

Electronique

La Science du XXème siècle
Partie 2

Par : Christian FALCO

Plan

- ANALOGIQUE
- ALGORITHMIQUE
- NUMERIQUE

Deuxième volet : Algorithmique

Algorithmique

- On va maintenant voir les différents Algorithmes de calcul qui justifient le développement des Calculateurs de 1970 à nos jours
- On les introduira d'abord en Analogique puis on passera progressivement au Calcul Numérique et aux Processeurs

Algorithmique

- Des Calculs, pour quoi faire ? Quelques exemples

- Corrélation

$$(f \star g)(\tau) \stackrel{\text{def}}{=} \int_{-\infty}^{\infty} f^*(t) g(t + \tau) dt$$

- Permet de Corréler deux Signaux, voir leur ressemblance

- Convolution

$$(f * g)(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x - t)g(t) dt = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)g(x - t) dt$$

- Transformée de Fourier

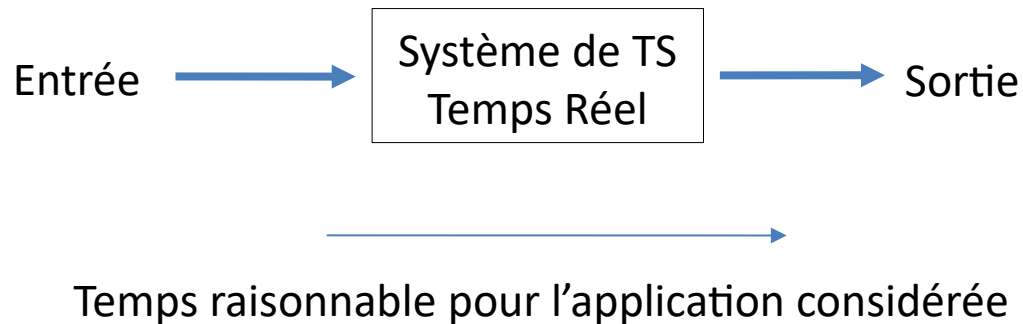
$$\mathcal{F}(s(t)) = \hat{s}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \cdot e^{-j \cdot 2\pi \cdot f \cdot t} \cdot dt$$

- Permet de passer de l'espace Temporel à l'espace Fréquentiel
- Sur une image 2D on fait une TF 2D

- Tout ceci est la base du Traitement du Signal

Algorithmique

- Le Traitement du Signal est en général « Temps Réel »
 - C'est-à-dire que chaque Entrée doit donner une Sortie
 - Ceci dans un temps spécifié raisonnable

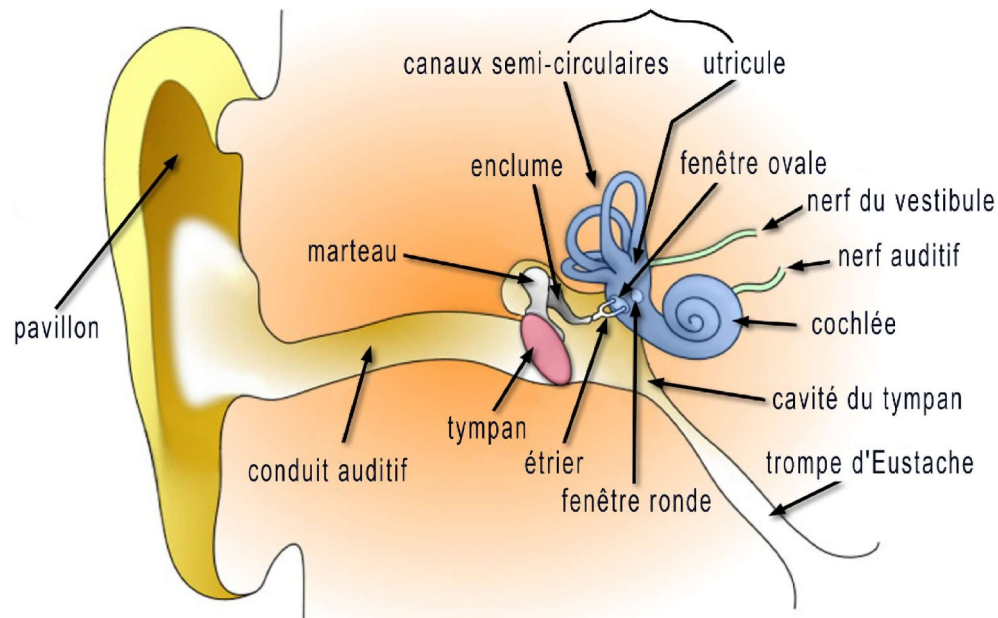


Algorithmique

- La Transformée de Fourier permet de passer :
 - Pour le Son : De l'espace Temporel à l'espace Fréquentiel
 - Pour une image : De l'espace vu à l'espace des Fréquences Spatiales
- Une fois dans le Spectre des Fréquences, on peut Filtrer
 - Ceci très simplement en éliminant les Fréquences indésirables
 - Ceci par une simple * par 0 de celles-ci
- Puis on revient dans l'espace de départ
 - Par la Transformée de Fourier Inverse
 - En gros le même Algo

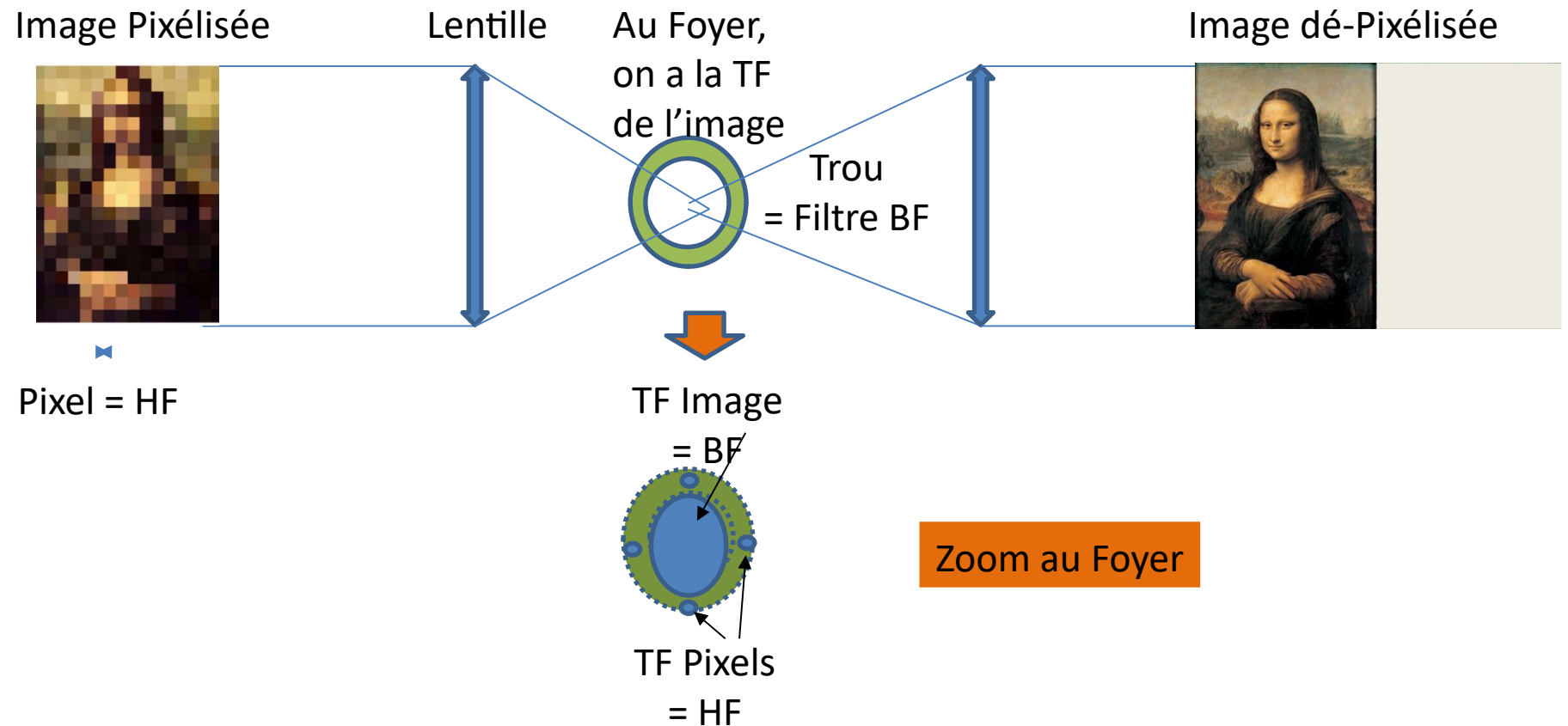
Transformée de Fourier « naturelle »

- Pas de quoi fanfaronner avec la TF
- Votre oreille fait la même chose, via la Cochlée
-



Algorithmique (Parenthèse)

- On peut traiter entièrement le Signal en Analogique, et sans électronique du tout (ex: Image)



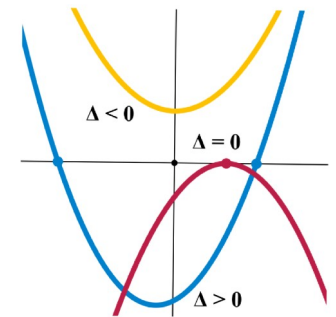
- Mais on peut faire la même chose par du Calcul : $TF + \text{Filtre BF} + TF^{-1}$

D'autres Algorithmes

- Origine du nom (via le Grec) :
 - Al-Khwârizmî, mathématicien arabe
 - Un Algorithme est un ensemble d'Opérations permettant de résoudre un Problème, en un Temps fini

D'autres Algorithmes

- Pour résoudre les équations du 2nd degré, Al-Khwârizmî utilisait 2 Algorithmes, pour se ramener à un de 6 cas canoniques :
 - $ax^2=bx$, $ax^2=c$, $bx=c$, $ax^2+bx=c$, $ax^2+c=bx$, $ax^2=bx+c$
 - Al-Jabr (qui a donné **Algèbre**) : équation à coefficients positifs
 - Ex : $5x^2 = 40x$
 - et Al-Muqabala : quantités (carré,variable...) une fois par membre
 - Ex : $5 = 40x + 3x^2$
- Aujourd'hui on procède ainsi :
 - $ax^2 + bx + c = a(x^2 + 2x(b/2a) + c/a)$
 $= a(x^2 + 2x(b/2a) + (b/2a)^2 - (b/2a)^2) + c/a$
 $= a(x + b/2a)^2 - (b^2 - 4ac)/4a^2$
 $= a(x - (-b \pm \sqrt{\Delta})/2a),$ avec $\Delta = b^2 - 4ac$ discriminant



D'autres Algorithmes (1/2)

- Tri par méthode d'Archimède, ou à bulles
- Algorithme de Dijkstra, pour téléphones cellulaires
 - Pour résoudre le problème du plus court chemin
- Crible d'Erathostène
 - Pour trouver les nombres premiers
- Méthode de Newton/Raphson
 - Pour extraire les racines carrées
- ...

D'autres Algorithmes (2/2)

- La Multiplication

- ♦ $xy * x'y' = y'y + 10*yx' + 10*xy' + 100*xx'$
- ♦ Série d'Additions décalées

- La Division

- ♦ $xy / x'y'$
- ♦ Série de Multiplications et Soustractions

13	5
10	2,6
30	
0	

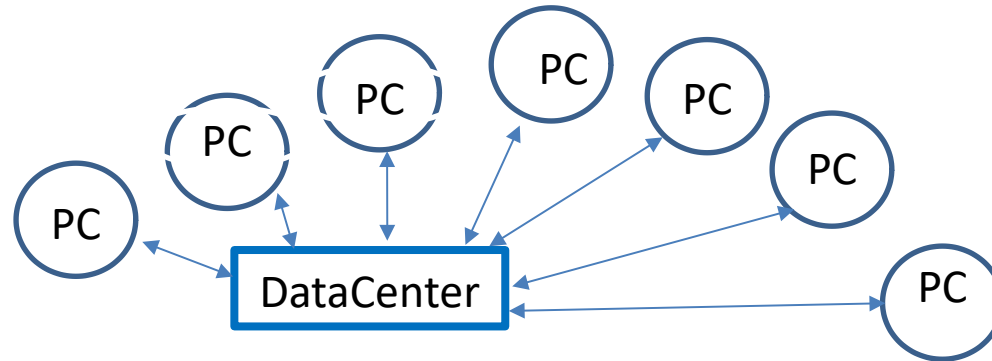
TS : Comment fonctionne un Radar

- Radio Détection and Ranging (vers 1930)
- Détection de : Avions, Bateaux, Voitures, Nuages ...
- Une antenne qui tourne, émet à chaque angle un signal
- Une antenne reçoit le signal réfléchi par un obstacle
- Traitements :
 - Formation cases Distance, calcul du temps émission/réception
 - Analyse de Fourier, analyse Doppler pour la vitesse de la cible
 - Divers traitements pour optimiser
 -



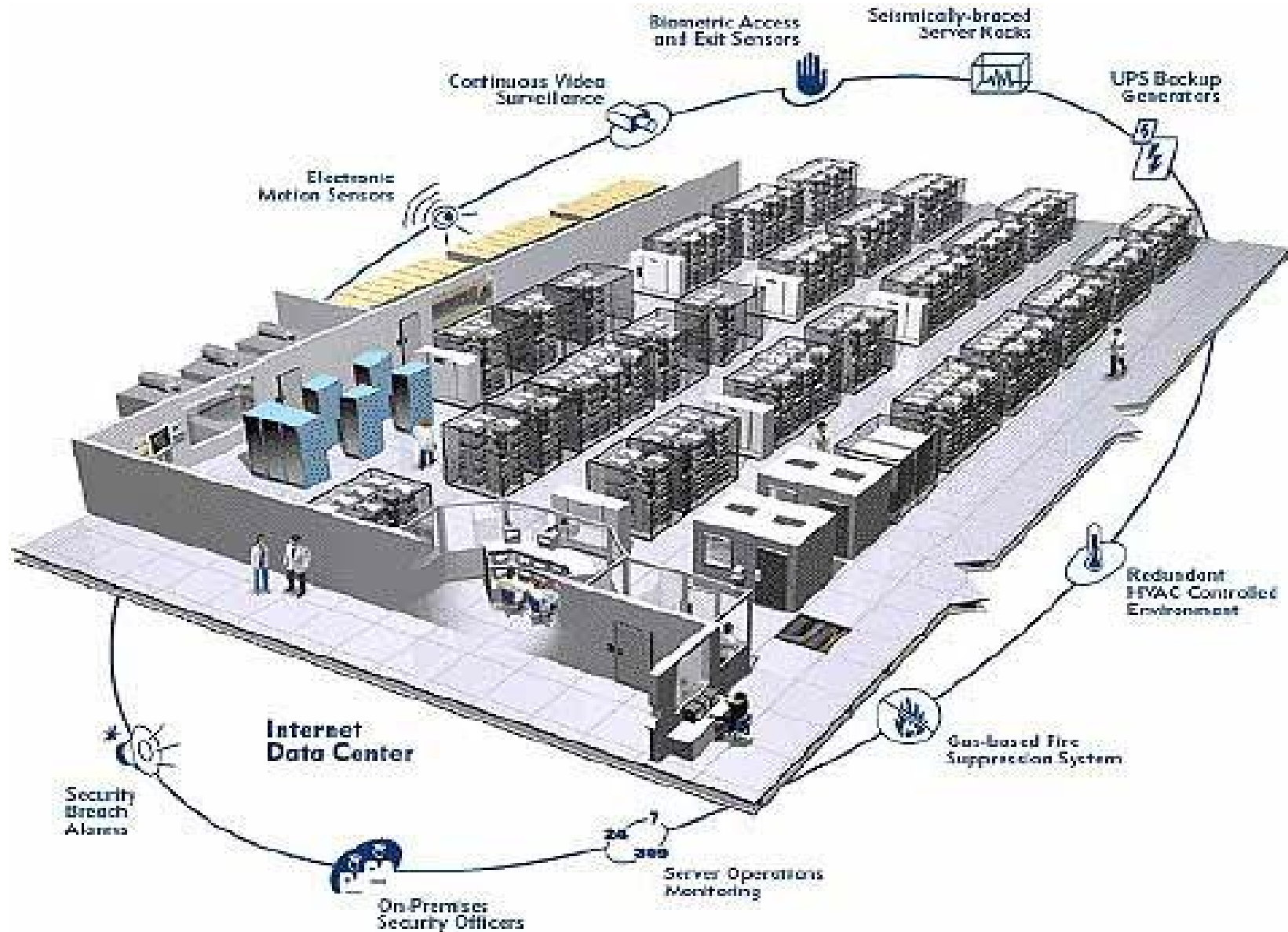
Algorithmique

- En plus des PC individuels, il y a les Centres de Calcul (Data Center)



- Ceux-ci permettent aux PC individuels :
 - D'accéder aux Données (Web : Données, Images, Vidéo)
 - De faire des Calculs (DataCenter : Physique, Météo ...)
- C'est là que de fortes puissances de Calcul sont nécessaires
 - Gigantesque Installation à forte Puissance ... et forte Consommation
 - Milliers de CPU, et/ou GPU

DataCenter



DataCenter

- Ex : **Apple DataCentre Caroline du Nord**
 - 50Ha (100 terrains de Foot)
 - 500 000 square-feet de Servers
 - 1Mld \$



DataCenter

- On estime qu'il faut 20pJ pour faire un Calcul 64 bits format Flottant (Mul ou Add)
- Mais un DataCenter ou un Super Calculateur fait 10 puissance 15 Calculs/s
- D'où une consommation globale de l'ordre de 10 à 20 MW
 - Nota : 1 Centrale nucléaire produit 900MW