
Performance de circuits numériques

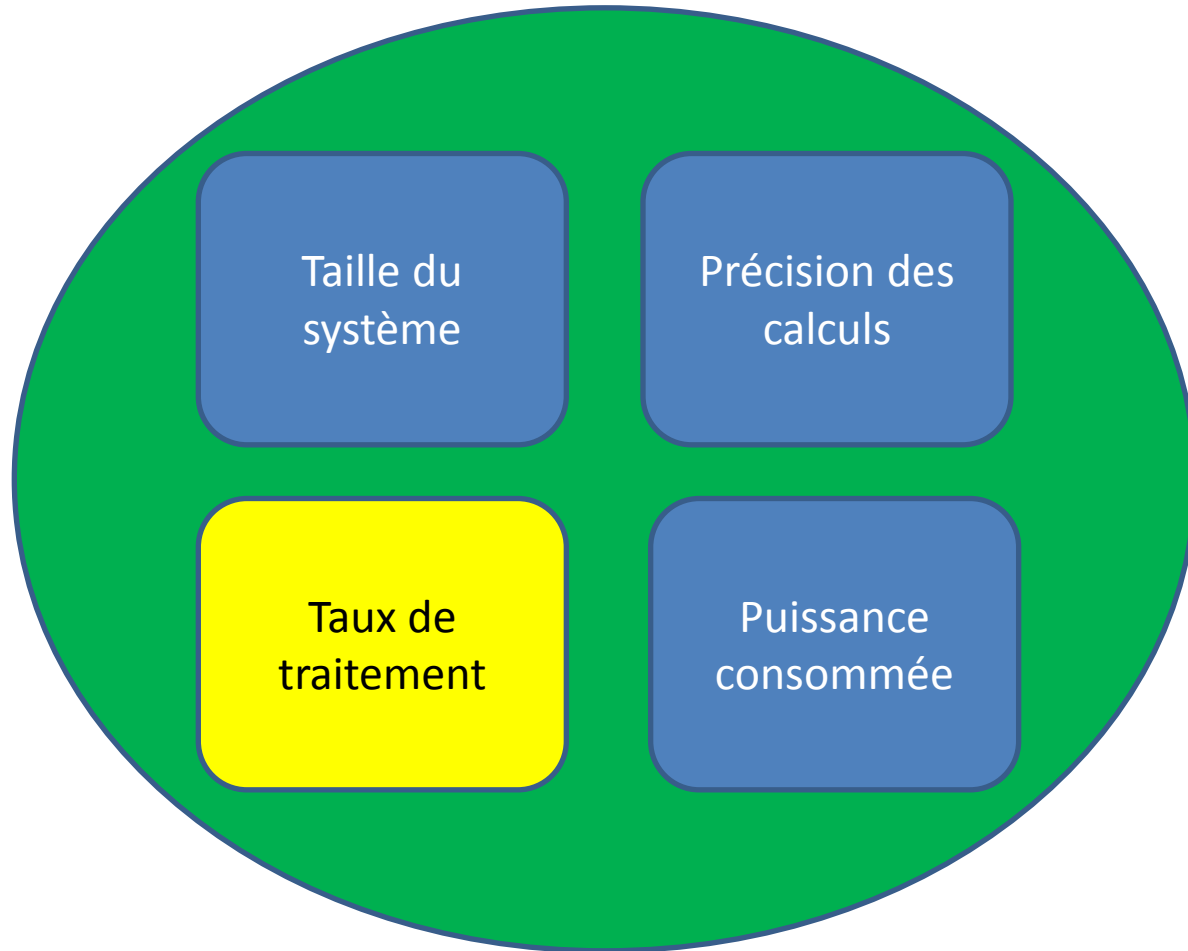
Partie 1 – le facteur temps – introduction



Pierre Langlois

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ca/>

Quatre considérations pour l'implémentation d'un système numérique



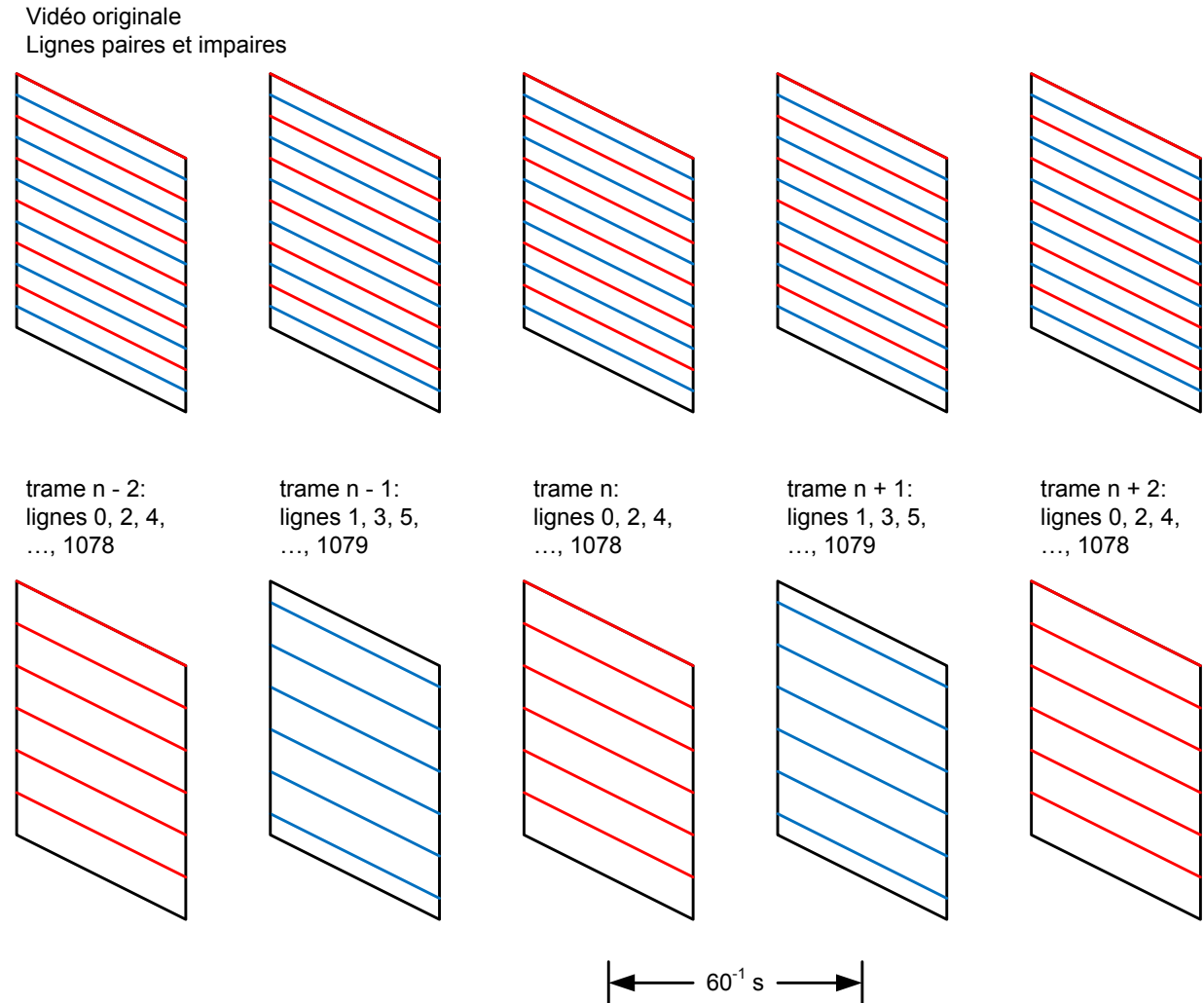
Performance de circuits numériques

Partie 1: le facteur temps

- Pour être acceptable, un circuit numérique doit rencontrer ses spécifications fonctionnelles: il doit produire les bons résultats.
- Il doit aussi rencontrer ses spécifications temporelles: il doit produire les résultats à temps.
- Le taux de traitement est directement proportionnel
 - à la fréquence d'horloge;
 - au nombre de résultats produits par cycle d'horloge; et,
 - au nombre d'unités de calcul en parallèle.

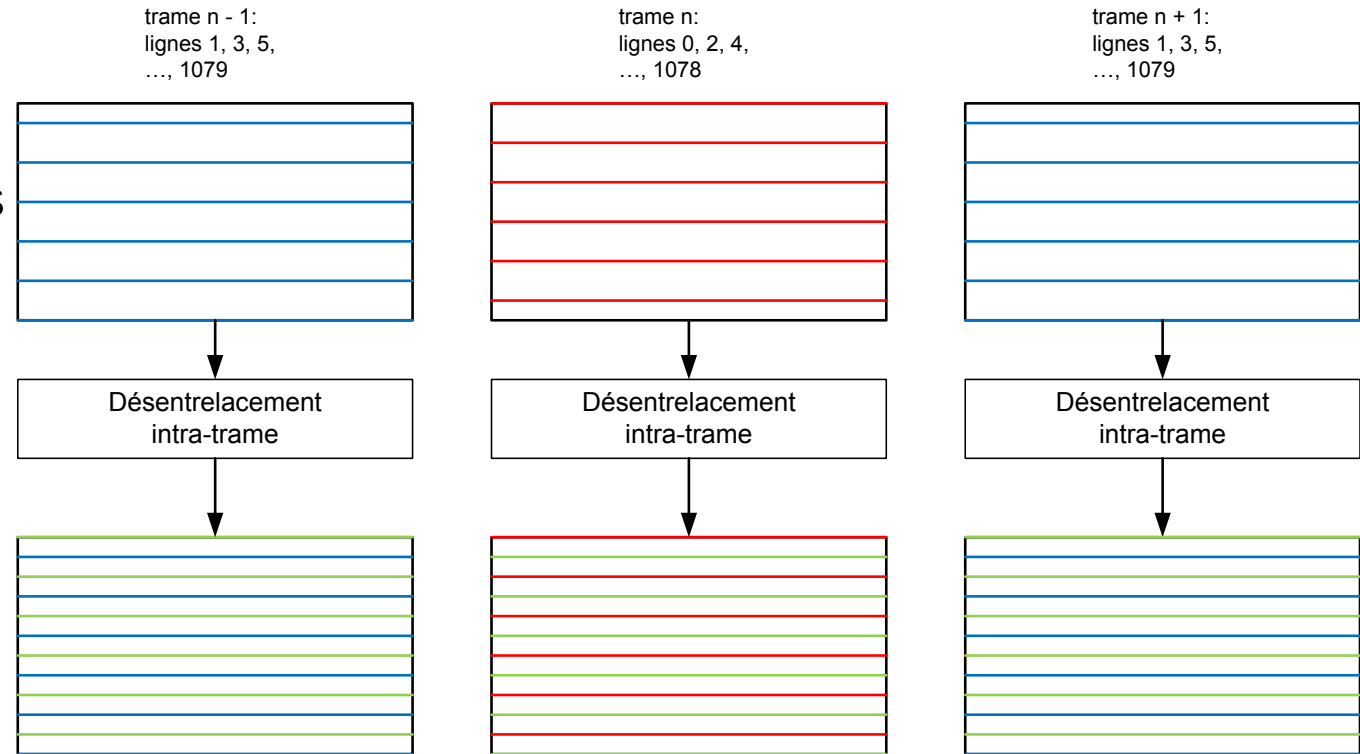
Exemple: désentrelacement vidéo pour télévision HD

- Un téléviseur HD peut afficher des images de 1920 pixels de large par 1080 pixels de haut, à un taux d'au moins 60 images par seconde.
- Plusieurs sources fournissent une vidéo de qualité inférieure. Par exemple, la norme ATSC « 1080i » de télévision au Canada spécifie:
 - images de 1920×540 pixels;
 - chaque trame contient soit les lignes paires soit les lignes impaires de l'image originale de 1080 lignes;
 - les images sont entrelacées à un taux de 60 trames par seconde.
- Le téléviseur doit recombinaison les images par un processus de désentrelacement.



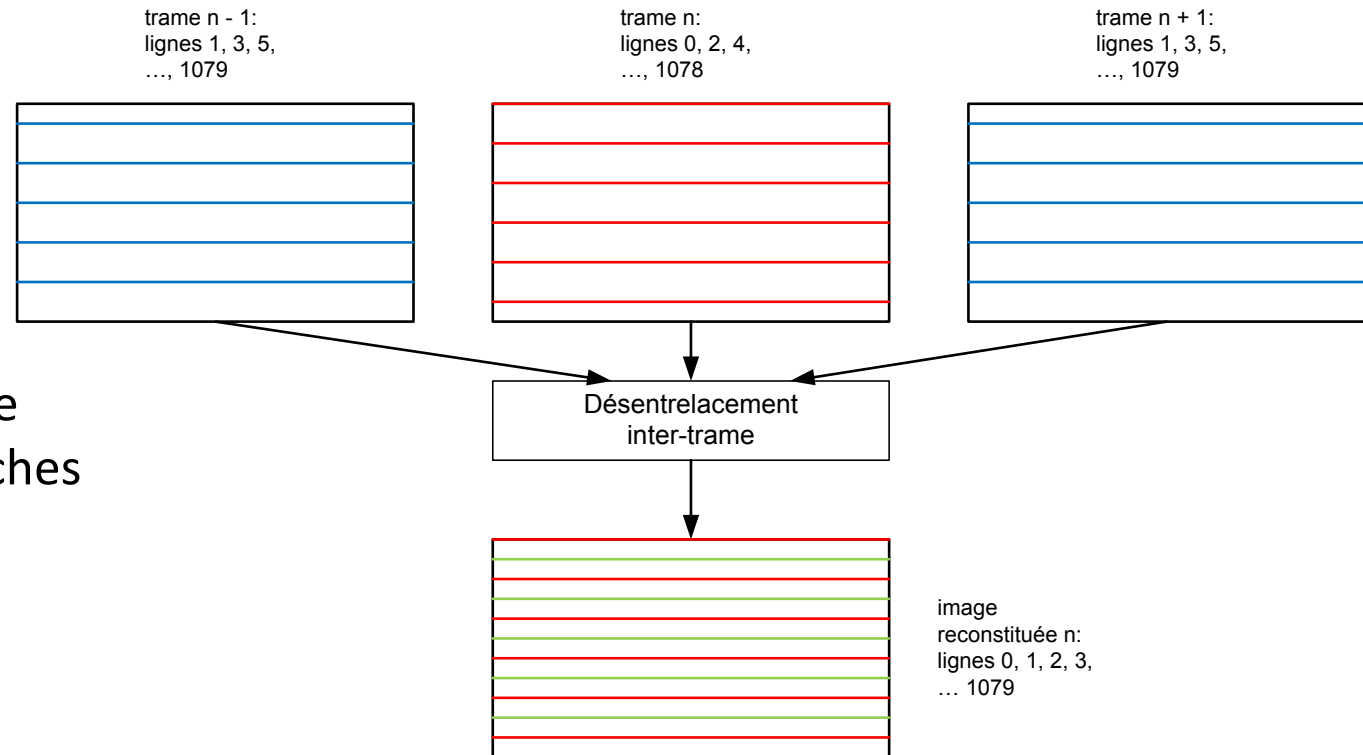
Désentrelacement intra-trame

- Le désentrelacement *intra-trame* consiste à reconstituer une image complète à partir de l'information reçue d'une seule trame.
- Pour chaque trame, il faut estimer la valeur des lignes de pixels manquantes à partir des lignes fournies de la trame présente.
- Deux approches naïves:
 - Répéter chaque ligne reçue (*line doubling*);
 - Moyenner des paires de lignes reçues (*line averaging*)
- Problèmes des approches naïves:
 - Perte de résolution
 - Scintillement (*flickering*) des objets fixes



Désentrelacement inter-trame

- Le désentrelacement *inter-trame* consiste à reconstituer une image complète à partir de l'information reçue de plusieurs trames.
- Pour chaque trame il faut estimer la valeur des lignes de pixels manquantes à partir des lignes fournies de plusieurs trames.
- Le nombre de calculs et les besoins en mémoire sont beaucoup plus grands que pour les approches intra-trame.



Désentrelacement vidéo

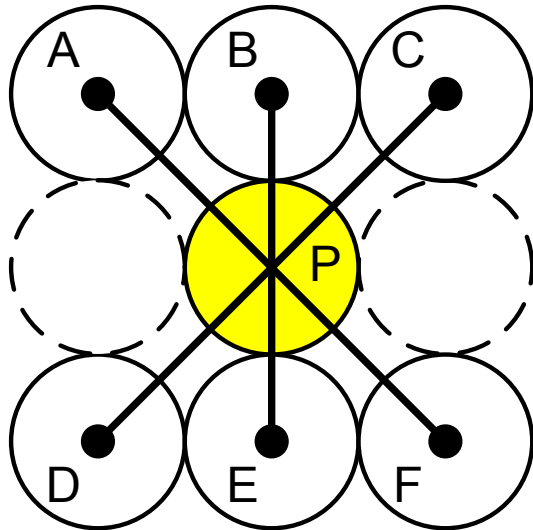
Analyse du taux de traitement

- Le traitement nécessaire pour effectuer le désentrelacement peut être très simple, par exemple doubler chaque ligne reçue.
- Il peut être très complexe, par exemple effectuer le suivi d'objets d'une trame à l'autre pour n'utiliser que des pixels originaux dans chaque image produite.
- Pour une image HD, le nombre de pixels à calculer est:
$$1920 \times 540 = 1\,036\,800 \text{ pixels}$$
- Le taux de traitement nécessaire est:
$$1\,036\,800 \text{ pixels/image} \times 60 \text{ images/s}$$
$$\approx 62.2 \text{ Mpixels/s.}$$
- Chaque pixel est composé de trois octets (R, G, B), pour un total de
$$\approx 186.6 \text{ Moctets/s.}$$

Désentrelacement intra-trame

Algorithme ELA

- L'algorithme ELA (*Edge-based Line Average*) produit de meilleurs résultats que le doublage ou le moyennage de lignes.
- Pour chaque pixel à calculer P , on calcule la similarité entre les trois paires de pixels (A, F) , (B, E) et (C, D) .
- La paire avec la plus grande similarité est choisie, et sa moyenne donne le pixel manquant.

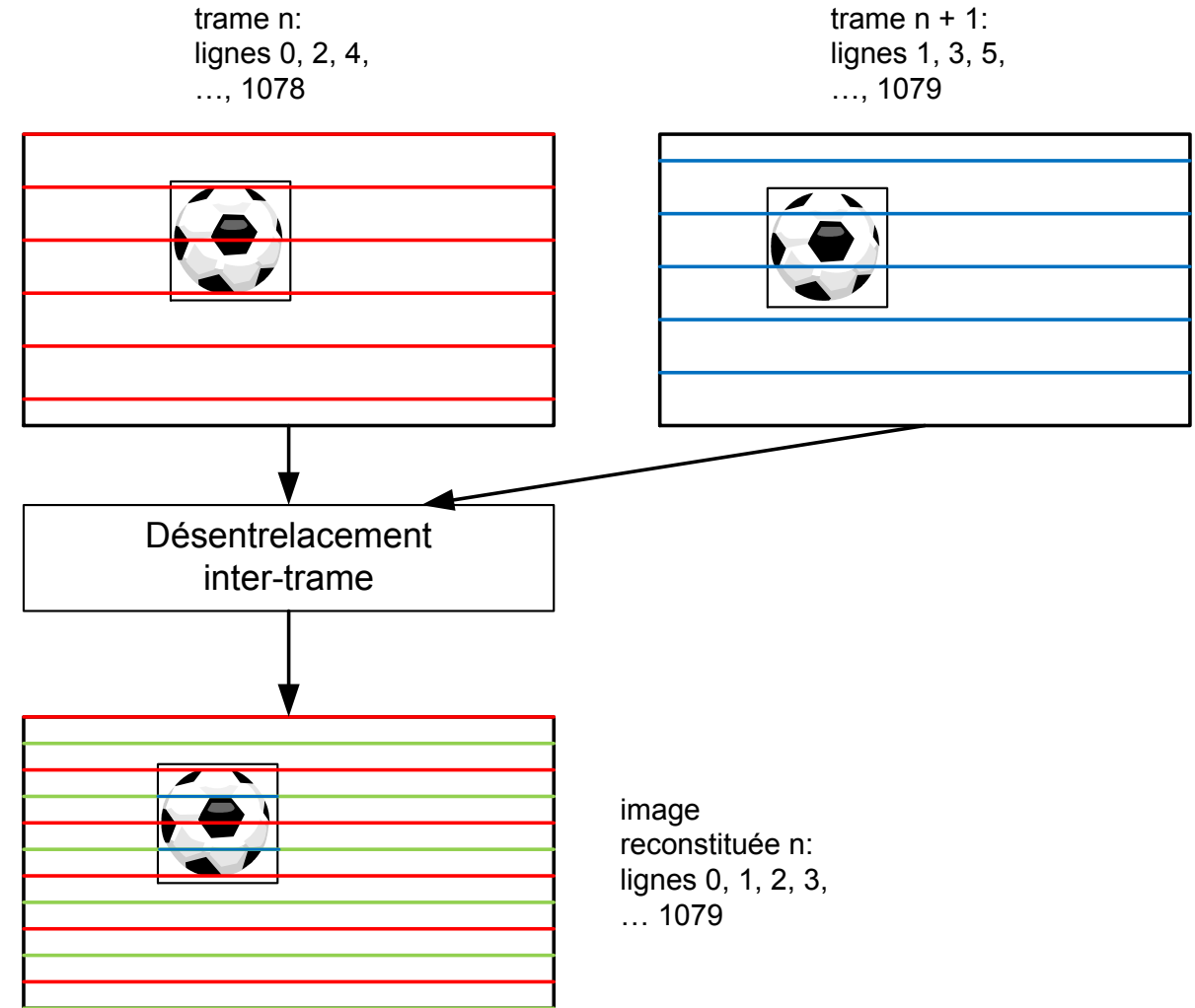


- Pour chaque pixel, il faut:
 - Calculer les trois différences absolues
 $|A - F|, |B - E|, |C - D|$
 - faire trois comparaisons, de façon à déterminer laquelle des trois différences absolues est la plus petite; et
 - calculer une moyenne
 $P = (A + F) / 2$ ou bien $(B + E) / 2$ ou bien $(C + D) / 2$
- Pour chaque pixel, il faut faire 10 opérations par couleur, soit 30 opérations.
- On a $1920 \times 540 \text{ pixels} \times 60 \text{ images/s} \approx 62.2 \text{ Mpixels/s}$
- Le taux de traitement effectif est donc
 $30 \times 62.2\text{M} \approx 1.87 \text{ Gops/s}$

Ceci n'inclut pas les branchements ni les chargements de la mémoire.

Désentrelacement inter-trame par compensation de mouvement

- Dans une trame adjacente, on cherche le bloc le plus similaire au bloc présent. On remplace les lignes manquantes du bloc présent par celles du bloc similaire.
- Supposons des blocs de 16×16 pixels et un espace de recherche de 64×64 pixels: il y a 4096 blocs à inspecter. Pour trouver un seul bloc, il faut comparer $16 \times 16 \times 4096 \approx 1.05$ M paires de pixels.
- Dans une image HD entrelacée, il y a 4080 blocs de 16×16 pixels. Le taux de traitement pour la *recherche de blocs seulement* pour une vidéo HD serait de l'ordre de 4080×1.05 M = 4.3 Gops/s.
- Une fois un bloc trouvé, il faudrait faire des opérations d'interpolation pour calculer les pixels manquants.



En conclusion ...

- La plupart des systèmes numériques doivent rencontrer des contraintes importantes concernant le taux de traitement.
- Le taux de traitement est directement proportionnel
 - à la fréquence d'horloge;
 - au nombre de résultats produits par cycle d'horloge; et,
 - au nombre d'unités de calcul en parallèle.
- Dans les vidéos de cette semaine, nous allons considérer le premier facteur, la fréquence d'horloge.