mémoires, ...
- ▶ **Attribution temporaire** : besoins momentanés des usagers pour une durée limitée

- ▶ **Partage des ressources** : lignes de communication, mémoires, ...
- ▶ **Attribution temporaire** : besoins momentanés des usagers pour une durée limitée
- ▶ **Spéculation statistique** : risque d'encombrement lorsque toutes les ressources disponibles sont occupées simultanément

**Impossibilité de satisfaire les demandes !**

- ▶ **Partage des ressources** : lignes de communication, mémoires, ...
- ▶ **Attribution temporaire** : besoins momentanés des usagers pour une durée limitée
- ▶ **Spéculation statistique** : risque d'encombrement lorsque toutes les ressources disponibles sont occupées simultanément

**Impossibilité de satisfaire les demandes !**

- ▶ **TELETRAFIC** : **évaluation de ce risque, dimensionnement correct du réseau** (compromis entre le coût et la qualité) !

- ▶ **Méthodes :**
  - ▶ **Observation** : statistique du trafic existant et du comportement des utilisateurs
  - ▶ **Elaboration de modèles** : description des caractéristiques des sources de trafic et des systèmes
  - ▶ **Etude mathématique des modèles** : probabilités, statistiques, files d'attente
  - ▶ **Simulations** : modèles compliqués inaccessibles aux calculs analytiques

## ▶ Méthodes :

- ▶ **Observation** : statistique du trafic existant et du comportement des utilisateurs
- ▶ **Elaboration de modèles** : description des caractéristiques des sources de trafic et des systèmes
- ▶ **Etude mathématique des modèles** : probabilités, statistiques, files d'attente
- ▶ **Simulations** : modèles compliqués inaccessibles aux calculs analytiques

## ▶ Origines du télétrafic (“traffic engineering”)

- ▶ **Téléphone** : commutation téléphonique au début du 20<sup>ème</sup> siècle
- ▶ **Trafic téléphonique** : caractéristiques bien connues (débit fixe, signalisation, réservation de ressources)

- ▶ **Réseaux IP, réseau universel**
  - ▶ Navigation Web
  - ▶ Transfert de fichiers
  - ▶ Messagerie
  - ▶ Visioconférences, Skype,...
  - ▶ Jeux
  - ▶ Vidéos Internet
- ▶ **Trafic Internet** : caractéristiques très différentes du trafic téléphonique (normalement : pas de réservation de ressources, pas de signalisation), beaucoup moins prévisible, complexe. Nécessité de faire des mesures.

## ► Intensité du trafic

$$Y = c.h$$

- $Y$  : intensité du trafic écoulé, sans dimension. Exprimé en **erlang (E)** (en hommage au mathématicien danois Agner Krarup Erlang, inventeur du télétrafic. )
- $c$  : fréquence moyenne des occupations (en nombre d'occupation(s)/unité(s) de temps (secondes, heures,...))
- $h$  : durée moyenne des occupations (en unité(s) de temps : secondes, heures,...)



## ▶ Remarques

- ▶ S'il n'y a **qu'une ligne de communication**, le taux d'occupation est au maximum 1 (1 erlang), autrement dit,  $Y = c.h \leq 1$  E.  $Y$  exprime la probabilité de trouver la ligne occupée à un instant quelconque.
- ▶ S'il y a  $n$  **lignes de communication**, l'intensité du trafic  $Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i \leq n$  E ne peut pas dépasser  $n$  erlangs.
- ▶ L'intensité du trafic n'indique que le degré d'occupation d'une ou plusieurs lignes sans s'intéresser à la nature des occupations (régulier ou pas).
- ▶ Le volume de trafic s'exprime en [erlang.heures] et est égal à  $Y.\Delta t$  en moyenne.

## ▶ Trafic offert

$$A = c_o \cdot h$$

- ▶  $A$  : intensité du trafic offert. Ensemble des sollicitations (acceptées ou refusées par le système).
  - ▶  $c_o$  : fréquence moyenne des occupations
  - ▶  $h$  : durée moyenne des occupations
- ## ▶ Remarques
- ▶ Le trafic offert est un trafic **fictif**.

## ▶ Trafic écoulé

$$Y = c_e \cdot h$$

- ▶  $Y$  : intensité du trafic écoulé. Ensemble des occupations *réelles*.
- ▶  $c_e$  : fréquence moyenne des occupations
- ▶  $h$  : durée moyenne des occupations

## ▶ Remarques

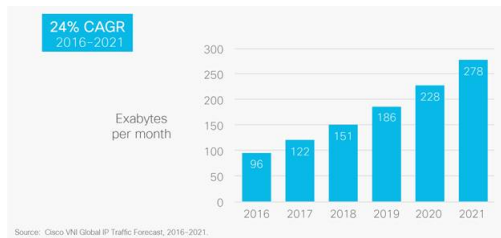
- ▶ Le trafic offert est un trafic **réel**.
- ▶ Comme des sollicitations peuvent être refusées,  $Y \leq A$ .

- ▶ **Trafic téléphonique (traditionnel)**
  - ▶ Le trafic varie en fonction du lieu, du moment, des politiques tarifaires des opérateurs, de circonstances diverses (catastrophes naturelles, incidents, ...)
  - ▶ Les variations dans le temps résultent de plusieurs effets : croissance annuelle, fluctuations saisonnières, cycles journaliers et hebdomadaires,...

- ▶ **Trafic téléphonique (traditionnel)**
  - ▶ Le trafic varie en fonction du lieu, du moment, des politiques tarifaires des opérateurs, de circonstances diverses (catastrophes naturelles, incidents, ...)
  - ▶ Les variations dans le temps résultent de plusieurs effets : croissance annuelle, fluctuations saisonnières, cycles journaliers et hebdomadaires,...
  - ▶ **Base de calcul** pour ce trafic : **heure chargée** (8 à 10 fois plus important que la moyenne du trafic journalier).

- ▶ **Trafic téléphonique (traditionnel)**
  - ▶ Le trafic varie en fonction du lieu, du moment, des politiques tarifaires des opérateurs, de circonstances diverses (catastrophes naturelles, incidents, ...)
  - ▶ Les variations dans le temps résultent de plusieurs effets : croissance annuelle, fluctuations saisonnières, cycles journaliers et hebdomadaires,...
  - ▶ **Base de calcul** pour ce trafic : **heure chargée** (8 à 10 fois plus important que la moyenne du trafic journalier).
  - ▶ **Intensité du trafic** pour un abonné pendant l'heure chargée : on l'évalue à environ **0.05 E/abonné**, soit en moyenne **3 minutes** pendant l'heure chargée

## ► **Trafic internet (selon Cisco)**



## ► **Estimation 2012 :**

- **Le trafic IP annuel va dépasser le zettabyte d'ici 2017 (ou 120 exabytes/mois)**

## ► **Estimation 2018 :**

- **Le trafic IP annuel va dépasser 3.3 zettabyte d'ici 2021 (ou 278 exabytes/mois).**

- 1 ZettaByte=1000 EB=  $10^{21}$  Bytes, 1 ExaByte=1000 PB, 1 PetaByte=1000 TeraByte

- ▶ **L'heure chargée du trafic Internet croit plus vite que le trafic moyen sur Internet.** En 2016 le trafic de l'heure chargée a augmenté de 51% alors que le trafic Internet moyen a cru de 32%. D'ici 2021 le trafic de l'heure chargée va être 4.6 fois plus important.
- ▶ **La moitié du trafic IP Internet a été généré par des appareils qui ne sont pas des ordinateurs en 2016.** En 2012, seulement le 25% du trafic IP était généré par des appareils autres que des ordinateurs. D'ici 2021, seulement 25% du trafic sera généré par des ordinateurs.
- ▶ Prédictions supplémentaires : <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html>