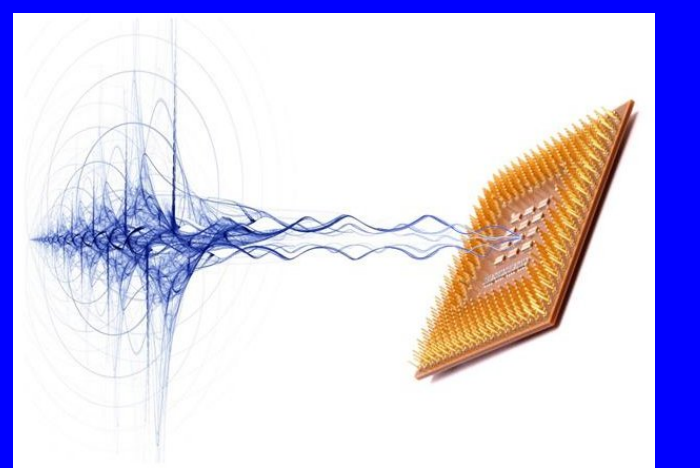
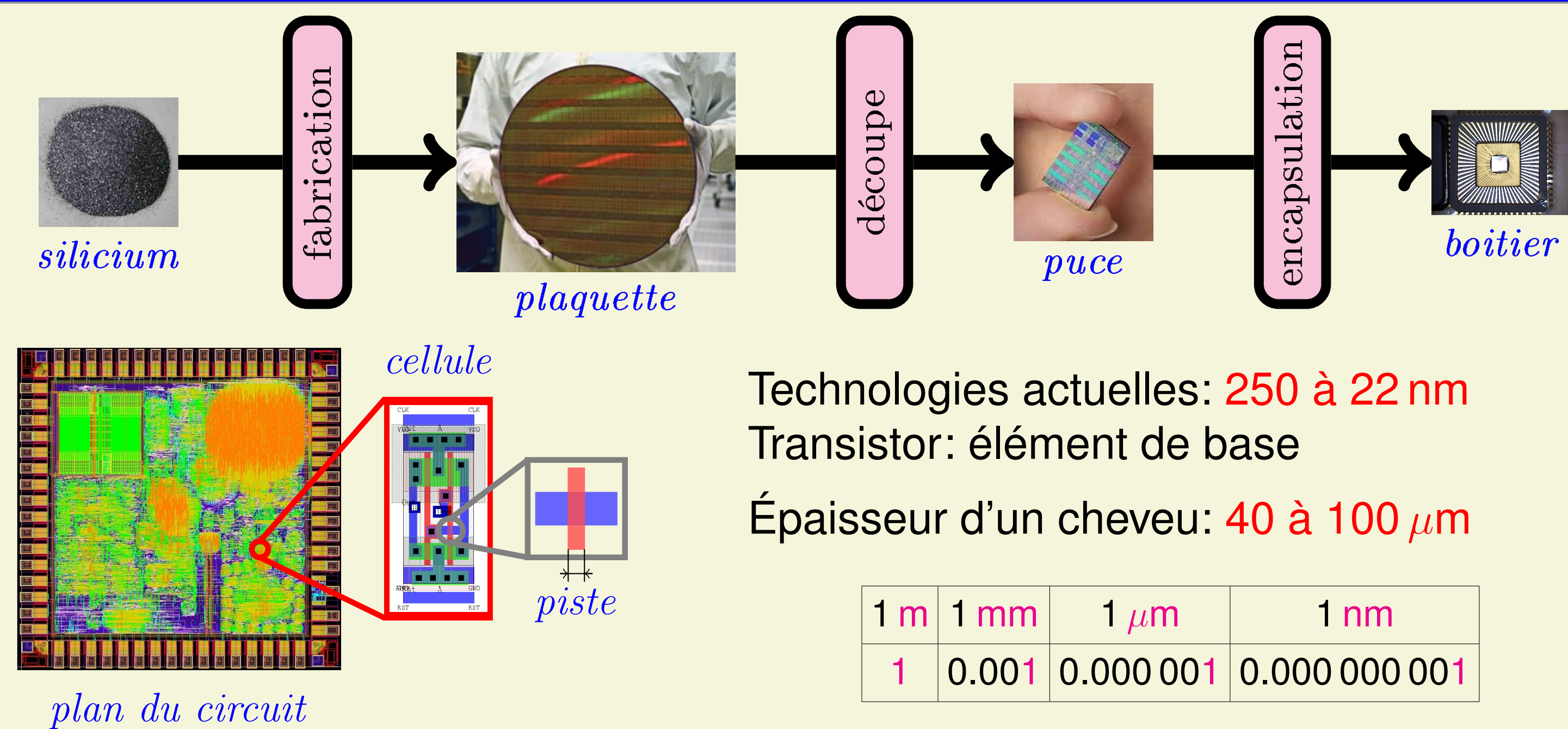


Énergie dans les puces électroniques

Équipe de recherche CAIRN – IRISA

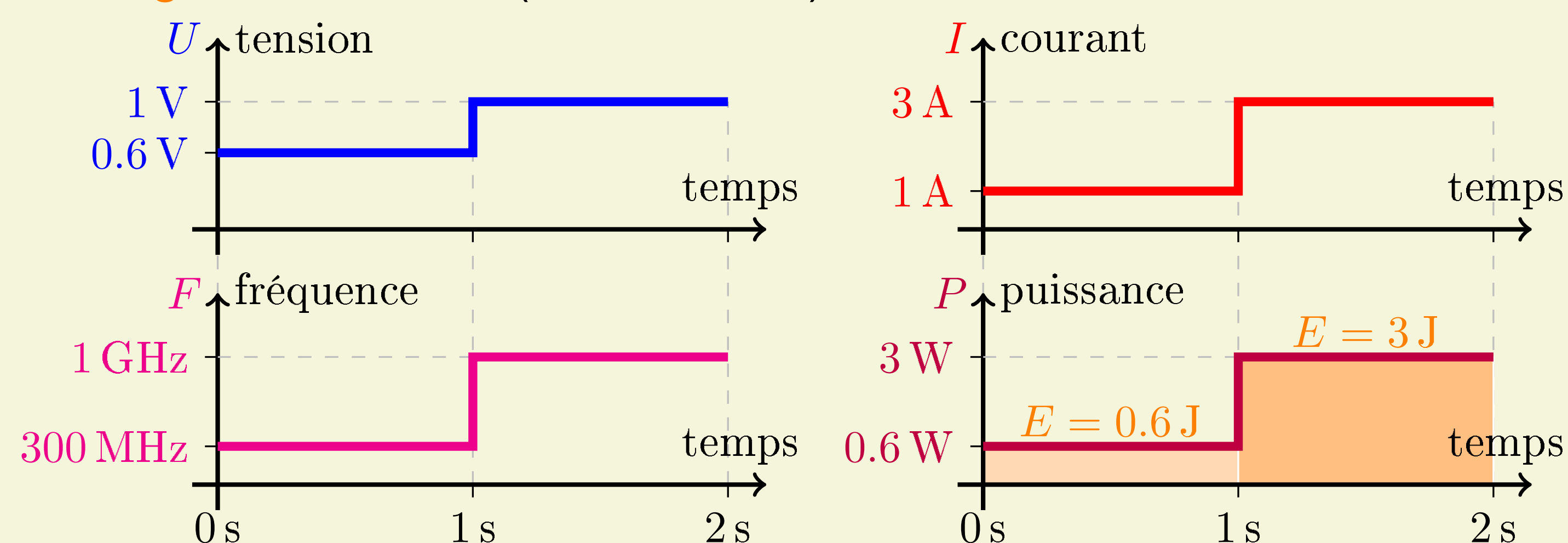


1. Technologie des puces électroniques



2. Grandeurs physiques

- ▶ Temps/durée T (unité: seconde)
- ▶ Fréquence $F = 1/T$ (unité: Hertz)
- ▶ Tension U (unité: Volt)
- ▶ Courant I (unité: Ampère)
- ▶ Puissance $P = U \times I$ (unité: Watt)
- ▶ Énergie $E = P \times T$ (unité: Joule)

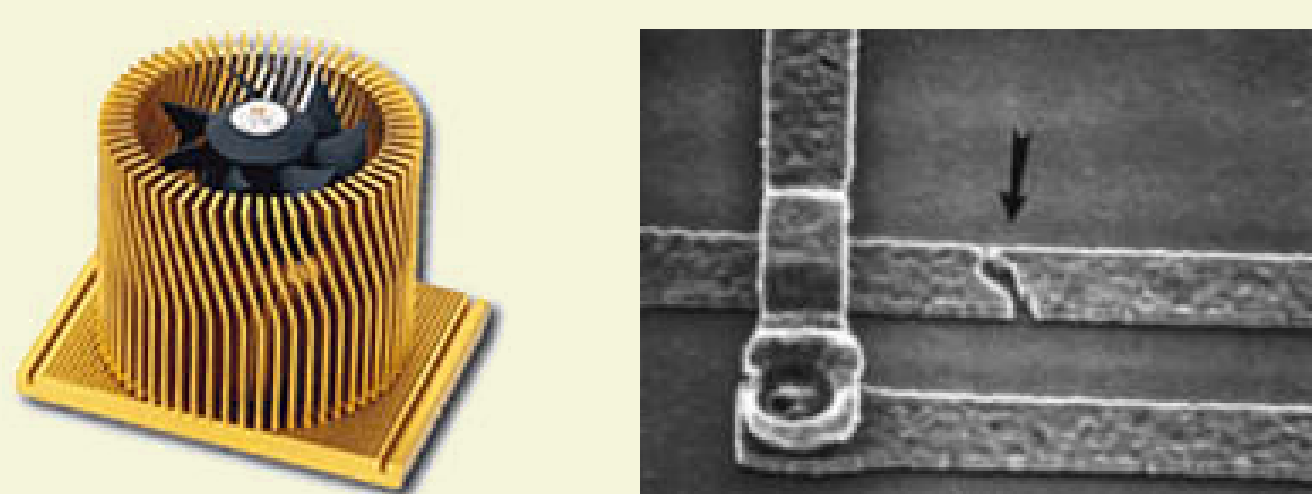


3. Évolution des puces électroniques

grandeurs	unités	1970	1980	1990	2000	2010
technologie	nm	6 000	1 500	800	180	32
nombre transistors	Tr	2 000	100 000	2 000 000	200 000 000	1 000 000 000
fréquence	Hz	100 kHz	20 MHz	200 MHz	2 GHz	3 GHz
vitesse	km/h	10	200	2000	20 000	30 000
longueur	m	1 m	25 cm	13.3 cm	3 cm	5.3 mm

4. Problèmes liés aux grandes consommations d'énergie

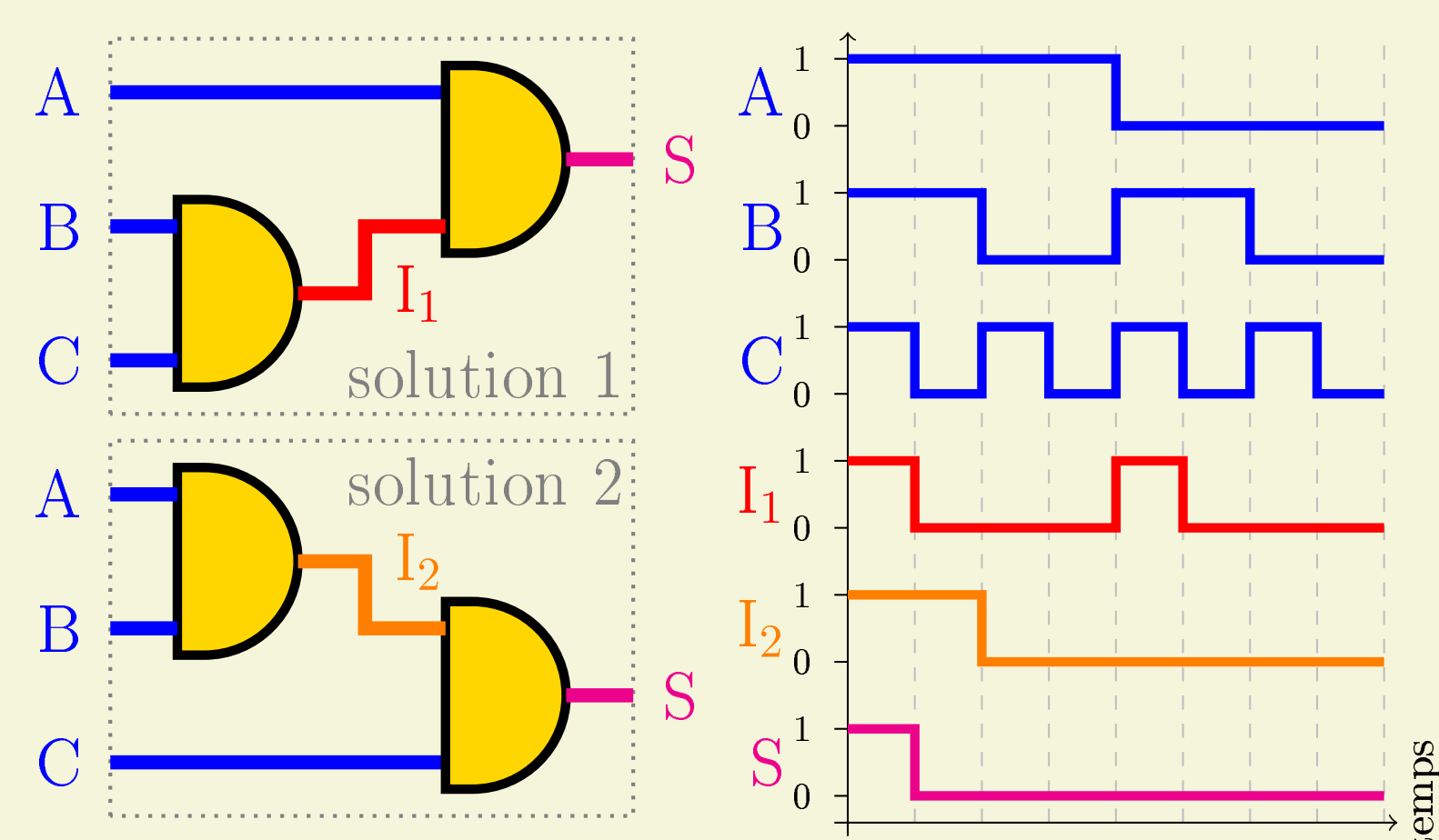
- ▶ Évacuation de la chaleur
- ▶ Fiabilité des circuits
- ▶ Coût
- ▶ Écologie



5. Consommation dynamique et activité dans le circuit

Les transitions, ou changements d'état, consomment de l'énergie

Calculs $\Rightarrow$ transitions $\Rightarrow$ activité

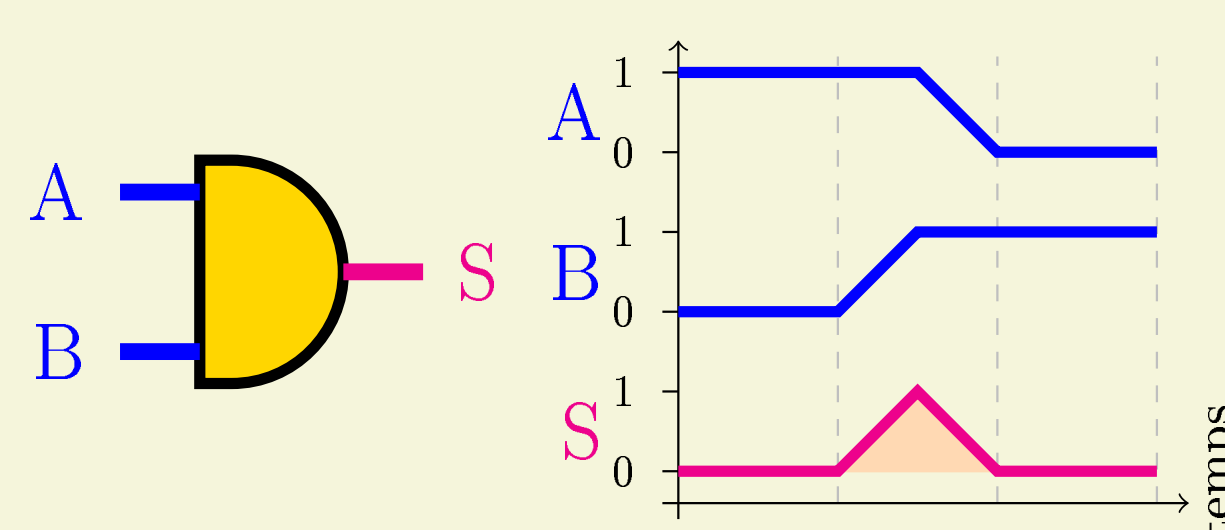


Transitions complètes: $0 \rightarrow 1 / 1 \rightarrow 0$

Réduction: utiliser des bons algorithmes

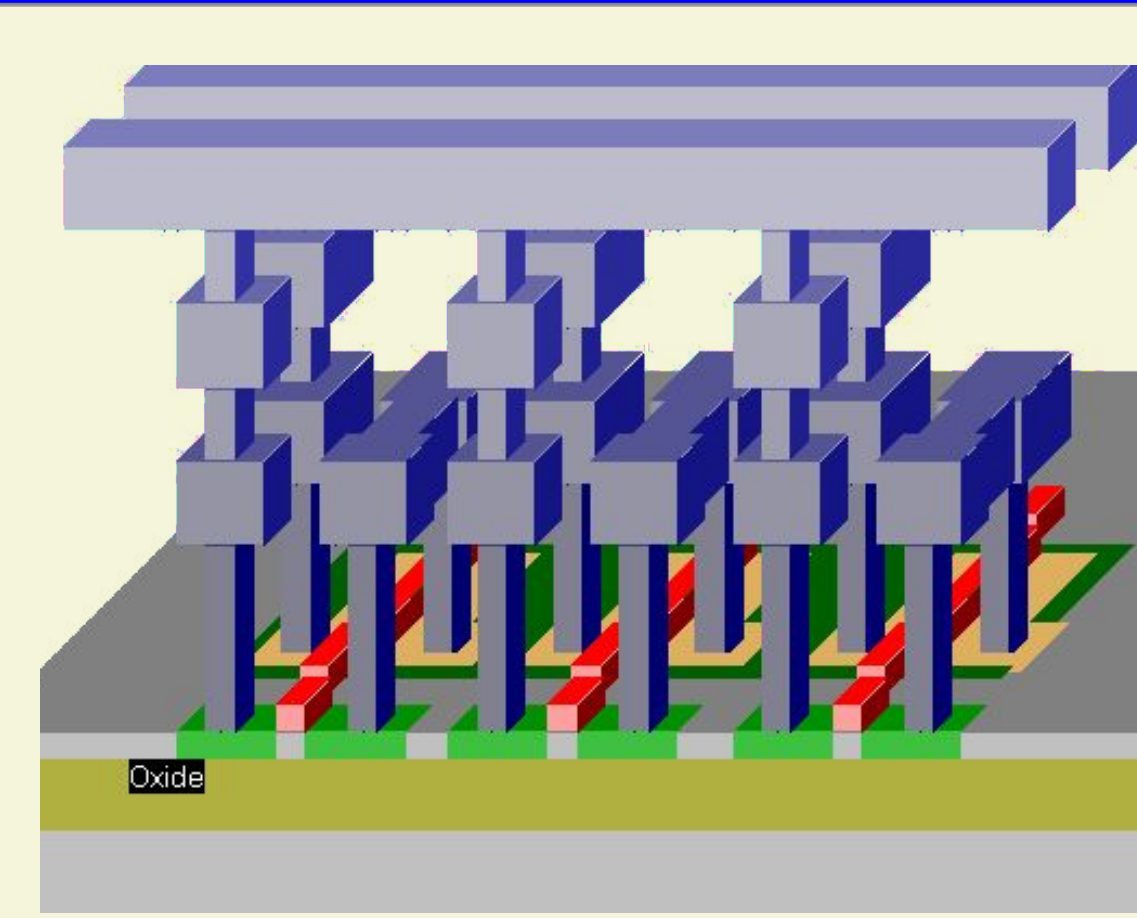
imperfections

activité parasite
(transitions incomplètes)



Réduction: meilleure conception
au niveau électronique

6. Consommation statique et fuites



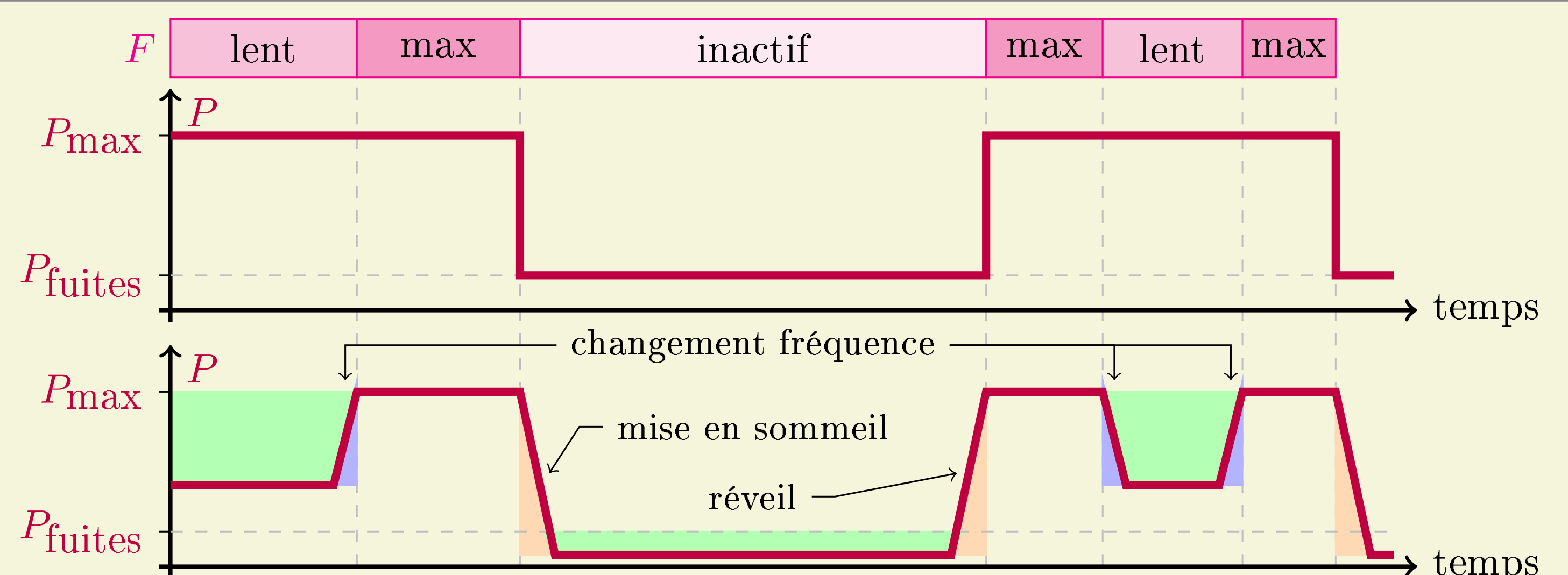
Fuites $\Rightarrow$ consommation statique même quand le circuit ne fait rien !
(des processeurs actuels consomment entre 10 et 20 W à l'état inactif)

Réduction:

- ▶ couper l'alimentation
- ▶ transistors spéciaux (mais lents)
- ▶ technologie

Source image: <http://www.microwind.net/>

7. Modes de fonctionnement

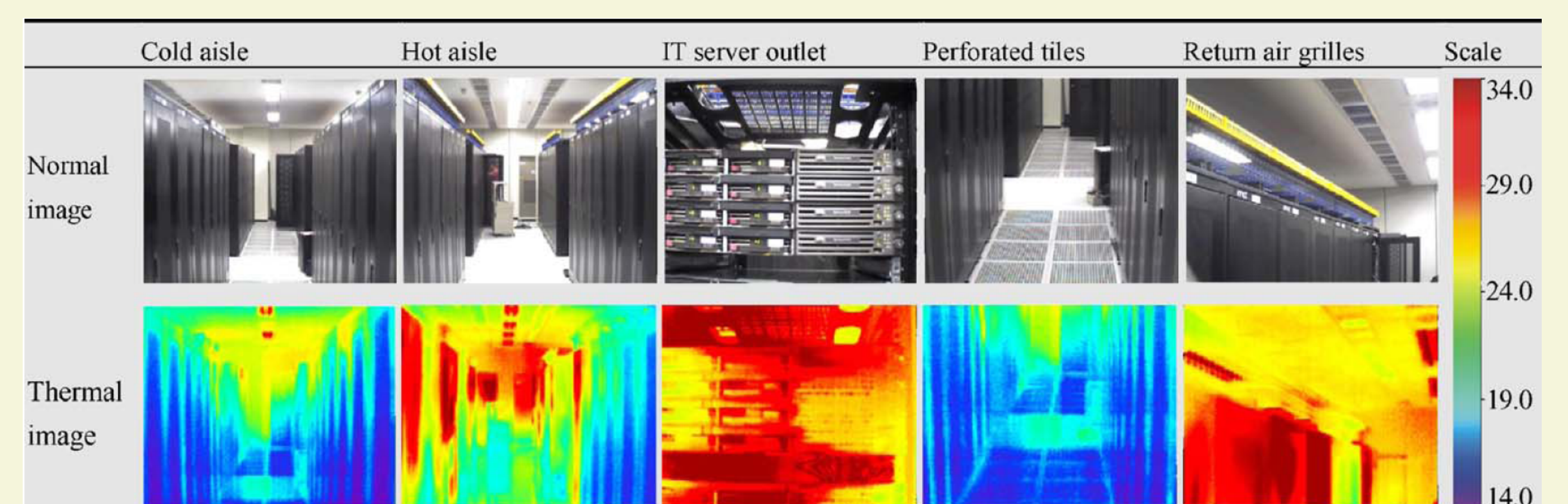


8. Exemples de processeurs

processeur	MSP 430	Xeon E7-8870
type	micro-contrôleur faible conso.	processeur haut de gamme
fabricant	Texas Instruments	Intel
données	16 bits	64 bits
instructions	1 / cycle	20 / cycle (avec 10 cœurs)
fréquence	4 – 24 MHz	2.4 – 2.8 GHz
tension	1.8 – 3.6 V	0.6 – 1.3 V
puissance	3.5 mW à 10 MHz	130 W
c. sommeil	0.5 – 50 μA	n.c.
prix	1 – 7 €	$\approx$ 3 500 €
technologie	250 nm	32 nm

9. Problèmes dans les centres de calcul

- ▶ Moins de 50 % de l'énergie pour les équipements électroniques
- ▶ Climatisation, humidification, pertes de conversion, ...
- ▶ Coût: en 1 an, l'énergie est plus chère que les serveurs (exemple pour Google: environ 2 M\$ par mois)



Source image: J. Cho, T. Lim, B. S. Kim. Energy and Buildings, vol. 41, pp. 1107-1115, 2009

10. Recherches dans l'équipe CAIRN

- ▶ circuits électroniques: processeurs, accélérateurs de calcul, ...
- ▶ communications sans fil
- ▶ réseaux de capteurs intelligents
- ▶ récupération d'énergie
- ▶ algorithmes de calcul et représentations des nombres

Sources informations et images : sites web CAIRN, Intel & Wikipédia

<http://www.irisa.fr/cairn/>