Impact des mémoires flash sur la gestion de données

Brice Chardin
brice.chardin@ensma.fr

LIAS, ISAE-ENSMA

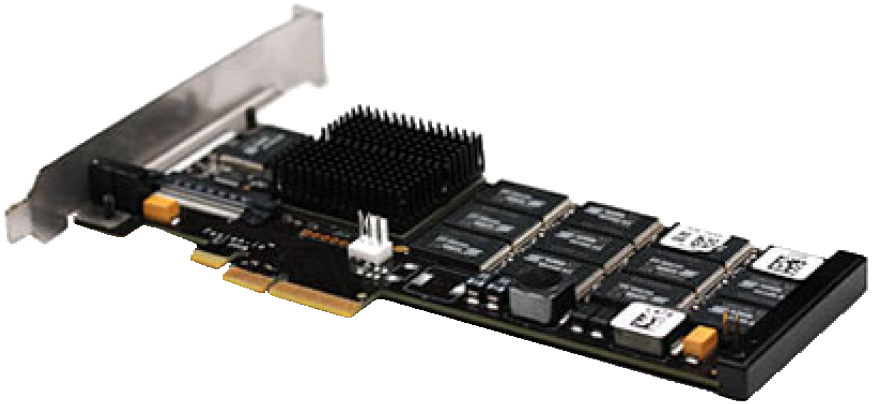
Introduction

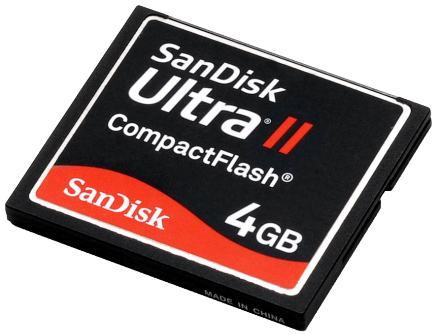
« *Tape is dead, disk is tape, flash is disk* » [Gray, 2006]

Popularisation des mémoires flash

- De plus en plus utilisées
- Nombreux formats différents
- Quels impacts sur les applications de gestion de données ?

Types de mémoires flash





Plan

1 Introduction

2 Architecture des puces flash NAND

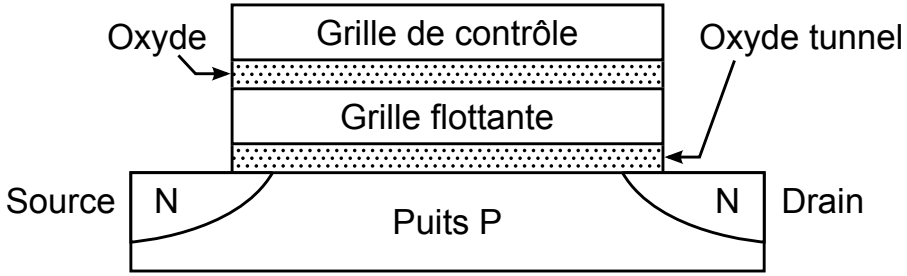
3 Flash Translation Layer

4 Solid State Drives

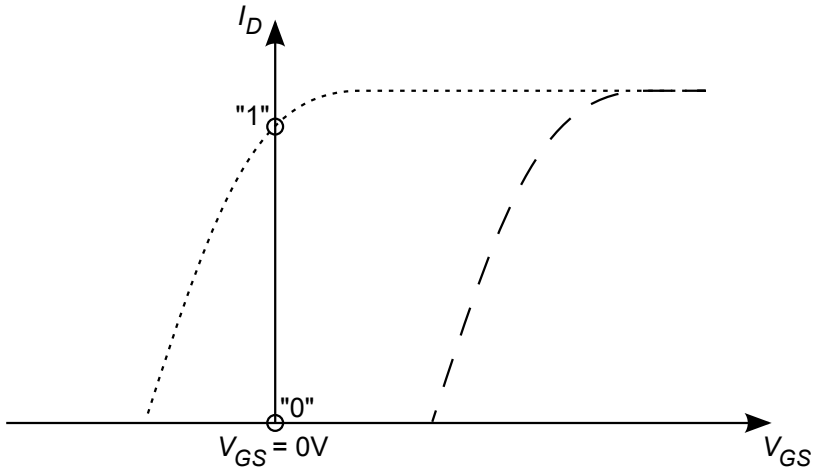
5 Conclusion

Cellules

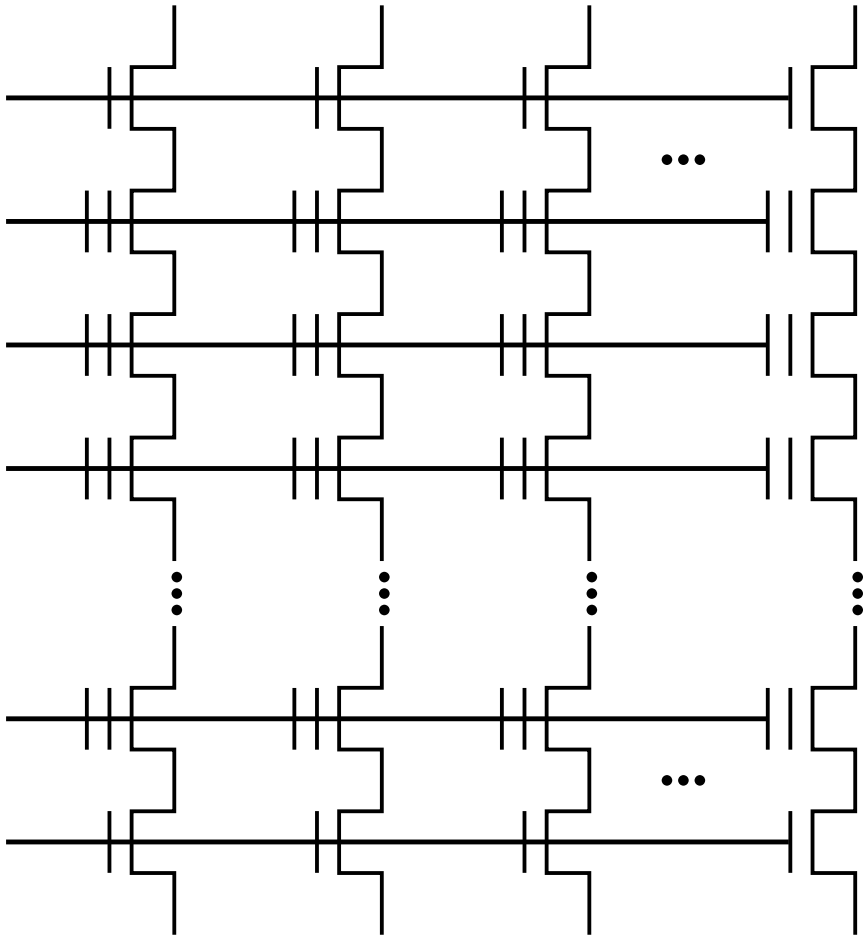
- Stocke une charge électrique de manière persistante



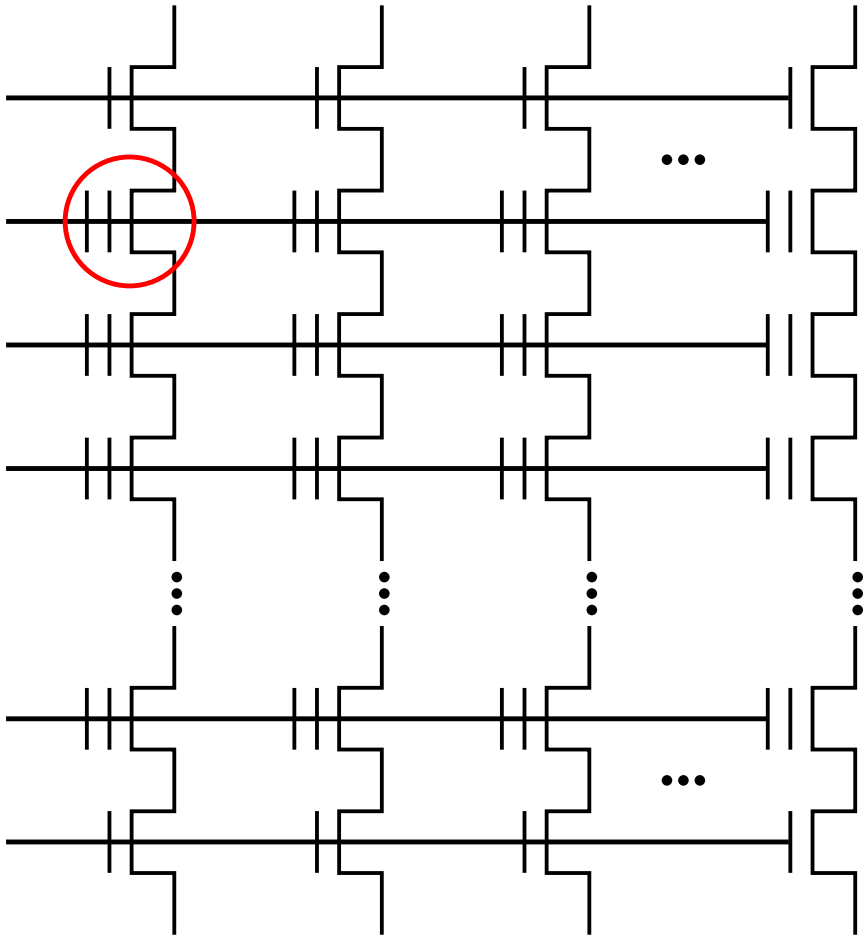
- Cette charge modifie la tension de seuil du transistor



Organisation de la mémoire flash

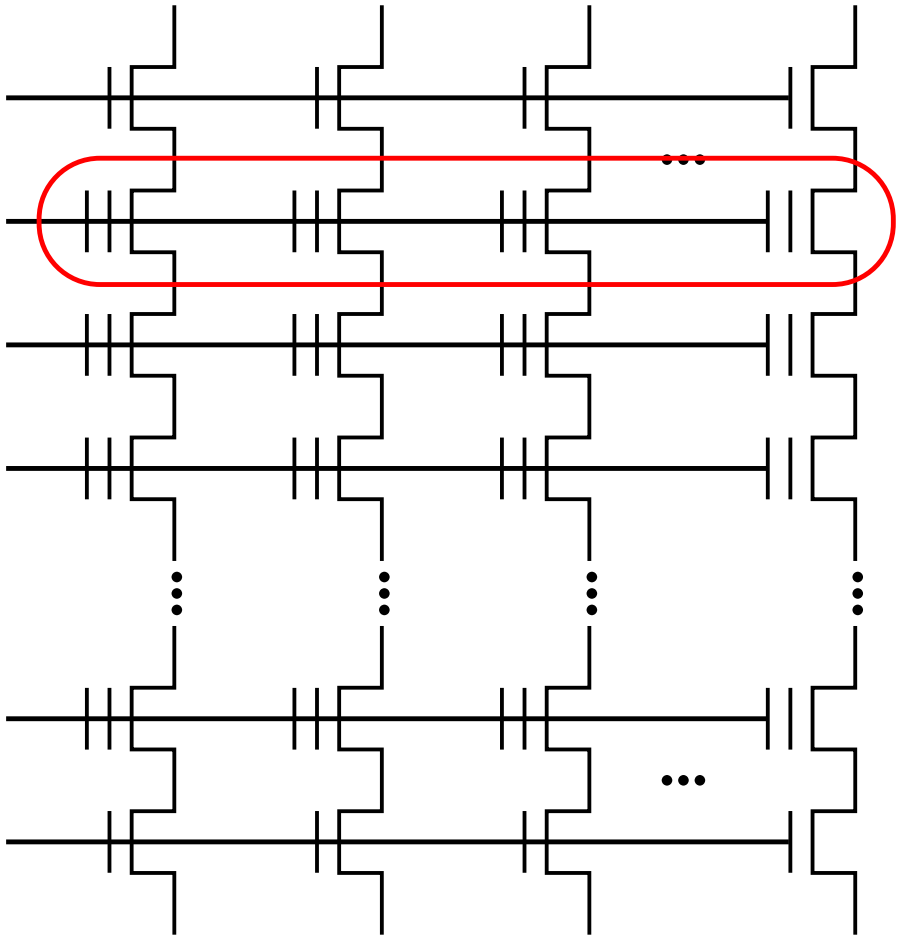


Organisation de la mémoire flash



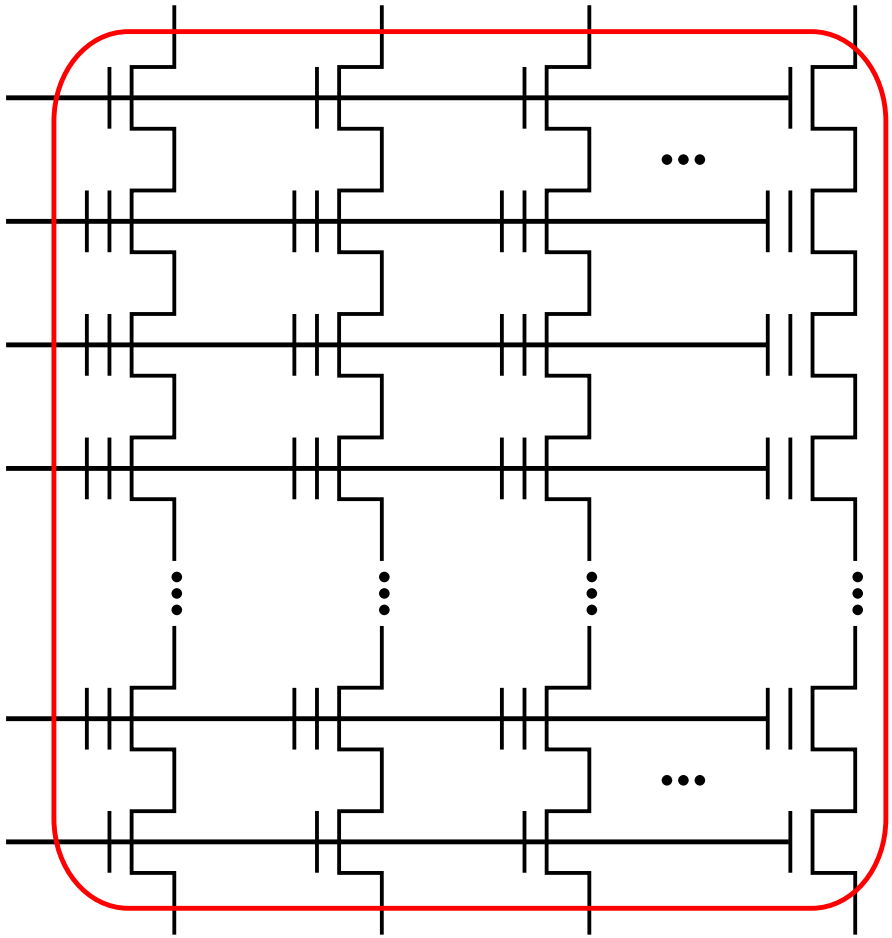
- Cellule

Organisation de la mémoire flash



- Page (typ. 33792 cellules par page, soit 4 Ko)

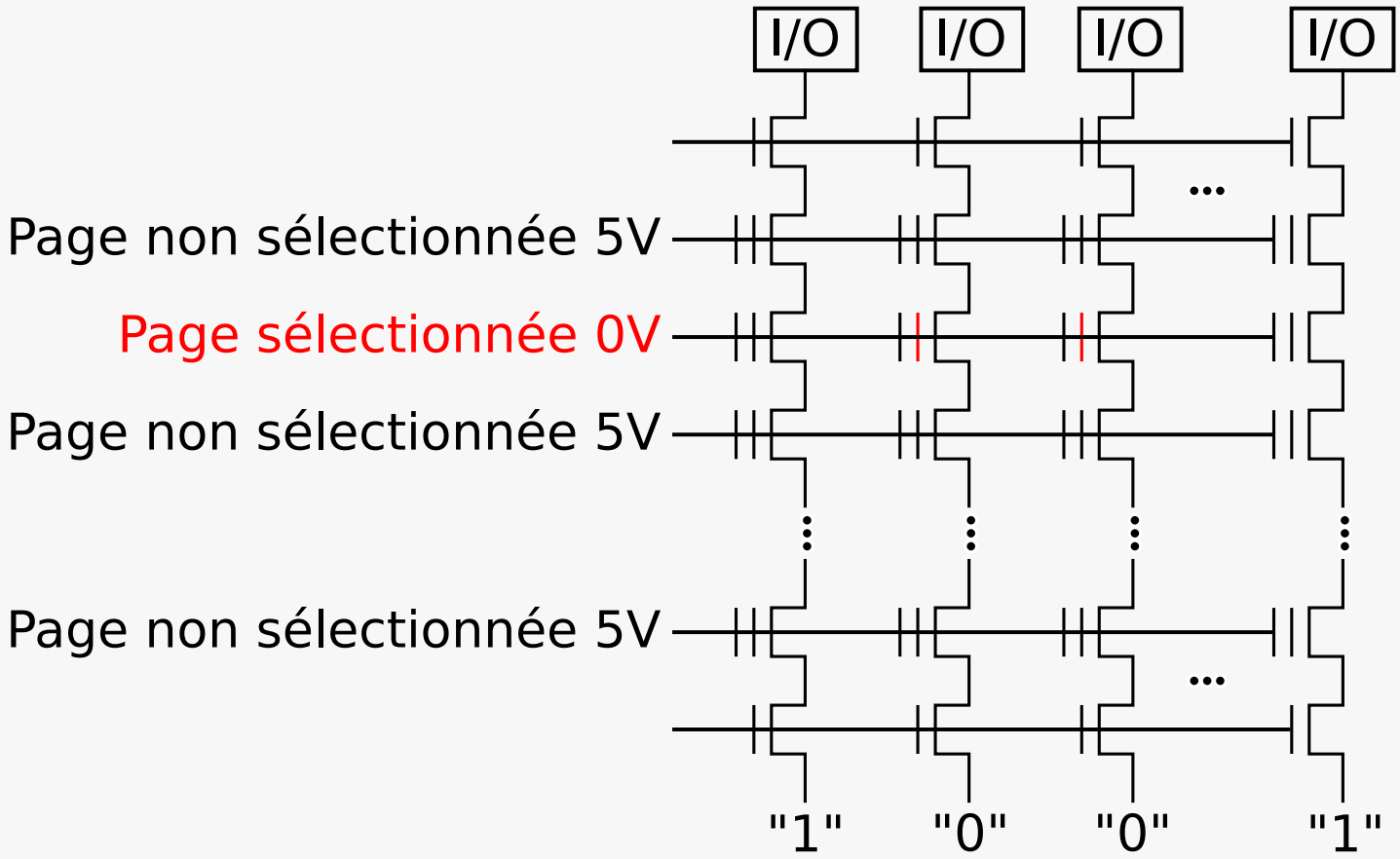
Organisation de la mémoire flash



- Block (typ. 64 pages par block, soit 256 Ko)

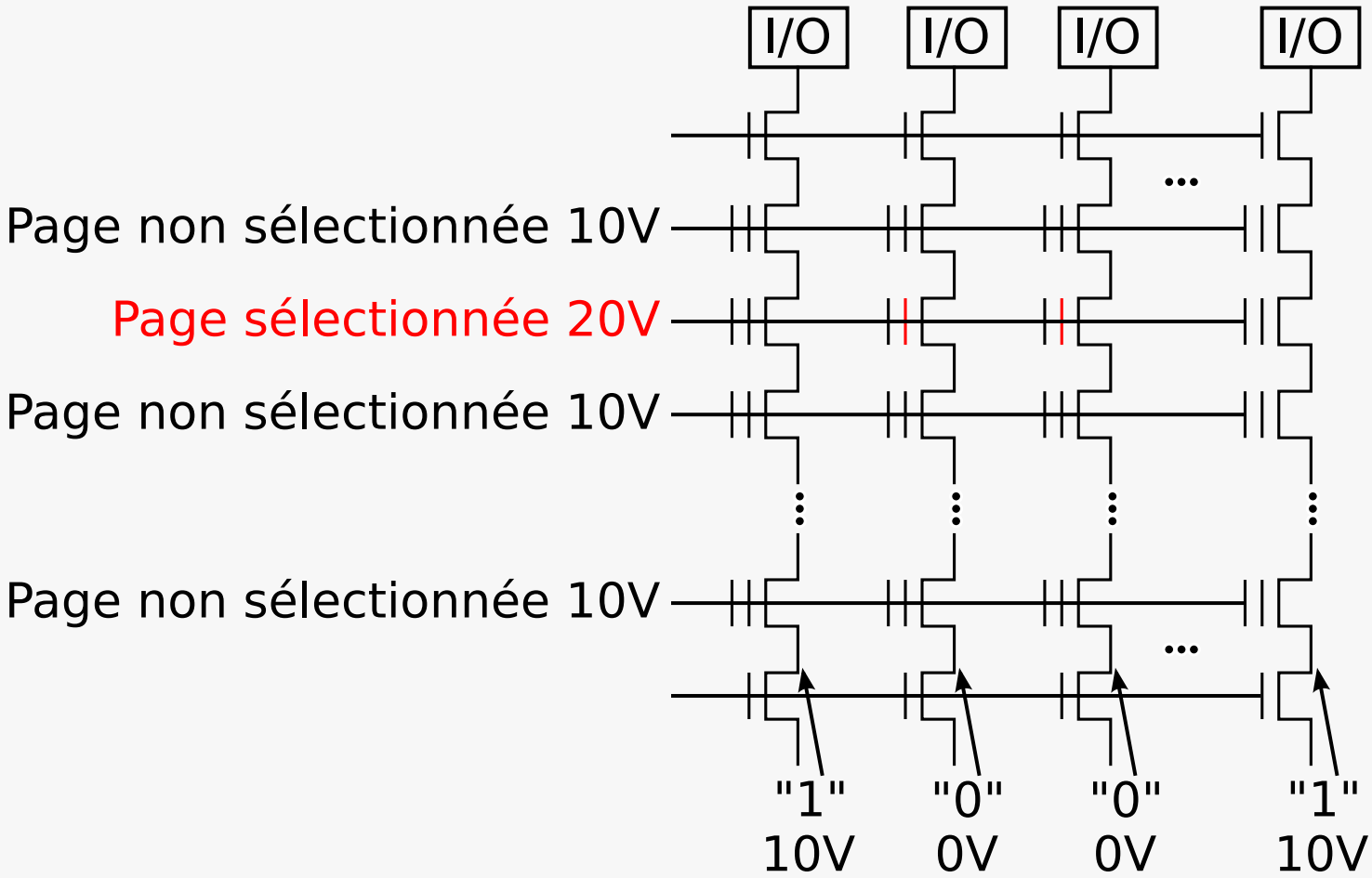
Opérations élémentaires

Lecture



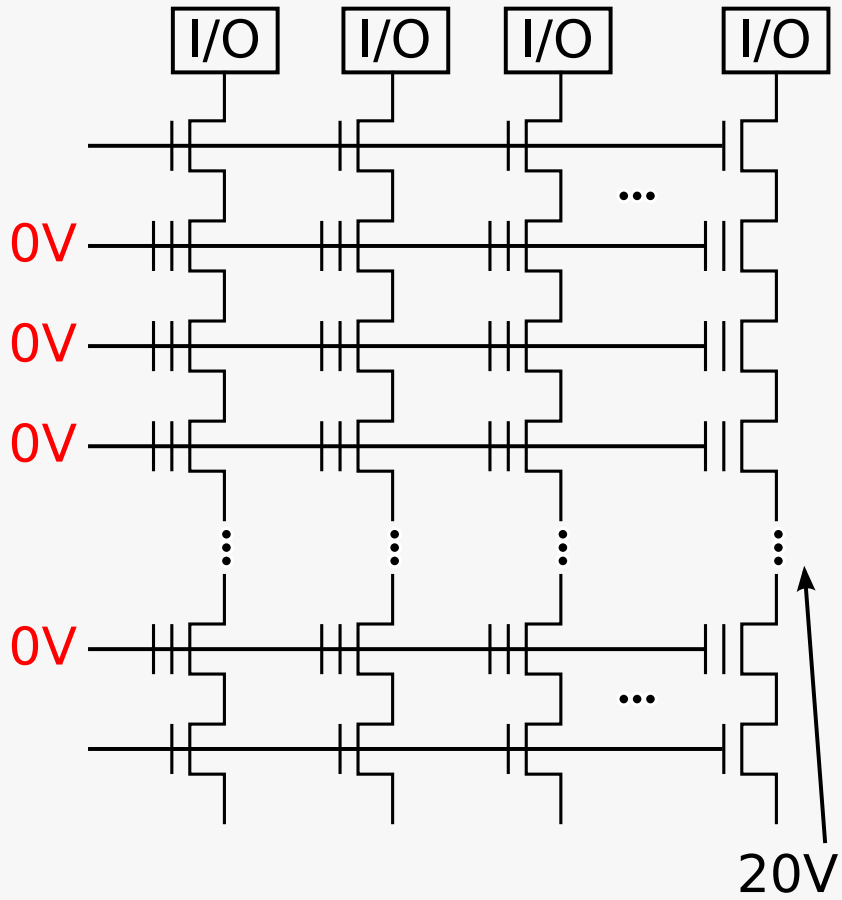
Opérations élémentaires

Écriture (*program*) : 1 → 0



Opérations élémentaires

Effacement : 0 → 1



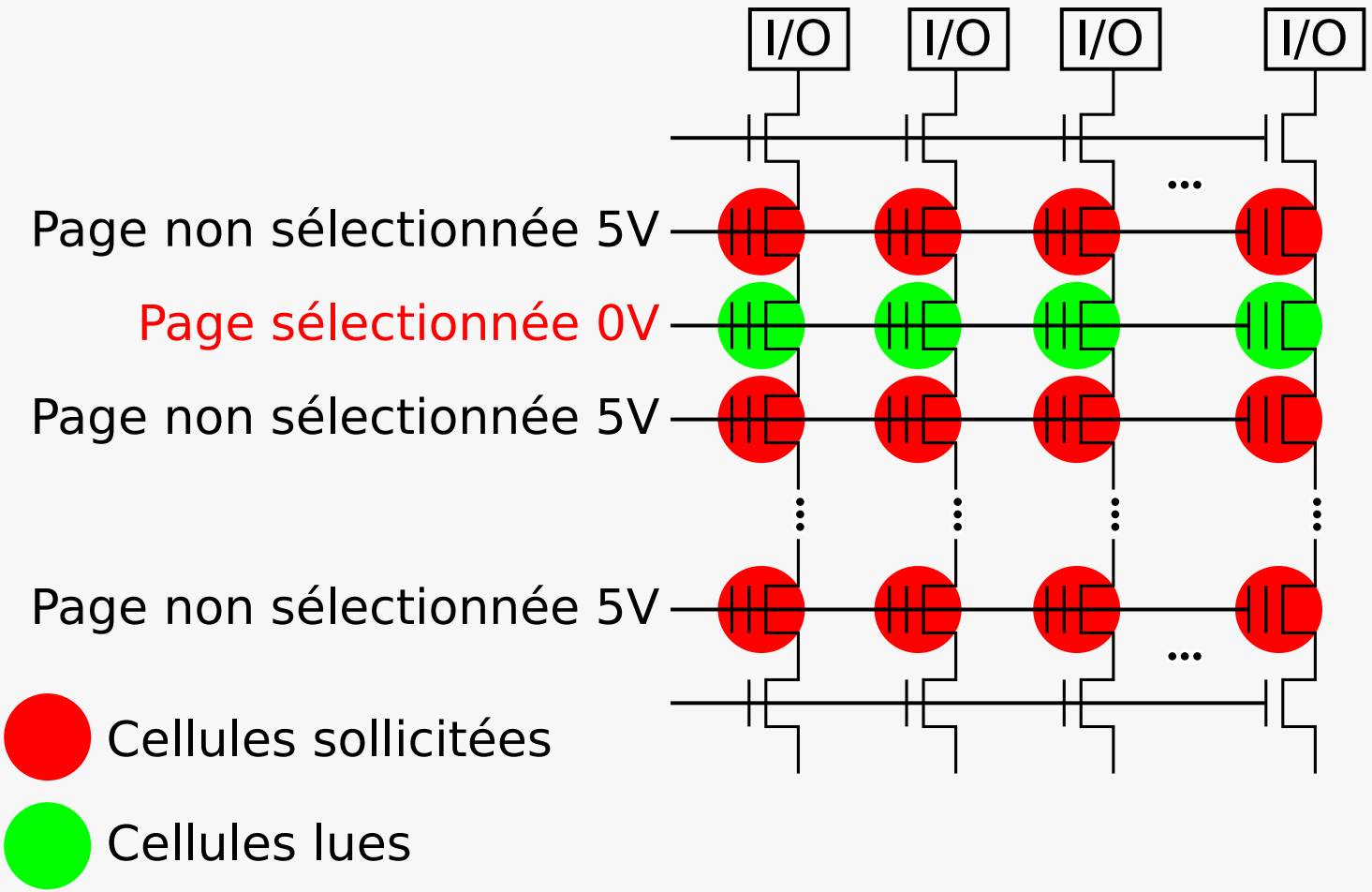
Opérations élémentaires

Pour résumer :

- Lecture (par page)
- Écriture (par page)
- Effacement (par block)

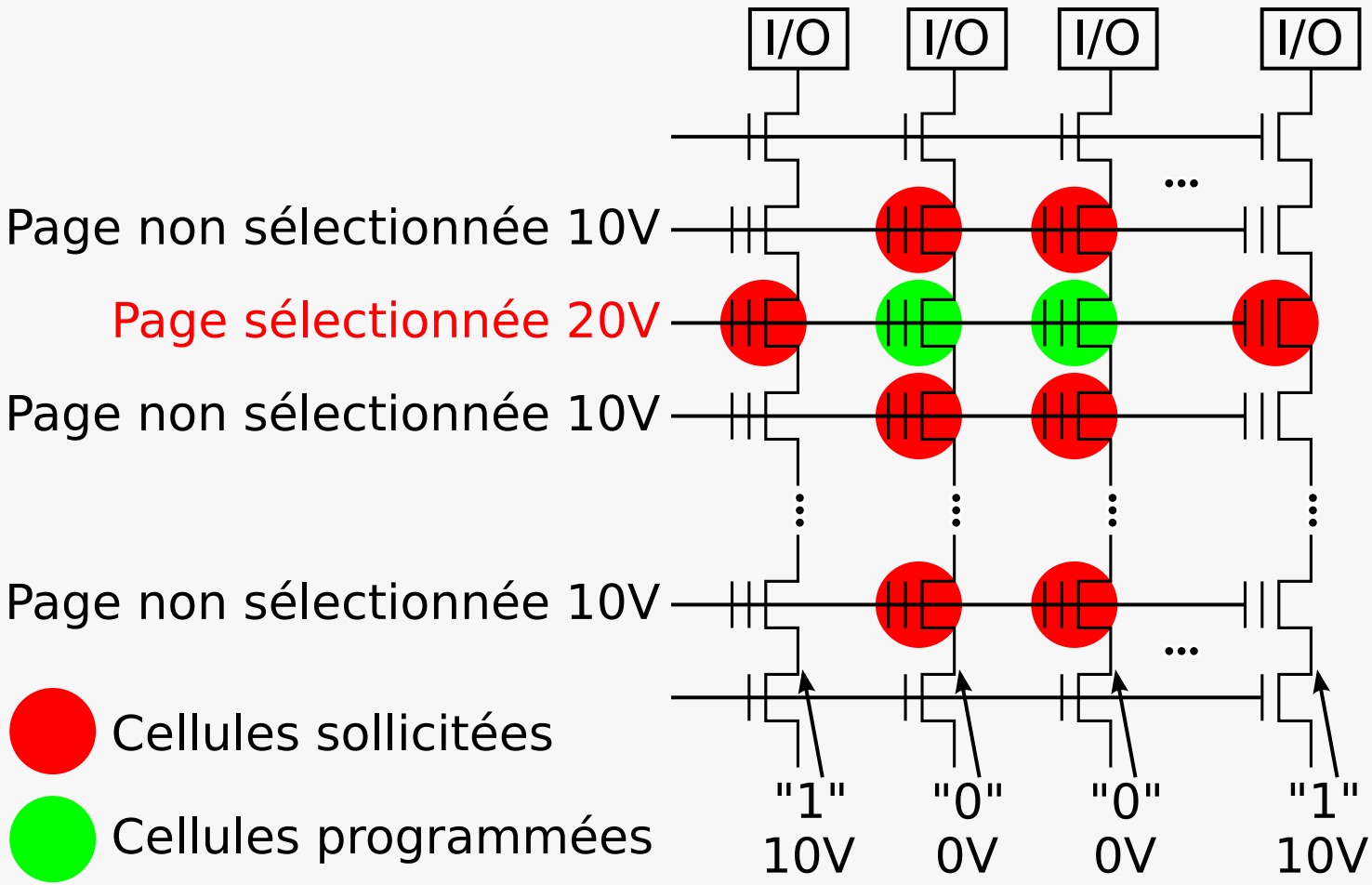
Perturbations

Lecture



Perturbations

Écriture



Perturbations

Cellules sollicitées

- Faiblement programmées
- Remises à zéro lors d'un effacement

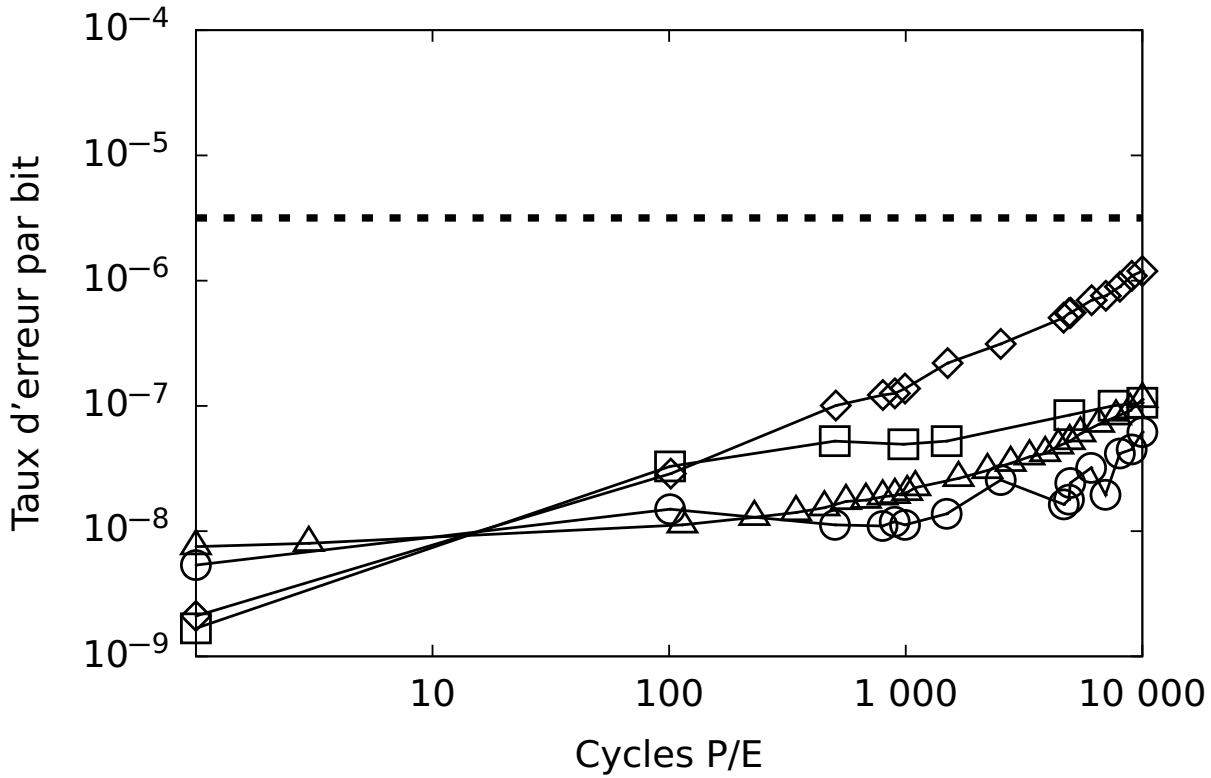
Atténuation des perturbations

- Code de correction d'erreur
- Écriture séquentielle des pages d'un block

Endurance

Effacement

- Charges enfermées dans l'oxyde tunnel
- Dégradation permanente
- Durée de vie limitée en nombre d'effacements



Contraintes des mémoires flash

Pour résumer :

- Code de correction d'erreur
- Écriture séquentielle des pages d'un bloc
- Effacement avant réécriture
- Répartition de l'usure sur l'ensemble des blocs
- Gestion des blocs invalides

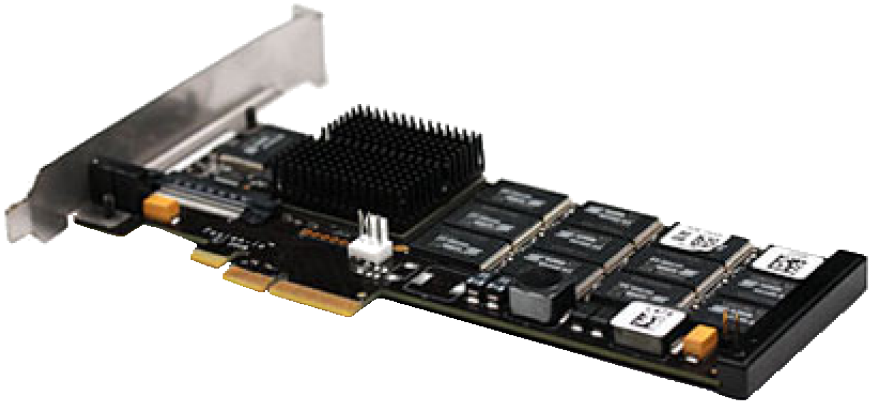
La Flash Translation Layer

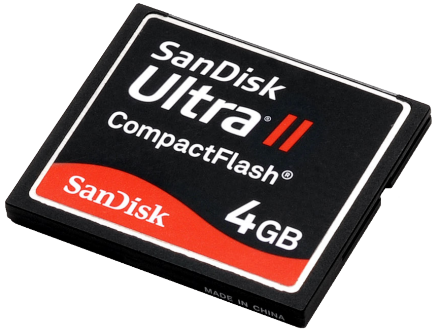
Flash Translation Layer (FTL)

- Couche intermédiaire entre les puces flash et le système d'exploitation
- Interface similaire aux disques durs
  - Uniquement lecture/écriture, pas d'effacement
- Généralement intégrée à la mémoire flash
- Redirection des écritures

Importance de la FTL

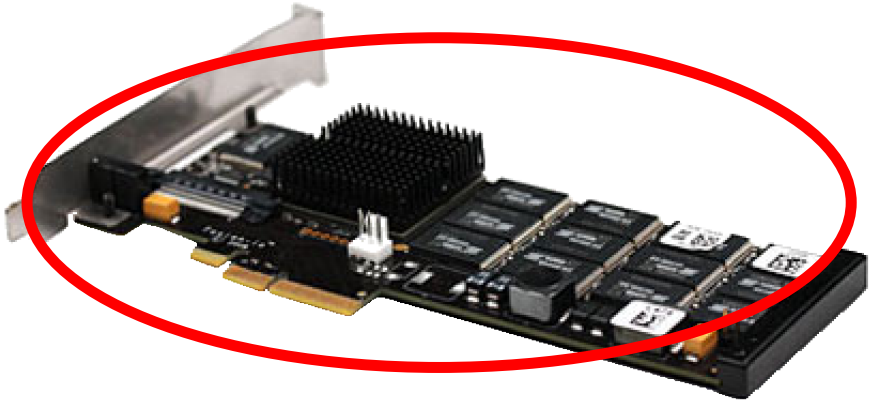
Quelles mémoires flash intègrent une FTL ?

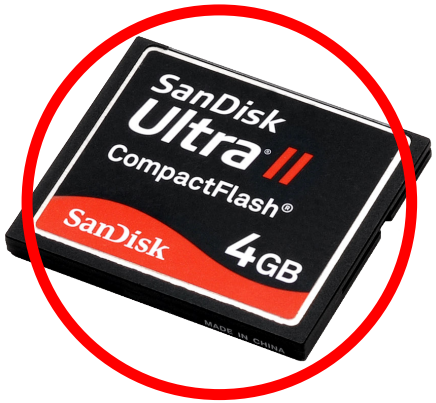




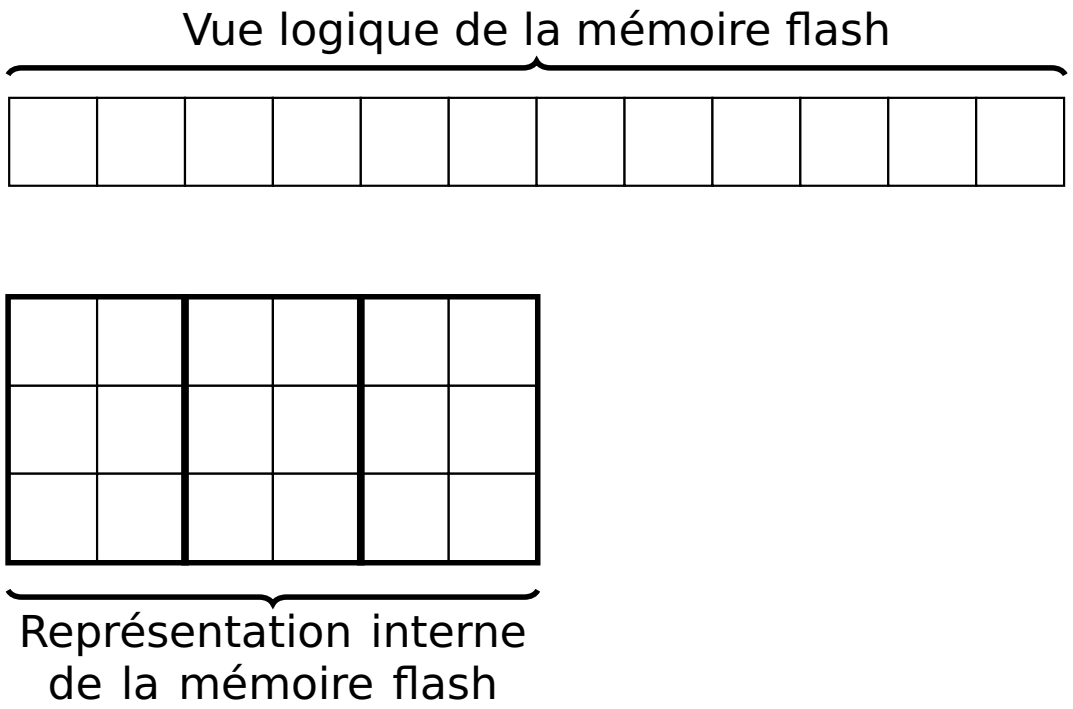
Importance de la FTL

Quelles mémoires flash intègrent une FTL ?

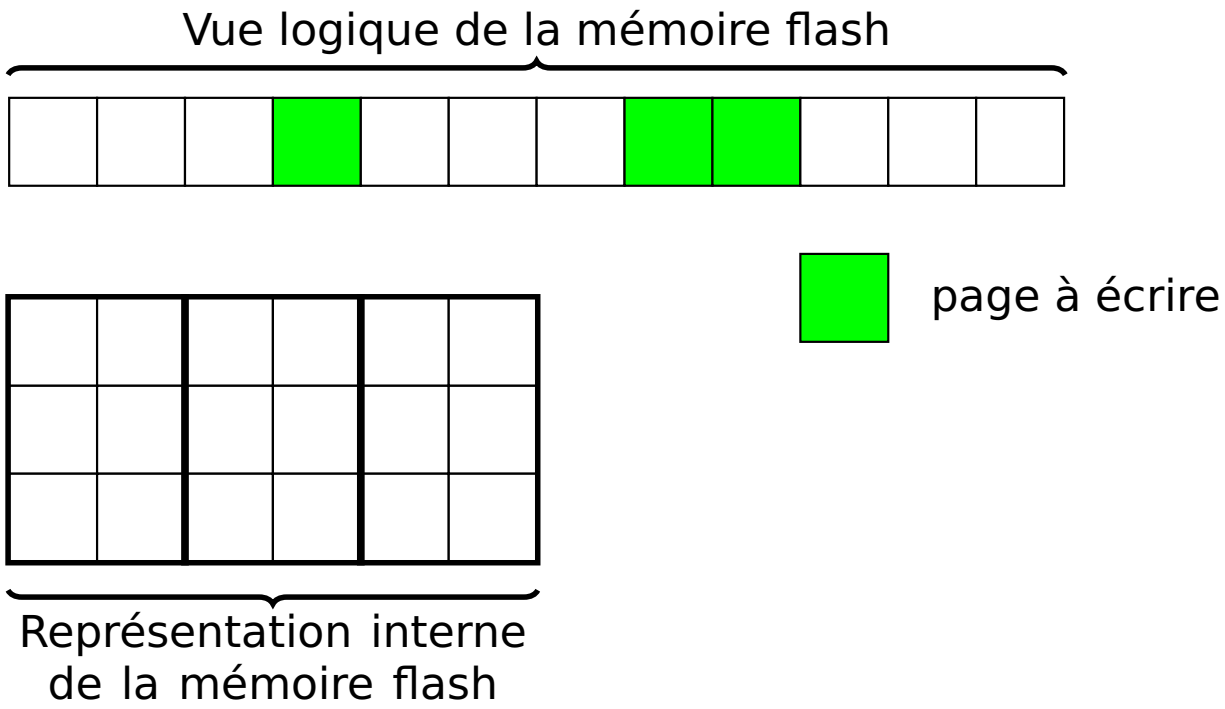




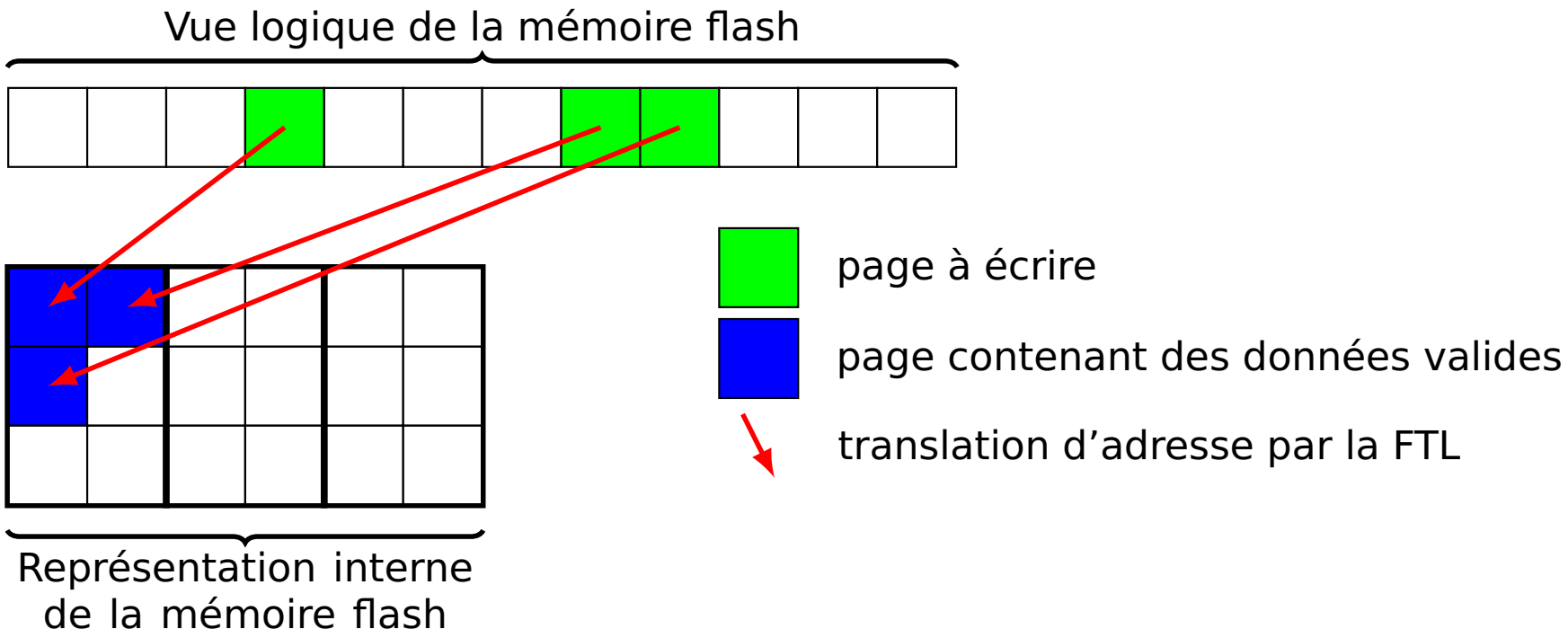
Fonctionnement de la FTL



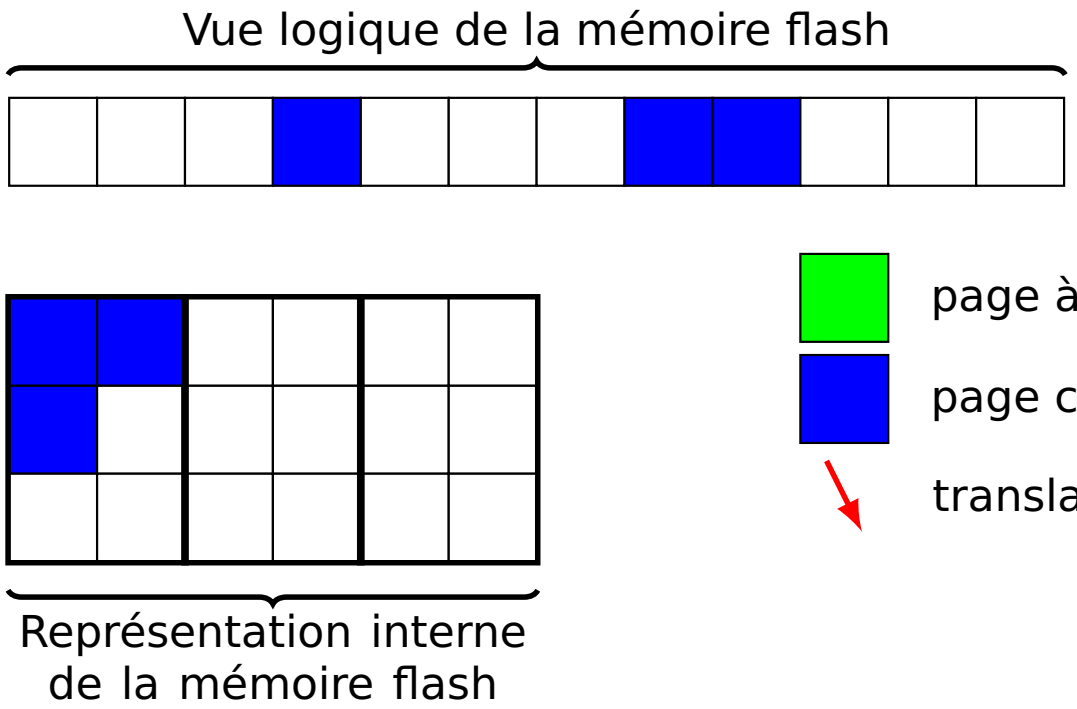
Fonctionnement de la FTL



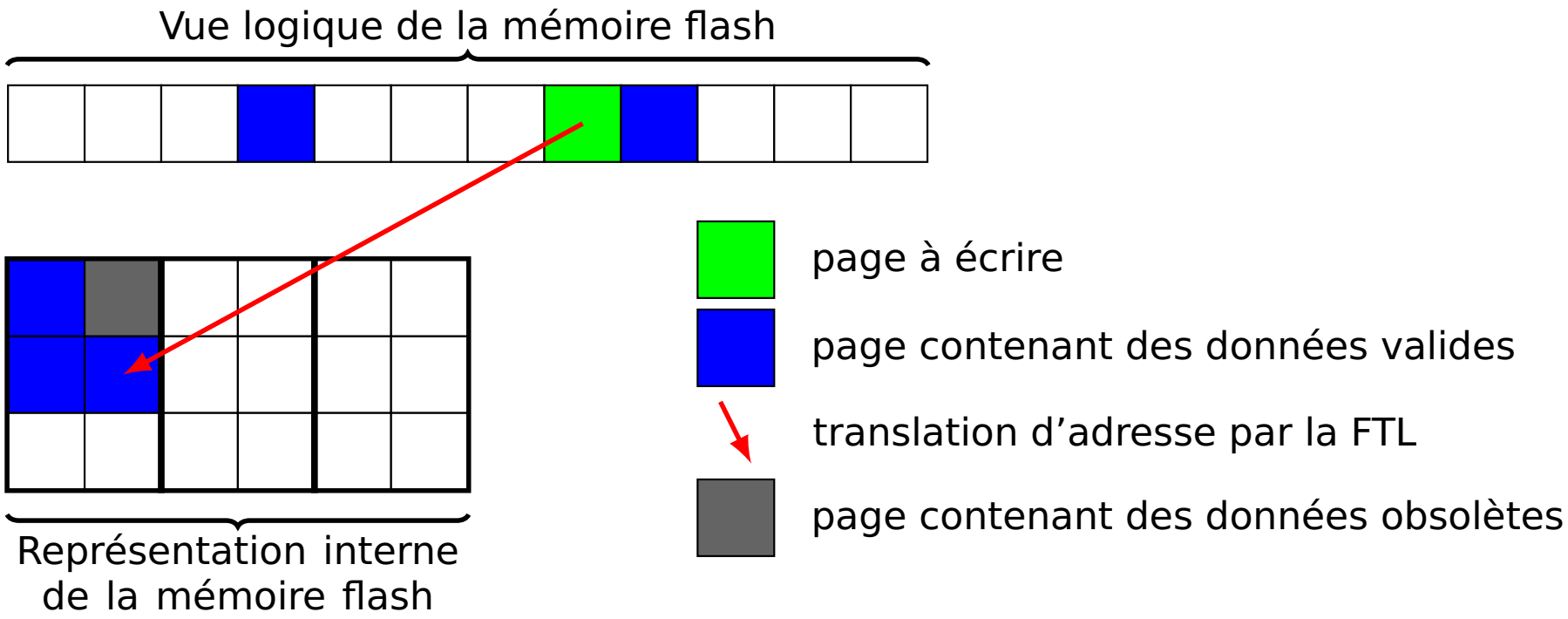
Fonctionnement de la FTL



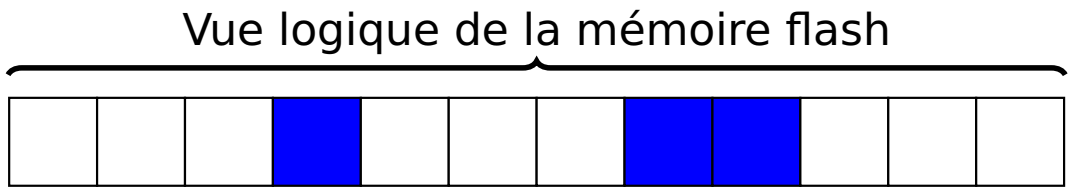
Fonctionnement de la FTL

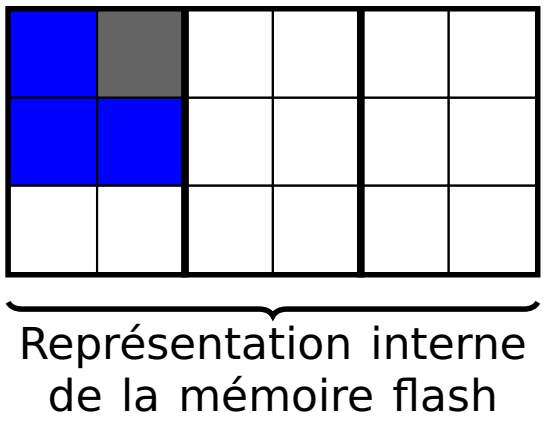


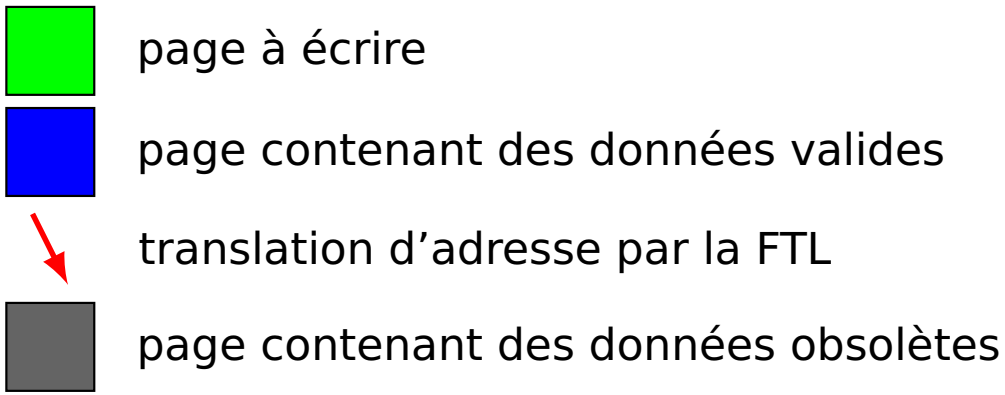
Fonctionnement de la FTL



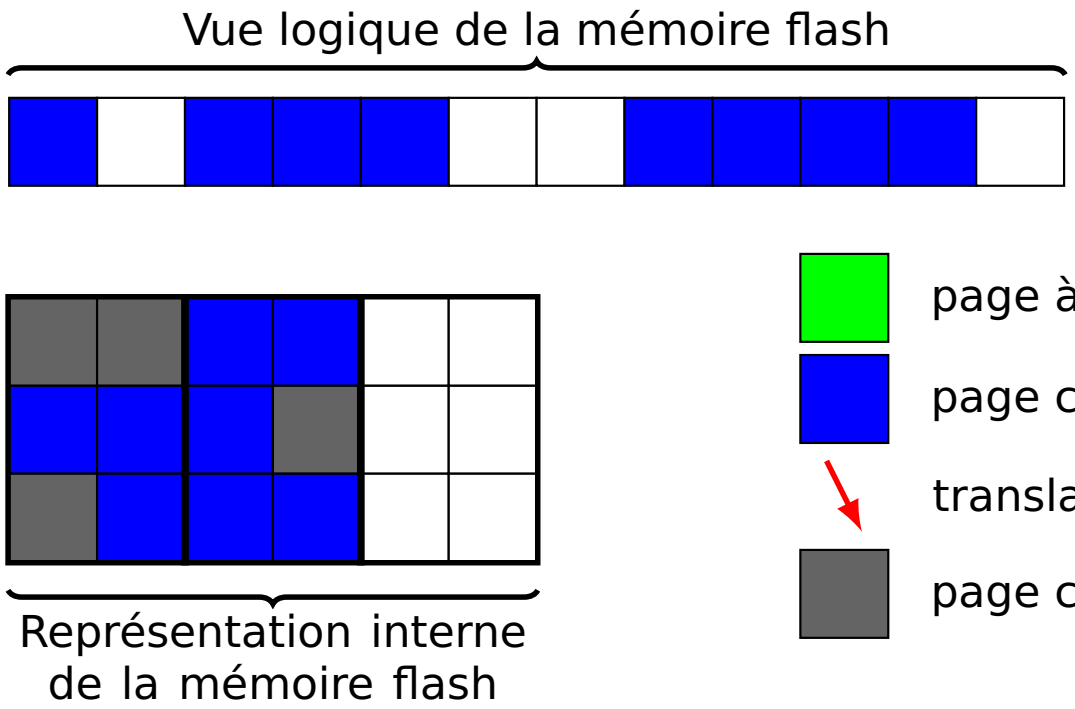
Fonctionnement de la FTL



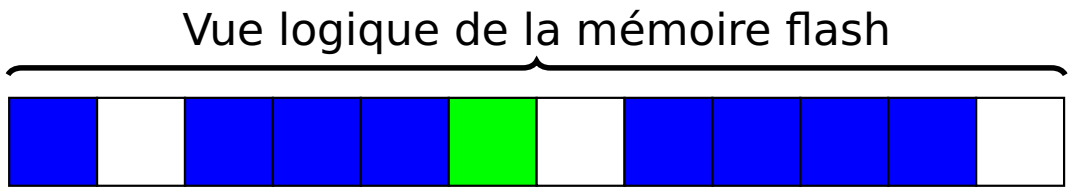


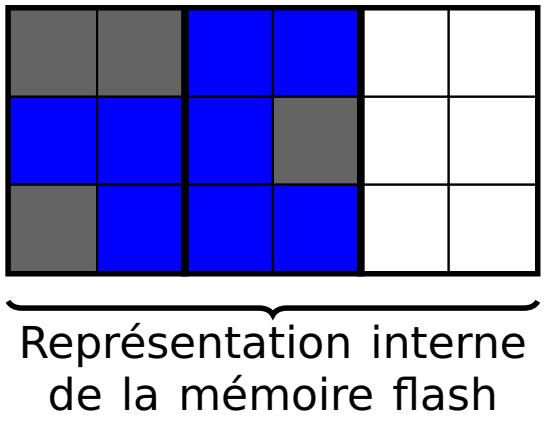


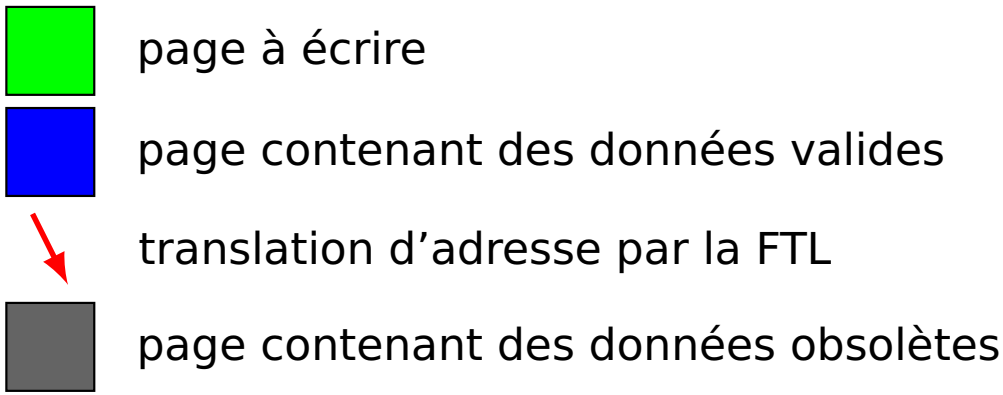
Fonctionnement de la FTL



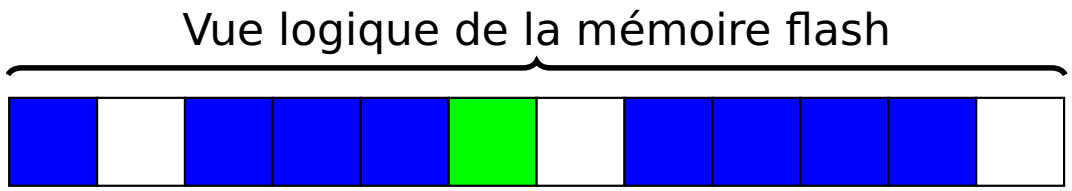
Fonctionnement de la FTL

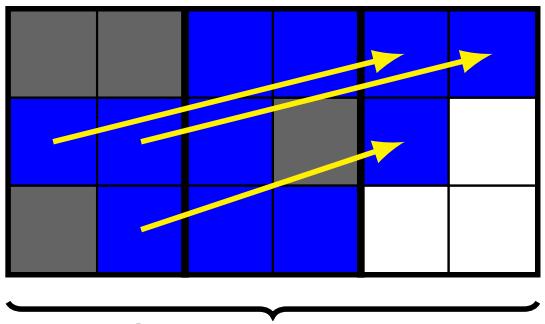


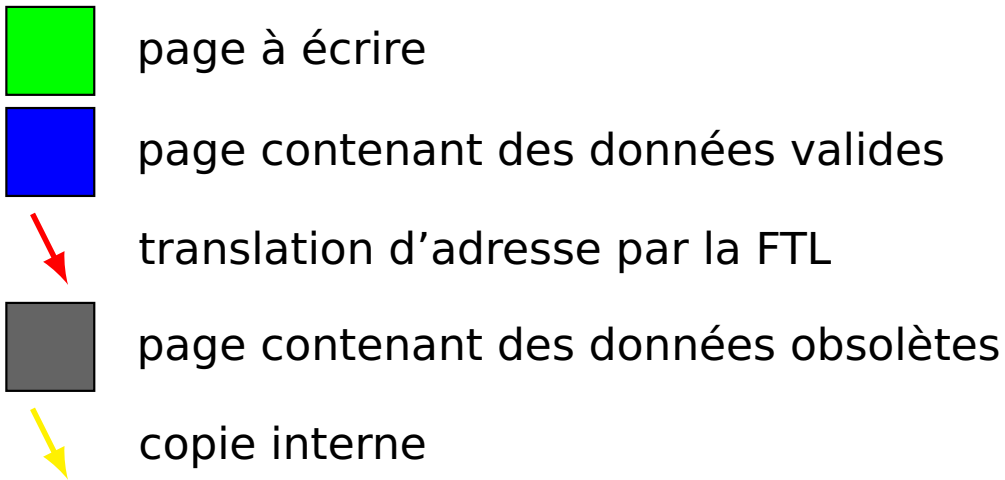




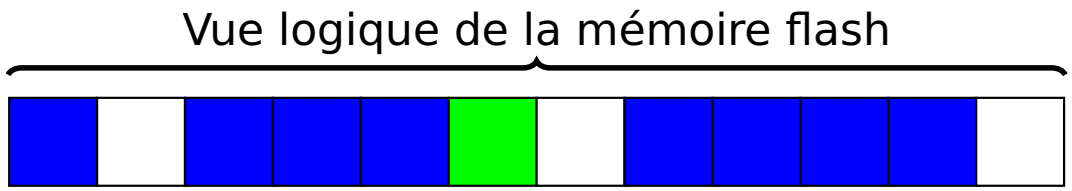
Fonctionnement de la FTL

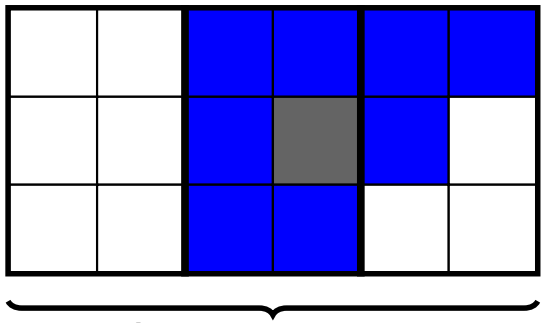


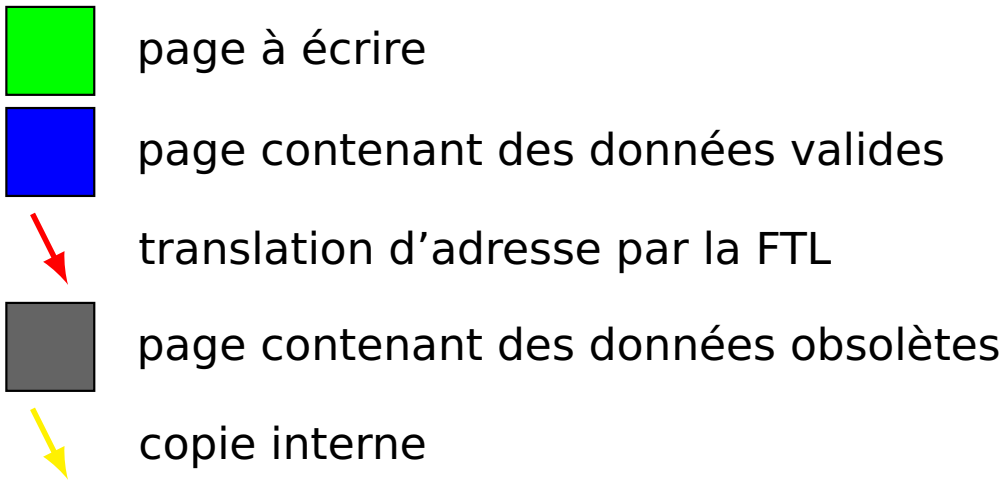




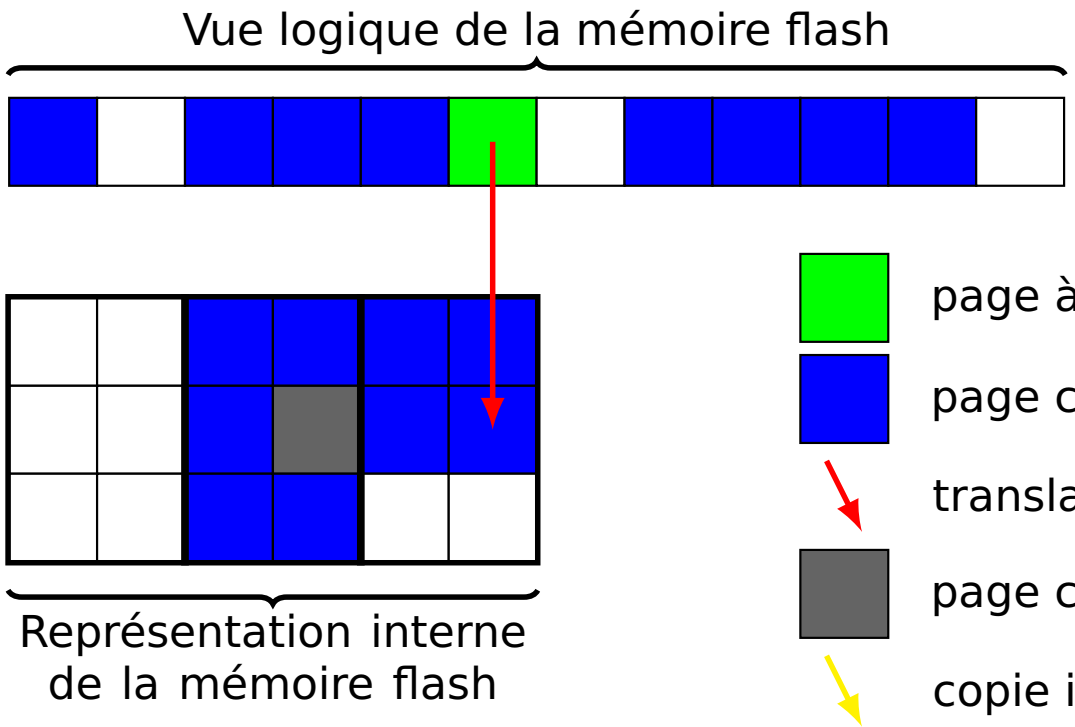
Fonctionnement de la FTL







Fonctionnement de la FTL



page à écrire

page contenant des données valides

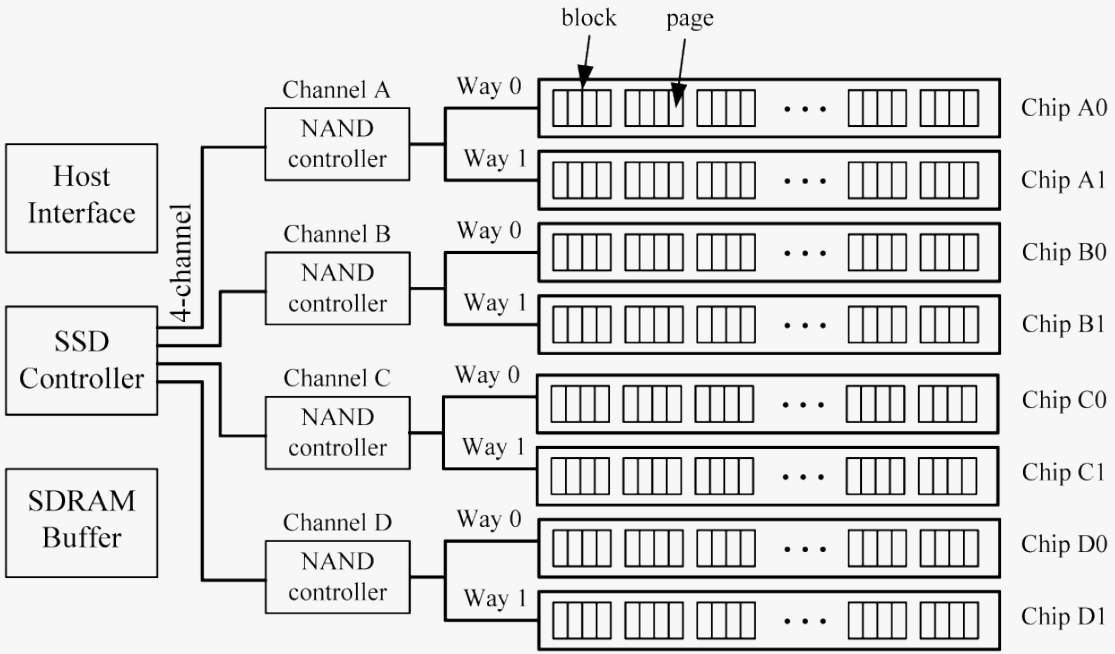
translation d'adresse par la FTL

page contenant des données obsolètes

copie interne

Solid State Drives

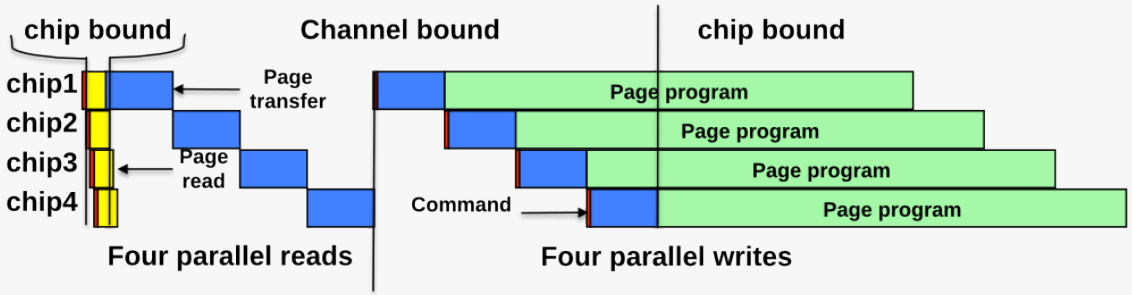
Architecture des Solid State Drives



- Gestion du parallélisme
  - Plusieurs bus de données
  - Plusieurs puces par bus

Solid State Drives

Illustration du parallélisme *(4 chips, 1 channel)*



Mémoires flash

Pour résumer :

- Fonctionnement interne complexe, simplifié par la FTL
- Quelles sont les caractéristiques des mémoires flash avec FTL ?

Caractéristiques des mémoires flash

Inconnues au niveau de la FTL

- Algorithmes utilisés (propriétaires et non documentés)
- Matériel supplémentaire (RAM, processeur, etc.)
- Caractéristiques très variables d'une mémoire flash à un autre

Conclusion

Comparaison avec les disques durs

- Même interface
- Différence entre lecture et écriture
- Accès aléatoire possible (en théorie)

Performance des mémoires flash

+ Lecture (séquentielle et aléatoire)
+ Écriture séquentielle
~ Écriture aléatoire

Références I

Gray, J. (2006). Tape is dead, disk is tape, flash is disk, RAM locality is king. Pres. at Storage Guru Gong Show.