

HARDWARE

TOUT COMPRENDRE POUR BIEN CHOISIR

HORS-SÉRIE CANARD PC / ÉTÉ 2026

EXPLOSION DES PRIX, PÉNURIES, MONOPOLES

RAMpocalypse

Comment la pénurie de RAM menace
toute l'industrie (et comment y survivre)ECHO Aviation
controller

Le tout-en-un pour pilote

Core Ultra
200 Plus

Intel réussit son retour

Nvidia DLSS 5

Un tollé et
des questions

AMD Ryzen 9

9950X3D2

Puissance et démesure

ROG Ally
sur SteamOSLe meilleur des
deux mondesPC, consoles, mobiles :
une crise contagieuseLes racines
industrielles du mal

Cartel et entente

Le jeu vidéo sans
RAM et sans GPU

DOSSIER

CLAVIERS
ERGONOMIQUES
SPLITTÉSUSAGES, MODÈLES,
PRIX : TOUT CE QU'IL
FAUT SAVOIR AVANT
DE SE LANCER

L 19664 - 66 H - F : 8,90 € - RD

DOM/S : 8,90 € - BEL/LUX : 8,40 € - TUN : 18,30 TND
CH : 12,60 CHF - CAN : 13,99 \$CA :

Et aussi : Anticiper l'évolution des prix, nos Configs de Canard, etc.

Économisez avec nos PC **PRÉCONFIGURÉS**

Livraison express **GRATUITE** incluse



 **PCSPECIALIST**

www.pcspecialist.fr/affaires/





Photo : Giles Laurent, gileslaurent.com, CC BY-SA 4.0.

En plus de 25 ans de journalisme spécialisé, je n'ai jamais vu une situation pareille dans le hardware.

Ce que tout le monde appelle désormais la « RAMpocalypse » – à mon grand dam, d'ailleurs, car je préférerais l'expression « RAMageddon » – est en train de tétaniser toute l'informatique grand public. Tandis que le monde considèrerait avec inquiétude notre dépendance aux usines de Taïwan pour la fabrication de processeurs, c'est de tout à fait ailleurs qu'est venue la crise. La monopolisation de la production des puces de RAM par l'industrie de l'IA générative a, en quelques mois, créé une pénurie et fait exploser les prix. Or, la RAM est partout dans nos équipements préférés et la crise menace d'être contagieuse en s'étendant à des domaines connexes : smartphones, GPU, processeurs, SSD... Impossible en ce moment de monter un PC à un prix convenable. Impossible aussi de distinguer une sortie de crise rapide : les capacités

de production ne suffisent pas, et leur augmentation relève de projets industriels massifs impliquant des milliards de dollars et plusieurs années de délai. Cette crise a le mérite de mettre en évidence les fragilités de l'industrie informatique, et c'est ce que nous vous expliquons dans ce numéro en tentant d'avoir une vue globale : les causes conjoncturelles, les paramètres industriels, l'apparition de goulets d'étranglement multiples, et finalement la surprenante dépendance d'une chaîne d'approvisionnement et de production mondialisée à une toute petite poignée d'acteurs, alors même qu'elle est d'importance stratégique. Sans oublier, bien sûr, de vous donner pistes et conseils pour naviguer au mieux dans cette situation inédite en tant que consommateurs bien informés. Le tout premier conseil sera de prendre grand soin de votre matériel actuel, car une chose est certaine : il sera coûteux à remplacer en cas de pépin durant les dix-huit prochains mois.

Ivan Gaudé

04 NEWS

Les infos du monde numérique

Hardware

06 DOSSIERS :

07 RAMpocalypse : la matière à paniquer
14 De la RAM à la mine de quartz, portrait d'une industrie informatique étranglée

20 Les fabricants de RAM, un « cartel » aux méthodes un peu trop rodées
22 Le jeu vidéo au régime sans RAM
26 Jouer sans GPU, c'est désormais possible

30 TESTS :

30 Intel Core Ultra 200K Plus
34 AMD Ryzen 9 9950X3D2 Dual Edition

Périphériques

38 DOSSIERS :

38 Le monde fascinant des claviers ergonomiques splittés
39 Pourquoi couper un clavier en deux ?
42 Le Glove80 de MoErgo
46 Avez-vous vraiment besoin d'un clavier ergonomique splitté ?
47 Les claviers du XXII^e siècle

48 TEST :

Manette Echo Aviation Controller

Informatique & technologie

50 DOSSIERS :

50 DLSS 5 : entrée en scène désastreuse pour le « rendu neuronal »
56 Passer une ROG Ally X de Windows à SteamOS

Guides d'achat

60 RAMpocalypse : où vont les prix ?
64 Config du mois : jouer sans GPU
66 Les Configs de Canard

68 Processeur	77 Alimentation
70 Carte graphique	78 Mémoire
72 Carte mère	79 Stockage
73 Refroidissement	80 Claviers
74 Moniteurs	81 Souris
76 Boîtier	

82 **Canard Peinard** : Les mots croisés pour les pros du hard et des calembours



Steam Controller, ne manque plus que la machine

De toutes les annonces hardware de Valve, l'arrivée d'un nouveau Steam Controller n'était pas celle qui nous excitait le plus, soyons honnêtes, alors que tout le monde attendait la Steam Machine. Mais, cette dernière ayant été violemment percutée par la RAMpocalypse, au point que l'on se demande aujourd'hui si le projet a encore un sens, il faudra se contenter de cette première sortie. « Faute de RAM, on mange du pad », comme on dit chez nous. Les erreurs et l'échec du premier (sorti en 2015) pouvaient laisser sceptique, mais entre-temps les ingénieurs de Valve ont sorti le Steam Deck, qui n'est après tout qu'une grosse manette avec un écran, et reconstruit du même coup leur réputation, en termes de conception technique comme de maniabilité. De fait, c'est avec le Steam Deck à l'esprit, et non une manette standard, qu'il faut aborder le Steam Controller : c'est une manette, oui, mais non seulement pour PC, mais plus précisément pour Steam. C'est Steam Input qui reconnaît la manette, Steam

Input qui permet ses réglages à foison bouton par bouton, Steam Input qui vous donnera accès aux configurations mijotées jeu par jeu dans la communauté : impossible de l'utiliser sur console et difficile pour vos jeux PC du Xbox Game Pass, qui auront du mal à le reconnaître. C'est un Steam Deck, mais sans écran : une vraie réussite d'intégration de technologies bien choisies (sticks magnétiques TMR, gyroscope, deux pavés tactiles, retour haptique dans les poignées et les pavés tactiles, batterie longue durée...), une finition très correcte mais pas luxueuse et une grande liberté laissée au bidouillage. Pris d'assaut à sa sortie malgré ses 99 €, il est aujourd'hui commandable via liste d'attente sur Steam.

AMD sort de sa retraite le Ryzen 7 5800X3D

Pour les dix ans de sa plateforme AM4, AMD a décidé de relancer la commercialisation de son premier processeur grand public utilisant la technologie 3D V-cache. Sorti en 2022 à 500 €, le 5800X3D est un processeur Zen 3 destiné aux cartes mères AM4 (avec un UEFI à jour). Que vaut-il dans le contexte actuel ? Ses 8 cœurs à 3,4 GHz ne vont pas impressionner les CPU modernes, surtout avec une TDP de 105 watts, et il sort sur une plateforme dépassée, surclassée par l'AM5. Oui, mais... Cette relative obsolescence peut avoir des avantages en cette période de crise des prix du hardware : l'AM4, qui utilise de la RAM DDR4 et non de la DDR5 au prix de l'or, permet de monter des PC à meilleur prix. Et le 5800X3D, s'il décevait en 2022 dans les applications générales, est sans problème le meilleur processeur pour le jeu vidéo sur cette

plateforme. Le choix peut donc être intéressant s'il s'agit de monter un PC gaming honnête à prix correct. À l'heure où j'écris, le 5800X3D n'est commercialisé qu'en Inde (pour une estimation rapportée à l'Europe de 350 € TTC), mais des indications multilingues sur sa boîte (dont le français) laissent espérer un lancement plus large.



COMMENT LA TECH A PRIS LE POUVOIR AUX ÉTATS-UNIS

La « clictature » trumpiste menace
le monde et nos démocraties.
Mais la résistance s'organise.

COLLECTION LE PAPIER
NUMÉRIQUE



HOJAT AT 3D XMECH3 S37

**Le cyberspace,
terre de batailles**
Actions d'États hostiles,
cybercrime... Sur Internet,
la guerre fait rage.

**Intelligence artificielle,
tensions réelles**
Entre révolution technologique,
bulle économique et menace
anthropologique.

Éditions PRESSE NON-STOP

Mutation en cours
Comment la tech
bouscule la politique,
le langage et même
la réalité.

En vente
sur notre
boutique
en ligne

.....▶
(dans la limite des
stocks disponibles)



cpc.cx/PapierNu

Le Pavé numérique,
la newsletter de
Canard PC sur
l'actualité de la tech,
lance sa revue papier



DOSSIERS

p. 07 RAMpocalypse :
la matière à paniquer
p. 14 Portrait d'une
industrie étranglée

p. 20 Le cartel des
fabricants de RAM
p. 22 Le jeu vidéo au
régime sans RAM
p. 26 Jouer sans GPU

TESTS :

p. 30 CPU Core Ultra
200 Plus
p. 34 AMD Ryzen 9
9950X3D2 Dual Edition

**Intel
est de
retour !**
Les Core
Ultra 200
Plus sont
limités, mais
prometteurs.

Hardware



RAMpocalypse

**PC, consoles, smartphones : la crise de
la RAM est extrêmement contagieuse**

Dossier

Par Caféine,
Furoliih, Neji
et OtaXou

RAMpocalypse : IA matière à paniquer

Par Caféine

Depuis mes tout premiers articles sur le monde de la tech en 1993, je n'ai jamais vu une crise de cette ampleur. On a bien rigolé (jaune) pendant la pandémie, mais ça restait des caresses par rapport à ce que nous inflige l'explosion de l'IA générative. Pourquoi la RAM est à ces prix stratosphériques ? À quel moment l'achat d'un SSD se permet de gifler votre portefeuille ? Quelles sont les conséquences pour les différents marchés de la tech ? Nous allons faire un tour d'horizon de ce chaos et tenter de savoir quand cette folie s'arrêtera. Et accessoirement, pourquoi un fabricant japonais de mayonnaise est mêlé à tout ça...

Les économistes expliquent poliment que « *le marché de la RAM traverse actuellement un supercycle de pénurie très sévère* ». Adorable. Chez Canard PC, on a tendance à préférer un langage plus imagé, mais restons professionnels. Disons qu'acheter de la RAM de nos jours, c'est se prendre une balayette dans les tibias avant de se faire terminer au sol. Non, sérieusement, on peut parler d'agression quand on voit les courbes des prix.

Chronologie du DRAM

L'IA générative est responsable de cette situation, mais comment en est-on arrivé à ce RAMmageddon des enfers ? C'est assez simple, mais il faut remonter à une autre crise, le crash post-Covid. Après la pandémie, le marché de l'électronique grand public s'effondre (début 2023). L'oligopole de la mémoire (Samsung, SK Hynix et Micron ; voir notre article page 14), qui contrôle 95 % de la production mondiale, excusez du peu, se retrouve avec une tonne de produits sur les bras.



Lancé à moins de 130 €, ce kit Corsair de 32 Go de DDR5 tourne maintenant autour de 550 €.



Micron a décidé de complètement abandonner le marché grand public en annonçant la fin de la marque Crucial en décembre 2025, après 29 ans de bons et loyaux services. La raison ? Les marges, bien plus juteuses côté IA et marchés professionnels.

Jusqu'à 31 semaines de stock ! Les prix s'effondrent logiquement et, pour éviter la faillite, notre cartel préféré décide de réduire lourdement la production et ses investissements. À ce moment-là, ils affichent des pertes opérationnelles records, c'est loin d'être la fiesta. Fin 2023-début 2024, c'est l'éveil de l'IA générative et le début du déploiement massif de hardware pour faire tourner ChatGPT et les autres grands modèles de langage (LLM). C'est aussi le début d'une course à l'armement hallucinante chez les hyperscalers / CSP (Cloud Service Providers, comme Microsoft, Google, AWS, Meta). Ces sociétés commandent des centaines de milliers de machines Nvidia (H100, H200 puis B200) pour leurs

datacenters. Premier problème : ces produits nécessitent une mémoire spécifique, la HBM (High Bandwidth Memory). D'une construction différente, c'est la seule qui offre la bande passante nécessaire à ces usages. Et là, la Mafia RAM se frotte les mains. La HBM, c'est entre 40 et 50 % de marge pour eux ! Une excellente motivation pour passer un maximum de lignes de production sur ce produit soudain très à la mode. Manque de bol, la physique a son mot à dire dans l'histoire : produire 1 Go de HBM consomme environ trois fois plus de surface de silicium (*wafer capacity*) que produire 1 Go de DRAM standard (DDR5 ou LPDDR5X). Chaque puce HBM représente de la disponibilité de

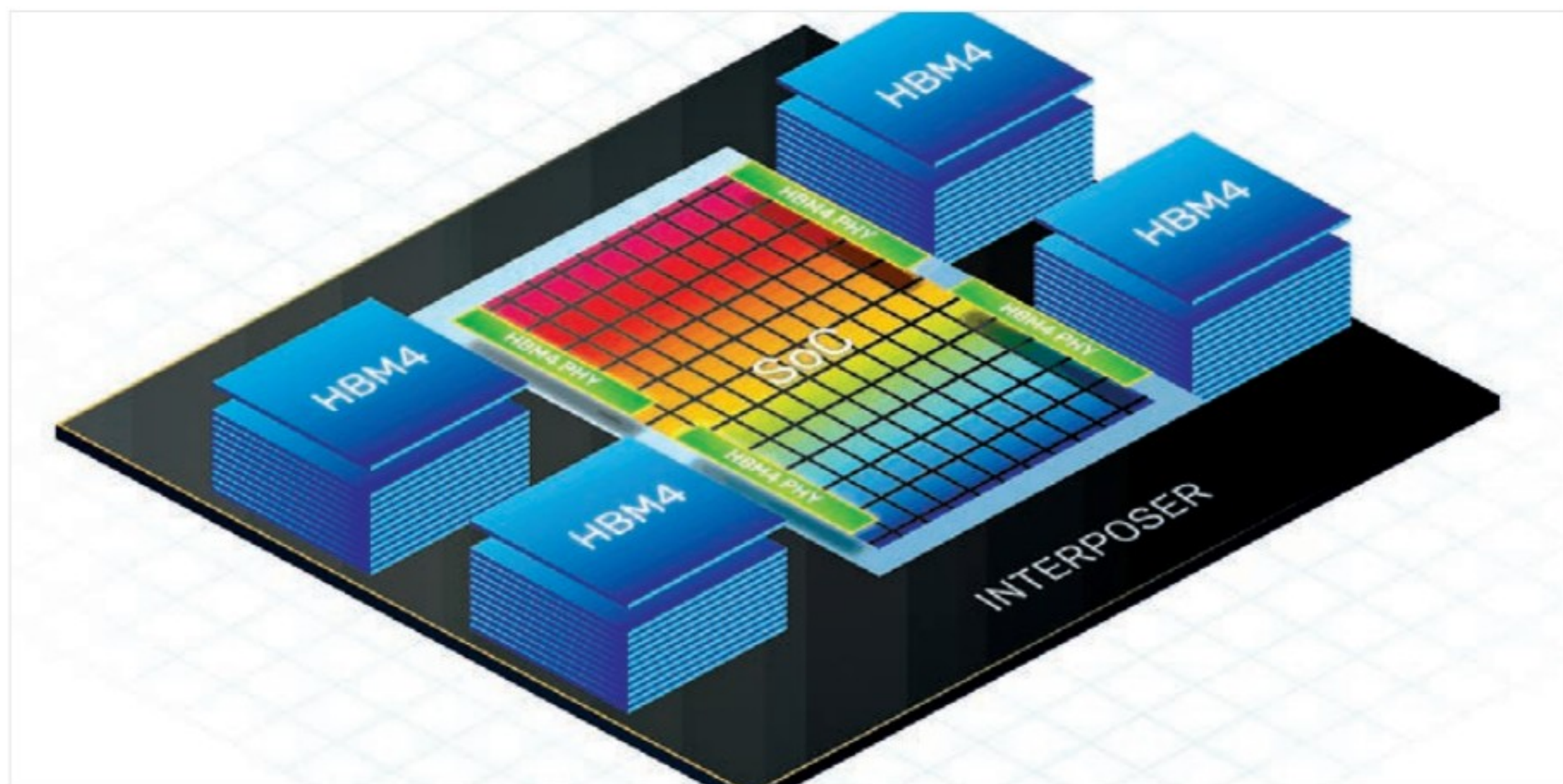
mémoire en moins pour nos PC, les serveurs classiques, les smartphones, etc. Le second problème, c'est que ces produits Nvidia sont des ogres et bouffent entre 80 et 192 Go de RAM HBM. Le B300, réservé aux LLM de raisonnement, toujours plus gourmands, embarque 288 Go de HBM3e, tout comme le Rubin R1 prévu pour fin 2026, qui nécessite aussi 288 Go, mais de HBM4. La problématique est exactement la même côté AMD, avec des GPU AMD Instinct équipés de 256 à 288 Go de HBM. Ça en fait de la DDR5 qu'on ne peut pas acheter...

Memflation, mode d'emploi

Mais reprenons notre timeline. Début 2025, notre trio de la RAM est pris de court devant l'ampleur des commandes de HBM et annonce progressivement l'arrêt de la production de la DDR4 et la réduction de la production de DDR5 pour allouer le maximum de *wafers* à la HBM. Ces annonces font paniquer de nombreux acteurs du marché, et certains génies se mettent alors à passer des commandes pour le double, voire le triple de la RAM réellement nécessaire

FIN 2023-DÉBUT 2024, C'EST L'ÉVEIL DE L'IA GÉNÉRATIVE ET LE DÉBUT D'UNE COURSE À L'ARMEMENT HALLUCINANTE.

à leurs produits. Des surcommandes de précaution qui vont atomiser les stocks à l'été 2025. Fin 2025, les fabricants de modules grand public (G.Skill, Corsair, etc.) voient leurs taux de satisfaction de commandes chuter de 100 % à 70 %, les obligeant à rationner les kits de DDR5. Les stocks des fournisseurs font grise mine avec 2 à 3 semaines de marge, contre 2 à 3 mois en temps normal. Sur le marché spot (transactions immédiates, avec des prix qui fluctuent comme pour l'or ou le pétrole), le prix de la DRAM bondit de plus de +170 % sur un an. Le coût du gigabit passe de 0,43 \$ à 2,39 \$ (+455,81 % !) en l'espace de six mois sur certains produits. Les kits DDR5 grand



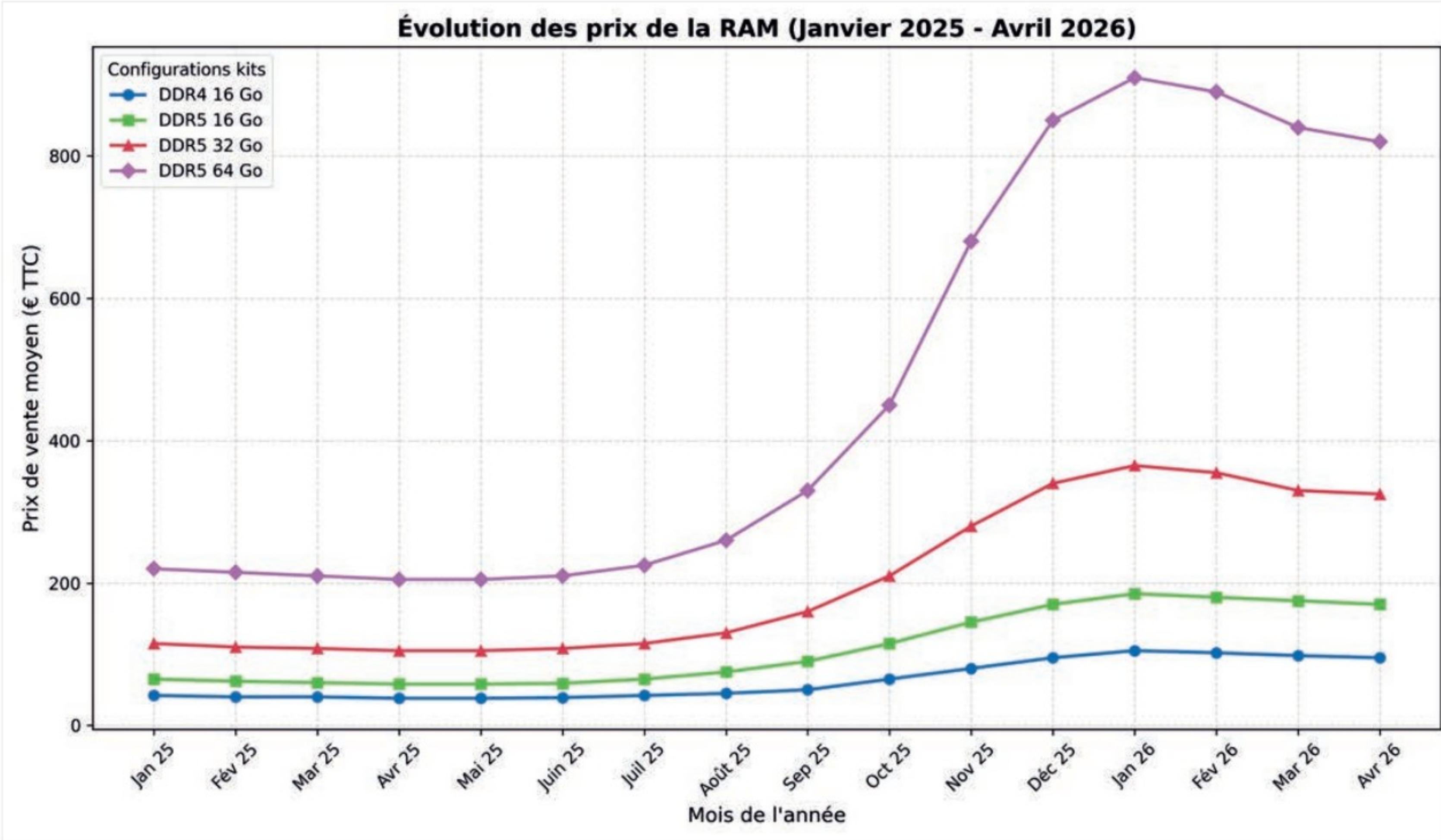
Avec la HBM, la bande passante par stack est 30 à 50 fois supérieure à de la DDR5 en dual-channel. (Photo : EnosTech)



Nittobo a lancé la construction d'une usine supplémentaire à Taïwan en 2024, et veut tripler la production de son site de Fukushima, mais cet investissement de 96 millions de dollars ne sera actif qu'en 2027. En attendant, c'est la guerre autour du *fiber cloth*. (Image : Finimize)

Un cartel bien huilé

Le marché mondial de la RAM est totalement dominé par les Coréens SK Hynix et Samsung (plus de 70 %), avec « Micron la balance » en bon troisième (autour de 22 %). Pourquoi « Micron la balance » ? Parce que le trio a été condamné déjà trois fois pour entente sur les prix lors de procès-fleuves par le département de la Justice américain (2005, 2007) et la Commission européenne (2010). Pour un total de moins d'un milliard de dollars d'amendes et 18 cadres inculpés, pratiquement tous promus après leurs peines diverses. On a connu des tapes sur la main plus efficaces. Et Micron dans tout ça ? Ils n'ont jamais rien payé (hors poursuites civiles), ce sont eux qui ont admis les faits à chaque fois, et collaboré avec les autorités pour monter les dossiers d'accusation et aider à rassembler les preuves en échange d'une immunité totale. Pour mieux recommencer plus tard ? On vous raconte ça dans un autre article (page 20).



Ça se tasse mais ne rêvez pas, ça ne va pas redescendre avant un graaannnd moment !

Période	DDR4 16 Go (2x8)	DDR5 16 Go (2x8)	DDR5 32 Go (2x16)	DDR5 64 Go (2x32)
mars-25	40,00 €	60,00 €	108,00 €	210,00 €
juil-25	42,00 €	65,00 €	115,00 €	225,00 €
oct-25	65,00 €	115,00 €	210,00 €	450,00 €
déc-25	95,00 €	170,00 €	340,00 €	850,00 €
févr-26	102,00 €	180,00 €	355,00 €	890,00 €
avr-26	95,00 €	170,00 €	325,00 €	820,00 €
Augmentation %	137,50%	183,30%	200,90%	290,50%

Tarifs exprimés en euros (€) TTC, basés sur une moyenne de prix des kits standard (ex : DDR4-3200 MT/s CL16 et DDR5-6000 MT/s CL30).

public, notamment DDR5-6000 CL30 (qu'on adore pour nos PC de GaMeRz) subissent des hausses dépassant les 100 %. Car pour couronner le tout, la spéculation s'en mêle, avec des grossistes et revendeurs qui font de la rétention de stocks, pour vendre au plus haut et booster leurs marges.

Pas d'IA sans mayo

Cette crise m'amuse sur un aspect inattendu : voir les géants de la tech américains et coréens à genoux devant des fournisseurs japonais surprenants et des fabricants peu connus courtisés comme jamais par des constructeurs

comme Apple, Nvidia ou AMD. Car figurez-vous que l'explosion des commandes de matos dédié IA n'affecte pas que la RAM ! Ça serait trop facile. Toutes les puces et les cartes mères ressemblent à des mille-feuilles. Ces produits sont composés de diverses couches, dont l'assemblage est d'une complexité croissante. Et pour que ça fonctionne, il faut, par exemple, du film ABF (*Ajinomoto Build-up Film*) qui est un isolant ultra complexe inventé par une marque japonaise de... mayonnaise. Bon, attention, pas un petit : ce groupe est aussi le premier producteur mondial de glutamate monosodique (MSG), et possède

des parts de marché gigantesques dans le secteur des plats préparés (Gyoza, etc.) à l'échelle internationale. Mais c'est leur expertise historique dans la chimie des polymères et des acides aminés qui a permis de développer l'ABF à la fin des années 1990. Je sais, ça fait bizarre de se dire qu'une résine époxy utilisée dans un film isolant partage des fondements moléculaires avec certaines recherches menées initialement pour... des additifs alimentaires. De son côté, Nitto Boseki (Nittobo) est une société plus classique, mais qui détient un quasi monopole (plus de 80 %) sur le *Glass Cloth*, une sorte de fibre de verre

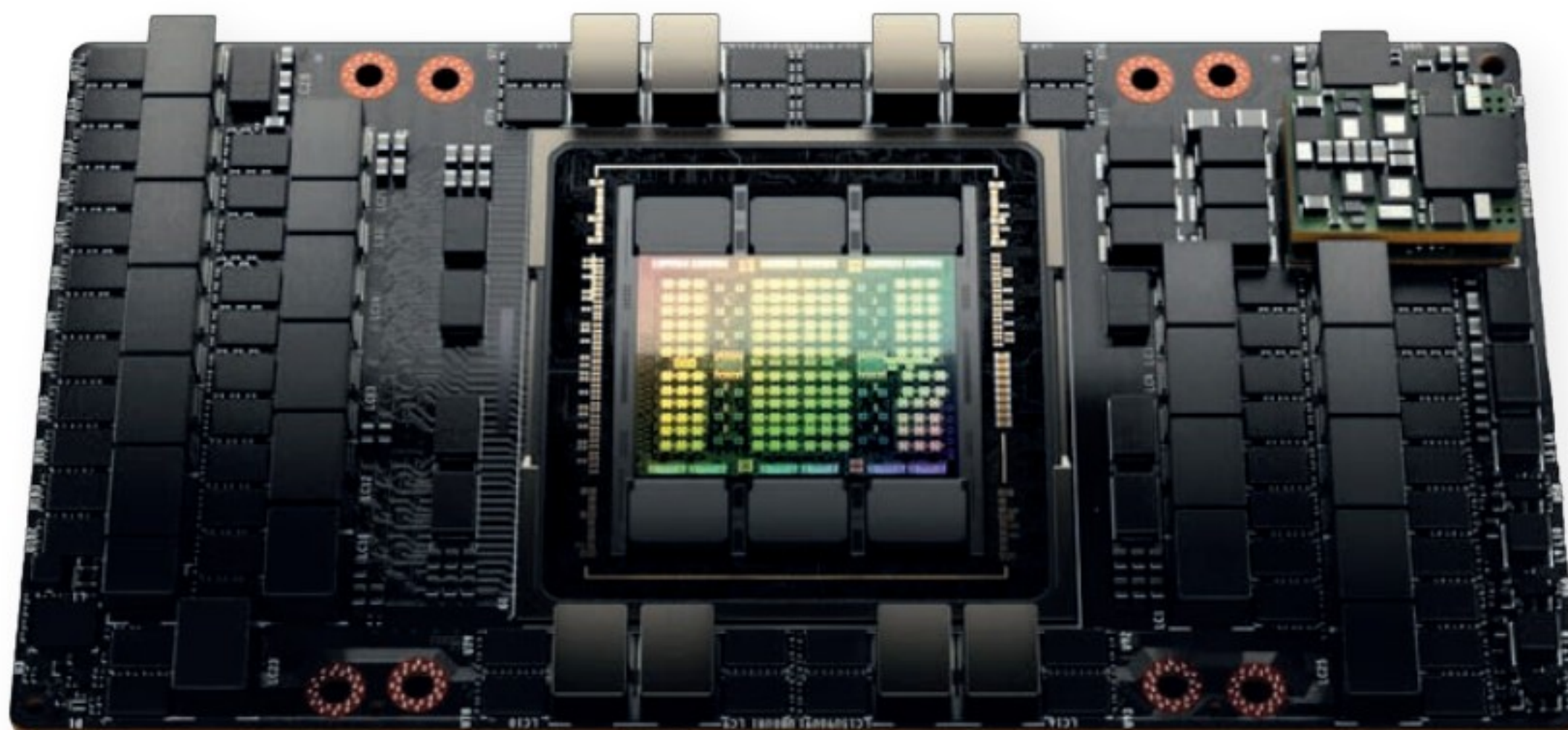
spéciale indispensable, entre autres, à la fabrication de... toutes vos puces préférées ! C'est lui qui permet d'assembler les puces de silicium sur les PCB haute densité qui vont ensuite permettre la connexion à une carte mère.

Bagarre mondiale pour l'approvisionnement

Sans ces deux inventions, pas de CPU, de GPU, de SoC, rien. Nada. On avait déjà assisté à une grave pénurie pendant la période Covid, mais cette fois c'est plus sectorisé, car ces produits existent en plusieurs qualités et c'est évidemment sur le haut de gamme, très complexe à produire, que ça coince. Un goulet d'étranglement qui réduit la production, et fait, encore, grimper les prix. Tant que les nouvelles usines de Nittobo, d'Ajinomoto et des fabricants de substrats nécessaires ne seront pas pleinement opérationnelles (horizon

L'EXPLOSION DES COMMANDES DE MATOS DÉDIÉ IA N'AFFECTE PAS QUE LA RAM : D'AUTRES COMPOSANTS OU MATÉRIEAUX SONT TOUCHÉS.

2027-2028), la situation restera très tendue. Goldman Sachs prévoit des hausses de tarifs de 30 à 35 % sur les substrats ABF haut de gamme cette année, par exemple. Pendant ce temps, Nvidia, AMD, Google, Amazon et Microsoft vont continuer à se battre pour sécuriser les allocations de T-Glass (le *Glass Cloth* haut de gamme qui est en rupture) et d'ABF nécessaires à leurs fermes de serveurs et accélérateurs IA. Sans oublier des constructeurs comme Apple et Qualcomm, qui sont pris en étau dans cette explosion de la demande. Pour la petite histoire, Apple,



Le H100 de Nvidia. Suspect numéro 1 dans le meurtre de la DDR5. Une sale affaire.



Nintendo est resté sur le format carte mémoire pour la Switch 2, lent, cher, détesté des développeurs. La carte de 64 Go max, fabriquée par Macronix, est souvent remplacée par les cartes clés, vides, qui servent juste à débloquer le téléchargement du jeu. Car même Macronix a besoin de wafers pour fabriquer ces cartes ! Problème, le stockage de la Switch 2 est limité et le prix des microSD augmente lui aussi.

qui a été l'un des premiers à utiliser le T-Glass de Nittobo pour les PCB de ses iPhone, a même dépêché des équipes au Japon et fait appel au gouvernement japonais pour sécuriser des stocks de matériaux pour ses lancements de 2026. Avec un passage chez Mitsubishi Gas Chemical (MGC), qui produit 90 % de la résine BT (Bismaleimide-Triazine) : encore un bidule indispensable aux produits haut de gamme. Et tous ces marchés en tension sont autant de raisons de voir les prix des produits finaux grimper...

IA plus de stockage, ma bonne dame
Et vous savez qui d'autre a besoin de ces substances bizarres dont vous ignoriez l'existence ? Les contrôleurs de SSD PCIe Gen5 et Gen6, essentiels pour les serveurs haut de gamme d'OpenAI *and friends* ! Ils subissent donc également des retards de production en raison du manque de matériaux, ce qui vient impacter la production des SSD classiques : les nôtres ! Oui, parce que ça ne vous aura pas échappé, les prix du stockage font aussi n'importe quoi. Et les contrôleurs ne représentent pas

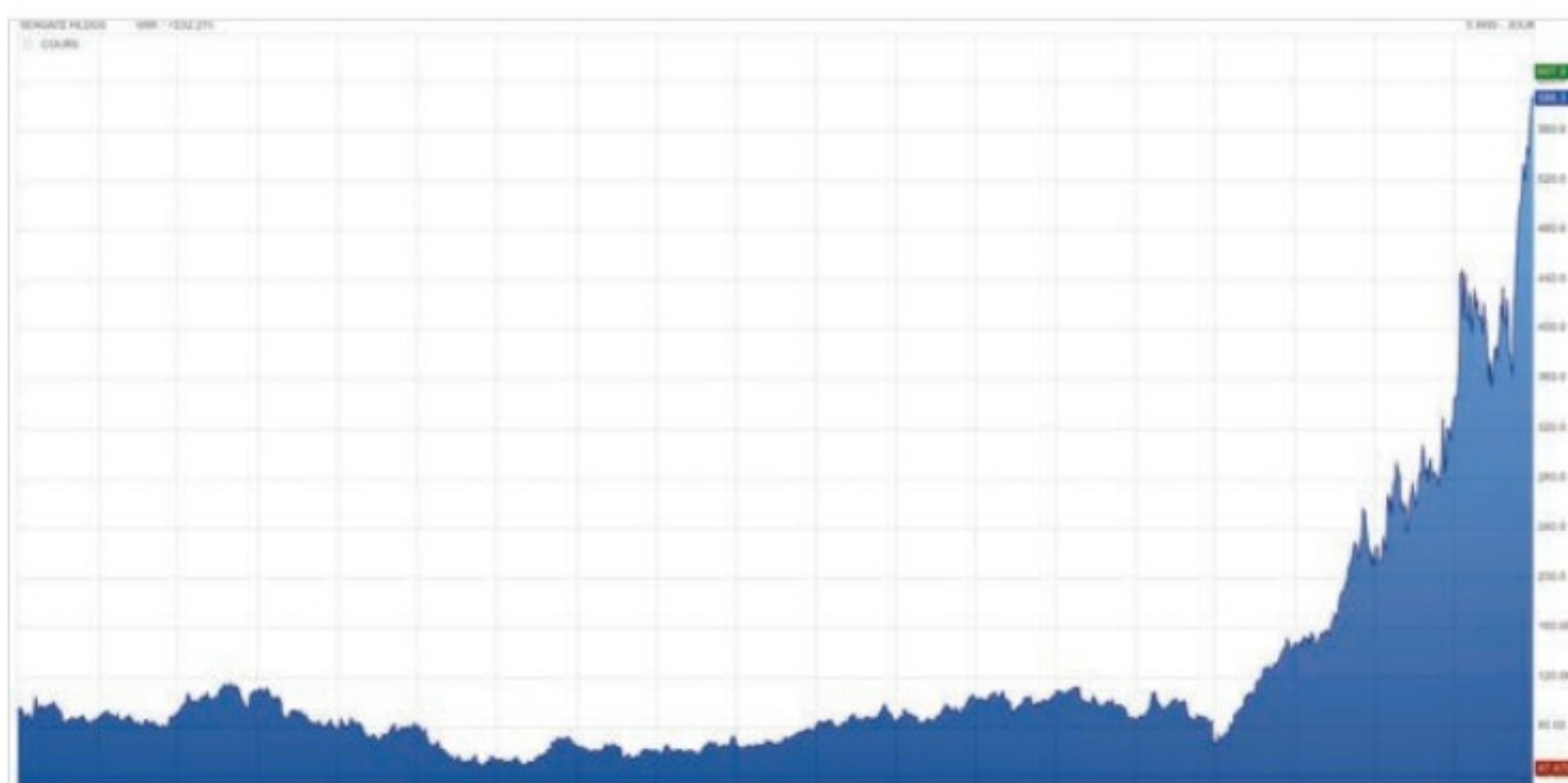
le gros du problème ! Oh non. Ce qui vient exploser le marché, c'est la pénurie de NAND, les puces mémoire de nos SSD. Figurez-vous que, comme pour la RAM, les grands stratèges du secteur ont délibérément réduit la production à la fin de 2023 pour stopper la chute des prix. Et ils n'avaient pas prévu non plus l'explosion de la demande liée à l'IA générative. Il faut dire qu'on retrouve les suspects habituels de la RAM sur le marché NAND. Cette fois, cinq sociétés ont la main sur 90 % du marché. Samsung Electronics (~31 %), SK Hynix (avec Solidigm, ex-filiale NAND d'Intel, ~20 %), Kioxia (anciennement Toshiba Memory, ~15 %), Western Digital (~13 %) et Micron (~11 %). Les serveurs dédiés IA gobent aussi des quantités astronomiques de NAND. On parle de 30 à 40 To par serveur. Maintenant, multipliez ça par les dizaines de milliers de serveurs qui constituent les clusters installés dans

LES FABRICANTS DE PC, CONSOLES ET SMARTPHONES ONT AUSSI DÛ S'ADAPTER À LA PÉNURIE, DÉCALER DES SORTIES ET AUGMENTER LEURS PRIX.

les datacenters ! De quoi complètement assécher les lignes de production de mémoire NAND à l'échelle mondiale. Résultat ? Selon TrendForce, rien que pour ce début d'année 2026, le prix de la NAND Flash a flambé de près de 85 à 90 %. En cumulé, depuis fin 2023, le coût de la NAND a été multiplié par quatre. Un SSD NVMe PCIe 4.0 de 2 To, qui se négociait autour de 120 à 150 € fin 2023-début 2024, s'affiche aujourd'hui en mai 2026 entre 300 et 450 € selon les modèles. Vous voulez juste un petit 1 To d'entrée de gamme ? Oubliez les 50 € du passé, ils ont

Une affaire qui tourne

Parmi les sociétés qui bénissent la crise actuelle, on trouve Seagate et Western Digital. Elles sont passées d'une situation catastrophique, avec pertes abyssales et gros stocks d'invendus, à rois des datacenters. Les modèles d'IA générative nécessitent des lacs de données (*data lakes*) gigantesques. Et on ne peut pas tout stocker sur des SSD NVMe hors de prix ! Les disques durs mécaniques (HDD) haute capacité (jusqu'à 44 To) sont devenus l'épine dorsale de ces infrastructures. Toute leur production de 2026 est déjà vendue, et des accords à long terme gigantesques sont conclus pour 2027 et 2028. En bourse, ça se frotte les mains : l'action Western Digital a bondi de plus de 135 % depuis le début de l'année. Sur les douze derniers mois, le rendement frôle les... 900 % ! Idem chez Seagate : elle peinait sous la barre des 60 \$ en 2023, elle est à 586 \$ actuellement. J'espère que vous n'aviez pas prévu de changer les disques durs de vos NAS, car la courbe des prix est aussi traumatisante que celles des NAND et DDR5...



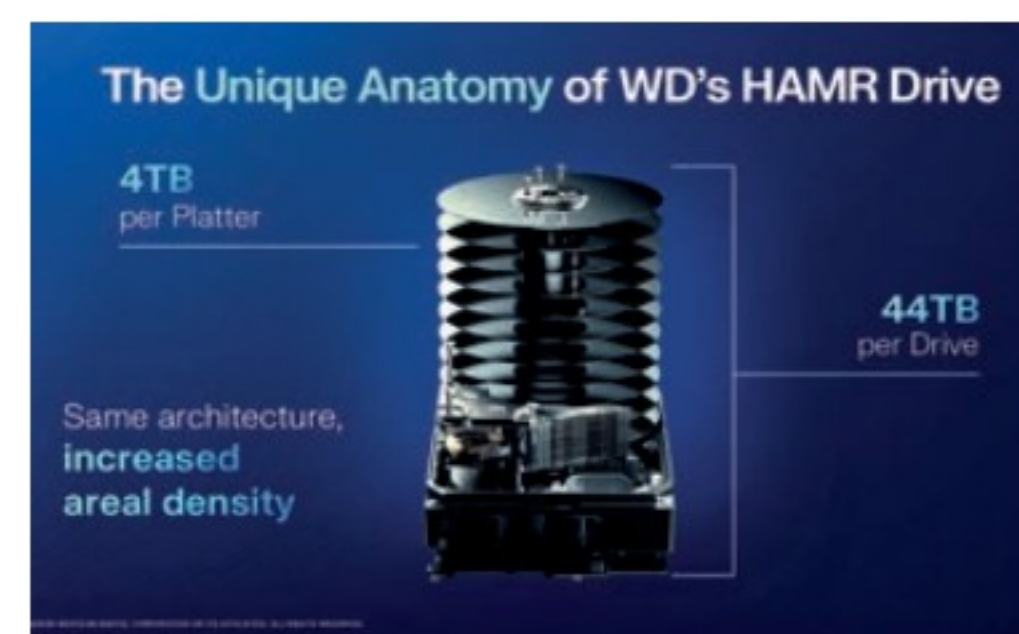
L'action Seagate sur cinq ans. Notez à quel point ça sentait le sapin juste avant le début de la folie IA.

allègrement franchi la barre des 150 à 200 €. Et ça peut monter beaucoup plus haut en fonction des modèles.

IA panique chez les constructeurs

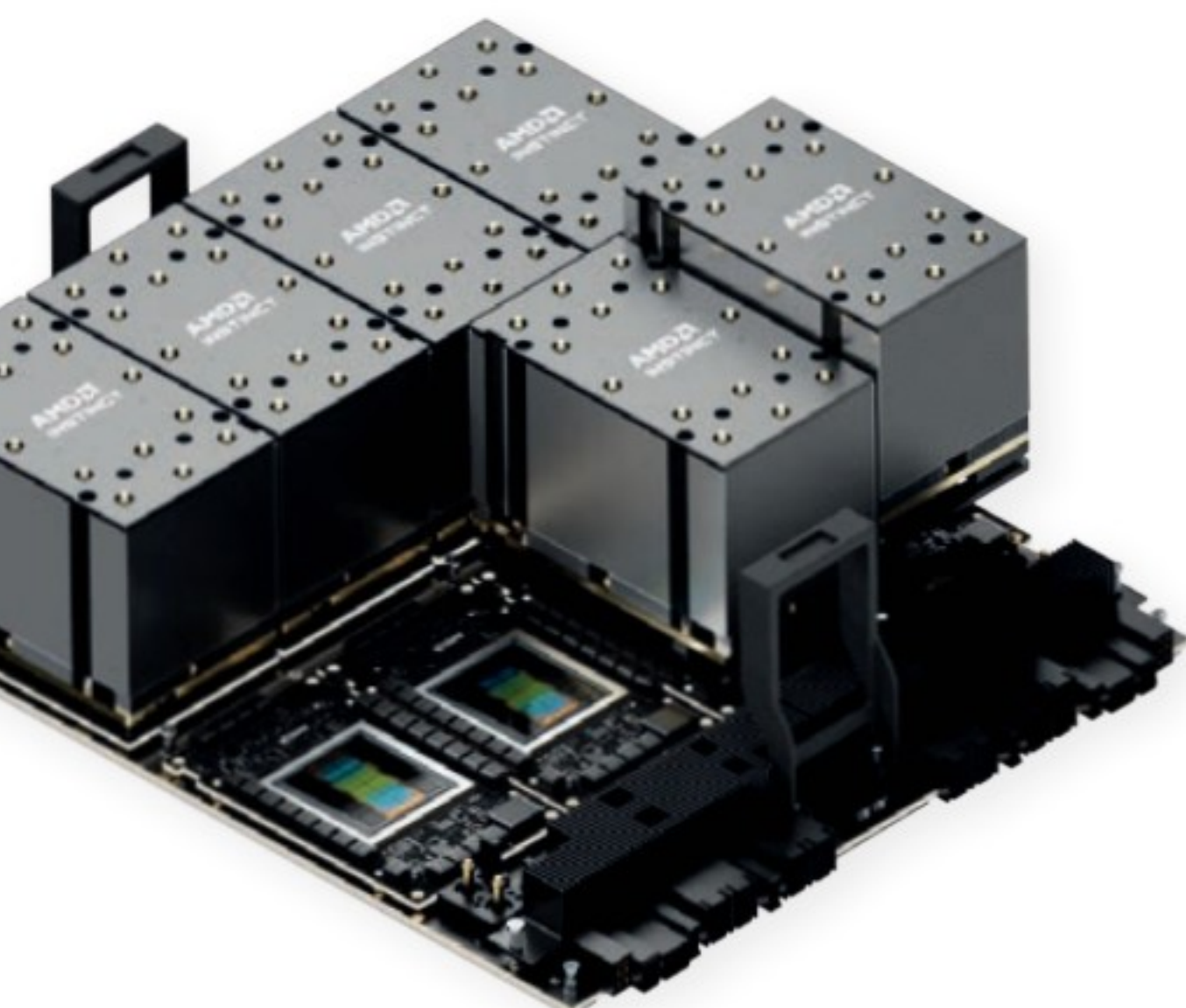
Cette inflation débridée sur le stockage et la mémoire a évidemment des conséquences désastreuses sur l'ensemble du marché tech. Les constructeurs les plus importants ont d'abord encaissé le début de la crise sans gros bobos : ils avaient de gros stocks d'avance et des achats par contrats garantissant des prix normaux sur plusieurs mois. Apple peut se permettre de rogner sur ses (grosses) marges pour garder des prix stables, et sa puissance d'achat est un levier de négociation très fort. *A contrario*, prenons un exemple de société connue qui se prend cette crise de plein fouet : Valve. La firme de Seattle avait annoncé toute une gamme de matos

pour début 2026 : Steam Controller, Steam Machine, Steam Frame étaient clairement programmés pour une sortie au début du premier trimestre. Le Controller est sorti le 4 mai, mais on aura de la chance si le reste voit le jour en 2026. Au moment où j'écris ces lignes, même le Steam Deck est introuvable. ➤



Relancés par la demande des datacenters, les disques mécaniques atteignent des sommets de technicité, et ce n'est pas terminé !

Non seulement les tarifs actuels de la NAND et la DRAM torpillent le positionnement de ces produits, qui se retrouveraient trop chers par rapport à leur puissance si Valve tentait de ne pas perdre trop d'argent dans l'aventure, mais il est tout simplement impossible de sourcer certains composants en quantité suffisante pour un lancement de cette ampleur. D'autres exemples ? Microsoft vient d'augmenter drastiquement tous les prix de sa gamme Surface. Sony a temporairement stoppé la fabrication de nombreuses cartes mémoire destinées aux appareils photo pour concentrer ses stocks de NAND sur quelques modèles. La PlayStation 6, que certains pensaient prévue pour fin 2026, sera certainement décalée. Au-delà des tarifs, les volumes de production d'un tel produit sont incompatibles avec ce qui est disponible sur le marché, à moins d'avoir verrouillé des contrats d'achats en béton ! Oh, et la PlayStation 5 continue de voir son prix augmenter, presque six ans après sa sortie... Plus le constructeur est petit, plus il souffre de la situation. Ayaneo, qui conçoit des machines dédiées à l'émulation et des Steam Deck-like, a annulé les précommandes du NEXT 2. La version 32 Go / 1 TB, avec Ryzen AI Max 385 passerait de 1 800 dollars à plus de 3 000 pour absorber l'explosion



Une petite carte AMD Instinct MI325X, avec 8 GPU dédiés IA. Par respect, je ne vous montre pas le reste du serveur avec le stockage. Ça fait trop mal.

De nouveaux entrants peuvent-ils changer la donne ?

CXMT (ChangXin Memory Technologies), basé à Hefei, est le fer de lance chinois pour la DRAM. Il est maintenant quatrième producteur mondial de DRAM en termes de capacité de wafers, mais la production reste trop faible et bas de gamme pour soulager le marché. Ça change rapidement, mais ils veulent malheureusement aussi leur part du gâteau HBM ! Du côté de Wuhan, YMTC est impressionnant. Soumise aux restrictions d'exportation américaines (Entity List), l'entreprise a quand même réussi à rattraper les leaders mondiaux sur la production de NAND 3D à très haute densité, avec un procédé maison très efficace. Ils ont aussi annoncé s'attaquer au marché de la DRAM, HBM en tête : 50 % de la capacité de sa nouvelle usine sera dédiée à ces produits. Sauver le marché de la DDR5 n'est décidément la priorité de personne.



CXMT est en train d'agrandir son usine de Shanghai pour tenter de passer sa part de marché sur la DRAM à plus de 14 % en 2027. HP, Dell, Acer et Asus sont sur les rangs des acheteurs potentiels, mais n'espérez pas de miracles sur le marché. Sans accès aux avancées de la lithographie EUV, CXMT produit des puces qui consomment 40 à 50 % plus de silicium que la concurrence. Tarifs et production en souffrent. (Crédit : CXMT)

des prix... Je vous passe les augmentations ridicules sur les Raspberry Pi, qui est même obligé de sortir des versions avec très peu de RAM pour garder une offre abordable. Une manœuvre de « shrinkflation » qu'on retrouve chez beaucoup de constructeurs.

Le rôle de l'entrée de gamme

Sur le marché PC, l'entrée de gamme devient un coupe-gorge. Ça taille dans tous les sens pour tenter de sauver le secteur et proposer des produits qui rentrent dans les budgets. CPU anémiques, vieux stock de DDR 4, SSD de fond de tiroir, cartes graphiques au rabais... On n'optimise plus, on bricole avec ce qui reste. Le résultat ? Des machines toujours bien trop chères pour ce qu'elles contiennent. Certains constructeurs et assembleurs ont tout

simplement abandonné le segment en attendant des jours meilleurs. Il faut clairement éviter d'acheter quoi que ce soit actuellement, et particulièrement si votre budget est limité...

Les balles perdues

Les PC sont loin d'être les seuls produits malmenés. On trouve de la NAND et de la RAM partout, et plus les marges sont faibles, plus les produits sont en danger. Historiquement, la mémoire représentait environ 10 à 15 % du coût de fabrication d'un smartphone. Aujourd'hui, pour un appareil d'entrée de gamme (vendu sous la barre des 200 €), une configuration standard avec 6 Go de RAM LPDDR4X et 128 Go de stockage représente désormais jusqu'à 45 % du coût total des pièces. Avec des marges autour de 5 % pour ce secteur, la

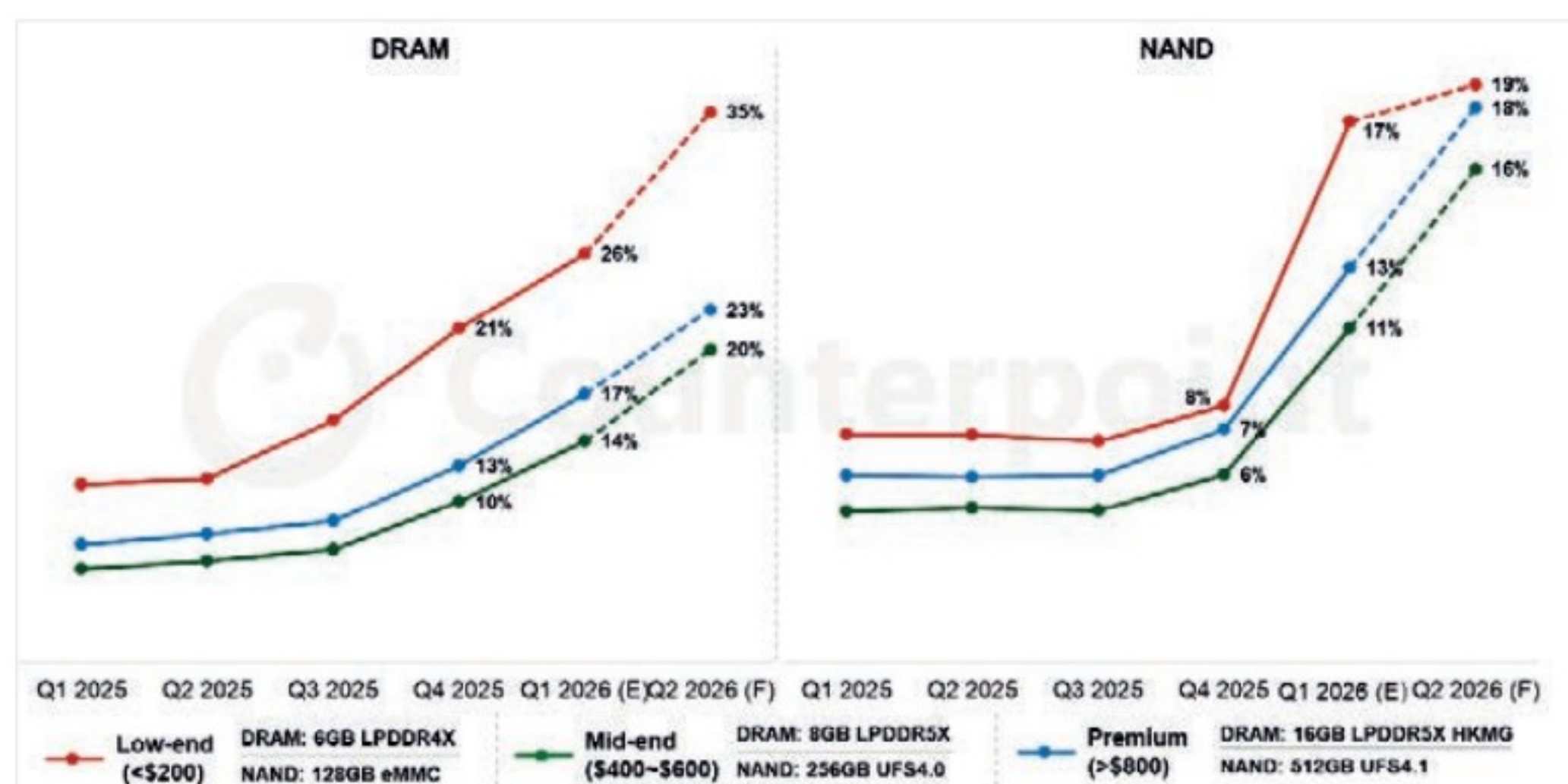


Ouf ! Les salariés de Samsung Electronics, qui avaient voté fin mai une grève générale menaçant 40 % de la production haut de gamme de la marque, ont obtenu satisfaction : 6,2 % d'augmentation et 290 000 € de prime par personne !
(Photo : Samsung)

situation est intenable pour les constructeurs. Le cabinet Counterpoint estime que les prix vont fatalement augmenter de 30 à 50 dollars, pour des configurations castrées (4 Go de RAM, 64 Go de stockage). Un modèle économique entier, basé sur le volume, est en train de s'effondrer. L'achat de modèles de 2024/2025 d'occasion va être la solution de choix pour éviter ces « nouveaux produits » catastrophiques.

Est-ce qu'IA moyen de s'en sortir ?

Ne bougez pas, j'astique ma boule de cristal ! Si vous êtes très optimistes, vous pouvez croire à une explosion de la bulle IA. Ça entraînerait un effondrement des commandes de HBM et NAND, et une normalisation rapide du marché. On en rêve, mais ça reste juste ça, un rêve... Même si on sait maintenant que les annonces d'achats gigantesques de RAM HBM d'OpenAI et les investissements de Nvidia étaient exagérées, et se résument même à une lettre d'intention côté OpenAI, ce



Ce graphique de Counterpoint Research montre la part grandissante de la RAM et du stockage dans le prix de fabrication d'un smartphone, selon les gammes.

qui est bien différent d'une commande ferme, la panique initiée demeure tout à fait réelle. Reste qu'une explosion de la bulle aurait certainement de graves conséquences financières non souhaitables, bien au-delà du secteur de l'IA. Le scénario le plus probable est une combinaison de plusieurs facteurs : gel des achats des consommateurs devant les prix aberrants, intégrateurs PC (OEM) et fabricants qui font de même et réduisent au maximum leurs stocks. Ça laissera sur le carreau des inventaires de DDR5 et NAND qui devraient alors voir leurs tarifs se tasser. C'est déjà ce qui

se passe depuis avril/mai. Parallèlement, on assisterait à la finalisation de certains datacenters, à l'abandon de certains projets et à des commandes de renouvellement bien moins nombreuses. En prime, ça correspondrait au début de la production à plein régime des nouvelles usines des différents fournisseurs. Le marché se normaliserait enfin, mais nous serions déjà fin 2027, voire en 2028 ! Quoi qu'il arrive, les analystes sont tous unanimes : il y a peu de chances qu'on revoie les tarifs de 2024-début 2025. Un certain cartel (voir page 20) n'a aucun intérêt à répéter cette « erreur »...

De la RAM à la mine de quartz, portrait d'une industrie informatique étranglée

Par Neji

Le petit monde du semi-conducteur est en crise. Oui, on commence à en avoir l'habitude. Mais cette fois, c'est différent. La difficulté à dégoter n'importe quoi de neuf qui embarque de la mémoire vendue à un prix raisonnable met en lumière un profond problème qui dépasse largement les frontières du gaming PC. Et si toute cette industrie n'était qu'un énorme château de cartes ?



Jusqu'à présent, chaque fois que les joueurs ont eu à affronter une crise les éloignant temporairement de leur loisir de prédilection, il n'y avait pas à chercher bien loin pour trouver le coupable : le GPU se retrouvait invariablement au cœur de la tourmente. Explosion soudaine des besoins dus à la polyvalence de ce circuit, incapacité à suivre la demande, chaîne logistique en tension, le faisceau d'indices pointait à chaque fois vers une même cause : une fonderie en situation de quasi-monopole, au carnet de commandes rempli à craquer et dont les lignes de production ne sont pas extensibles à l'infini. En effet, ni Nvidia, ni AMD ne gravent leurs propres puces, donc les deux sociétés se retrouvent soumises aux contraintes des très rares fondeurs capables de fabriquer en volume des processeurs aussi gros et complexes. On l'a vu par le passé, cette situation engendre un équilibre fragile qu'il est facile de briser, entraînant des conséquences rapides à l'échelle de la planète entière. Les concepteurs de puces mémoire, en revanche, ne souffrent pas de ce problème puisqu'ils possèdent leurs propres *fonderies* (les unités permettant de graver un circuit sur du silicium) capables de sortir à la chaîne les produits



Une barre de polysilicium avant d'être fondue pour donner naissance à un cristal.

conçus en interne. Pourtant, ce sont bien ces composants discrets mais indispensables à la quasi-totalité des appareils électroniques du monde moderne qui se retrouvent au centre d'une crise sans précédent.

Cinq cavaliers de la RAMpocalypse

Comment en arrive-t-on en 2026 à une tempête à l'échelle de la RAMpocalypse ? Vous allez rire : ici aussi, il ne reste plus que trois firmes qui se partagent l'écrasante majorité du marché. En Corée du Sud, Samsung et SK Hynix fabriquent depuis des temps immémoriaux les puces de RAM embarquées sur nos barrettes de mémoire ou de VRAM, les modules spécialisés qui équipent les cartes graphiques. Le troisième et célèbre acteur, Micron, est quant à lui originaire du pays de l'oncle Sam. Chacun de ces mastodontes ne possède que cinq à six grands sites de fabrication, certains étant dédiés à des produits ou des technologies spécifiques. Pour les deux premiers, la majorité de ces *fabs*, ou usines spécialisées dans la gravure et le conditionnement des semi-conducteurs, est localisée en Corée du Sud. Du côté de Micron, si les sites principaux sont hébergés aux États-Unis, on en trouve éparpillés un peu partout en Asie, notamment à Singapour et Taïwan. Il n'y a donc qu'une grosse quinzaine de sites qui se partagent l'alimentation mondiale de tous les périphériques

modernes embarquant de la mémoire, destinés au grand public comme aux professionnels. On peut alors commencer à comprendre que si jamais l'un d'eux vacille, l'impact est immédiat sur toute la chaîne. Et c'est très exactement ce qui vient de se produire.

GPU pour autrui

À moins de vivre dans un bunker (ce qui n'est plus forcément une mauvaise idée, compte tenu du contexte géopolitique),



Ce sont ces gros cristaux de silicium ultra pur que l'on découpe en tranches pour y graver des semi-conducteurs. (Photo CC Massimiliano Lincetto)

vous savez que l'engouement pour le *deep learning* est très loin de se calmer. En gestation depuis les années 1940, la technologie a explosé lorsque des processeurs capables de manipuler des matrices avec une efficacité redoutable ont enfin pu répondre aux prérequis pharaoniques qu'elle nécessite en termes de puissance de calcul et de volume de données pour une exploitation à grande échelle. Côté GPU, on a vu l'impact de cette course à l'armement industrielle. Les grands acteurs du numérique ne sont pas preneurs de nos cartes de jeu, mais les volumes de commandes qu'ils passent chez Nvidia pour les puces Blackwell à destination des centres de données ne laissent pas beaucoup de place pour les puces de la gamme GeForce sur les lignes allouées par TSMC (fondeur taïwanais incontournable lorsqu'il s'agit de graver des processeurs haute performance). Il faut bien comprendre que même si l'ogre Nvidia règne sans réel partage sur le marché du GPU gaming, continuant à grignoter inlassablement les petits bouts qui lui manquent, cela ne représente plus que 6 % à 7 % de son chiffre d'affaires : quasiment tout le reste est dû à la branche *datacenter*. Le marché du hardware pour le jeu n'est plus qu'une goutte d'eau par rapport à celui du hardware pour l'IA. Plus du tout prioritaire, loin de là.

L'appât du grain

Or, qui dit GPU, dit mémoire, mais pas n'importe laquelle : la HBM, ou *high bandwidth memory*, une mémoire extrêmement vélocité et à très faible latence qui rappellera des souvenirs à ceux qui s'étaient laissé tenter par une Radeon Fury ou une RX Vega. D'utilité discutée sur une carte grand public, elle est incontournable pour l'accélération des modèles de *deep learning* les plus complexes. Car les réseaux de neurones ne sont pas simplement gourmands en puissance de calcul, ils le sont aussi en mémoire : en espace de stockage pour les modèles et la constitution d'énormes jeux de données, mais principalement en mémoire vive où le GPU doit avoir accès, le plus rapidement possible, à un large espace permettant d'y charger l'intégralité des poids. Les monstruosités propriétaires comme Grok-3 ou GPT-5 oscillent quelque part entre 1 800 et 5 000 milliards de paramètres,



Du silicium métallurgique en cours de traitement chez Hemlock.
(Photo : Hemlock Semiconductor)

soit jusqu'à 10 To de VRAM nécessaires pour leur inférence en FP16. L'ubuesque initiative *Stargate*, pilotée par OpenAI et d'autres grands noms de la tech américaine comme Oracle et Microsoft,

DES COMPOSANTS DISCRETS MAIS INDISPENSABLES SE RETROUVENT AU CENTRE D'UNE CRISE SANS PRÉCÉDENT.

projette à elle seule un investissement de 500 milliards de dollars sur quatre ans... soit plus de trois fois le budget du programme de conquête spatiale Apollo.

Les accords conclus entre OpenAI, Samsung et SK-Hynix pour mener à bien ce chantier de plusieurs centres de calculs pharaoniques dédiés au *deep learning*, préemptent jusqu'à 40 % de la capacité de production mondiale de galettes de silicium.

Crucial traitre

Devant la manne miraculeuse que représentent ces projets colossaux, l'un des trois piliers de la mémoire décide soudainement de couper la branche devenue la moins rentable de l'entreprise pour ne plus se concentrer que sur l'alimentation d'un marché en pleine explosion. C'est ainsi qu'en décembre 2025 disparaît Crucial, marque de Micron destinée au grand public, subitement enterrée après près de trente ans de bons et loyaux services. Terminé les barrettes de RAM et les SSD pour ordinateurs personnels, l'un des acteurs majeurs du milieu se volatilise, laissant derrière lui un trou béant que les deux firmes restantes

vont devoir combler. Même si ni Samsung, ni SK Hynix n'ont abandonné aussi lâchement le grand public, ils ne comptent pas moins croquer leurs parts du gâteau de l'IA, autrement rentable et qui se chiffre en dizaines de milliards de dollars. Eux aussi ont fait de la place sur les lignes de production pour la gravure de mémoire HBM, d'autant plus que

LA COURSE À L'AVANCE TECHNOLOGIQUE NE TIENT, PLUS OU MOINS, QU'À LA CAPACITÉ D'EXTRACTION D'UNE SEULE MINE DE QUARTZ PERDUE EN AMÉRIQUE DU NORD.

SK Hynix, par exemple, est lui-même le principal fournisseur de Nvidia. Et pour bien faire les choses, si la HBM est une mémoire certes rentable mais aussi très onéreuse, ce n'est pas pour rien : elle est plus consommatrice en matières premières à capacité égale que de la RAM plus classique comme la DDR5. Elle nécessite aussi un packaging spécifique amplifiant les besoins tant matériels qu'ouvriers.

Où sont les wafers ?

Cette mémoire, il faut bien la graver sur quelque chose. À force d'analyser chaque nouvelle pénurie, on commence à être familier avec le concept des wafers, ces grosses galettes de silicium ultra pur, utilisées par toute l'industrie du semi-conducteur. Les trois fabricants désormais focalisés sur la production de HBM ont recours à des wafers de 300 mm, dont la pureté doit être extrême pour répondre aux contraintes techniques de gravure très exigeantes requises par la HBM. Et ô surprise, les entreprises qui trustent ce marché ne sont qu'au nombre de cinq. Les japonais Shin-Etsu et SUMCO dépassent de la tête et des épaules les concurrents (environ 55 % du marché à eux deux), même si GlobalWafer (Taïwan) dispose aussi d'une capacité de production élevée. On trouve également SK Siltron,



Autre « single point of failure », le néerlandais ASML, qui fabrique 90 % des machines de lithographie de la planète. (Image : ASML)



Depuis 2018, Hemlock Semiconductor multiplie les lettres ouvertes au gouvernement américain concernant l'importation du silicium solaire chinois qui casse le marché. (Photo : Hemlock Semiconductor/Kevin W. Fowler)

qui appartient au même groupe que SK Hynix et permet au moins à ce dernier de disposer d'une source d'approvisionnement privilégiée. L'Allemand Siltronic ferme en quelque sorte la marche, mais quelles que soient les parts de marché de ces entreprises, le discours est unanime : la demande dépasse très nettement l'offre et les carnets de commandes des fabricants de wafers sont tous bouclés pour, *a minima*, les deux années à venir. Toute augmentation de capacité nécessite des projets industriels massifs qui

demandent plusieurs années pour porter leurs fruits.

Le quartz, raffinage de la pénurie

Telle quelle, la situation apparaît complexe et l'équilibre fragile, mais on peut descendre plus loin dans l'enfer du silicium. Comme les puces de RAM, les wafers ne sortent pas non plus du néant. Pour passer d'un minerai de quartz à une tranche de silicium d'une pureté irréprochable, un autre intermédiaire est nécessaire. Point de



Trois firmes se partagent le marché mondial de la RAM, dont le coréen SK Hynix.

surprise ici non plus, seuls une poignée de chimistes spécialisés maîtrisent le procédé et sont en capacité de fournir des cristaux de quartz assez purs pour finir un jour en semi-conducteur haute performance. Deux firmes parmi ces grands pontes de la chimie se distinguent particulièrement, Wacker Chemie en Allemagne et l'Américain

IL FAUDRA ATTENDRE QUE LES PROJETS PHARAONIQUES DES GRANDS ACTEURS DU NUMÉRIQUE AIENT ÉTÉ MENÉS À LEUR TERME OU LEURS AMBITIONS REVUES À LA BAISSE.

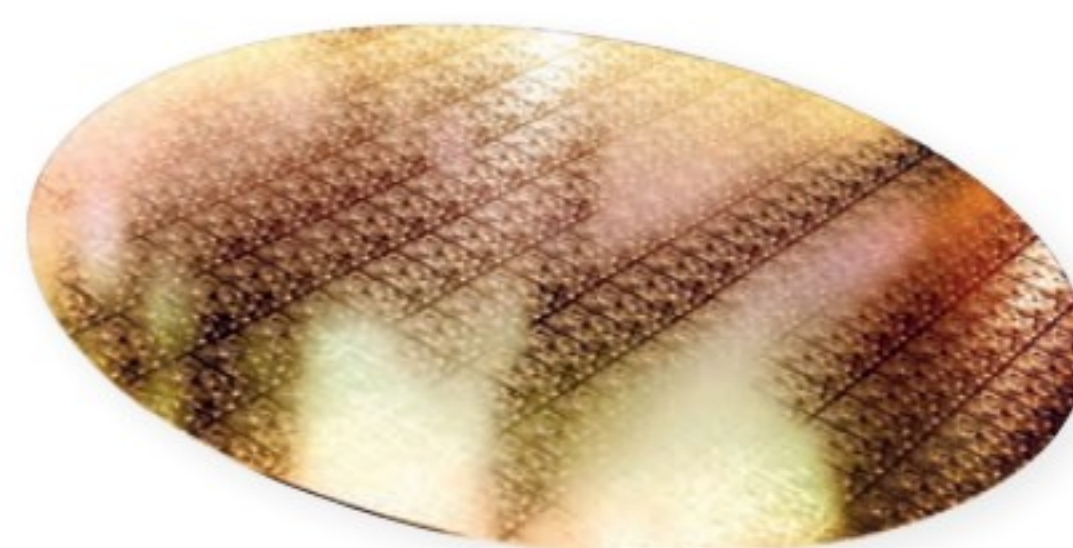
Hemlock Semiconducteur, copropriété de Shin-Etsu. Les deux géants japonais du wafer peuvent aussi compter sur Tokuyama Corp, et le coréen SK Siltron sur le raffineur OCI, dans lequel il a massivement investi il y a plusieurs années. La capacité de production de la mémoire et, pire encore, celle de la totalité des microprocesseurs du monde, sont donc inféodées à la cadence de ces quatre principaux raffineurs de quartz.

Une mine pour les gouverner tous

Mais ce cruel manque d'acteurs à tous les stades de la fabrication d'une puce électronique n'est que la façade d'une réalité encore plus effrayante : près de 90 % du quartz qui termine sa course sous la forme d'un semi-conducteur de pointe sort d'un seul et unique site géologique. La mine de Spruce Pine, en Caroline du Nord, est une singularité à l'échelle de la planète, le seul gisement connu capable de fournir en volume le quartz de haute pureté nécessaire à la fabrication de nos appareils électroniques. Deux exploitants, l'un Belge (Sibelco) et l'autre Norvégien (The Quartz Group), se partagent l'exploitation de ce type de minerais à Spruce Pine. La course à l'avance technologique dans laquelle se sont lancés tête baissée tous les grands noms du numérique ne tient, plus ou moins, qu'à la capacité d'extraction d'une seule mine perdue en Amérique du Nord. Et avec l'explosion de la demande induite par les besoins en mémoire vive de cette ruée vers le *deep learning*, la chaîne d'approvisionnement est très vite mise en tension. Par exemple, l'ouragan Héléne qui a frappé la Caroline du Nord en octobre 2025 a rappelé au monde entier à quel point cette industrie était d'une extrême fragilité. Imaginez maintenant que le monde soit en proie à une instabilité géopolitique croissante, au cœur de laquelle se développent des problématiques de guerre commerciale et de souveraineté numérique, et vous aurez une idée de l'ampleur de la catastrophe qui s'annonce.

Un répit temporaire

Ces derniers mois, la tarification des kits de DRAM semble avoir un peu dégonflé, mais l'accalmie n'est que temporaire : les joueurs acceptent difficilement d'engloutir un tiers de SMIC dans ce qui ne coûtait guère plus de 80 € l'an passé, alors les ventes baissent donc les prix des stocks existants aussi. Mais une fois qu'ils se seront taris, la situation ne risque pas de revenir à la normale de sitôt, si elle y revient un jour. À l'écriture de ces lignes, les tarifs publics des PS5 et PS5 Pro viennent d'enfler de 100 €, un événement inédit sur ce marché, en partie motivé par l'augmentation des coûts du hardware nécessaire à la fabrication de la machine. Asus vient tout juste de réajuster à la hausse les prix catalogues de ses RX 9000 outre-Atlantique et il y a fort à parier que d'autres firmes leur emboîtent le pas. Les SSD grand public



Du fait de ses tarifs désormais vertigineux, le wafer devient réellement un disque d'or. (Photo : ASML)

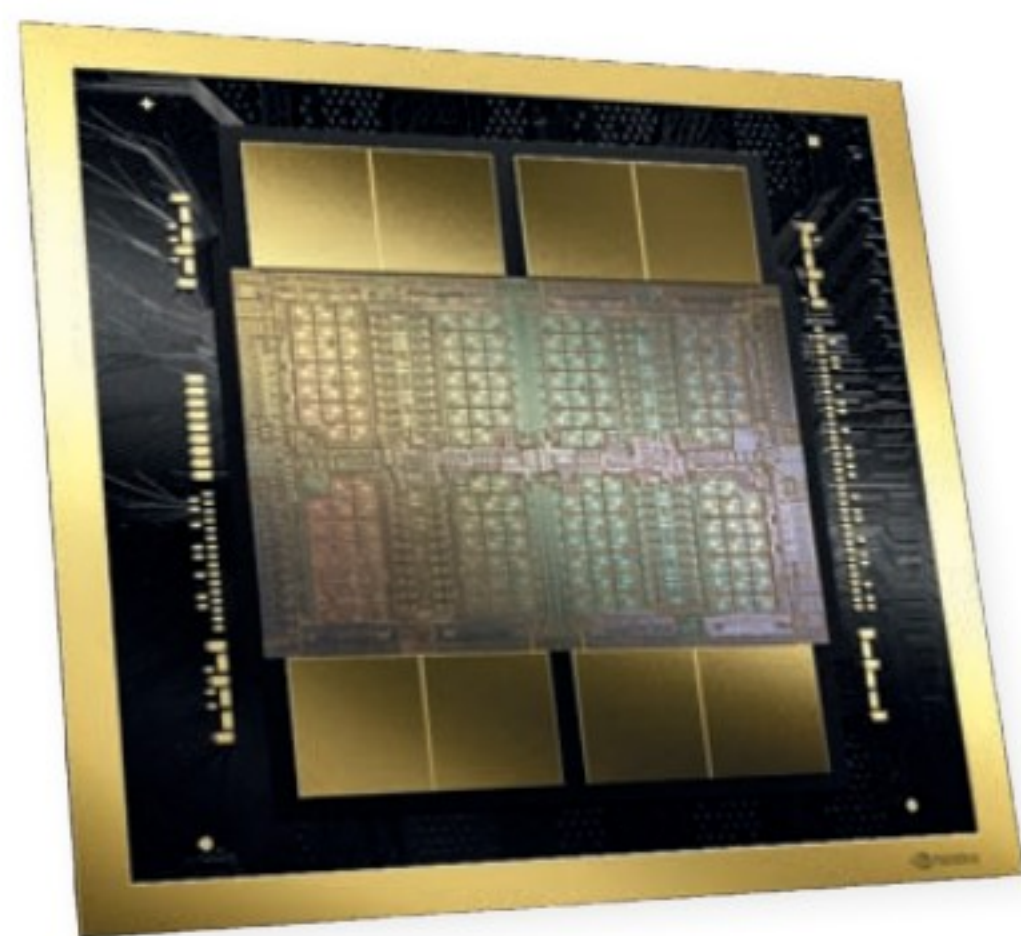
n'échappent pas à la crise et si l'on est pour l'instant loin du facteur cinq qui frappe les kits de DDR5, qu'il soit M.2 ou en antique SATA, les disques coûtent désormais le double d'avant crise.

Impasse partout

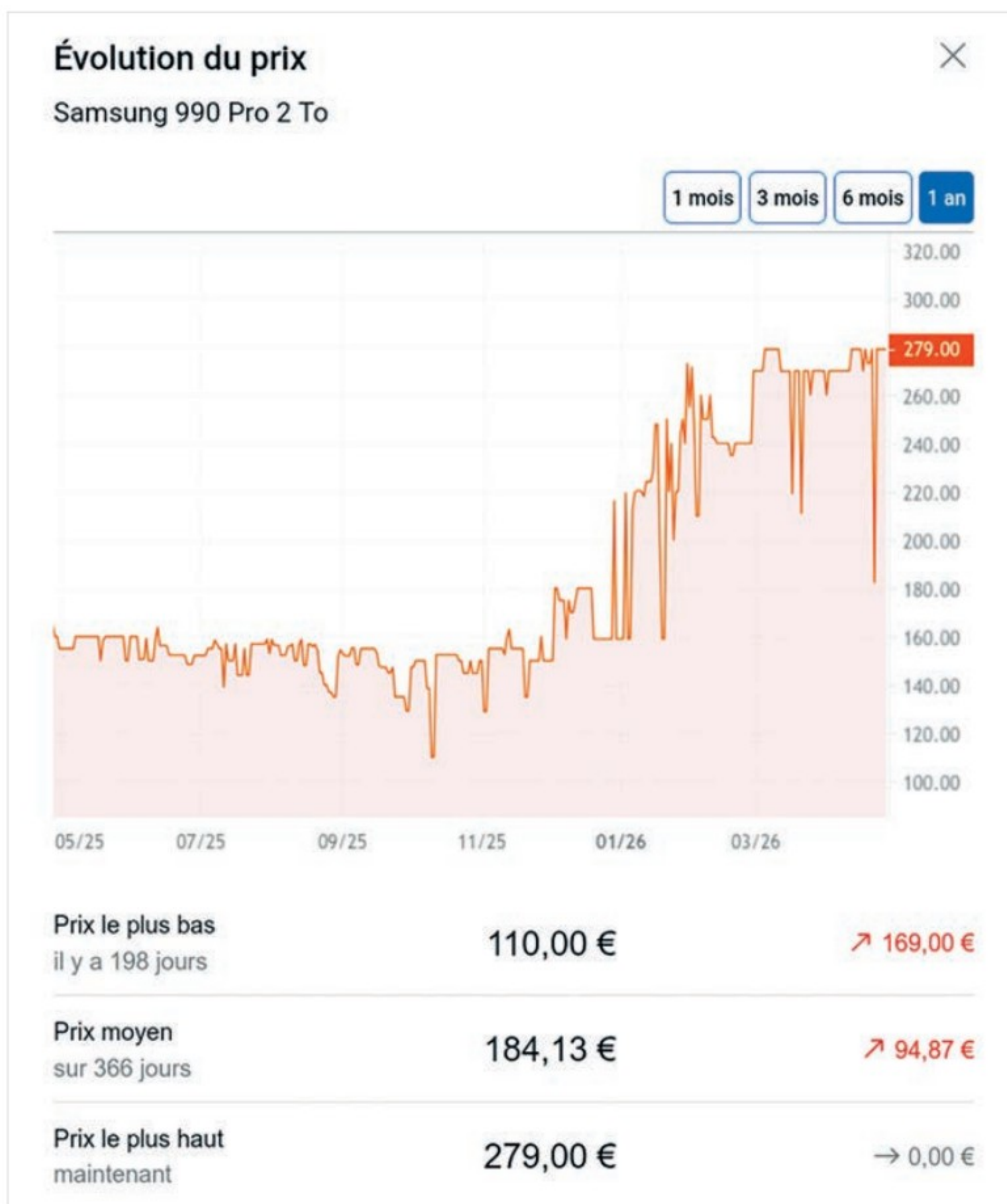
Les goulots d'étranglement se situent à tous les stades du processus de manufacture, ce qui implique que chaque industriel devrait gonfler substantiellement ses capacités de production pour sortir de l'ornière. On parle ici d'investissements en millions de dollars sur des chantiers s'étendant sur plusieurs années, rien qui soit en mesure de régler le problème à court ou moyen terme. Certains acteurs n'ont pas attendu 2026 pour réagir, comme Sibelco qui vient d'achever la première phase de son plan d'expansion et dont la seconde est désormais prévue pour 2030. Toujours côté quartz, il ne faudra malheureusement pas compter sur les sites d'extraction mineurs dont les volumes de production sont encore bien trop faibles pour réellement peser dans la balance. Si la Chine semble désormais très active avec l'annonce récente de la découverte d'un gisement dans la province du Henan, il faut garder à l'esprit que la priorité du gouvernement chinois reste avant tout de réduire sa dépendance aux importations américaines sur un domaine hautement stratégique. Peu de chance de voir arriver du silicium chinois dans nos machines avant une bonne décennie.

Au quartz, citoyens

En imaginant que les tensions soient levées du côté de l'extraction minière, il reste le problème épineux des raffineurs



Le monstrueux B200 pour datacenter d'IA, dont l'énorme GPU est entouré de huit puces de mémoire HBM.



La NAND, mémoire qui équipe nos SSD, souffre un peu moins de la flambée des prix en 2026, mais le prix au gigaoctet fait malgré tout un bon fois deux.

de quartz. Pour ces entreprises, la situation est complexe : le raffinage du HPQ (*high purity quartz*) nécessaire à la fabrication des semi-conducteurs n'est qu'une niche dans une activité économique bien plus vaste, qui comprend surtout la transformation du silicium de qualité inférieure, comme celui destiné au marché du photovoltaïque, qui représente des volumes de ventes très importants. Et si la Chine est loin d'être autonome sur le quartz de grande pureté, ce n'est pas le cas sur celui de grade solaire qu'elle extrait, raffine et surproduit en masse depuis quelques années pour des tarifs défiant toute concurrence. Le pays a un comportement prédateur sur ce marché qu'il domine désormais à plus de 80 %, mettant en position plus que délicate les chimistes

historiques dont les activités sont plus diversifiées. En clair, les spécialistes du polysilicium de grade électronique doivent composer avec des rentes incertaines sur l'un de leurs principaux marchés, alors qu'ils ont des besoins d'investissement importants sur un secteur certes très spécifique, mais vital à une industrie mondiale. Chez Hemlock, le salut vient en partie du CHIPS Act américain, un gigantesque plan de subventions destiné à sécuriser la production nationale des semi-conducteurs. Les autres n'ont pas vraiment d'autre choix que d'aller chercher les investissements privés et changer de stratégie pour répondre aux besoins. Et là encore, on parle de changements structurels dont les effets ne peuvent pas être visibles avant 2028.



L'un des sites du colossal projet Stargate.
C'est dans ce genre de chantier que termine une grande partie du quartz de haute pureté extrait ces dernières années. (Photo : OpenAI)

Temps de latence

Un délai de deux ans avant que les actions récemment entreprises ne débouchent sur du concret, c'est ce que l'on retrouve chez les principaux fabricants de wafers, mais aussi chez les fondeurs. Pour ces derniers, il n'y a pas d'autre choix que d'investir massivement dans de nouvelles lignes de production. Car là aussi, il ne faudra pas compter sur la Chine pour voir s'améliorer la situation à court et moyen terme, malgré sa capacité hors normes à faire sortir des usines de terre. L'Empire du milieu est désormais un poids lourd des procédés de gravure matures, plus anciens, mais il reste encore très en retard sur les processus avancés. La maîtrise de ces process industriels est un enjeu majeur pour le pays, mais encore une fois il faudra plusieurs années pour que les investissements décidés ne portent réellement leurs fruits, sans compter qu'ils s'inscrivent dans une stratégie d'émancipation qui profitera en priorité à la nation. Et si l'on parle parfois de CMXT, le principal fabricant chinois de DRAM, comme d'une solution miracle pour détendre le marché mondial de la DDR5, on oublie que leur part de marché est inférieure à 10 %, mais surtout qu'ils sont victimes des mêmes pratiques que leurs concurrents : virage progressif vers la production de mémoire HBM, préférence nationale et



L'industrie mondiale du semi-conducteur commence ici,
dans une mine perdue au milieu des pins et des sapins. (Photo : Sibelco)

partenariat avec d'autres acteurs du secteur, comme Qualcomm, qui vient tout juste de sécuriser la production de sa DRAM chez le fondeur chinois. On peut donc abandonner l'idée d'une Chine se mettant subitement à inonder le marché comme elle l'a fait avec le solaire.

Attendre et boire

C'est la seule chose raisonnable à faire dans le contexte actuel. Le salut ne viendra que lorsque la demande et l'offre s'équilibreront à nouveau. Il faudra attendre que les projets pharaoniques des grands acteurs du numérique aient été menés à leur terme, ou que leurs ambitions soient revues à la baisse (comme cela semble être le cas pour

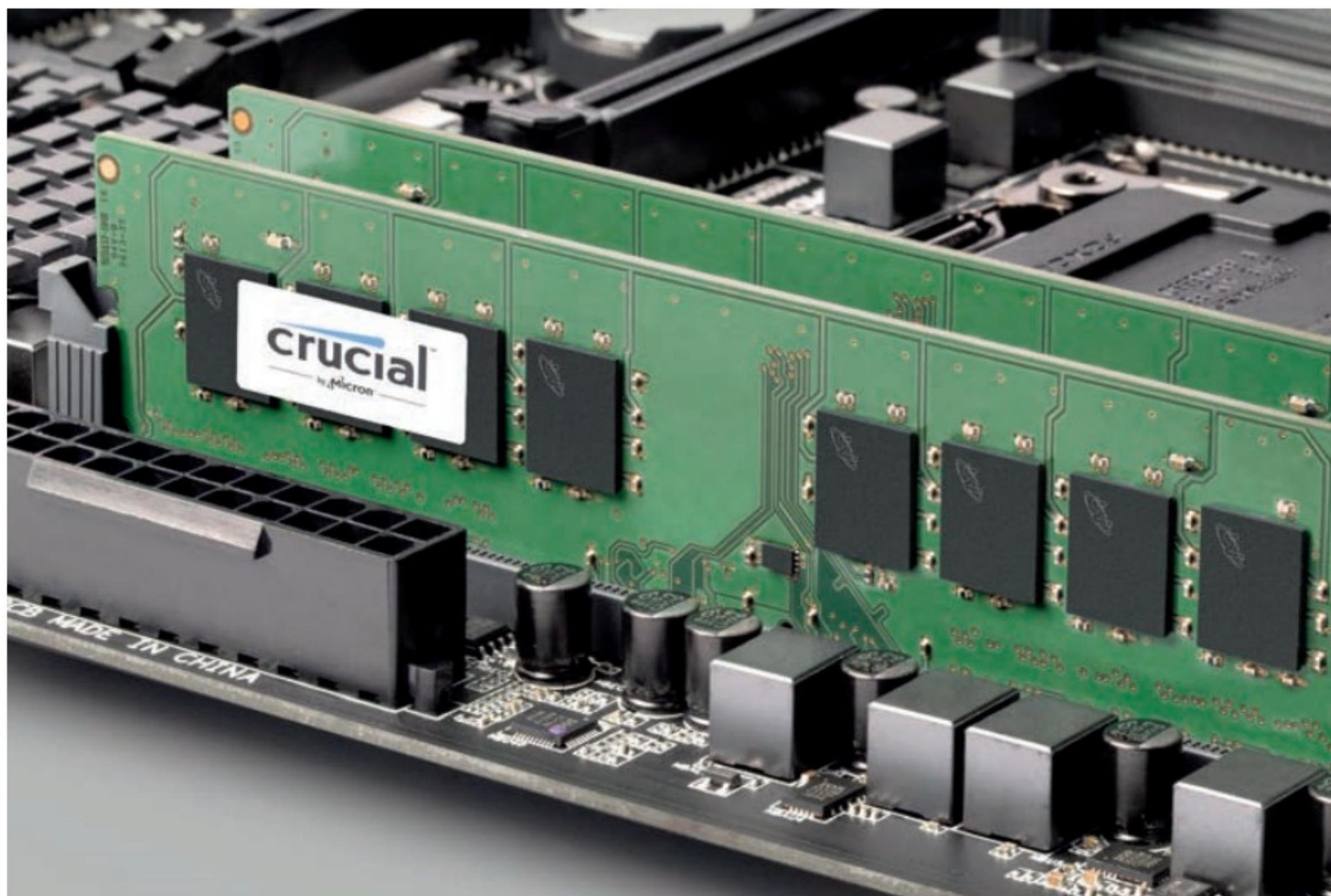
l'initiative *Stargate*, dont certains membres commencent à prendre du recul). Parallèlement, de nouvelles capacités de production sont mises en route pour que l'industrie du semi-conducteur soit de nouveau capable d'encaisser la demande du marché. Les effets des différents investissements devraient commencer à se voir d'ici début 2028, mais il va falloir être patient, apprendre à faire avec le système D et se tenir à l'affût des bonnes occasions d'ici là. Enfin, cette crise aura au moins eu le mérite de faire prendre conscience au monde entier que cette industrie cyclopéenne et stratégique est en réalité un colosse mondialisé aux pieds d'argile. Jusqu'à la prochaine.

Les fabricants de RAM, un « cartel » aux méthodes un peu trop rodées

Par Furolith

La crise actuelle de la mémoire est une catastrophe pour toute l'industrie de l'informatique grand public. Toute ? Non ! La pénurie ne serait pas aussi tendue si elle n'était passivement entretenue par les fabricants de mémoire eux-mêmes, trop heureux de voir leurs marges exploser sans avoir eu à faire aucun effort... et de savoir qu'ils peuvent compter sur leurs « concurrents » pour ne pas mettre en danger le statu quo. Après tout, ce n'est pas comme s'ils étaient coutumiers des ententes illégales...

Deux Coréens et un Américain sont assis à une table. Non, ceci n'est pas l'incipit d'une blague de très mauvais goût. Mais ce pourrait être celui d'un tour d'horizon presque exhaustif des entreprises en mesure de fabriquer de la mémoire volatile sur notre planète. C'est peu, même au sein d'une industrie de l'informatique au sens large un peu trop habituée à mettre tous ses œufs dans le même panier (essayez donc de compter le nombre d'entreprises capables de fabriquer des processeurs sur notre planète, ce n'est pas mieux). Samsung Semiconductors, SK Hynix et Micron sont donc les trois institutions qui contrôlent à elles seules la quasi-totalité de la production mondiale de modules DRAM... Et elles la contrôlaient déjà il y a vingt-cinq ans, quand, au tournant du millénaire, des variations de prix incontrôlables avaient failli mettre toute l'industrie sens dessus dessous. Cela vous rappelle quelque chose ? Pourtant, à l'époque, aucune tendance technologique ou économique ne pouvait être désignée comme responsable évidente de la situation, comme l'est l'IA aujourd'hui (on était pourtant alors en plein paroxysme de la bulle « dot com », histoire de se rappeler qu'en arrière-plan de tout ça, l'inconscience et l'aveuglement des marchés financiers restent une inébranlable constante). Ce n'est que quelques années plus tard que la cause de tout cela fut comprise, au terme d'une enquête judiciaire de grande envergure, concluant



Après l'arrêt par Micron de sa marque grand public Crucial, personne n'a levé le petit doigt pour récupérer ses parts de marché.

à l'existence de ce que l'on appellera ensuite le « cartel de la RAM ». Petit rappel des faits.

Le bug de l'an 2002

L'intrigue se déroule dans les environs de l'an 2000, une période où le prix des modules de mémoire est coutumier d'évolutions rapides et relativement chaotiques. Pendant un temps, personne ne s'en inquiète vraiment : on met ça sur le compte d'une industrie en très rapide croissance, pas encore tout à fait mature, d'autant plus que l'intronisation récente de la DDR de première génération y a mis un peu le bazar. À la fin 2001, la stabilisation de la production et de la demande semble enfin diriger l'évolution des prix dans un sens unique, celui de la réduction. Les tarifs atteignent des chiffres historiquement bas... mais pas pour longtemps. Au premier trimestre 2002, changement brutal de trajectoire : les clients de Samsung, SK Hynix, Micron et les autres s'entendent

dire que de subites tensions sont apparues sur l'approvisionnement en DDR, et les prix repartent à la hausse, au point de faire plus que doubler en quelques semaines. Les conséquences se font ressentir chez tous les grands assembleurs de l'époque, parmi lesquels Dell, Hewlett-Packard, ou encore Compaq. Le cas le plus visible est celui d'Apple, déjà alors un excellent baromètre de l'industrie : en mars 2002, l'entreprise se voit « contrainte » d'augmenter les prix de ses iMac G4... lancés tout juste deux mois plus tôt. C'est probablement l'une de ces grandes marques qui, dans la foulée, alerte le département de la Justice fédéral des États-Unis, lequel lance une grande enquête sur de possibles manipulations de prix de la part des fabricants de mémoire.

Mémoire de mouchard

Les techniques employées par les enquêteurs sont celles le plus souvent employées lorsque l'on veut faire tomber

des organisations criminelles : promettre une certaine clémence aux premiers qui passeront à table et collaboreront avec la Justice. Le premier à se laisser convaincre est Alfred P. Consuello, directeur commercial régional de Micron à New York. En décembre 2003, il accepte de plaider coupable non pas directement pour son rôle dans le cartel, mais pour avoir altéré des documents que le tribunal l'avait assigné à produire à l'été 2002 : un carnet personnel et des notes de réunion manuscrites concernant des négociations à venir avec un client. Parmi les informations que

UN SENTIMENT D'IMPUNITÉ QUI S'ÉPANOUIT UN PEU TROP FACILEMENT QUAND TROP DE POUVOIR SE CONCENTRE ENTRE TROP PEU DE MAINS.

ceux-ci contenaient et qu'il avait vainement tenté de dissimuler, non seulement les prix qu'il suggérait lui-même de proposer au client en question, mais aussi ceux qui seraient proposés par les « concurrents » de Micron. Comment diable avait-il pu avoir accès à de telles données ? C'était la première carte à tomber du château. L'enquête finira par révéler que dans les couloirs de ce château, il était habituel d'échanger dans le feutré entre adversaires supposés, et de se mettre d'accord pour fausser les enchères, créer des pénuries artificielles et ne jamais laisser le marché se réguler naturellement. Entre-temps, à peu près tout le monde est passé aux aveux. En septembre 2004, l'entreprise allemande Infineon est la première à plaider coupable de collusion institutionnelle. Suivent Hynix en octobre 2005, Samsung en octobre 2005, puis le japonais Elpida en 2006. À elles quatre, ces sociétés se retrouvent à payer plus de 700 millions de dollars d'amendes cumulées – Micron, de son côté, est épargné par les sanctions financières, en « remerciement » pour ses contributions à l'enquête. À l'époque, c'est le second total le plus élevé jamais atteint à la suite d'une enquête fédérale américaine sur des pratiques anticoncurrentielles.

L'iMac G4, déjà tributaire des prix incontrôlables de la RAM il y a près de 25 ans.



Infineon, à la fois membre et victime du cartel, s'est désengagé du marché de la DRAM en 2005.

C'est beaucoup... et à la fois remarquablement peu, pour une industrie de la mémoire qui, de l'aveu du département de la Justice lui-même, avait engrangé 7,7 milliards de dollars de chiffre d'affaires rien qu'aux États-Unis en 2004.

Qui se souvient ?

Un tel chiffre était-il suffisamment dissuasif pour s'assurer que tout ce beau monde retienne la leçon ? Il est permis d'en douter, comme l'indique le cas de Sun Woo « Sunny » Lee : lui aussi inculpé à titre individuel pour son rôle dans le cartel, en tant que responsable commercial de Samsung Semiconductors, il est condamné en 2006 à 250 000 dollars d'amende et huit mois d'emprisonnement... avant d'être nommé

président de Samsung Electronics Allemagne en 2009, puis PDG de Samsung Electronics Europe en 2014. C'est le genre de sentiment d'impunité qui s'épanouit un peu trop facilement quand trop de pouvoir se concentre entre trop peu de mains. À voir la façon qu'ont aujourd'hui les mêmes acteurs de refuser catégoriquement d'ajuster leur production à la conjoncture, de se partager sagement la faramineuse demande en mémoire HBM que les *data centers* s'arrachent à prix d'or, et de ne surtout pas se battre entre eux pour conquérir le marché désormais déserté de la mémoire « grand public », on serait facilement enclin à penser que certaines habitudes ont peut-être confortablement survécu aux sentences.

Le jeu vidéo au régime sans RAM

Par Furolith



Si la crise de la DRAM a pour plus évidente manifestation les chamboulements qu'elle impose dans l'immédiat sur le marché du hardware, il y a fort à parier que le jeu vidéo au sens large en subira les conséquences au long cours. Habitué pendant toute son histoire à pouvoir compter sur des machines aux allocations mémoire croissant à un rythme constant, ce petit monde va devoir composer avec un changement soudain de trajectoire, qu'il le veuille ou non.

Je ne sais pas si vous vous souvenez, mais il y a tout juste quelques mois, à l'été 2025, quand quelqu'un nous demandait conseil pour une nouvelle machine de jeu de milieu/haut de gamme, on pouvait sans trop y réfléchir lui recommander de se prendre au minimum 64 Go de DDR5, et une carte graphique embarquant au moins 12 Go de VRAM. On croirait que c'était il y a une éternité, n'est-ce pas ? Au point même de se demander aujourd'hui si cela n'était pas un brin excessif. Pourtant, ce n'était pas là uniquement l'expression de l'heureuse insouciance que provoquaient en nous les bas prix de l'époque. C'était aussi, pensait-on, une précaution par laquelle on pouvait s'assurer de bâtir des machines *future-proof*, qui sauraient encaisser sans peine non seulement les jeux d'aujourd'hui, mais aussi ceux des quelques années à venir.

Après tout, il est bien connu de tous qu'en informatique, les nombres excessifs d'un jour ne sont que les normes du lendemain.

Effet papillon

Et puis voilà qu'aujourd'hui, à la lumière des événements récents, cette certitude paraît soudain d'une effarante naïveté. Combien de temps faudra-t-il pour revenir à une situation où de telles quantités ne gonfleraient pas le coût total d'une machine de plusieurs centaines d'euros ? En vérité, il ne serait même pas absurde de se poser la question autrement : y reviendra-t-on un jour ? Car cette pénurie n'est qu'une cerise, certes gigantesque, sur le peu goûteux gâteau de notre époque, où l'on s'était déjà habitué depuis plusieurs années à voir le prix du matos informatique augmenter plutôt que baisser, à mesure qu'il prend de l'âge. Ajoutez à cela le fait que l'on parle ici d'un secteur contrôlé par des acteurs ayant largement démontré par le passé à quel point ils sont prêts à tout pour préserver leurs marges, et il est permis de croire que ce que l'on voyait comme l'évolution « naturelle » de la quantité de mémoire de nos machines va être interrompue pour un bon moment. Faut-il donc s'attendre à ce que les prochaines générations de PC,

cartes graphiques et consoles, ayant déjà pris de significatifs retards de développement en raison de la crise, se contentent par-dessus le marché de specs mémoire similaires aux générations actuelles ? Une chose est sûre en tout cas : pour les studios de développement, il faut se parer à cette éventualité – sans même compter le fait que ledit matériel Next-Gen, parce qu'il sera vraisemblablement hors de prix, ne sera pas adopté rapidement par la majorité des joueurs. C'est ce que confirme par exemple le studio belge Larian (*Baldur's Gate 3*), dont le patron Swen Vincke a confié au site *TheGamer.com* qu'il avait déjà dû revoir ses plans concernant le futur *Divinity* : « Ça ruine un peu nos projections. [...] On doit déjà faire des optimisations pour l'accès anticipé, et ce n'est pas forcément ce qu'on voulait à cet instant. » Une situation parfaitement inédite dans l'histoire de la discipline.

La lutte originelle

Enfin, ce n'est pas de voir des développeurs lutter contre leur insatiable faim de mémoire qui est inhabituel en soi, au contraire. Sans devoir remonter jusqu'aux acrobatiques manœuvres pour faire tourner les jeux sous DOS, dès les premiers

âges de la 3D, au milieu des années 1990, la mémoire a été identifiée comme une des plus précieuses denrées qui pouvaient être mises à leur disposition. Un constat rendu évident par les consoles de l'époque, qui ont comme presque toujours défini la base de ce qu'un jeu pouvait se permettre de réclamer... et qui ont quelque peu sous-estimé ce que serait la demande. Car qui dit jeu entièrement en 3D dit de larges quantités de meshes et de textures à garder en mémoire à tout instant, ce qui avait tendance à très vite remplir les 3 et 4 Mo de RAM, respectivement, de la PlayStation 1 et de la N64 (voir encadré page 25).

LES STUDIOS DE DÉVELOPPEMENT SE SONT DÉJÀ PRÉPARÉS AUX LIMITATIONS DE MÉMOIRE SUR LES CONFIGS DES JOUEURS.

Pendant ce temps, sur PC, on se permet très vite d'étirer ses jambes, quitte à demander aux joueurs de mettre à jour leur config à un rythme assez déraisonnable. En 1996, *Duke Nukem 3D* réclame 8 Mo de mémoire pour tourner correctement ; seulement deux ans plus tard, *Half-Life* s'autorise à exiger 24 Mo au strict minimum. Sur ces bases supersoniques, une règle semble s'établir : tous les cinq ou six ans, quand une nouvelle génération de console débarque, le standard d'exigence des jeux a eu le temps d'évoluer d'un ordre de grandeur, autrement dit de se multiplier par 10. Ainsi, au début des années 2000, les consoles de sixième génération embarquent entre 27 Mo (GameCube) et 64 Mo (Xbox) de mémoire. Puis en 2005/2006, Xbox 360 et PS3 s'équipent toute deux de 512 Mo – dans un pool unifié pour la première, répartis à 50-50 entre mémoire système et mémoire vidéo pour la seconde. Pendant ce temps, le PC continue de tirer tout le monde vers le haut à marche forcée : en 2007, l'inévitable *Crysis* présente aux yeux ébahis



La RTX 5060 est techniquement capable de faire du *path tracing* et de la génération de trames multiples, mais souvent freinée dans son élan par ses 8 Go de VRAM seulement.



La technologie RTX Mega Geometry permet aux développeurs de limiter l'occupation VRAM de la BVH dans leurs jeux en *path tracing*... en échange de quoi ils s'enferment dans l'écosystème Nvidia.

du monde entier sa jungle luxuriante et richement animée, qui se contente difficilement de moins de 2 Go de mémoire système et 640 Mo de mémoire vidéo. Histoire de bien faire comprendre à ceux qui en doutaient que le matos de l'époque était encore loin d'assouvir toutes les envies des développeurs.

Tour de grand huit

Et ce message, les consolières l'ont bien compris. Pour la génération suivante, la PS4 comme la Xbox One veulent mettre parmi leurs arguments la facilité de prise en main pour le développement ; et puisque les développeurs demandent de la mémoire, on va leur en donner ! Résultat, 8 Go de mémoire dans les deux machines,

seize fois la capacité de la génération précédente. Pour une fois, le PC va non plus mener la charge, mais plutôt la suivre : ce n'est qu'au fil des années suivantes qu'il va y devenir standard pour les « gros » jeux d'indiquer 8 Go de mémoire système et 4 Go de VRAM dans leurs specs recommandées (le petit excédent se justifiant principalement par l'emploi sur PC de deux pools mémoire distincts, plutôt qu'un pool unifié). Ce que ça permet à l'époque ? Difficile de l'isoler de façon très spécifique. Mais cela a pu imposer un peu moins de contraintes aux studios voulant doter leurs jeux de simulations physiques complexes ; c'est aussi en partie ce qui a permis les grandes avancées dans certaines techniques de rendu, telles que



Pragmata en path tracing : jusqu'à nouvel ordre, cela restera un luxe plutôt que la norme.

le PBR (*Physically Based Rendering*, une manière d'envisager le rendu en simulant les interactions « réelles » entre la lumière et les surfaces), qui ont largement défini le look des jeux de l'époque. Cela étant dit, la vérité est que ce qui prend le plus de place en mémoire dans les jeux de ces années-là, c'est la même chose que pour les jeux de vingt ans plus tôt : les assets à l'écran, meshes et textures. Ça tombe bien, c'était aussi l'ère de l'explosion des mondes ouverts, des jeux qui nous mettent dans de gigantesques bacs à sable avec des distances d'affichage à perte de vue, et ce que cela implique en matière de maps immenses à garder en mémoire. Qu'il y ait là un lien de cause à effet, ou bien une simple contingence, les temporalités techniques et créatives se sont admirablement synchronisées.

L'horreur du vide

Dans le même temps, un autre phénomène se produit : l'explosion des définitions d'affichage. Alors que dans la première moitié des années 2010, le 1080p semble s'établir comme un standard relativement stable, les années suivantes voient le marché glisser assez soudainement vers le 1440p, puis même la 4K. L'implication pour nos machines de jeu relève désormais de la sagesse populaire : faire du rendu à très haute définition, ça demande beaucoup de VRAM. À quoi est-ce dû ? Il y a bien sûr en tout premier lieu une évidence, qui est que pour qu'un tel rendu ait du sens, il a besoin d'assets de très haute qualité, d'autant plus volumineux. Mais ce n'est en

vérité pas la principale explication. L'immense majorité des pipelines graphiques modernes utilisent de nombreux buffers, et une fonction des GPU que l'on appelle les MRT, « *multiple render targets* » : en très grossièrement résumé, on calcule une multitude de versions intermédiaires du rendu, qui pourront être utilisées comme données d'entrée pour le shading final de l'image. En substance, chacun de ces intermédiaires est une image complète, non compressée, à la définition du rendu : mis bout à bout, ils prennent très vite une place colossale dans la mémoire du GPU. Ce ne sont évidemment pas les seuls éléments qui pèsent sur l'occupation VRAM des jeux d'aujourd'hui. La plupart des fonctionnalités graphiques les plus sophistiquées du moment ont aussi besoin de s'y étaler. Prenez par exemple le

ray tracing : son bon fonctionnement requiert de loger en mémoire vidéo une BVH (« *bounding volume hierarchy* », représentation de la géométrie de la scène dans une structure en arbre permettant de calculer efficacement le trajet des rayons lumineux) et un champ de radiance (description de la répartition et de la directionnalité des flux lumineux dans la scène) ; ils peuvent y prendre une place significative, en particulier dans le cas extrême du *path tracing*, où la géométrie représentée dans la BVH ne passe par aucune simplification, et le champ de radiance est défini pour l'entièreté de la scène. Évoquons aussi le cas des fonctions d'intelligence artificielle, telles que celles employées par les différentes formes de DLSS, dont les modèles de prédiction doivent être accessibles en mémoire, parfois à un coût significatif : essayez donc d'activer



L'évolution sur un an du prix d'un kit de 64 Go de DDR5 standard sur Amazon :
la nouvelle norme est douloureuse, mais il va falloir s'y habituer.

la génération de trames multiples sur une RTX 50 à 8 Go de mémoire ou moins, et constatez avec quelle facilité cela peut faire apparaître les soudaines saccades typiques d'une VRAM saturée.

Arrêt d'urgence, ou freinage en douceur ?

Face à ce constat, quelle sera la bonne route à suivre pour les développeurs ? Une tentation face à laquelle ils devront se positionner sera celle des nouvelles technologies logicielles qu'on essaiera de leur vendre, et qui, quitte à ce qu'ils n'aient pas accès à plus de RAM, leur permettrait d'utiliser différemment, plus efficacement, les quantités qu'ils ont déjà à disposition. Nvidia, toujours un formidable virtuose dans le rôle du pompier pyromane, nous en a donné une excellente démonstration en mars dernier, en présentant son système RTX Neural Texture Compression, dont le

PAR CHANCE, LA CRISE EST ARRIVÉE À UN INSTANT OÙ L'ÉVOLUTION DES QUANTITÉS DE RAM DE NOS MACHINES ÉTAIT DÉJÀ EN TRAIN DE RALENTIR.

principe est, comme son nom l'indique, de mettre en mémoire des versions largement compressées des textures, et de les décoder à la volée lors du rendu au moyen de réseaux neuronaux. On pourrait ainsi économiser jusqu'à 85 % de l'occupation VRAM des textures d'un jeu vidéo. Séduisant, certes... mais le moment est-il opportun pour aller s'enfermer dans l'emploi d'une technologie fermée et propriétaire, uniquement disponible sur des cartes graphiques dernier cri d'un constructeur précis ? Si l'on considère qu'à notre époque où tout coûte horriblement cher, l'objectif doit être avant tout de permettre aux joueurs de conserver leur matos même vieillissant, on ne serait pas loin



L'Expansion Pak de la Nintendo 64.

Chaque miette compte

L'histoire des débuts du jeu en 3D est pleine d'anecdotes sur la façon qu'ont eue les développeurs de se battre pour grappiller le moindre octet de RAM qu'ils pouvaient récupérer, en particulier du côté des consoles. Le cas le plus édifiant est celui de l'Expansion Pak de la Nintendo 64, un accessoire qui permettait de doubler l'allocation mémoire de la console, atteignant ainsi 8 Mo : à l'origine, il n'était conçu que pour fonctionner en tandem avec le lecteur de disquette 64DD, dont il rendait viables les fonctionnalités réseau. Ayant eu vent de cela, des développeurs ont convaincu Nintendo de commercialiser l'Expansion Pak séparément, et de le rendre utilisable par les cartouches de jeu standard de la console. Il deviendra un accessoire requis pour faire tourner certains des titres les plus légendaires de la machine, notamment *Zelda Majora's Mask* et *Perfect Dark*. Du côté de la PlayStation, Naughty Dog s'était illustré avec le premier *Crash Bandicoot*, dont le code se permettait carrément de hacker la console : en exploitant une fuite mémoire volontaire, il réussissait à aller écrire des données dans des zones mémoire normalement réservées au système, mais dont les programmeurs du studio s'étaient rendu compte qu'elles étaient inutilisées.

du contresens. Alors quoi, le jeu vidéo est-il condamné à une stagnation à laquelle il ne s'était pas préparé ? Par chance... probablement pas tant que ça. Il s'avère que la crise est arrivée à un instant où l'évolution des quantités de RAM de nos machines était déjà en train de significativement ralentir : ainsi en témoigne le fait que PS5 et Xbox Series X se contentent de 16 Go de RAM unifiée, « seulement » le double de la génération précédente, et que le standard de l'entrée de gamme sous marque GeForce comme Radeon reste à 8 Go de VRAM depuis plusieurs années. En parallèle, les définitions d'écran ont largement atteint le plafond de ce qui est raisonnable pour le jeu vidéo (à peu près tout le monde s'accorde à dire que faire le rendu d'un jeu à une définition native supérieure à la 4K serait d'une grossière vanité). Et surtout, il n'a pas fallu attendre

l'automne 2025 pour constater que les arts et techniques du jeu vidéo avaient atteint une forme de maturité, les capacités techniques des machines et outils mis à la disposition des développeurs dépassant allègrement leur capacité d'innovation : les jeux d'aujourd'hui ressemblent à ceux d'il y a dix ans plus que ça n'a jamais été le cas auparavant. Au pire, et puisqu'on mentionnait plus haut le cas du *path tracing*, on devra jusqu'à nouvel ordre renoncer à notre envie de voir une telle technologie de pointe se standardiser dans la production. La créativité du jeu vidéo en souffrira-t-elle ? Quand bien même on est désolé pour Larian Studios et les autres de savoir le petit surplus de travail et de compromis que la situation leur impose, on se permet de croire que ce n'est pas là le plus grave des obstacles qu'il leur faudra surmonter dans les années à venir.

Jouer sans GPU, c'est désormais possible

Par OtaXou

Sur une année toujours plus difficile financièrement, s'acheter une bonne carte graphique dotée de suffisamment de VRAM paraît complexe. Alors quitte à se contenter de peu, pourquoi ne pas s'en passer carrément en faisant appel à un APU ?

P

endant que les joueurs PC débattent entre eux depuis bien deux ans maintenant sur la quantité de puissance GPU nécessaire pour du *ray tracing*, et par extension du *path tracing*, une révolution majeure du jeu PC a changé le paysage dans leur dos : l'avènement du Steam Deck. Elle s'explique par le fait que les circuits graphiques intégrés sont devenus très convaincants pour le jeu vidéo ces dernières années. Récemment, c'est l'Intel Arc B390 intégré aux SoC Panther Lake d'Intel (les Core Ultra 300 X) qui a fait parler de lui. Mais n'oublions pas pour autant les unités de calcul RDNA 2 intégrées à la puce custom de Valve pour le Steam Deck, ou le RDNA 3.5 qui fait la fraîcheur de la ROG Xbox Ally X testée dans le numéro précédent. Alors que le marché subit l'une de ses plus grandes crises économiques à travers l'absence de RAM pour le grand public, ces puces tout-en-un qu'on appelle des APU peuvent représenter une solution de secours intéressantes.

D'où viennent les APU ?

Avant que l'on parle de *System on a chip*, ou SoC, il y avait déjà les APU pour Accelerated Processing Unit. Dès 2006 et son rachat d'ATI, AMD a commencé la recherche sur la conception d'une seule et unique puce qui pourrait intégrer aussi bien le processeur qu'une partie graphique relativement performante. Ces

deux parties devraient naturellement se partager la même alimentation et la même bande passante, mais il en résulterait un système quasi complet pouvant débloquent moult optimisations de puissance et de consommation. Du projet « AMD Fusion » est né le premier APU desktop du marché en octobre 2012 : Trinity. Une belle puce desktop intégrant en son sein des cœurs CPU Piledriver (pensez A10) et un circuit graphique de la série HD 7000, le tout sur le socket FM2. Sur mobile, la série Llano a lancé la tendance en 2011.

De la console au PC

Aujourd'hui, le concept des SoC est absolument partout. Ce que l'on continue d'appeler « processeur » par habitude contient bien souvent également un circuit graphique intégré, parfois même de la mémoire vive, tous les contrôleurs de connexion, et pourquoi pas la gestion du Wi-Fi et des radiofréquences. Et si les puces ARM intégrées à nos appareils mobiles ont fortement contribué à la popularisation de conception, les « processeurs » de PC portable ont rapidement suivi. De son côté, AMD n'a jamais lâché l'affaire

des APU, qui sont progressivement devenus des SoC classiques. ATI était déjà central dans la production des consoles de salon, notamment pour Nintendo avec la Wii ou Microsoft et sa Xbox 360, mais la généralisation de l'architecture x86 classique chez les consolières l'a rendu d'autant plus important. La PS4 comme la Xbox One ont en effet adopté les SoC AMD, et plus particulièrement l'architecture Jaguar et son circuit graphique Radeon R3.

Le desktop est bien concerné

Aujourd'hui, nous connaissons tous ces APU sans forcément en avoir conscience. La PS5 comme les Xbox Series S/X sont propulsés par des APU AMD Zen 2/RDNA 2, le Steam Deck intègre un APU custom sur cette même base technique, quand ses concurrents sont aussi dans la maison avec les SoC Ryzen Z1 ou Z2 profitant de bases architecturales plus évoluées (Zen 4, RDNA 3.5). Mais l'équipe rouge n'a pas oublié les PC fixes pour autant. Les APU sont largement disponibles pour les consommateurs depuis quelques années déjà, mais ils ont véritablement pris de l'intérêt depuis la génération RDNA 3.5. La



AMD Trinity, un petit morceau d'histoire.



En prime, le socket AM5 est toujours pérenne en 2026 et permet d'envisager une évolution.

série 8000 G permet effectivement de retrouver la même partie graphique qu'une ROG Ally X dans un CPU desktop performant avec l'AMD Radeon 7 8700G : 8 cœurs Zen 4 et 16 threads ; une horloge de base à 4,2 GHz pour un boost jusqu'à 5,1 GHz ; un cache L2 à 8 MB pour un cache L3 à 16 MB ; et bien sûr, le puissant circuit graphique Radeon 780M intégré.

CE QUE L'ON CONTINUE D'APPELER « PROCESSEUR » CONTIENT BIEN SOUVENT ÉGALEMENT UN CIRCUIT GRAPHIQUE INTÉGRÉ.

Le tout pour un TDP de 65 watts sur le socket AM5 ayant toujours un bel avenir devant lui.

Nos tests de la Radeon 780M

Qu'est-ce que tout cela donne en jeu ? Nous en avons fait le test en 1080p sur une sélection de jeux compétitifs classiques, ainsi que deux jeux plus modernes. La machine de test est sur une carte mère ROG Strix X870-I Gaming Wi-Fi, couplée à 32 Go de RAM Corsair Vengeance DDR5 à 6 000 MHz et 2 To



Pour le prix, on a même un ventirad fourni tout à fait convenable pour l'usage.

de stockage en PCIe Gen 4. Le circuit graphique Radeon 780M intégré à l'APU Ryzen 8700G (320 € ventirad inclus) se mesure donc à l'Intel Arc B580 (330 €) et la Nvidia RTX 5050 (340 €), les deux cartes graphiques les moins chères du marché. Ces cartes ont été mesurées couplées au 8700G.

Modeste, mais puissant (mais modeste)

Dépasser les 100 FPS sur des jeux comme *Counter-Strike 2* et *Rocket League* où la fluidité a une véritable incidence sur la qualité de l'expérience compétitive, ça n'a pas de prix. Et si les cartes graphiques d'entrée de gamme en sont toutes capables, auriez-vous pour autant parié sur un circuit graphique intégré ? Pourtant, la Radeon

780M le fait sans problème. Maintenant, tout n'est bien sûr pas parfait. Si les circuits graphiques ont gagné en intérêt, c'est aussi grâce aux technologies d'*up-scaling* comme le DLSS, le FSR ou le XeSS qui leur ont permis d'être compétitifs bien au-delà de leur catégorie en termes de nombre d'images par seconde. *Marvel Rivals*, plutôt lourd pour un jeu compétitif à cause notamment de l'utilisation d'*Unreal Engine 5*, ne trouve ses 60 FPS moyens que lorsque le FSR 3 en mode équilibré est utilisé. Hors *frame generation* bien sûr, qui ne compte pas comme des performances. Heureusement, l'*upscaling* algorithmique fonctionne magnifiquement bien sur le rendu cartoon du jeu. Nous ne sommes pas face à une solution

Jeu	Réglages en 1080p	AMD Radeon 780M	Intel Arc B580	NVIDIA RTX 5050
Counter-Strike 2	Moyen	153 FPS	222 FPS	347 FPS
	Élevé	88 FPS	190 FPS	239 FPS
Cyberpunk 2077	Bas	40 FPS	137 FPS	145 FPS
	Moyen	36 FPS	127 FPS	130 FPS
Doom : The Dark Ages	Faible natif	21 FPS	83 FPS	67 FPS
	Faible FSR3 Équilibré	34 FPS	121 FPS	111 FPS
Marvel Rivals	Bas natif	41 FPS	146 FPS	155 FPS
	Bas FSR3 Équilibré	59 FPS	187 FPS	223 FPS
Rocket League	Qualité	171 FPS	724 FPS	572 FPS
	Haute qualité	123 FPS	555 FPS	457 FPS

Le circuit graphique Radeon 780M intégré à l'APU Ryzen 8700G comparé aux deux cartes graphiques les moins chères du marché (plus de 300 €).

magique pour autant. Si *Cyberpunk 2077* et *Doom : The Dark Ages* arrivent difficilement à tenir les 30/40 FPS en 1080p grâce à cette technologie, nous passons à peine la barrière du « jouable » et nous n'oserions pas parler d'expérience plaisante pour autant. Et vous pouvez oublier les tout derniers jeux devenus mètres étalons du marché

NOUS AVONS DE QUOI SOUTENIR AU MOINS 60 FPS SUR UN BON NOMBRE DE JEUX TRÈS POPULAIRES.

comme *Crimson Desert*, qui se lanceront à peine en mode *slide-show*. Bref, nous ne sommes pas au paradis du jeu vidéo.

Quand considérer un APU ?

Impossible donc de ne pas voir ici les sacrifices réclamés pour se contenter de la Radeon 780M. Et pourtant, n'oublions pas l'important : pour le prix du seul CPU, qui est loin d'être mauvais par ailleurs, nous avons là de quoi soutenir au moins 60 FPS sur un bon nombre de jeux très populaires. De l'ordre de ceux qui intéressent les plus

jeunes, bien sûr, comme *Minecraft*, *Roblox* ou encore *Fortnite*. Pourquoi pas ne pas le considérer pour une première configuration à destination de la jeunesse, un ordinateur de bureau central pour la famille ? Mais l'exemple du Steam Deck a aussi prouvé une chose : malgré leur réputation, les joueurs PC peuvent aussi se contenter de bien peu de puissance brute. Combien d'entre nous ont profité de leurs grosses configurations *gamers* à 3 000 € pour jouer ces derniers temps à...

Balatro ? Hades 2 ? Silksong ? Replaced ? Au milieu bien sûr des quelques parties de *CS2* avec les copains d'époque.

La config budget qu'on oublie

Dans un contexte où les prix de la RAM bouillonnent le budget que l'on aurait aimé allouer à une carte graphique, de l'ordre de 300 à 400 €, l'AMD Ryzen 8700G peut être l'investissement savant pour tenir 2026. De quoi monter une configuration sur une base AM5 évolutive, récupérer un



Alors non, *Doom : The Dark Ages* n'est pas un bon choix dans ce cas, c'est lui qui va vous tabasser.

Our Biggest Integrated GPU

Intel® Arc™ B390

12
Xe-cores

DirectX
XIII
ULTIMATE

120
TOPS

16MB
L2 Cache

96
XMX Engines

12
Enhanced Ray Tracing Units

L'Arc B390 d'Intel est aussi une option à surveiller.

bon processeur de moyenne gamme, pouvoir mettre un peu plus que de raison dans la RAM et le stockage et tenir un budget d'environ 1 000 €. Exemple dans ce numéro ! Ne reste alors plus qu'à attendre que la poussière retombe sur cette crise de la RAM, et investir plus tard dans une

LES CIRCUITS GRAPHIQUES INTÉGRÉS NE SONT PLUS LIMITÉS AU MONDE DU MOBILE. ET PEUVENT DEVENIR NOS NOUVEAUX GPU.

vraie bonne carte graphique pour donner une nouvelle vie à sa config qui aura au moins tenu efficacement le gaming en 1080p entre-temps sur une bonne majorité des jeux.

L'entrée de gamme

Au-delà même de cette considération à l'instant T, les APU (et d'ordre général les circuits graphiques intégrés) ont un avenir radieux devant eux. Chez AMD,



Aviez-vous oublié cette petite étiquette ?

la série 9000G (qui pourrait être appelée Ryzen AI 400 même en desktop) devrait en effet sortir en fin d'année pour fournir le Zen 5 et la dernière génération RDNA 3.5 intégrée au ROG Xbox Ally X. Si ce n'est plus ; les AI Max ont prouvé que l'on pouvait aller bien plus loin avec ce concept. D'ailleurs, Intel pourrait aussi se décider à entrer dans la ronde. L'Intel Arc B390 a marqué les esprits, au point d'offrir 50 % de performances en plus dans nos tests par rapport à la Radeon 780M. De quoi donc atteindre les 60 FPS plus confortablement sur tous les titres. Les dernières rumeurs font état d'un

SoC de bureau Nova Lake qui pourrait aussi inclure ces 12 cœurs Xe3P pour la fin de l'année, pour quiconque préférerait l'équipe bleue dans sa machine. Sans conteste, ces configurations ne sont pas faites pour tout le monde. Mais pour la fraction des consommateurs dont le portefeuille n'est pas illimité, ou pour tous ceux qui ont besoin d'une deuxième machine « familiale », il serait peut-être judicieux de considérer cette nouvelle optique. Les circuits graphiques intégrés ne sont plus limités au monde du mobile, et peuvent devenir nos nouveaux GPU d'entrée de gamme sur le desktop.



Intel Core Ultra 200K Plus

Par Nerces

« Cent fois sur le métier... », telle pourrait être la devise d'Intel qui, près de dix-huit mois après le lancement de sa gamme de processeurs Arrow Lake, a décidé d'en remettre une couche, de revoir un peu ce qui clochait sur cette première série et de réviser – drastiquement – les tarifs. L'heure du succès pour les Core Ultra 200 ?

Lorsqu'en novembre 2024, nous avons testé les premiers Arrow Lake, nous étions ravis de voir Intel se « remettre en question ». Enfin, la marque semblait ne plus prendre sa domination pour acquise. En même temps, cela faisait des mois qu'elle se faisait tailler des croupières sur le marché du détail par AMD et ses Ryzen. Arrow Lake devait être l'occasion de remettre les choses à plat, de revoir en profondeur l'architecture des processeurs Intel avec l'utilisation de plusieurs « tuiles » mêlant différents procédés de gravure : la *compute tile*, avec le procédé N3B de TSMC ; la *GPU tile*, gravée en N5P, toujours par TSMC ; la *SoC tile*, sur le N6, encore de TSMC ; et la *I/O tile*, aussi gravée en N6, donc toujours par TSMC.

Core Ultra 250K Plus

Fabricant : Intel
Vitesse : 3,3 GHz
Socket : LGA-1851
Nombre de Cores : 18 (6+12)
Prix : 220 €

Core Ultra 270K Plus

Fabricant : Intel
Vitesse : 3,7 GHz
Socket : LGA-1851
Nombre de Cores : 24 (8+16)
Prix : 349 €

Une conception éclatée dont la production n'est ainsi plus assurée par Intel qui se « contente » d'assembler les différentes tuiles sur la *base tile* avant de conditionner le tout via le package Foveros 3D qui, lui, est orchestré en interne. Le fait d'associer de cette façon des technologies allant du 6 nm au 3 nm de TSMC était inédite chez Intel. Et c'était peut-être là une partie du problème.

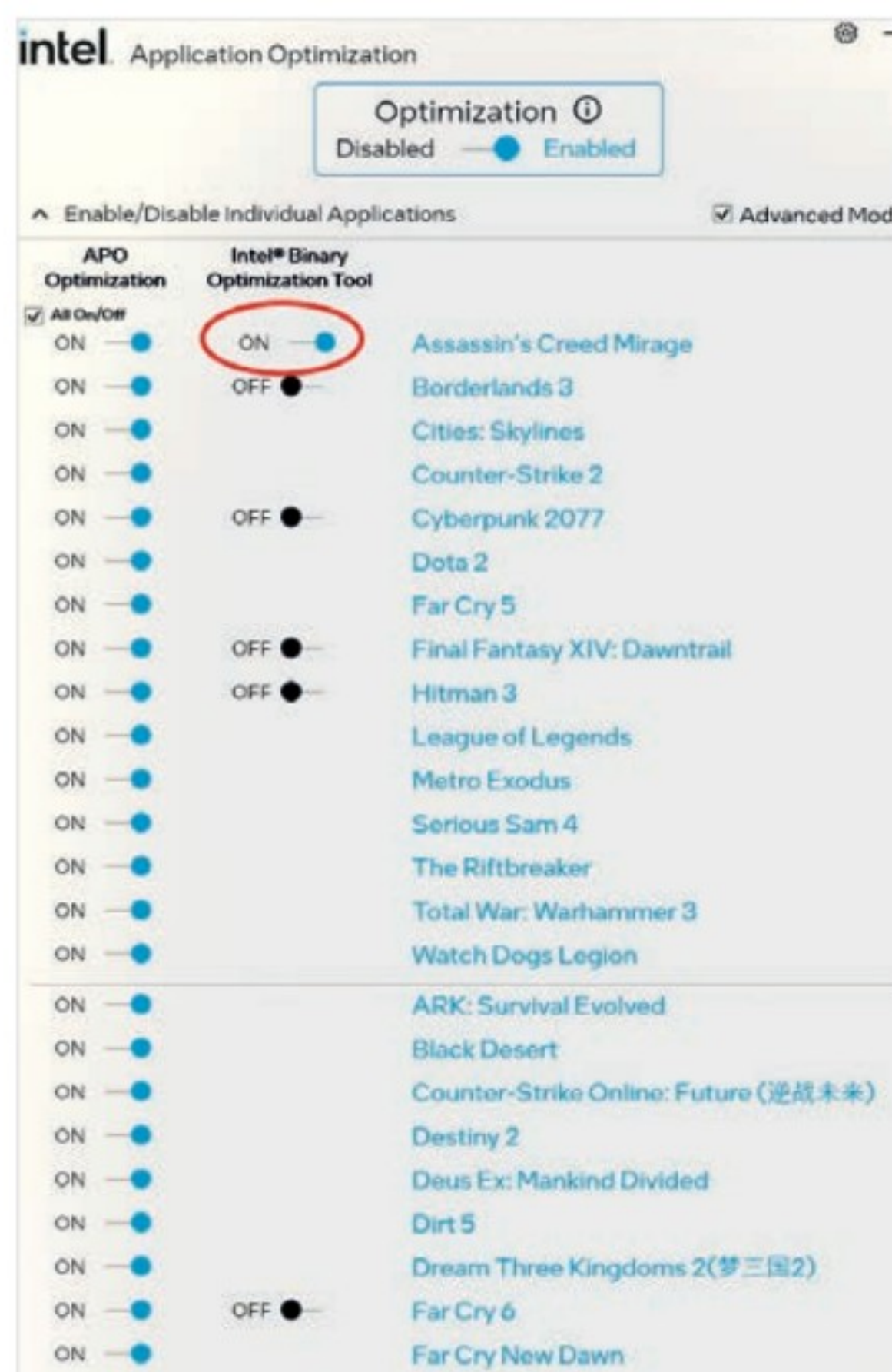
Plus de puissance dans autant de watts

Dix-huit mois plus tard, Intel a donc lancé la seconde salve Arrow Lake que, dans le jargon, tout le monde appelle « *refresh* ». L'occasion pour le groupe américain de revoir sa copie et de profiter de procédés de fabrication plus matures. Cela ressort d'ailleurs bien sur les spécifications techniques des nouvelles puces, les Core Ultra 5 250K Plus et Core Ultra 7 270K Plus. Alors qu'il avait été initialement question de lancer trois CPU, Intel n'en a plus retenu que deux. Ils profitent de ce suffixe « Plus » pour insister sur les progrès. Ainsi, le 250K Plus s'éloigne du 245K en intégrant quatre cœurs efficaces supplémentaires. Il se rapproche du 265K

qui, lui, est distancé par le 270K Plus. Avec 8 cœurs performants et 16 cœurs efficaces, celui-ci n'a rien à envier à l'ancien *flagship*, le 285K. Le plus grand nombre de cœurs induit presque mécaniquement l'augmentation du cache au sein de ses puces. Ce cache atteint

**LA BONNE SURPRISE
VIENT DU PRIX :
30 % À 50 % MOINS ÉLEVÉ
QUE LA GÉNÉRATION
PRÉCÉDENTE.**

76 Mo combiné L2+L3 sur le 270K Plus et il est question de 60 Mo sur le 250K Plus. Notons que cette densité plus importante de cœurs n'a pas d'impact sur les fréquences des puces. Intel a toutefois décidé de partir plus bas avec des cadences dites « de base » en recul de 100 à 200 MHz. Une

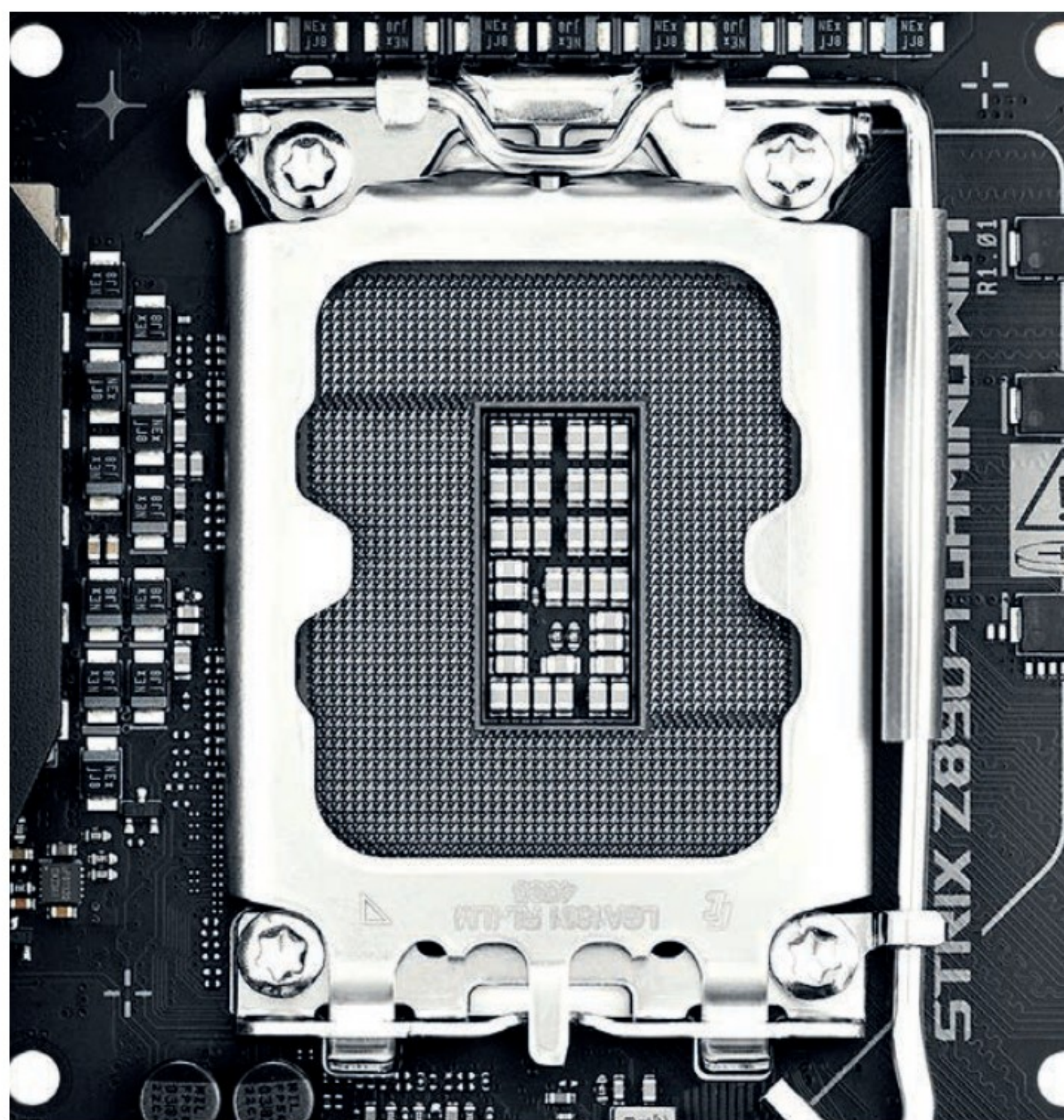


L'Intel Performance Package
est on ne peut plus simple à activer.

baisse compensée par un boost plus élevé : on gagne ici environ 100 MHz et les deux CPU semblent à même de mieux s'adapter aux degrés de charge. Malgré tout, l'enveloppe thermique reste presque stable. Le 270K Plus est au niveau des 265K/285K avec 125 W de TDP et une puissance turbo max de 250 W. Le 250K Plus est, lui, comparable au 245K à 125/159 W.

Plus, pour moins cher

Soucieux d'optimiser encore ses gammes, Intel a aussi fait progresser son contrôleur mémoire qui gère maintenant, de base, la DDR5 à 7200 MT/s, contre 6400 MT/s sur les précédents modèles. Hélas, les barrettes de RAM capables d'atteindre ces niveaux sont en ce moment hors de prix, RAMocalypse oblige. Enfin, avec les 200K Plus, Intel ajoute une brique logicielle. Deux technologies – *Intel Application Optimization* (IAO) et *Intel Binary Optimization Technology* (IBOT) – sont mises en place. IAO améliore la planification des *threads* alors que IBOT « *rationalise et restructure dynamiquement les requêtes faites par les applications* » compatibles. Pour simplifier leur



Paix à son âme : le socket LGA-1851 n'en a plus que pour quelques mois.

LGA-1851 : le chant du cygne ?

Le seul vrai, gros défaut de ces Core Ultra 200K Plus, c'est peut-être simplement leur plateforme. Lancé avec les CPU précédents, le socket LGA-1851 est déjà en fin de vie : Intel a confirmé qu'avec la sortie de Nova Lake – début 2027 –, le socket LGA-1954 entrera en piste. Connaissant la firme américaine, il y a peu de chances que d'autres CPU arrivent ensuite pour prolonger le LGA-1851. Il faut donc l'avoir en tête au moment d'acheter un Core Ultra 200K Plus : si vous avez déjà une carte mère LGA-1851, très bien ; si vous devez en acheter une pour l'occasion, attention, il n'y a aucune chance de faire évoluer votre plateforme comme AMD a pu le proposer sur l'AM4, par exemple.

mise en œuvre, Intel déploie le Platform Performance Package, un soft qui permet d'activer à l'envi IAO et IBOT en fonction de l'application. Une fois toutes ces infos passées en revue, le plus intéressant est le prix. Intel a effectivement consenti un bel effort en lançant le 270K Plus à 299 dollars : moitié moins que le Core Ultra 9 285K en son temps ! À 199 dollars, le 250K est 37 % moins cher que le 245K, pourtant moins musclé.

Performances boostées

Optimisations et refonte n'ont d'intérêt que si elles se traduisent par de

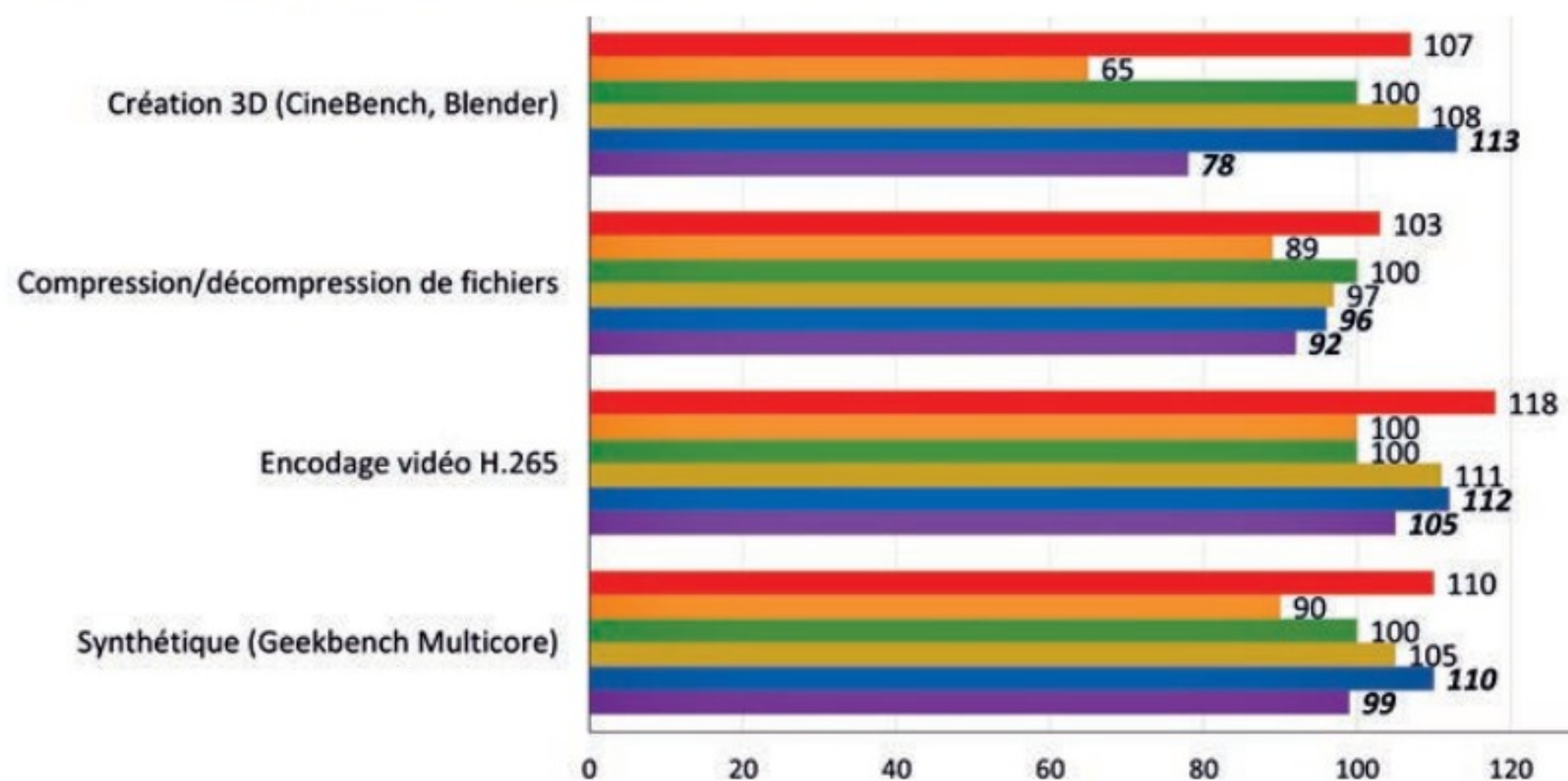
meilleurs résultats. Les premiers CPU Arrow Lake n'avaient pas démerité et offraient une efficacité énergétique supérieure à tout ce qu'Intel avait été en mesure de produire, mais leurs performances – notamment en jeu – n'étaient hélas pas au niveau et les tarifs n'avaient rien de renversant. Après nos premières mesures, on peut déjà affirmer que les 200K Plus n'ont rien à envier à leurs prédécesseurs. Le 270K Plus fait même un peu mieux que le 285K, pourtant un Core Ultra 9, théoriquement de gamme supérieure. Le 250K Plus s'en sort lui aussi très bien

en étant derrière, mais pas largué par ce 285K, sauf pour tout ce qui est création 3D. Là, on sent les limites des six cœurs performants de cette « petite » puce qui fait tout de même mieux que le Ryzen 7 9850X3D. Nos quatre jeux « références » viennent confirmer tout le bien que nous pensons déjà des 200K Plus. Là encore, le 285K est distancé par le 270K Plus et il ne domine le 250K Plus que de quelques encablures. Mieux, le 270K Plus est enfin en mesure de déborder un vieillissant 14900K, sorti en 2023 ! En revanche, AMD garde la mainmise sur le jeu vidéo si l'on considère les puces X3D, qui restent sans équivalentes.

Notre avis

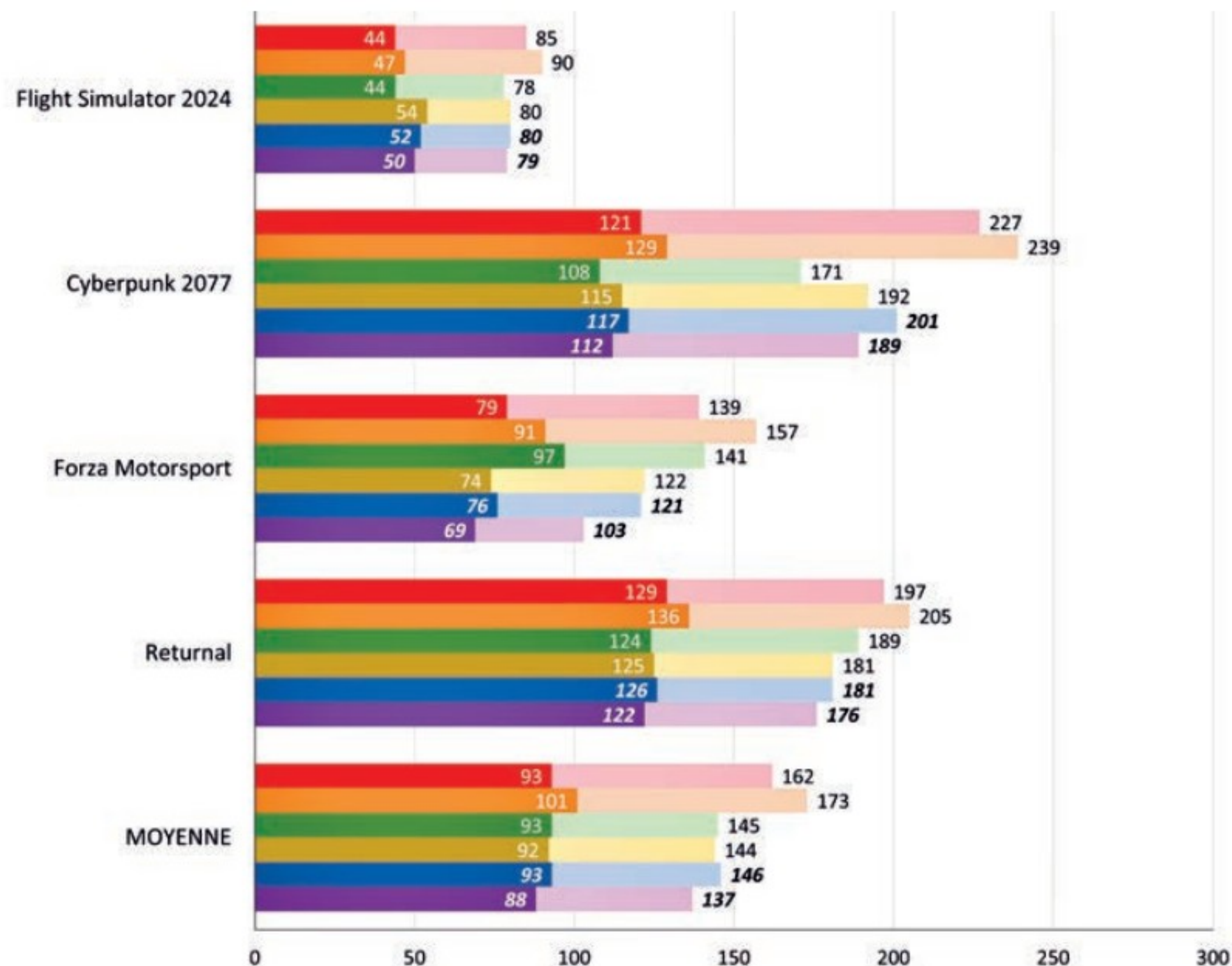
Que penser du « refresh » Arrow Lake ? Première observation, ces 200K Plus sont plus performants et nettement moins chers que les 200K, lesquels n'ont plus aucun intérêt ! Reste le duel avec AMD. Battus en production, les AMD X3D conservent certes un net avantage en jeu vidéo, mais le 9850X3D est hors de prix et le 7800X3D encore 50/150 € plus cher que les 270K Plus/250K Plus. Intel s'est fort joliment remis en selle, mais tout sera une question de budget : faut-il investir dans un socket LGA-1851 aujourd'hui, alors que le LGA-1954 est déjà annoncé ?

Performances applicatives (relatives au Ryzen 7 9850X3D)



Mesures relevées sur une sélection d'applicatifs.

Performances en jeu, images/seconde (1er centile & moyenne)



Mesures relevées sur une sélection d'applicatifs.

■ Ryzen 9 9950X3D ■ Ryzen 7 9850X3D ■ Core i9-14900K ■ Core Ultra 9 285K ■ Core Ultra 7 270K Plus ■ Core Ultra 5 250K Plus

CTRL technique

L'émission
de l'actualité
hardware



**Retrouvez ackboo et Caféine sur
Twitch chaque mois pour décortiquer
le monde de l'informatique.**

17:00 - 18:00 sur la chaîne
twitch.tv/canardpc
Prochaines émissions
les **10/06, 08/07, 02/09 et 30/09**

Et en
replay
sur
Youtube :



AMD Ryzen 9 9950X3D2 'Dual Edition'

Par Nerces

Un monstre. Un colosse. Un titan. Il n'y a pas de mots assez forts pour décrire ce qui est le processeur grand public doté des spécifications les plus avancées. Reste que le terme « grand public » n'a jamais été aussi usurpé. À 917 € de tarif officiel, le Ryzen 9 9950X3D2 est un ovni qui n'est décidément pas destiné à tout le monde.

L'architecture Zen évolue par petits sauts depuis son lancement par AMD en fin d'année 2016. Les derniers processeurs Ryzen sont maintenant en « Zen 5 », mais en disant cela, nous n'avons finalement pas dit grand-chose pour caractériser ce Ryzen 9 9950X3D2. En effet, comme tous les Ryzen 9 depuis déjà un petit moment, le nouveau venu est conçu autour de deux *Core Complex Dies* (CCD), lesquels renferment les cœurs, le cache et tout ce dont la puce a besoin d'entrées/sorties. À raison de 8 cœurs par CCD, le Ryzen 9 9950X3D2 est doté de 16 cœurs/32 threads épaulés par un cache L1 de 1 280 Ko, d'un cache L2 de 16 Mo (1 Mo par cœur) et d'un cache L3 de 64 Mo (32 Mo par CCD). Mais le compte n'y est pas encore, et comme le laisse entendre le suffixe X3D, le processeur est, en plus, doté du *3D Vertical Cache* (X3D) lancé pour la première fois en 2022 par AMD avec le Ryzen 7 5800X3D.

Plus de 200 Mo de cache combiné !

Une unité X3D se présente sous la forme d'une tuile qu'AMD juxtapose au CCD.



Fabricant : AMD
Socket : AM5
Vitesse : 4,7 GHz
Nombre de cœurs : 16
Prix : 970 €

Sur les premiers Ryzen, le X3D se trouvait sur le CCD, mais AMD a depuis revu sa copie pour une meilleure dissipation thermique : le CCD est maintenant au contact de l'*integrated heat spreader* (IHS), cette plaque de métal qui permet d'évacuer la chaleur du CPU vers le dissipateur. De fait, la tuile X3D se retrouve sur le CCD, mais ce n'est pas très grave : le cache chauffe moins que les cœurs. Reste que du cache X3D associé à un Ryzen 9 de génération Zen 5, on connaît, c'est le Ryzen 9 9950X3D. Qu'est-ce qui justifie alors l'utilisation du petit « 2 » ajouté par AMD et l'appellation « Dual Edition » que l'on retrouve gravée sur la puce ? Jusqu'à présent, AMD se contentait d'une seule tuile de X3D qui se trouvait juxtaposée, donc, à un seul CCD. Sur les processeurs à deux CCD, cela entraînait une inégale répartition du cache entre les cœurs et un nécessaire ajustement du gestionnaire de threads. Pendant des années, AMD avait expliqué qu'ajouter deux unités de cache X3D aux Ryzen 9, une pour chaque CCD, ne valait pas le coup/coût. Aujourd'hui, la marque semble avoir changé d'avis. Le Ryzen 9 9950X3D2 dispose bien de deux unités pour un total de 128 Mo de cache

X3D ou de 192 Mo de cache de troisième niveau (L3) ou de 208 Mo de cache combiné L2+L3.

Consommation en forte hausse

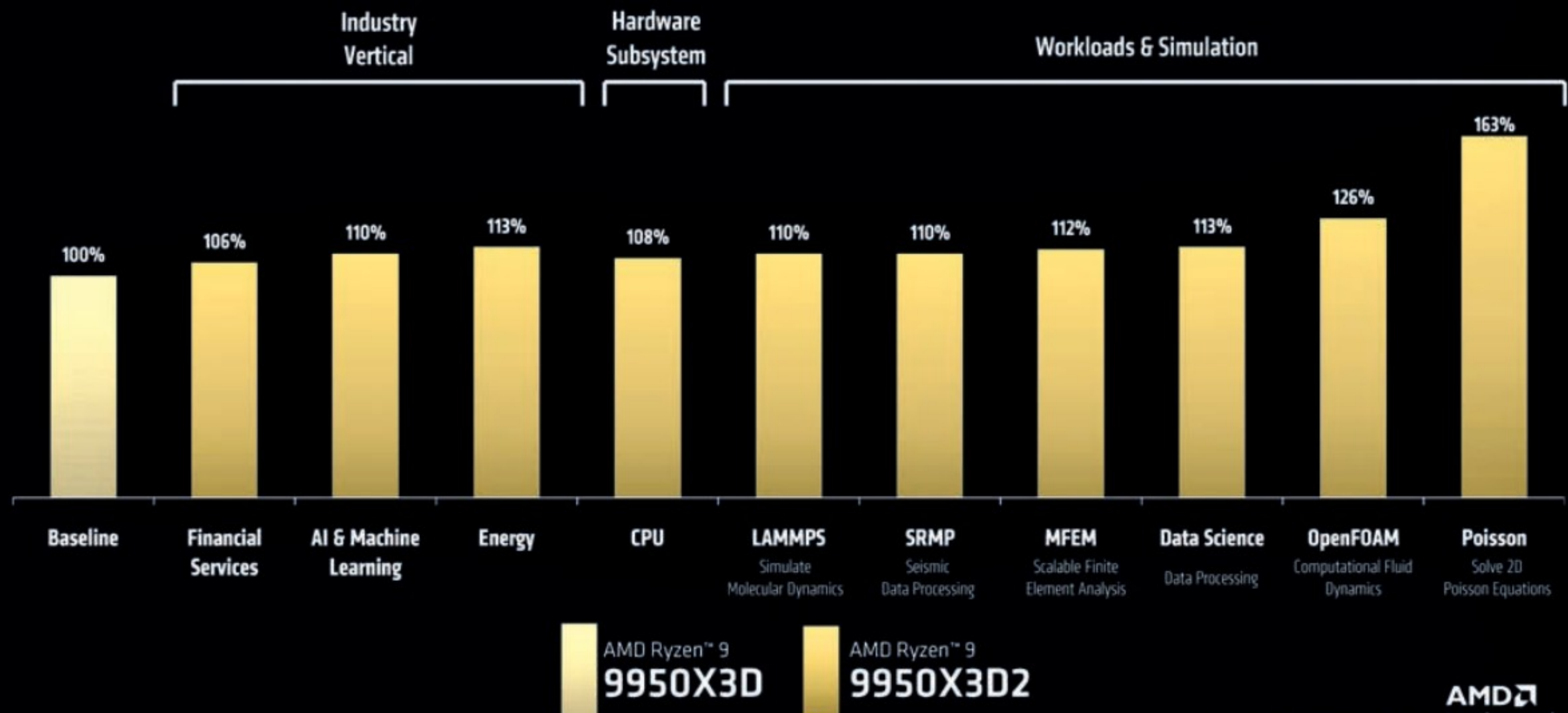
Compte tenu du faible échauffement des tuiles X3D, le Ryzen 9 9950X3D2 ne devrait pas grimper à des niveaux

QUEL JOUEUR S'AMUSERAIT À PAYER PRESQUE LE DOUBLE POUR UN PROCESSEUR PLUTÔT MOINS PERFORMANT ?

de température délirants. En revanche, il faut s'attendre à une certaine augmentation de la consommation. Si les fréquences restent pour ainsi dire inchangées à 5,6 GHz en boost pour le 9950X3D2 contre 5,7 GHz pour le

AMD Ryzen™ 9 9950X3D2 Dual Edition

SPEC Workstation Performance Uplifts Across Specific Applications

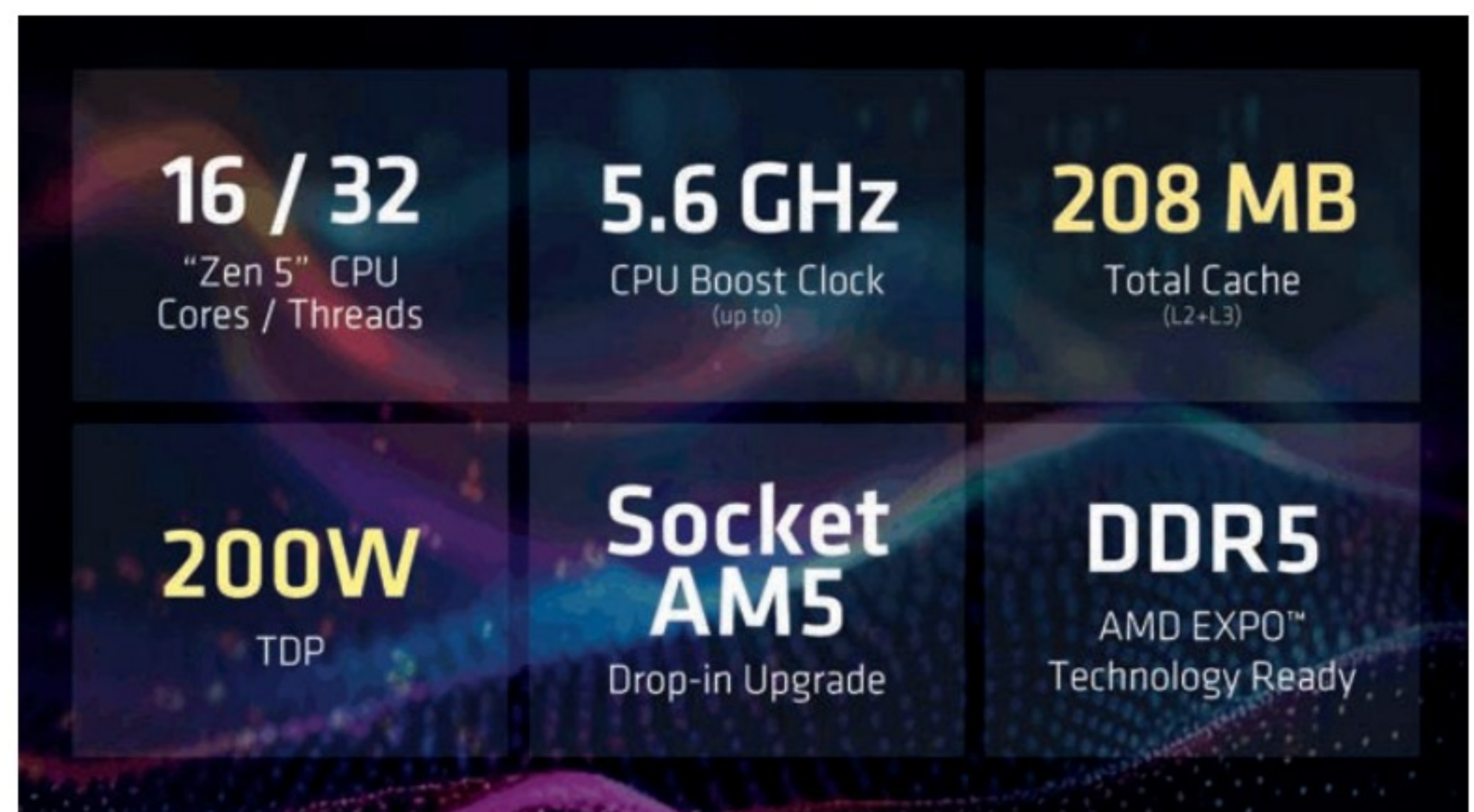


C'est en production, sur certaines simulations, que le Ryzen 9 9950X3D2 brille.

9950X3D, il en va autrement du TDP. L'enveloppe thermique de la puce est donnée par AMD à 200 W (contre 170 W pour le 9950X3D). Avant d'entrer dans le vif des performances, clarifions ces points. Effectivement, le Ryzen 9 9950X3D2 est bien plus énergivore que son petit frère : on parle, en charge, d'atteindre 240, voire 270 W alors que le Ryzen 9 9950X3D était plutôt autour des 200 W, voire 235 W. Sans surprise, cela a un impact sur l'échauffement d'une puce qui reste raisonnable : en charge, on est tout de même à 5-6 °C de plus que sur le Ryzen 9 9950X3D (80 °C contre 74 °C). Non content d'être bien plus onéreux que le Ryzen 9 9950X3D (lancé à 779 €), le nouveau venu implique donc de disposer d'un système de refroidissement plus musclé. Un double investissement justifié par des performances « *out of this world* » ? Eh bien, disons que c'est un peu plus compliqué que cela.

Un CPU pour les écrabouiller tous ?

En lançant les Ryzen 7 9800X3D et Ryzen 7 9850X3D, AMD avait à chaque fois mis l'accent sur les performances en jeu de puces que la marque destine aux joueurs. Ensuite, la sortie du Ryzen 9



Toutes les caractéristiques clés du Ryzen 9 9950X3D2.

9950X3D a été l'occasion d'un discours un peu différent, plus axé sur les créateurs. Avec le Ryzen 9 9950X3D2, la communication varie encore : « *The ultimate processor for developers and creators* ». Est-ce à dire que les joueurs n'ont rien à en attendre ? Faute de place, nos mesures ne portent que sur quatre jeux, mais, effectivement, les performances gaming du nouveau processeur d'AMD ne sont guère enthousiasmantes. Attention, le Ryzen 9 9950X3D2 est parmi les meilleurs sur tous les jeux retenus, mais il reste un petit cran derrière

le Ryzen 7 9850X3D tout en étant plus de 80 % plus cher. Quel joueur s'amuserait à payer presque le double pour un processeur plutôt moins performant ?

Petits joueurs, passez votre tour

En réalité, pour extraire la substantifique moelle de la nouvelle puce d'AMD, il faut se tourner vers des mesures dites de « production » et, pas n'importe lesquelles. Résolument multicœurs, *Geekbench* met en lumière les atouts du Ryzen 9 9950X3D2, mais c'est principalement avec de la modélisation 3D ou

AMD RYZEN 9000 SERIES PROCESSOR DUAL EDITION

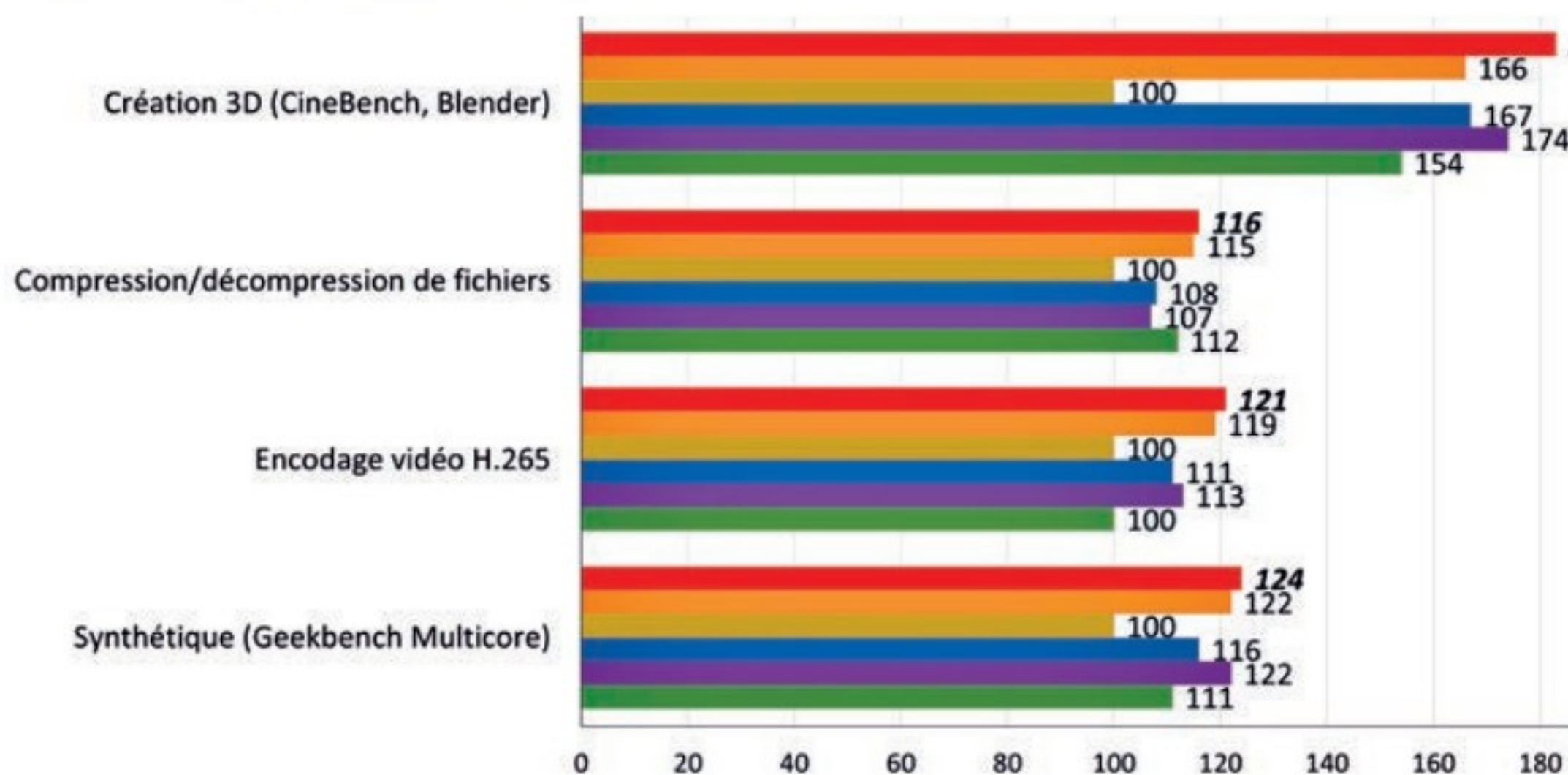
des compilateurs que l'on voit des différences. Sur *Cinebench* ou *Blender*, il tire son épingle du jeu et, dans une moindre mesure, peut être aussi intéressant en compression vidéo. Dans d'autres tests encore plus spécifiques de résolution d'équations complexes, de simulation de dynamique moléculaire ou d'étude des fluides, le Ryzen 9 9950X3D2 est, là encore, en mesure de se démarquer. Vous l'aurez compris, ce ne sont pas les quelques balades en bateau sur *Black Flag Resynced* qui suffiront à faire briller une puce qui est indiscutablement adressée au marché « pro ».

Notre avis

970 €

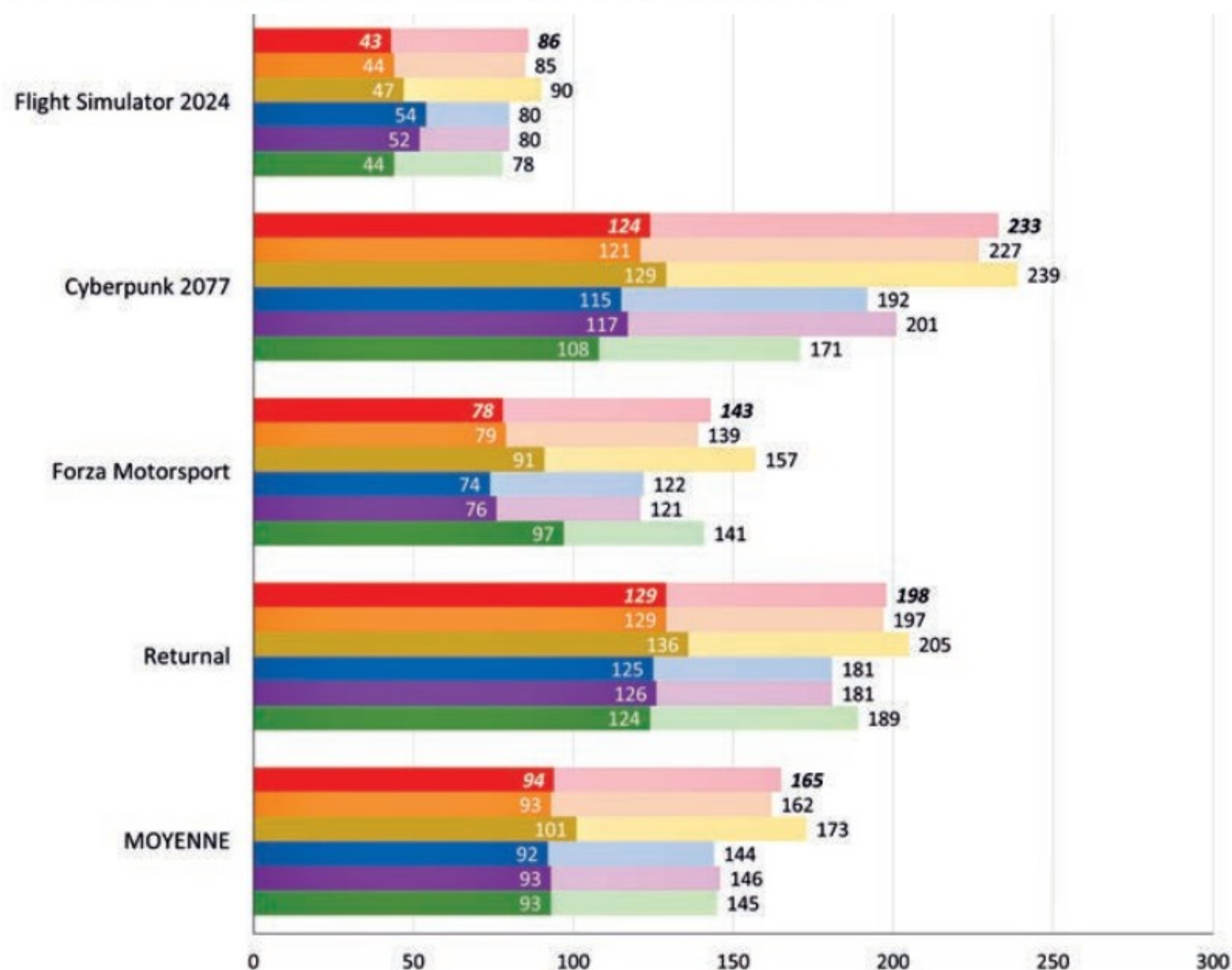
À la sortie du Ryzen 9 9950X3D, AMD avait été clair : disposer d'une unité de cache X3D pour chaque CCD n'aura qu'un faible impact sur les performances alors que le coût, la consommation et la chauffe de la puce vont s'envoler. AMD avait raison. Le Ryzen 9 9950X3D2 nous le prouve : il a de solides atouts, mais il s'adresse à un public extrêmement spécifique, celui qui saura exploiter sa capacité à faire trembler les simulations les plus pointues.

Performances applicatives (relatives au Ryzen 7 9850X3D)



Mesures relevées sur une sélection d'applicatifs.

Performances en jeu, images/seconde (1er centile & moyenne)



Mesures relevées sur une sélection de jeux.

■ Ryzen 9 9950X3D2 ■ Ryzen 9 9950X3D ■ Ryzen 7 9850X3D ■ Core Ultra 9 285K ■ Core Ultra 7 270K Plus ■ Core i9-14900K

L'abonnement numérique

Tout Canard PC dans votre poche pour seulement 49 € par an

Tous nos articles et l'actualité du jeu vidéo, du hardware et des jeux de plateau au jour le jour sur le site

www.canardpc.com

**49€
par an**

Toutes les versions numériques :

**Canard PC
Canard PC Hardware
et nos hors-séries**

grâce au kiosque numérique et à la nouvelle application Canard PC



Télécharger dans l'App Store

DISPONIBLE SUR Google Play

**Et pour 20 €* de plus :
Tous les avantages du numérique
+ 12 numéros papier de Canard PC chez vous !**

* abonnement de 1 an / 12 n°
à Canard PC en France métropolitaine



Abonnement par CB sur
boutique.canardpc.com



Le monde fascinant des claviers ergonomiques splittés

Vous êtes sûrement très satisfait de votre clavier. Il est beau, il respire la solidité, vous avez choisi avec soin ses switches mécaniques et le matériau de chaque touche pour qu'elles produisent un son et une sensation tactile confortables durant la frappe. Et puis ce clavier, il est rassurant. Sa forme rectangulaire, sa large barre d'espace et la position de chaque touche n'ont pas bougé depuis votre tout premier PC. Vos

doigts y sont parfaitement adaptés. Vous n'avez aucune intention d'en changer. Alors je m'excuse par avance pour la suite de cet article. Car si vous continuez à le lire, toutes vos certitudes claviériques vont voler en éclats. Je vais vous parler d'une nouvelle génération de périphériques de saisie qui a déjà ruiné les habitudes et le compte en banque d'une foule de passionnés d'informatique à travers

le monde. Ce nouveau hobby n'est pas encore mainstream, mais il suffit d'y être exposé quelques instants pour être noyé sous les doutes, et changer brutalement de regard sur les claviers traditionnels. Je vous propose donc de découvrir le monde des claviers ergonomiques splittés, et surtout de répondre à cette question qui, d'ici quelques minutes, ne manquera pas de vous tarauder : en avez-vous vraiment besoin ?

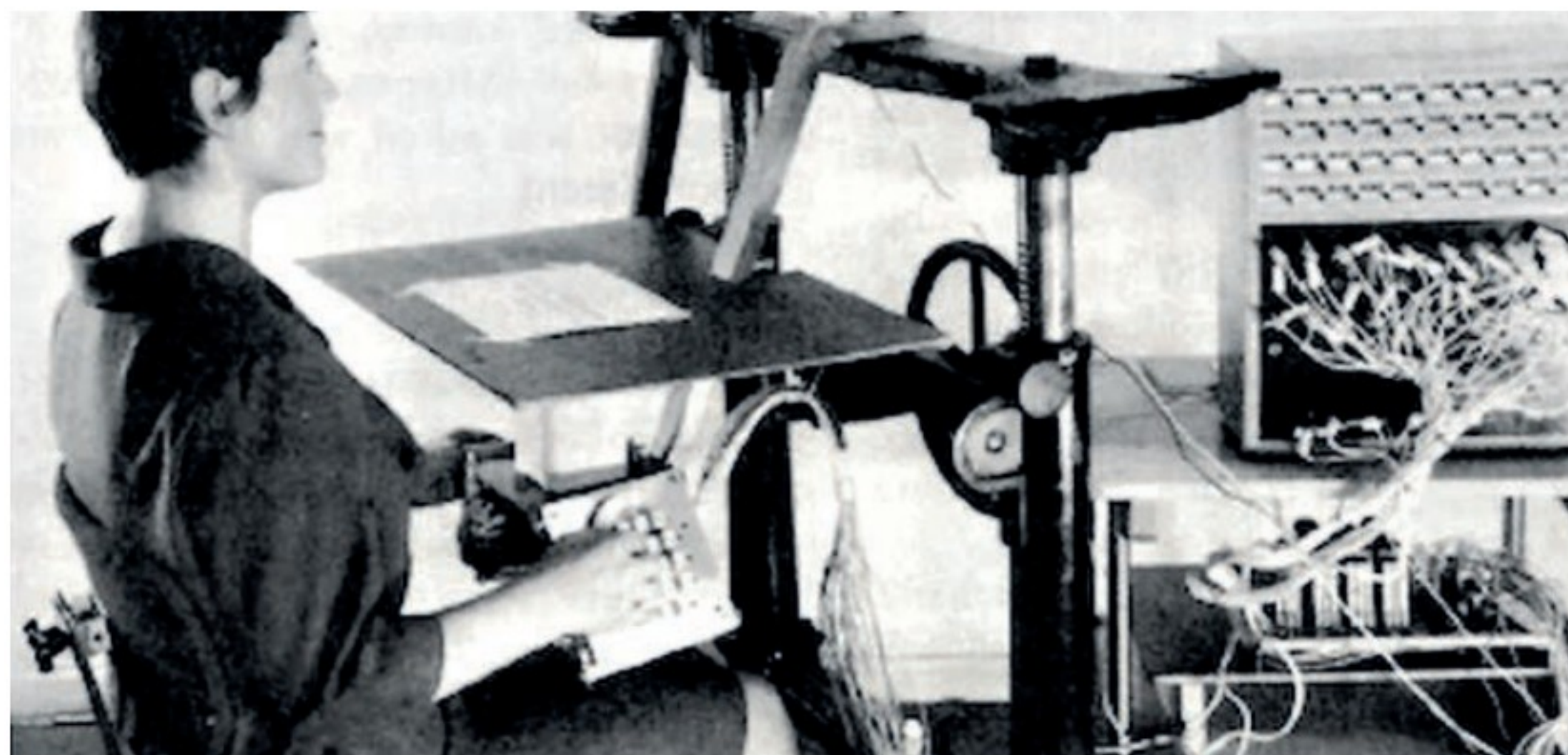
PAR ACKBOO



Pourquoi couper un clavier en deux ?

Le clavier splitté n'est pas un concept neuf : dès 1926, un médecin berlinois, le Dr. Klockenberg, étudia le confort des dactylographes qui tapaient à longueur de journée sur les machines à écrire d'alors, et suggéra, après expérimentations, qu'il fallait couper le clavier en deux parties pour réduire le stress musculaire sur les épaules et les avant-bras.

Le travail de Klockenberg ne rencontra absolument aucun écho jusqu'en 1972. Cette année-là, un chercheur américain, Ed Kroemer, retrouva cette vieille étude et publia *Human Engineering the Keyboard*. Dans ce papier scientifique, il posa les trois principes de ce qu'on allait appeler le clavier ergonomique : des « touches arrangées selon la forme naturelle de la main », placées sur « deux sections séparées, chacune orientée latéralement de

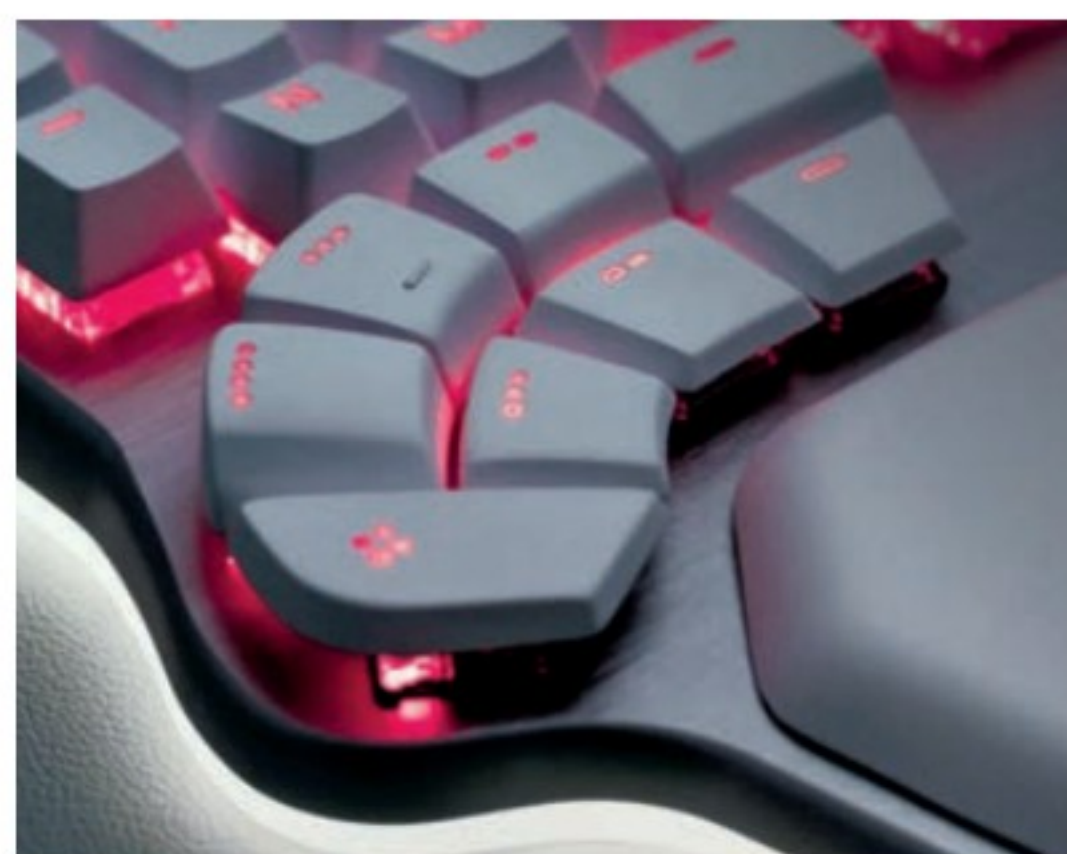


La position ergonomique optimale déterminée par Kroemer dans les années 1970. Notez la position quasiment verticale des deux parties du clavier.

façon à réduire l'inconfort musculaire». Il suffit de se mettre à taper sur un clavier classique pour comprendre l'idée. Allez-y, posez simplement les mains en position de frappe sur votre machine mécanique tout pimpant de LED RGB, et concentrez-vous sur le haut de votre corps. Vous devriez sentir une tension dans les épaules, qui se remontent pour ramener vos avant-bras près du corps. Au niveau des mains, c'est encore pire : elles ne sont pas alignées avec les avant-bras, mais tordues vers l'extérieur, au niveau du poignet. On appelle ça la déviation ulnaire. Elle crée de l'inconfort et peut même, dans le pire des cas, dégénérer en syndrome du tunnel carpien. Kroemer nous dit simplement qu'en réarrangeant physiquement le clavier, on peut éliminer tous ces problèmes.

Puits de touches et touches de pouce

À la fin des années 1970, quand les premiers salariés de l'industrie informatique (programmeurs, opérateurs de saisie, utilisateurs de logiciels de traitement de texte...) commencent à se plaindre de leur position de travail, des fabricants pionniers se mettent donc à sortir des modèles de claviers ergonomiques. Le premier à connaître un petit succès commercial est le Maltron, un gros bloc de plastique injecté qui applique les principes de Kroemer. Les touches sont placées en configuration « colonnes décalées » dans deux puits concaves séparés pour s'adapter au placement naturel des doigts. Chaque main se positionne sur sa propre zone, orientée à 30 degrés afin de réduire la déviation ulnaire. Le clavier Maltron introduit aussi



Le Dygma Defy.



Le clavier Maltron original vendu dans les années 1980. (Crédit photo : Maltron)

le concept de *thumb clusters*, deux grilles de touches accessibles par les pouces en remplacement de la barre d'espace. Dans les années 1980 et 90, d'autres constructeurs suivent l'exemple en l'adaptant à leur sauce : Kinesis, qui va se spécialiser très tôt dans ce genre de modèle, mais

normaux font leur révolution avec la folie des switches mécaniques, qui démarre dans les années 2000, puis la démocratisation de l'éclairage RGB et des matériaux de luxe (PBT et ABS pour les touches, aluminium pour les châssis, etc.). Leur forme, en revanche, ne bouge pas. Tout aussi high-

tech que soit leur look, ils restent identiques aux claviers des machines à écrire du XIX^e siècle. Les claviers ergonomiques splittés recommencent, timidement, à faire parler d'eux vers la fin des années 2010. En 2015, le petit fabricant canadien ZSA sort l'Ergodox EZ, l'un des premiers claviers splittés dont le look n'est pas révoltant. La même année, un groupe de passionnés boucle le financement participatif du Keyboardio Model 01, avec son splendide châssis taillé dans le bois. En 2018, Kosuke Adachi, alias « foostan », publie sur GitHub les plans du circuit imprimé d'un clavier ergonomique, minimaliste et personnalisable qu'il a lui-même conçu, le Corne Keyboard. Cet engin va rapidement devenir un standard du clavier ergonomique splitté, et de nombreux amateurs en construisent leur propre version, à coups de fer à souder et d'impression 3D. Bref, ça commence à bouger.

J'en veux un chez moi

C'est vraiment à partir de 2020, année du confinement, que la mode des claviers ergonomiques splittés explose. Avec la généralisation du télétravail, des millions d'employés de bureau, et particulièrement

À la fin des années 1970, des fabricants pionniers commencent à sortir les premiers claviers ergonomiques.

aussi Microsoft avec son fameux Natural Keyboard (1994), IBM avec une version splittée et articulée de son célèbre Model M, le modèle M15 (1994) et même Apple avec l'Ajustable Keyboard. Ils sont tous chers, hideux, et leur seul marché reste celui des entreprises souhaitant acheter des claviers pour leurs employés victimes du syndrome du tunnel carpien. Le reste du monde ignore leur existence.

L'arrivée de la Next-Gen

Vingt années passent sans que personne ne s'intéresse vraiment aux claviers ergonomiques. Pendant ce temps, les claviers



Une grosse berline allemande plutôt qu'une Ferrari

Avant de sombrer dans les abysses du clavier ergonomique, il faut absolument comprendre qu'ils ne sont pas faits pour que vous tapiez plus vite, mais plus confortablement. Leur promesse est avant tout de réduire les tensions dans le haut du corps et de ne plus vous obliger à vous tordre les doigts pour effectuer le moindre raccourci clavier. Et très naturellement, parce qu'il vous obligera à taper avec vos dix doigts et à positionner vos mains correctement, votre premier clavier ergonomique vous permettra

d'atteindre les 60, 80 voire 100 mots/minute en quelques mois. Ce qui suffit largement. En pratique, lorsqu'il faut réfléchir à ce que l'on tape sur Word ou Visual Studio, avec des chiffres, de la ponctuation, des symboles, personne n'enquille 200 ou 300 mots par minute. Les seuls qui atteignent ces vitesses sont les compétiteurs tarés s'entraînant quatre heures par jour à taper du texte aléatoire sur Keybr ou MonkeyType, et les sténographes qui utilisent un clavier spécialisé nécessitant plusieurs années de formation.





Le premier Microsoft Natural Keyboard sorti en 1994. (Crédit photo : Wikipedia/DeanW77 CC BY-SA 4.0)

les programmeurs, se rendent compte qu'ils vont désormais bosser de chez eux, et qu'il serait donc temps d'optimiser un peu leur installation informatique personnelle. Quitte à passer huit heures par jour chez soi à pianoter sur un clavier, autant que l'expérience soit la plus confortable possible. Le sujet commence à être abordé par les gros youtubeurs, les fabricants spécialisés fleurissent, les forums s'animent, et le clavier ergonomique splitté passe du statut de curiosité pour informaticiens bizarres à celui d'alternative crédible aux modèles *mainstream* vendus par les constructeurs habituels (Logitech, Razer, etc.). Certes, ces claviers aux formes exotiques restent encore confidentiels. À l'heure actuelle, vous ne trouverez toujours pas de « vrais » claviers ergonomiques splittés chez les

gros revendeurs. Les LDLC, CDiscount et Materiel.net se contentent de vendre de simples claviers standard coupés en deux. Ces modèles gardent la même disposition de touches qu'une machine à écrire du XIX^e siècle, au lieu d'adopter le format ortholinéaire échelonné (voir encadré ci-contre) et n'offrent pas les raffinements des modèles ergonomiques les plus sophistiqués. Pour s'offrir un véritable clavier ergonomique du futur, il faudra passer par des boutiques spécialisées, choisir parmi des centaines de modèles, de variantes, de looks à la philosophie bien différente, et parfois se fracturer la carte bancaire. C'est le voyage que j'ai entrepris il y a quelques mois, je vous raconte cette épopée à la fois traumatisante et transformative dans l'article qui suit.



Le design original du clavier Corne imaginé par Kosuke Adachi.



L'Ergodox EZ (350 €).



Le Cyborg Dactyl Manuform (300 €).

Orthoquoi ?

Quasiment tous les claviers ergonomiques splittés qui sont apparus sur le marché ces dernières années adoptent une disposition ortholinéaire échelonnée des touches (*staggered ortholinear* en anglais). En pratique, cela veut dire que les touches sont alignées verticalement, pour suivre le trajet naturel d'un doigt qui s'allonge ou se rétracte, mais décalées horizontalement pour prendre en compte le fait que ces doigts n'ont pas la même taille. C'est exactement l'inverse d'un clavier standard, qui aligne les touches horizontalement, mais les décale sur l'axe vertical – pour des raisons historiques liées aux mécanismes physiques des premières machines à écrire. Cette disposition ortholinéaire échelonnée présente l'avantage d'être plus ergonomique, plus confortable pour les doigts, mais demande un certain temps d'adaptation.

Le Glove80 de MoErgo

IL ME VA COMME UN GANT

PAR ACKBOO

Comme beaucoup de salariés du secteur tertiaire, je passe huit heures par jour les deux mains sur un clavier. Fin 2025, je me suis donc demandé si je pouvais optimiser cette situation en passant sur un de ces claviers ergonomiques splittés plébiscités par un nombre croissant d'utilisateurs. Je ne savais pas que je m'embringuais dans une épopée traumatisante qui allait durer plusieurs mois.

D'abord, il a fallu choisir un modèle. Et c'est la jungle. Entre les claviers à construire soi-même, les best-sellers hors de prix de marques établies, les variantes vendues par de petites boutiques spécialisées et les clones pas chers sur Ali Baba, il existe des milliers de configurations différentes, de 50 à plus de 800 euros. Après quelques semaines de recherches, je me suis arrêté sur un produit qui semble faire consensus, le Glove80 de MoErgo. Ce clavier de 80 touches, développé par deux passionnés néo-zélandais après huit ans de prototypage, cohabitait toutes les cases : une production de masse car il s'est très bien vendu, un prix *presque* raisonnable de 345 €, un design ultra ergonomique, une



connexion filaire ou Bluetooth, un look acceptable, et surtout une énorme communauté d'utilisateurs qui chante ses louanges depuis sa sortie en 2022.

Traumatisme

Dix jours après la commande, frétilant d'excitation, je recevais enfin l'engin. Je vire du bureau mon clavier de Cro-Magnon, j'installe ma nouvelle machine de science-fiction et... c'est épouvantable. L'horreur intégrale. Je me retrouve 40 ans en arrière, lorsque j'étais un enfant de huit ans et que j'essayais de taper avec mes petites mains sur le ZX-81 du daron. Le format ortholinéaire échelonné change radicalement la position des touches, et mes doigts sont perdus. Par exemple, le E est directement à la verticale du D, et pas légèrement décalé sur la gauche comme sur un clavier classique. Mes index ne trouvent plus le B et le N. Je me perds dans les signes de ponctuation. C'est comme si un esprit sadique avait déplacé de quelques millimètres la position des touches que mes muscles

ont mémorisée depuis quatre décennies. Néanmoins, quelques détails ne me plaisent pas. Le Glove80, tout en plastique et très léger, fait un peu *cheap*. Pour 350 boules, je m'attendais à un accessoire plus *premium*. La grille des touches accessibles par le pouce n'est en fait pas si

C'est comme si un esprit sadique avait déplacé la position des touches que mes muscles ont mémorisée.

accessible que ça, tout simplement parce que mon pouce à moi, ce gros feignant qui n'a jamais fait qu'appuyer lourdement sur la barre d'espace, ne sait pas bouger correctement. Et si je veux modifier la position d'une touche, cela ne se fait pas avec une petite application, comme sur les claviers de Logitech ou Razer. Il faut

passer par un éditeur en ligne qui me crache un fichier de config que je dois ensuite... flasher via une connexion USB sur le *firmware* de deux parties du clavier. Ça me prend une bonne minute à chaque fois. Bonus : je dois apprendre un petit langage de programmation si je veux customiser les LED RGB placées sous chaque touche. J'envisage à ce moment-là de me jeter par la fenêtre.

Une lente phase à s'apprivoiser

Je vous raconte tout cela car, si vous passez au clavier ergonomique splitté, vous allez vivre exactement la même expérience. Les forums spécialisés sont remplis de messages paniqués d'acheteurs qui, après avoir déballé leur nouveau joujou, se rendent compte que la phase d'apprentissage est brutale et qu'il faut y investir du temps. Pour tout vous dire, au bout de 48 heures, j'ai très sérieusement pensé à revendre le Glove80. Mais j'ai persisté. J'ai rangé mon ancien clavier au fond d'un placard, pour ne pas avoir la tentation de l'utiliser, et j'ai lentement réappris à taper. Il y a de très bons sites pour ça : Monkeytype, Keybr ou AgileFingers m'ont permis de m'entraîner sur des mots et des textes en français et en anglais afin de me dégourdir les doigts. En m'y astreignant une petite demi-heure chaque jour pendant les vacances de Noël, j'ai rapidement gagné en vitesse et en confort. Au bout d'une semaine, j'atteignais les 80 mots par minute sur ces sites, contre 100-110 avec mon ancien clavier. Assez pour être productif et écrire mes articles dans *Canard PC* sans avoir envie



Configuration classique pour un clavier splitté : les deux parties se positionnent en face des épaules et la souris (ou le trackpad) se place au milieu.

de me trancher les veines. C'est aussi durant cette période que j'ai commencé à ressentir les avantages de ce genre de clavier. J'ai démarré comme le font beaucoup de gens : en séparant nettement les deux parties (d'environ 40 cm) et en plaçant la souris au milieu. J'ai réajusté mon fauteuil, optimisé la hauteur des accoudoirs, joué avec le système de *tenting* qui permet d'incliner chaque module de quelques degrés pour réduire la pronation de l'avant-bras. Et ça marche. Les poignets ne sont plus cassés. Les épaules sont ouvertes. Le dos et le cou ont même tendance à se redresser naturellement. Les switches mécaniques *low profile* et la forme incurvée du « puits de touches » adoucissent la frappe, réduisent les mouvements de doigts. Il y a

Mounting & Blade



Vous pouvez tout à fait utiliser un clavier ergonomique comme le Glove80 de manière standard, c'est-à-dire à plat, sur le bureau, les deux parties séparées à la distance qui vous convient. Mais il est aussi possible de bricoler des installations très sophistiquées. Sur le Discord de MoErgo, on peut ainsi voir des centaines de photos d'utilisateurs qui se sont montés des *setups* exotiques. Le clavier peut, entre autres, s'attacher dans le prolongement des accoudoirs du fauteuil (ça donne un côté *Star Trek*), s'incliner à la verticale avec des bras articulés (j'ai essayé quelques semaines, j'ai adoré), se fixer à des supports MagSafe aimantés, s'accrocher aux bords du bureau, s'attacher à des bases imprimées 3D... Des plaques en acrylique vendues par le fabricant permettent même de le rendre compatible avec tous les accessoires de photographie utilisant la visserie M4.



Le Glove80 est aussi disponible avec un châssis noir. Des keycaps (profil Kailh Choc v1) de formes et de couleurs variées peuvent se trouver dans les boutiques spécialisées pour ceux qui veulent customiser son look.



Il est aussi possible d'acheter des petites cales (en noir sur la photo) à fixer entre les switches mécaniques et les touches pour changer l'inclinaison de celles-ci.

moins de tensions dans le corps. Tout est plus fluide, ouaté et surtout confortable. L'adjectif « ergonomique » n'est définitivement pas exagéré.

Lune de miel

Deux semaines après mon achat, je commence à me sentir à l'aise. J'ai réajusté la hauteur de mon fauteuil et de ses accoudoirs afin que mes mains tombent facilement sur le clavier. Je place mes index sur le F et le J sans même y penser. J'optimise le *layout* et trouve ma position idéale pour les touches Espace, Entrée, Retour Arrière ainsi que les modificateurs Maj, Ctrl, Alt. Surtout, je commence à comprendre la puissance du *firmware*. Le Glove80 tourne sous ZMK qui, avec sa version Open Source, QMK, se trouve sur quasiment tous les claviers splittés. Avec son système

de *layer* et de combinaisons de touches, il permet de faire des choses fantastiques. Par exemple, pour déplacer le curseur dans un texte, j'active mon *layer* « Navigation » accessible par le pouce et utilise les touches

Il y a moins de tensions dans le corps. Tout est plus fluide, ouaté et surtout confortable.

ESDF. Pour faire un copier-coller, j'appuie en même temps sur les trois touches SDF, puis XCV. En l'espace de quelques jours, je reprogramme tous les raccourcis que j'utilise au quotidien sur des mouvements de doigts plus naturels. Ma façon de travailler

L'occasion manquée

C'est un de mes grands regrets : je n'ai pas profité du Glove80, et donc du reboot de ma mémoire musculaire, pour apprendre un *layout* alternatif. J'aurais vraiment aimé abandonner le Qwerty que j'utilise actuellement pour passer aux dispositions modernes et optimisées, comme le BEPO, l'Optimot ou l'Ergo-L, ce que permet facilement un clavier reprogrammable comme le Glove80. Malheureusement, c'est une transition qui demande beaucoup de temps, et je me voyais mal taper mes articles à cinq mots par minute pendant plusieurs mois. De nombreux utilisateurs rapportent que le passage d'un clavier classique à un clavier ergonomique splitté est le moment idéal pour ce genre de changement, alors n'hésitez pas à vous renseigner à ce sujet si vous en achetez un (et que vous avez quelques semaines de vacances devant vous).



La disposition Ergo-L.

sur le texte est transformée : tout va plus vite et je n'ai jamais à regarder le clavier ou à me tordre les doigts pour faire, par exemple, un Ctrl-A (tout sélectionner), un Ctrl-Suppr (effacer un mot entier) ou Ctrl-K + Ctrl-V + Entrée (coller un lien hypertexte). C'est miraculeux. Je ne m'imaginais plus utiliser un clavier sans ce genre de fonctionnalité.

Épilogue

J'écris ce texte huit mois après mon achat. Le Glove80 est toujours sur mon bureau. Il y a quelques jours, j'ai réessayé mon ancien clavier normal pendant deux minutes. J'ai explosé de rire. Le bruit m'a donné l'impression de taper sur un bidon de chantier, et j'ai détesté la position de frappe, avec les bras recroquevillés contre le corps et les poignets tordus. Bien sûr, le Glove80 n'est pas parfait. Son système de *tening*, qui permet de l'incliner en rallongeant ses pieds vissés, est ignoble. Les touches de fonction, sur la rangée du haut, s'avèrent inutiles car difficilement accessibles – je les ai mises sur un *layer*, c'est beaucoup





Un système de plaques en acrylique (vendues séparément) permet de monter le Glove80 directement sur le fauteuil, au niveau des accoudoirs.

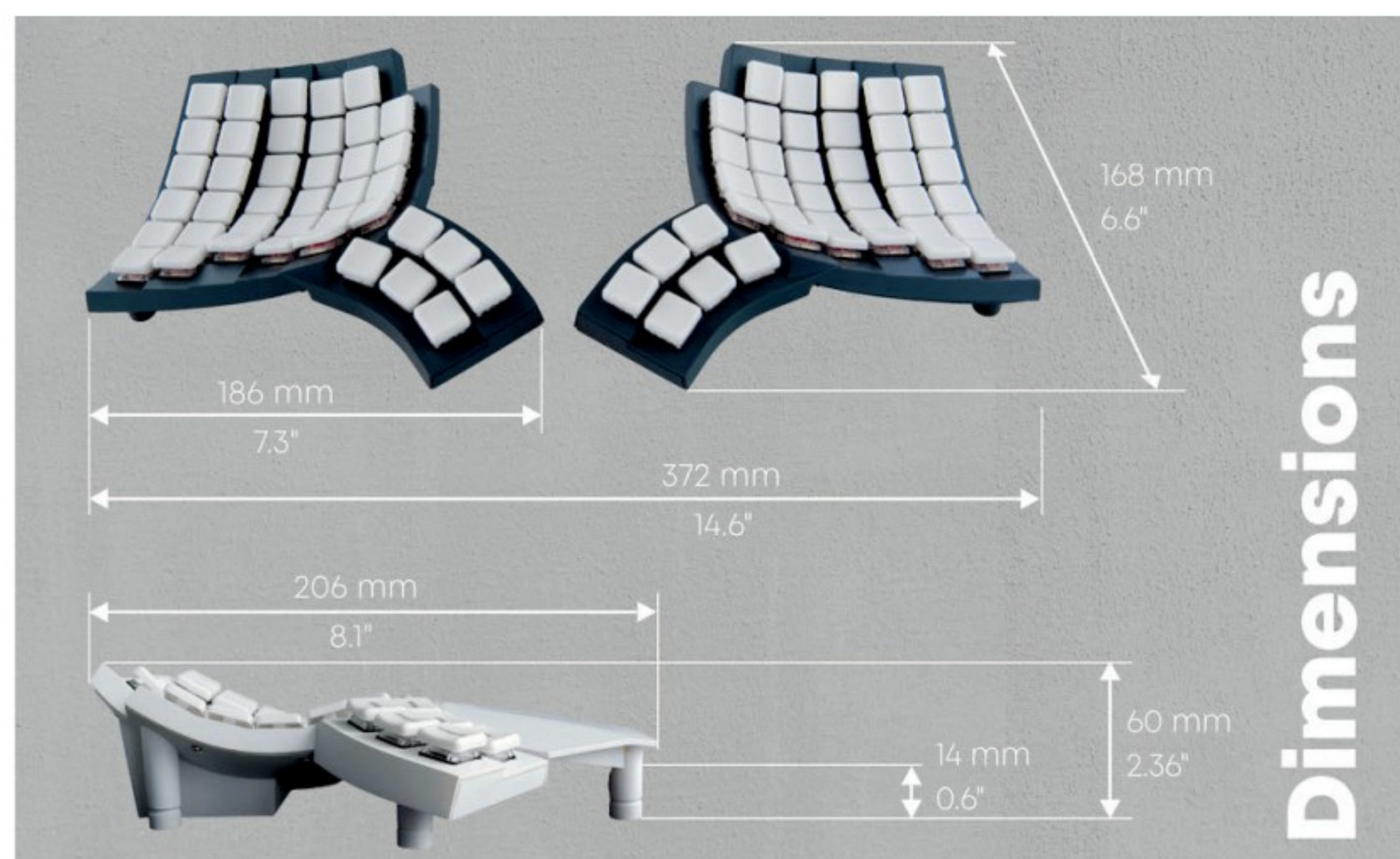
plus pratique. Ses batteries s'épuisent en quelques dizaines de minutes lorsqu'on utilise les LED RGB. Il faut donc impérativement passer par la connexion filaire, ce qui rajoute deux câbles USB dégueux sur le bureau. Mais je ne me vois pas revenir à un clavier classique. Après plusieurs mois d'essai, d'expérimentation et d'optimisation, l'ergonomie est absolument parfaite. J'ai même fixé le clavier au bureau à coups de scotch double face pour qu'il soit toujours là où je m'y attends, au millimètre près. C'est un bonheur quotidien. Aucune fatigue dans les doigts ou les avant-bras. Je n'ai même plus cette légère douleur que je pouvais ressentir sur le côté externe de mes mains, dans le prolongement du petit doigt, lorsque je passais quatre heures

d'affilée sur le traitement de texte. Je tape à toute vitesse, de manière fluide, sans effort, sans jamais avoir à baisser le regard pour trouver mes touches (que j'ai d'ailleurs remplacées par des *keycaps* blanches, par pure vanité). Alors oui, le clavier ergonomique splitté, ça marche. Le Glove80 a réellement changé ma vie devant le PC. Mais cela coûte cher. Cela demande un gros travail d'adaptation. Et tout amoureux que je suis de mon clavier du turfu, je ne peux décemment pas le recommander aveuglément à n'importe qui. Pour savoir si vous auriez vraiment intérêt, ou pas, à vous jeter la tête la première dans le gouffre du clavier ergonomique splitté, je vous conseille donc de lire les pages suivantes.

Et pour le jeu vidéo ?



Étonnamment, le Glove80 est un excellent clavier pour jouer. Le site RTIngs a mesuré sa latence (en version filaire bien sûr, le Bluetooth reste à proscrire) et constaté qu'elle se situait sous les cinq millisecondes, au niveau des meilleurs modèles spécialisés. Une réactivité d'autant plus perceptible que ses *switchs* mécaniques sont directs, courts et très sensibles, avec seulement 30 ou 45 grammes de pression selon le modèle choisi. Le seul inconvénient se trouve dans la position des touches WASD (ou ZQSD sur un clavier Azerty), décalées en hauteur à cause de la forme « en puits » du clavier. Il se corrige avec un simple *layer* Gaming, qui fait glisser ces quatre touches d'une rangée vers la droite. Ça m'a pris cinq minutes, et j'en ai aussi profité pour rendre plus accessibles certaines touches et raccourcis souvent utilisés dans les jeux vidéo.





Avez-vous vraiment besoin d'un clavier ergonomique splitté ?

PAR ACKBOO

Oh, ils sont beaux, tous ces petits claviers exotiques. Et ils ont l'air si confortables ! Mais avant de sortir la carte bancaire et de vous engager dans cette voie radicale, demandez-vous si vous avez vraiment besoin de mettre au rebut votre fidèle clavier standard.

Il faut d'abord être certain que votre investissement, aussi bien financier que cérébral, puisse être rentabilisé. Si vous êtes un programmeur, un rédacteur, ou tout autre travailleur qui passe au moins trois ou quatre heures par jour à pianoter sur un clavier, vous vous remercirez chaque matin de votre décision. En revanche, si vos interactions quotidiennes avec le PC consistent à écrire deux mails, remplir dix cases sur Excel, et jouer à *Valorant*, franchement, gardez votre clavier habituel. À moins d'avoir une raison médicale sérieuse, comme un syndrome du tunnel carpien, vous ne gagnerez pas grand-chose à bouleverser vos habitudes.

Prévoir la quincaillerie

Ensuite, et j'insiste bien sur cet aspect, il faut prévoir plusieurs semaines d'adaptation. Vous n'allez pas booster votre productivité et votre confort au bout de deux heures d'utilisation. Il faudra trouver votre position idéale, apprendre à taper avec vos dix doigts, à exploiter le pouce, et passer un temps non négligeable à réorganiser la disposition de certaines touches et raccourcis. Il vous faudra aussi probablement dépenser



Le Dygma Defy.



YAL's Ergo Keyboard List, le site parfait pour se perdre des heures dans la multitude des modèles disponibles.

un peu plus que ce que vous avez prévu, car je vous garantis que vous aurez envie d'acheter de la quincaillerie pour fixer ou incliner vos deux morceaux de clavier, de changer vos *switchs* ou vos *keycaps*, voire de bazarder votre fauteuil à 50 € pour vous acheter un vrai modèle ergonomique avec des accoudoirs ajustables au millimètre.

Trouver votre flamme jumelle

Vous êtes toujours motivé ? D'accord, il va maintenant falloir trouver le clavier ergonomique qui vous correspond. Et là... je me dégage de toute responsabilité. Le choix est simplement trop vaste et les préférences trop subjectives. Le site YAL's Ergo Keyboard List (cpc.cx/ergo) identifie plus de 400 modèles. Affichez les photos en mettant l'option *Display Mode* sur *Gallery* et régalez-vous les yeux. Vous aurez probablement envie de commencer avec un petit clavier minimaliste pas trop cher, comportant moins de 60 touches, au format Corne, Sofle, Silakka54 ou Lily58. Il en existe de très nombreuses déclinaisons, vendues clés en main (« pre-built ») autour des 150-200 € par les boutiques spécialisées. Vous pourriez aussi investir sur un clavier plus imposant, mais aussi plus cher, construit

par des marques réputées, comme Dygma, MoErgo ou ZSA. Vous pouvez même construire le vôtre, en achetant séparément le circuit imprimé, le boîtier, les touches, les *switchs*, et en faisant chauffer le fer à souder – c'est la solution la plus économique, on peut s'en tirer pour moins de 100 €. Dans tous les cas, il vous faudra sûrement

Vous aurez probablement envie de commencer avec un petit clavier minimaliste et pas trop cher.

passer des heures sur Google, YouTube, les forums spécialisés, les *subreddits* comme *r/ErgoMechKeyboards*, à regarder des photos et à lire des retours d'utilisateurs pour dénicher le modèle qui vous excite jusqu'au bout des doigts. C'est un beau voyage qui commence, avec à la fin, très probablement, une nouvelle obsession, des dépassements de budget, et la joie de pianoter sur un clavier tout droit sorti du futur.

Les claviers du XXII^e siècle

PAR ACKBOO

Voilà, vous en savez déjà bien assez sur les claviers ergonomiques splittés, il n'y a pas besoin d'aller plus loin. Non, j'insiste. Partez. Car ce qui suit n'est pas destiné aux gens normaux, sains et bien intégrés à la société.

Bon, d'accord, vous l'aurez voulu. Je vais donc vous parler de ce qui existe au fin fond de cet univers, les modèles les plus innovants, les plus radicaux, ceux qui s'attaquent au concept même de clavier pour ordinateur.

Le CharaChorder 2.1

Les touches ? C'est tellement XX^e siècle... Le CharaChorder les remplace avec des bitoniaux rappelant un peu un stick analogique de gamepad. En y plaçant le bout d'un doigt, vous accédez à cinq actions, la première en enfonçant le bitoniuau, un peu comme une touche normale, les quatre autres en le déplaçant vers le haut, le bas, la gauche, la droite. Avantage : l'amplitude des mouvements de doigts est plus faible que s'il fallait les déplacer vers une touche séparée. Inconvénient : il faut des semaines pour s'y habituer. Le CharaChorder se distingue aussi par des fonctionnalités très

Certains utilisateurs du CharaChorder dépassent les 300 mots par minute, ce qui est assez dingue.

avancées de *chording* (d'où son nom). En gros, vous pouvez le programmer à la volée, sans passer par une application dédiée, pour créer des « accords de touches » qui tapent des mots entiers avec des combinaisons de caractères personnalisables. Par exemple, taper « cpc » produit « Canard PC », « qq » produit « quelqu'un », etc. Grâce à toutes ces innovations, certains utilisateurs du



Le CharaChorder 2.1.



Le Svalboard.

CharaChorder dépassent les 300 mots par minute, ce qui est assez dingue (et, franchement, un peu inutile, sauf si vous êtes sténographe). Le CharaChorder 2.1 coûte environ 250 euros, voire plus de 500 euros pour sa version luxe, le Master Forge. Son fabricant produit aussi un clavier Qwerty tout à fait normal, le CharaChorder Lite à 120 €, qui offre uniquement les fonctions de *chording*.

Le Svalboard

Dans la même veine que le CharaChorder, et agrémenté d'une esthétique cyberpunk qui ne laissera personne indifférent, le Svalboard exploite aussi le principe des cinq fonctions accessibles sur chaque doigt, avec un système de contacteurs un peu différent basé sur des petites palettes placées dans chaque direction. Les acheteurs doivent envoyer la taille de chacun de leurs doigts pour que l'engin, imprimé en 3D et assemblé à la main, soit parfaitement adapté à

leur mensuration. Pour une belle config, avec trackball ou touchpad intégré et couleurs personnalisées, comptez 1 000 boules. J'avoue que si la nouvelle cryptomonnaie que je viens de lancer avec MrBeast marche aussi bien que prévu, je l'achète tout de suite.

Votre clavier ergonomique à vous

Aucun design ne trouve grâce à vos yeux ? Vous voulez créer un monstre de 150 touches en forme de chauve-souris ? Pas de problème, le Cosmos Keyboard Generator est un soft dédié à la conception de clavier ergonomique splitté. C'est du délire. Vous choisissez la courbure de chaque arête, le placement de chaque touche, et il vous sort un plan complet de votre chef-d'œuvre à imprimer en 3D, avec la liste détaillée des matériaux et le plan de soudure. Il y a toute une communauté autour de ce hobby, et les participants exposent leurs œuvres sur le Discord de Cosmos (cpc.cx/cosmosdiscord). Ça vaut le coup d'œil.

MANETTE

Echo Aviation Controller

PAR **NERCES**

Avec *Flight Simulator 2020*, la simulation de vol civil a repris du poil de la bête et l'intérêt des joueurs pour des périphériques spécialisés est allé crescendo. Problème, un setup complet, ça prend de la place (et un ou plusieurs reins ; voir notre dossier sur les setups de simulation de l'été 2025). Aussi, Honeycomb a tenté une nouvelle approche avec un gamepad ultra complet. Vraie ou fausse bonne idée ?

Il y a près d'un an, nous avons fait un tour des différentes solutions pour les amateurs de simulations de vol civil et militaire. Il était alors question de yokes, de palonniers et autres éléments destinés à se construire un vrai cockpit, à la maison. Hélas, le coût de tels accessoires monte vite, l'espace nécessaire pour en profiter est conséquent et il est impossible de jouer, tranquille, depuis son canapé. Les puristes sont déjà en PLS, mais oui, on peut vouloir jouer à *Flight Simulator* dans son canapé et Honeycomb a décidé de relever le défi avec l'Echo Aviation, un contrôleur autrement complet que la manette Xbox classique. Entendons-nous bien, l'Echo Aviation est pensé pour la simulation de vol et ne permettra pas de jouer à grand-chose d'autre puisque, c'est un exemple, la manette ne dispose que d'un seul mini-stick.

Les commandes proposées

Au premier coup d'œil, impossible de ne pas être intrigué par les quatre sliders qui rappellent le Bravo Quadrant du même Honeycomb. Quatre sliders destinés au contrôle des gaz, des volets et des aérofreins. Ils disposent d'une longue course avec un cran de



La commande de trim est idéalement placée sur la droite des quatre sliders.



« blocage ». Honeycomb propose même des capuchons interchangeables pour passer d'un avion de tourisme à un long courrier. Sur la gauche se trouvent un mini-stick à effet Hall 16-bit, ainsi qu'un « chapeau chinois » et quatre boutons « principaux ». Honeycomb est parvenu à intégrer encore d'autres commandes pour une densité assez peu commune. D'abord, à droite des quatre sliders, on trouve une molette « trim » afin de gérer précisément l'assiette de l'appareil. De manière plus classique, quatre boutons – pas de gâchette – sont disposés sur la tranche

La manette est bien construite, avec une finition exemplaire et une précision remarquable.

avant de la manette alors que l'habituelle prise casque sur la tranche arrière disparaît. Elle est remplacée par trois « leviers » destinés à gérer les volets, le frein de stationnement et le train d'atterrissage. Enfin, au dos de la manette, deux autres sliders viennent jouer le rôle de palonnier. Sur le papier, le résultat est épatant et on se dit qu'à peu près toutes les commandes essentielles ont vraiment été intégrées sur une seule « petite » manette. Honeycomb n'a par ailleurs rien laissé au hasard et si nous avons déjà évoqué l'effet Hall, soulignons aussi la présence de plusieurs grips sur le mini-stick, la roue trim et les poignées, pour une prise en main optimale.

Des soucis de configuration

L'Echo Aviation est un contrôleur filaire ou sans-fil. Pour la première option, un câble est évidemment livré par Honeycomb. Un peu court toutefois (1,8 mètre environ), il sera plutôt utilisé pour charger une manette qui est avant tout pensée pour la connexion 2,4 GHz. Un dongle USB-A est livré et il suffit de le brancher au PC pour que la manette soit automatiquement reconnue. Jusque-là, aucun problème. « Jusque-là », car la phase suivante – celle de la configuration – est plus délicate. Nous l'avons dit, l'Echo Aviation est une manette réservée à la

La manette est fournie avec une boîte de transport bienvenue.

Compatibilité système :

PC et Mac

Connectivité :

sans-fil via dongle USB + câble USB-C vers USB-A

Compatibilité**logicielle :**

X-Plane 11 et 12, Prepar3D, Microsoft Flight Simulator

Prix : 150 €



simulation de vol, mais même ainsi, les choses ne sont pas simples étant donné le nombre de commandes à paramétrer. Pour *Flight Simulator*, Honeycomb a d'ailleurs prévu des profils utilisateurs prédéfinis qui permettent de bien dégrossir les choses. Hélas, ce n'est pas suffisant. D'abord parce que les profils ne fonctionnent pas toujours bien : ils ont déjà été mis à jour, mais sont encore reconnus de manière aléatoire. Il est dommage que la marque ne se soit pas associée à Asobo/Microsoft afin que le contrôleur soit directement pris en charge par le jeu. À l'heure où j'écris (mai 2026), il faut passer de longs moments à ajuster toutes les commandes. Ce temps de configuration se fait impérativement avec l'assistance du couple clavier/souris, car de base, il est impossible de tout contrôler avec l'Echo Aviation. Il est aussi dommage qu'Honeycomb n'ait pas été en mesure de déployer une sorte d'application compagnon et que, finalement, seul *Flight Simulator* soit réellement envisagé par la marque.

À l'usage, ça donne quoi ?

Pour profiter de l'Echo Aviation, il ne faut donc pas hésiter à passer du temps sur les écrans de configuration, mais aussi – pourquoi pas – sur Internet afin de suivre

la communauté qui s'est déjà construite autour de cette manette. On trouve ainsi pas mal de bons conseils pour ajuster au mieux certains des réglages et profiter du contrôleur, car des qualités, il en a. En premier lieu et cela se ressent dès la prise en main : la manette est bien construite, avec une finition exemplaire et une précision remarquable. Qu'il s'agisse du mini-stick ou des différents sliders, ils répondent tous à la perfection. Les gros doigts pourraient regretter que ces quatre sliders soient un peu serrés, mais Honeycomb n'avait guère de moyen de faire autrement. Le constat est plus mitigé concernant la position du chapeau chinois. Dans le coin supérieur gauche de la manette, il ne permet pas de jouer avec les vues pendant que l'on dirige l'avion. Dommage. En revanche, impossible de ne pas saluer l'excellent positionnement et contrôle du palonnier. C'est sans doute le point le plus remarquable du gamepad. Une franche réussite. Les premières minutes ne sont pas simples. L'Echo Aviation a besoin de temps pour être apprivoisé. Les contrôles doivent être régulièrement ajustés, mais encore une fois, ce n'est jamais la précision qui pose problème. La réactivité des boutons n'est guère plus critiquable et les trois leviers sur la tranche sont une excellente idée.

Des qualités et des lacunes

Après quelques heures de paramétrages intensifs et de nombreux crashes à faire des essais/erreurs, on trouve enfin la configuration qui nous convient... sur un appareil ! Ensuite, il faut tout reprendre si l'on souhaite passer d'un Cessna 172 à un Grumman G-21A Goose ou un Boeing 737 Max. À cette condition, ces appareils sont tous jouables, confortablement installés dans le canapé. Tous jouables ? Pour les avions, c'est oui, mais pas pour les hélicoptères. Que l'on parle d'un petit 47J Ranger de Bell ou du plus costaud Chinook signé Boeing, il manque clairement des profils pour ces oiseaux-là. De plus, il faut souligner l'absolue nécessité du clavier/souris pour gérer l'interface du jeu. La manette ne remplace pas tout.

Un poil serrés, les quatre sliders restent malgré tout très agréables à manipuler.

Notre avis :

La manette Echo Aviation est aussi précise qu'elle est agréable, mais elle nécessite un investissement et nous ne parlons pas exclusivement de son prix élevé (150 €). Gardez aussi à l'esprit qu'elle est pensée pour *Flight Simulator* et ne sera pas simple à utiliser sur d'autres jeux, même d'autres simulations de vol. En revanche, en VR sur PC, quel pied. Une version Xbox devrait aussi arriver bientôt.



L'idée de génie d'Honeycomb : le palonnier sur l'arrière de la manette. Pratique et efficace.

DOSSIERS :

p. 50 DLSS 5 : entrée en scène désastreuse pour le « rendu neuronal »

p. 56 Passer une ROG Ally X de Windows à SteamOS

DOSSIER | PAR FUROLITH



DLSS 5 : entrée en scène désastreuse pour le « rendu neuronal »

Cette fois, Nvidia a suscité un tollé en s'octroyant un pouvoir abusif sur le rendu visuel.

En voulant confier à une intelligence artificielle générative le rendu des éclairages et des matériaux dans les jeux, le DLSS 5 a-t-il franchi une ligne jaune ? C'est clairement ce que porte à croire la réaction du public à la technologie, sur laquelle le voile a été levé par Nvidia lors de sa « GPU Technology Conference » en mars dernier. Au concert de moqueries, voire d'indignations, qu'ont provoqué des images d'illustration ressemblant dangereusement à de l'IA *slop*, l'entreprise n'a répondu que par une communication lacunaire, voire incohérente, qui n'invite qu'à encore plus de méfiance quant au fonctionnement et au bien-fondé du DLSS 5. Essayons quand même d'y voir un peu plus clair.

Ce n'est pas souvent qu'on a l'occasion d'assister à un ratage de communication aussi spectaculaire que celui-ci. Le moment était pourtant d'une importance considérable pour Nvidia, l'occasion de rallier le grand public à la cause du « rendu neuronal », l'appellation par laquelle l'entreprise désigne ses efforts pour confier une portion toujours plus grande du rendu 3D des jeux à des systèmes d'intelligence artificielle. Jusqu'à présent, cela se traduisait surtout par des communications auprès des développeurs, au sujet de technologies avant-gardistes, pas vraiment

Le DLSS 5 me semble prendre des libertés délirantes dans les modifications qu'il applique à l'apparence des jeux.

réalistes à implémenter à court terme dans un jeu commercial : ainsi en va-t-il de solutions comme *RTX Neural Radiance Caching* (amélioration de l'éclairage indirect en *ray tracing* via prédiction par IA de son champ de radiance) ou *RTX Faces* (un système à intégrer profondément dans le pipeline de rendu d'un jeu pour la génération, comme son nom l'indique, des visages humains).

**SUR SCÈNE
À LA GTC, LE
16 MARS 2026,
JENSEN HUANG
PRÉSENTE
LE DLSS 5.**



Mais qu'en est-il d'une application plus concrète, plus simple, que les joueurs pourraient sans trop attendre voir apparaître dans un nombre significatif de jeux ? Il y avait bien eu le cas particulier de la *ray reconstruction*, intronisée à l'été 2023 au sein du DLSS 3.5, et visant à compléter la mise à l'échelle spatiale du DLSS en améliorant par IA le débruitage des effets de *ray tracing*. Pertinente et convaincante, mais on ne pouvait pas encore dire qu'elle transformait les jeux de façon spectaculaire. Cela aurait dû être le cas avec le DLSS 5, dont l'objectif était de mettre au turbin les Tensor Cores des cartes graphiques RTX pour retaper de fond en comble l'interaction entre la lumière et les matériaux de la scène dessinée. En un sens, c'est bien ce que l'on voit sur les images montrées par Nvidia pour vanter les mérites de sa technologie, lorsque appliquée à des jeux comme *Starfield*, *Resident Evil Requiem*, *Assassin's Creed Shadows*, ou encore *Oblivion Remastered* : des jeux profondément métamorphosés... mais pas exactement dans le bon sens du terme.

Pollution lumineuse

À titre personnel, je ne vais pas prétendre avoir été étranger à la très virulente réaction publique qui a suivi. Dans le *Canard PC* n° 477, je ne me suis pas



privé d'exprimer la stupéfaction que j'ai ressentie à la vision de ces images, où le DLSS 5 me semble prendre des libertés délirantes dans les modifications qu'il applique à l'apparence des jeux. D'un point de vue purement technique d'abord, sous couvert d'ajouter du détail à l'éclairage, il redessine les ombres portées, les ombres de contact et les reflets spéculaires de façon incohérente, comme s'il inventait des sources lumineuses artificielles affectant aléatoirement les

Le houleux débat qui s'est ensuivi a pris comme principal point d'ancrage la notion d'intégrité artistique.

différentes zones de l'image ; difficile d'y voir le « photoréalisme » dont Nvidia dit faire son objectif. Et puis d'un point de vue artistique et créatif, le traitement chamboule sans vergogne les visages des personnages (modifiant leurs reliefs et leur teinte, jusqu'à donner parfois l'impression de leur ajouter du maquillage), ainsi que leurs ambiances (éclairages

**CYBERPUNK
2077 EN RENDU
RASTERISÉ
(GAUCHE) ET EN
PATH TRACING
(DROITE) :**

PAS DE DLSS 5
EN VUE, MAIS
PEUT-ON
POUR AUTANT
DIRE QUE LA
DIRECTION
ARTISTIQUE
RESTE INTACTE ?

diffus complètement redessinés, température de couleur des lumières largement altérée). Inutile de s'attarder trop en détail sur cela, tout ce qui pouvait être dit sur le sujet l'a déjà été. En revanche, il est intéressant d'observer avec le recul ce qu'a été la réponse de Nvidia à cette vaste levée de boucliers. Les mots peuvent changer, selon qu'on prête attention à ceux prononcés par Jensen Huang en interview, ou à ceux écrits par le service communication de l'entreprise, mais on y retrouve les deux mêmes grandes idées : d'une part, le fonctionnement de la technologie ne serait pas aussi simple que ce que l'on peut imaginer (« *ce n'est pas un filtre IA, le rendu est conditionné par la géométrie et les assets du jeu* »), et d'autre part, les développeurs gardent la main sur le rendu final, le SDK leur offrant des outils de masquage, de dosage de l'intensité du traitement, et d'étalonnage des couleurs. Qu'est-ce que ça veut dire que tout ça ? Il est bien là le problème : sans plus de précisions, ça ne veut pas dire grand-chose.

Histoires de géo

Pour apporter un début de clarification concrète du fonctionnement de la technologie, il faudrait au moins définir bien plus rigoureusement ce que sont les données d'entrée du traitement. Sur ce point, Nvidia se limite à confirmer l'emploi des couleurs de chaque pixel (ou, dit beaucoup plus simplement, de l'image plane telle que produite par le jeu avant

DLSS 5), et des vecteurs de mouvements (le sens et la vitesse de déplacement de l'objet représenté au premier plan sur chaque pixel). Comment pourrait-on affirmer que des données aussi basiques suffisent à garantir une image finale conditionnée par la géométrie initiale ? On s'étonne en particulier de ne même pas voir ici mentionné le *z-buffer* (calque indiquant la position en profondeur de l'objet représenté sur chaque pixel), qu'utilisent pourtant les précédentes formes de DLSS ; il sert notamment à assister la détection de contours, favorisant l'amélioration de la netteté pour la mise à l'échelle spatiale, et l'évitement des artefacts de désocclusion pour la génération de trames. Est-ce un oubli ? Une omission volontaire pour ne pas trop en révéler sur la tambouille interne du traitement ? Le doute est permis, mais n'est pas encouragé par la communication de Nvidia : son annonce initiale parle d'un « *modèle IA infusant des éclairages et des matériaux photoréalistes* » après avoir « *compris la sémantique de la scène* », ce qui laisse entendre que la géométrie comme les caractéristiques des matériaux sont inférées par le modèle plutôt que communiquées par le jeu. Pire encore : dans un échange par mail avec le youtubeur Daniel Owen, Jacob Freeman, responsable de la communication GeForce chez Nvidia, justifie explicitement la notion de rendu conditionné par les assets du jeu en raisonnant que « *le modèle utilise l'image rendue [pré-DLSS 5] comme donnée d'entrée, et puisque la géométrie est un paramètre fondamental de cette image, elle fonctionne comme plan de contrôle pour le modèle* ». On laisse à chacun la liberté de juger l'honnêteté de cette gymnastique mentale.

Art contre technique

Sans en rien l'excuser, on peut au moins comprendre comment Nvidia s'est trouvé pris de court devant le tollé provoqué par sa présentation. Il faut dire



RESIDENT EVIL REQUIEM

LE PRINCIPE DE
FONCTIONNEMENT
DU DLSS 5
ILLUSTRÉ PAR
NVIDIA : UNE
IMAGE PLANE ET
DES VECTEURS
DE MOUVEMENT
COMME DONNÉES
D'ENTRÉE, EST-CE
BIEN SUFFISANT ?

que tout cet épisode pose des questions d'ordre presque philosophique quant à ce qu'une nouvelle technologie graphique a le « droit » de changer à un jeu ; questions que le géant vert a pourtant pris l'habitude de ne presque jamais se poser. Il est tout particulièrement frappant que le houleux débat qui s'est ensuivi ait pris comme principal point d'ancrage la notion d'intégrité artistique, de respect des intentions créatives des développeurs. La communication de Nvidia elle-même a bien voulu reconnaître l'importance de cette question, puisqu'elle a pensé pouvoir se laver les mains de toute faute en assurant donner le contrôle entier de sa technologie aux développeurs (encore faudrait-il là aussi, pour se laisser convaincre par ce mouvement défensif, que l'on ait un minimum de détails sur la nature dudit contrôle, mais passons). ➤





Pourtant, n'est-ce pas une tautologie que de dire de toute innovation graphique que, puisqu'elle modifie l'apparence d'un jeu, elle en compromet mécaniquement le style artistique ? Je m'en suis personnellement convaincu en relançant *Cyberpunk 2077*, lui qui fut en 2023, trois ans après sa sortie initiale, l'un des fers de lance de la technologie de *path tracing* de Nvidia – toujours le même. Lorsque l'option est activée, le jeu, soudain entièrement éclairé en *ray tracing* à plusieurs rebonds, voit certaines de ses scènes, certains de ses lieux changer

Peu de créateurs seront à l'aise à l'idée de lâcher la bride à un algorithme d'IA.

très sensiblement d'atmosphère. Mais pas de haut-le-cœur, pas de consternation, ni de ma part ni, semble-t-il, de la part d'aucune frange significative des joueurs et des développeurs. Qu'est-ce donc qui fait que ces modifications-là sont non seulement acceptées, mais même globalement plutôt applaudies ? Les réponses les plus intéressantes à ces questions seront apportées par les créateurs et les créatrices de jeux eux-mêmes.

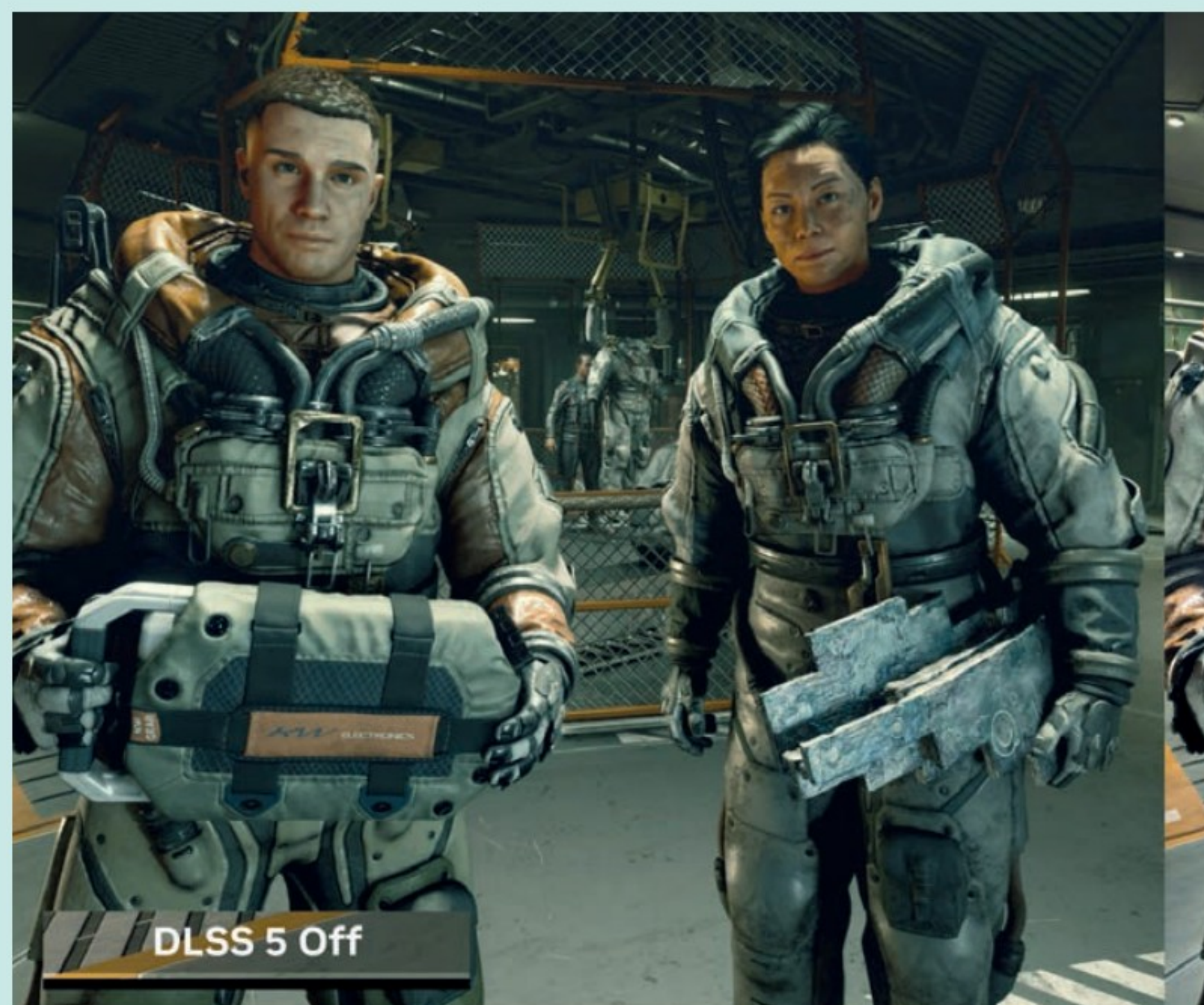
Qu'en pensent les devs ?

Je suis d'ailleurs allé demander à l'un d'entre eux, développeur moteur pour un célèbre studio de développement français (mais préférant garder

**RESIDENT EVIL
REQUIEM**

STARFIELD

l'anonymat) ce qu'il pensait du DLSS 5. « *Ma première réaction quand j'ai vu les images a été de me dire "mais qu'est-ce que c'est que cette merde d'IA générative ?" Avant même de me demander comment ça fonctionne, j'ai simplement reconnu la patte graphique des modèles de génération d'image.* » En miroir, donc de la réaction du public. Mais alors, aurait-il suffi que ces images de démonstration aient su se tenir à distance de cette patte pour que le concept de la technologie paraisse acceptable ? « *En soi, proposer un modèle pour changer la lumière en post-process, ce n'est pas déconnant. En un sens, c'est déjà ce qu'on fait quand on propose différents réglages graphiques pour les effets d'éclairage des jeux sur PC ! En deferred rendering, on fait le rendu en calculant plein de petits "calques", qui forment ce qu'on appelle le g-buffer : il y en a un avec la couleur brute des textures (l'albedo), un qui indique l'orientation des surfaces (les normales), un qui indique l'emplacement des sources lumineuses et la nature de la lumière qu'elles envoient, un autre qui t'indique l'emplacement des ombres... Ensuite, on assemble tout ça avec des algorithmes pour recréer une scène éclairée. Quelque part, c'est déjà du post-process qui se fait en 2D, et dont on peut changer la précision et la nature en fonction des réglages choisis par le joueur.* » Quitte, donc, à ce que ces réglages aient des conséquences visuelles pas toujours prévues à la création. « *Bien sûr qu'on peut avoir des nouvelles technologies qui changent radicalement l'apparence d'un jeu. Le fait est que la direction artistique d'un jeu est toujours créée dans le cadre de contraintes technologiques, et ce n'est*



pas un crime de vouloir les augmenter. Si tu prends typiquement le cas de Minecraft : par défaut, c'est hyper basique, mais tu peux ajouter des mods, et même des shaders qui vont refaire le rendu à leur sauce de fond en comble. Et pourquoi pas ! Le truc, dans le cas du DLSS 5, c'est qu'ils disent vouloir retoucher l'éclairage en préservant la géométrie et les matériaux, mais qu'est-ce que ça veut dire ? Si ça veut juste dire que quand il reconnaît un matériau bois, il va dessiner ce que lui considère comme étant l'apparence du bois, indépendamment d'un éventuel rendu stylisé que toi tu aurais implémenté, ça ne suffit pas. »

Promesse intenable

Où arrive la promesse de Nvidia de scrupuleusement respecter la géométrie et les matériaux définis par les développeurs, promesse qui lui paraît difficilement tenable. « Déjà, il faudrait définir ce que ça veut dire "respecter la géométrie". Comme ça, c'est tellement vague, tellement creux qu'on peut tout mettre dedans. Par exemple, quand on utilise des normal maps pour simuler du relief sur une texture qui est pourtant plane, est-ce qu'on respecte la géométrie ? Dans le rendu d'un jeu, on utilise ce genre de tricheries en permanence, alors d'une certaine manière, on peut dire que nous-même on passe notre temps à trahir la géométrie ! Chaque jeu utilise son g-buffer à lui, avec les infos dont il a besoin, formaté de la façon dont il a besoin, pour obtenir le rendu souhaité. Il n'y a pas un standard sur lequel le DLSS 5 pourrait s'appuyer pour garantir



LA DÉMO TECHNIQUE
« THE ZORAH »

de produire un résultat "objectivement" fidèle au style graphique du jeu. On peut envisager de lui communiquer certaines informations, comme les vecteurs de mouvement et le z-buffer. Mais s'il faut que pour chaque objet on lui communique toutes les caractéristiques de la surface, la métallicité, la rugosité, la réflectivité... ça deviendrait beaucoup trop galère ! Ça reviendrait en gros à développer dans la tech Nvidia plutôt que dans notre moteur. J'imagine que c'est beaucoup plus simple pour Nvidia d'entraîner son modèle à inférer ces données tout seul à partir du rendu final de l'image. » Et il ne fait aucun doute que peu de créateurs seront à l'aise à l'idée de lâcher la bride à un algorithme d'IA pour décider avec autant d'autonomie ce que devrait être l'apparence de leur jeu. « Quand on parle d'une nouvelle technologie comme celle-ci, il y a plusieurs coûts associés auxquels il faut penser : le coût en puissance de calcul pour le rendu bien sûr¹, mais aussi ce qu'elle implique en termes de dépendances envers des techniques propriétaires et fermées, et la direction dans laquelle elle pousse l'industrie en comparaison de ce vers quoi elle pourrait aller. » Nvidia a jusqu'à la fin de l'année, horizon annoncé pour la disponibilité publique du DLSS 5, pour nous convaincre qu'il ne fait pas fausse route. On lui souhaite bien du courage.



1. Les démos initiales employaient deux RTX 5090 en parallèle, en raison de la taille du modèle à logger dans la VRAM ; mais Nvidia promet que d'ici à la disponibilité publique, il sera optimisé pour pouvoir tourner sur un seul GPU.



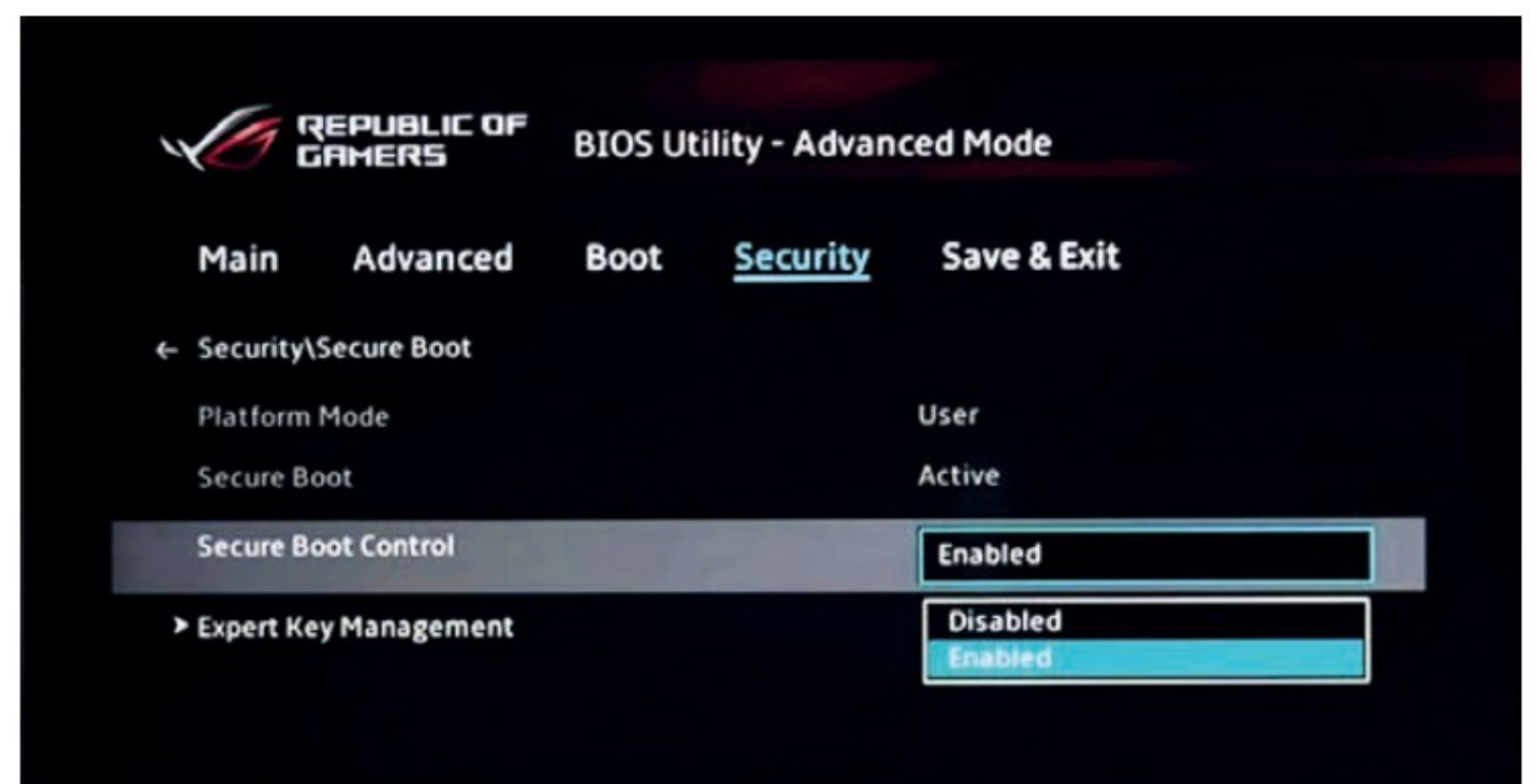
Passer une ROG Ally X de Windows à SteamOS

Aujourd'hui encore, Windows est le numéro un du jeu vidéo sur PC. Pour autant, l'OS de Microsoft est lourd, lent et pas adapté à toutes les machines. Valve l'a bien compris pour son Steam Deck et pour tous les possesseurs de Legion Go ou de ROG Ally, la tentation est grande de passer à SteamOS. Nous l'avons fait et, plusieurs semaines après cette bascule, c'est l'heure du bilan.

En dehors de Valve, tous les fabricants de consoles de jeu PC portables sont restés sous Windows. Pourtant, à l'exception des MSI Claw, les machines sont très proches du Steam Deck grâce à leur architecture AMD. Depuis peu, Valve évoque d'ailleurs la prise en charge de consoles comme la Legion Go et la ROG Ally. Pas question d'offrir un quelconque support, non, mais de rendre au moins l'OS installable.

Précautions initiales d'usage

Pour cette expérience avec notre ROG Ally X, nous sommes restés prudents et, pour être sûr ne pas perdre le Windows 11 installé par ASUS, nous avons décidé – première étape – de remplacer le SSD de la console. L'opération n'est guère complexe, mais nécessite de faire un peu attention et, plus important, de modifier le BIOS de la ROG Ally X afin de désactiver le « *secure boot* » ou « *démarrage sécurisé* ». Pour cela : allumez la console en appuyant sur le bouton de mise sous tension et, juste après, pressez/maintenez le bouton « volume – » jusqu'à ce que l'écran du BIOS apparaisse. Là, il faut se rendre dans la section « *sécurité* », choisir l'option « *démarrage sécurisé* » et désactiver l'unique option accessible, « *contrôle du démarrage sécurisé* ». Ensuite, l'ouverture de la console implique de retirer un bon

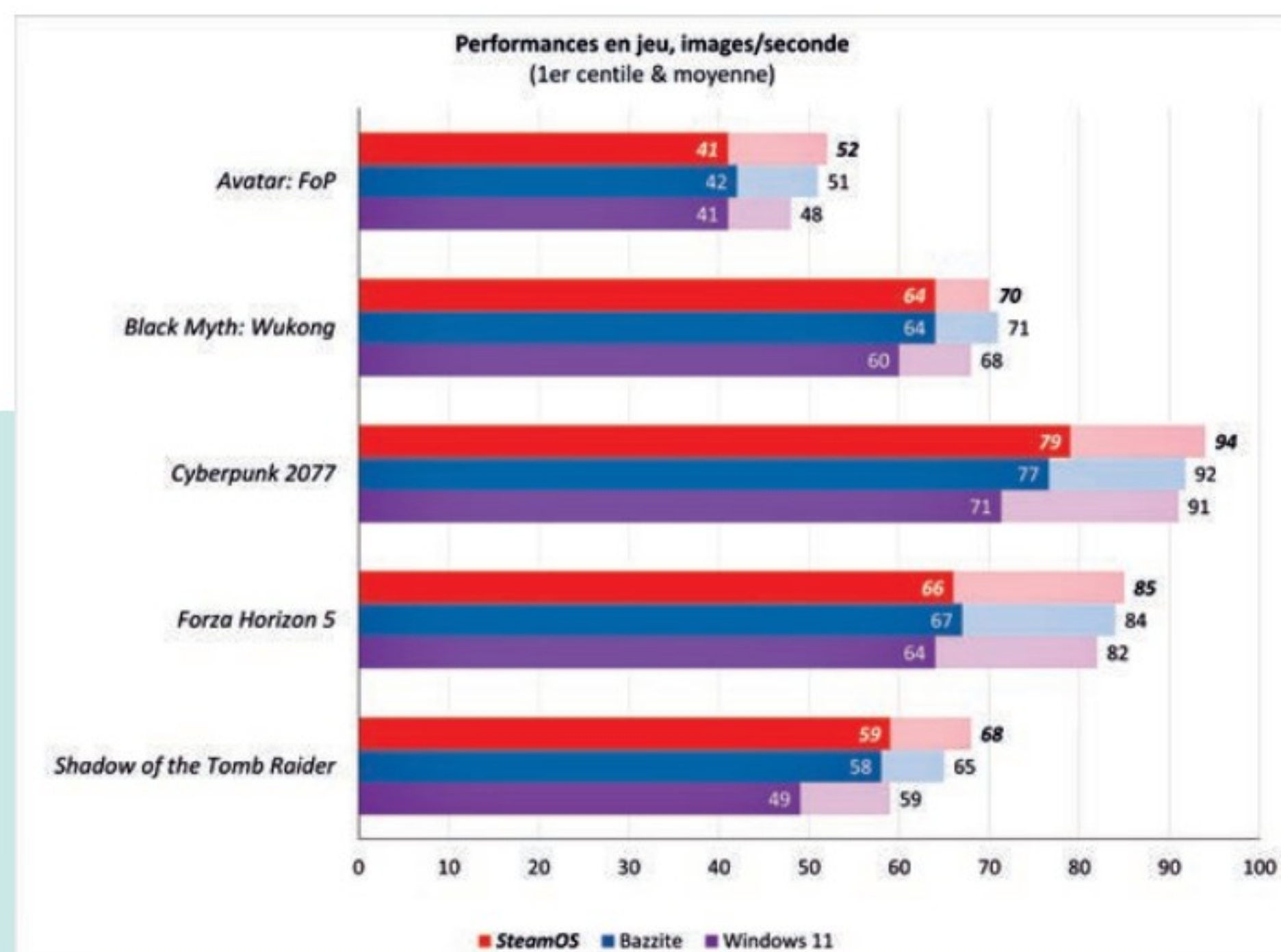


DÉSACTIVER LE « SECURE BOOT » EST INDISPENSABLE AVANT D'INSTALLER BAZZITE OU STEAMOS.

paquet de vis, d'utiliser un petit accessoire pour déclipser – sans abîmer – la coque arrière de la machine et, enfin, de retirer prudemment ladite coque. Prudemment, car une petite nappe maintient les deux parties solidaires. La nappe est relativement longue, mais il ne faudrait pas trop tirer dessus. L'accès au SSD est ensuite simple et le remplacer n'est guère plus complexe. Privilégiez un modèle qui chauffe peu, l'espace est restreint au sein de la console et ne vous embêtez pas à préformater le SSD : SteamOS s'en chargera. Là, nous vous laissons avec le site officiel de SteamOS qui explique de manière claire la marche à suivre. Prévoyez juste une clé USB de 8 Go.

Des difficultés... passagères

Soyons honnêtes, avant le déploiement de la fameuse version 3.8.0 de SteamOS, ce dernier nous avait donné bien du souci. Sur cinq ROG Ally testées, une seule avait bien voulu installer l'OS de Valve. Nous n'avions pas été seuls dans ce cas, mais cette mise à jour sortie en mars dernier a tout résolu. Si vous aviez tenté – sans succès – l'aventure par le passé, cela vaut le coup de s'y repencher. Depuis l'installation de SteamOS sur la ROG Ally, reconnaissons que nous n'envisageons aucun retour



ÉVALUATION DES PERFORMANCES DE LA ROG ALLY X SUR BAZZITE, STEAMOS ET WINDOWS 11.

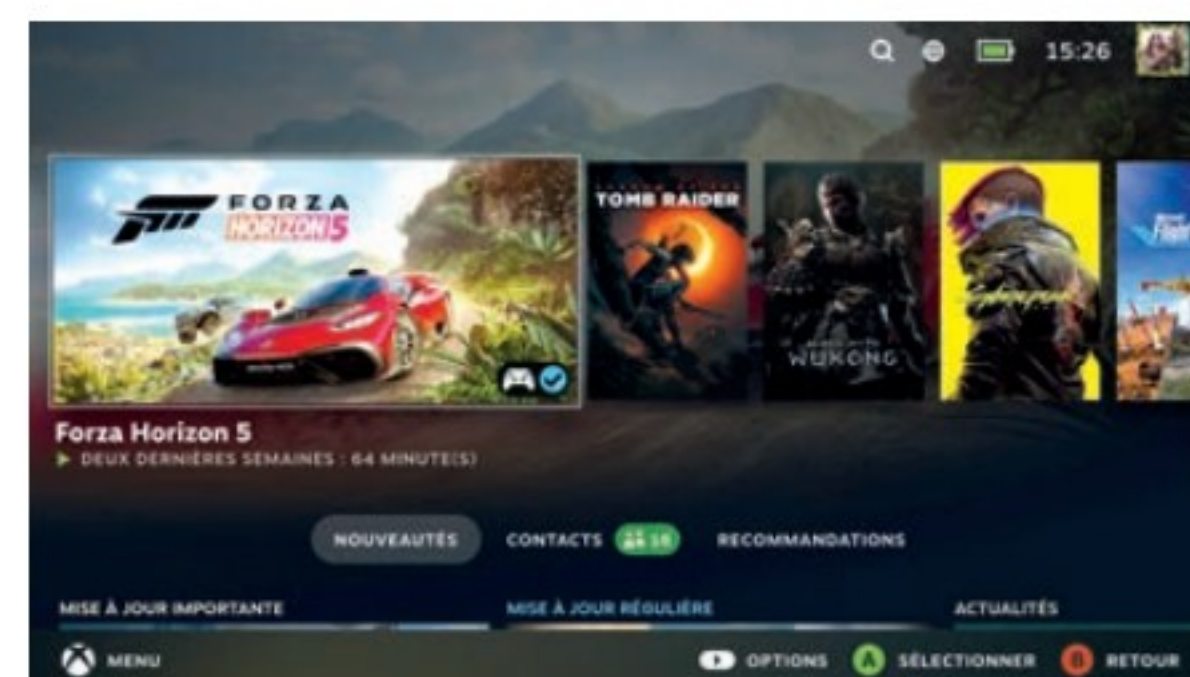
en arrière. Tout d'abord, la prise en charge matérielle de la console est proche de la perfection. Toutes les fonctionnalités sont présentes et les réglages les plus fins sont disponibles sachant que, au pire, il existe quantité de petits modules pour enrichir SteamOS, via Decky notamment. SteamOS sur ROG Ally X fonctionne exactement de la même manière que sur Steam Deck, avec la même interface, les mêmes options, la même compatibilité... mais des performances un peu plus élevées puisque nous avons un CPU/iGPU un peu plus costaud que celui du Steam Deck : 8 cœurs CPU/16 cœurs GPU contre 4/8 tout de même. Vous me direz, l'important n'est pas de comparer la ROG Ally X au Steam Deck – tout le monde sait qu'elle est plus puissante – mais plutôt de savoir comment se comporte SteamOS par rapport à Windows 11. L'OS de Valve permet-il vraiment de libérer de la puissance ? L'autonomie de la machine en souffre-t-elle ou, à l'inverse, gagne-t-elle à ce changement ?

La question des performances

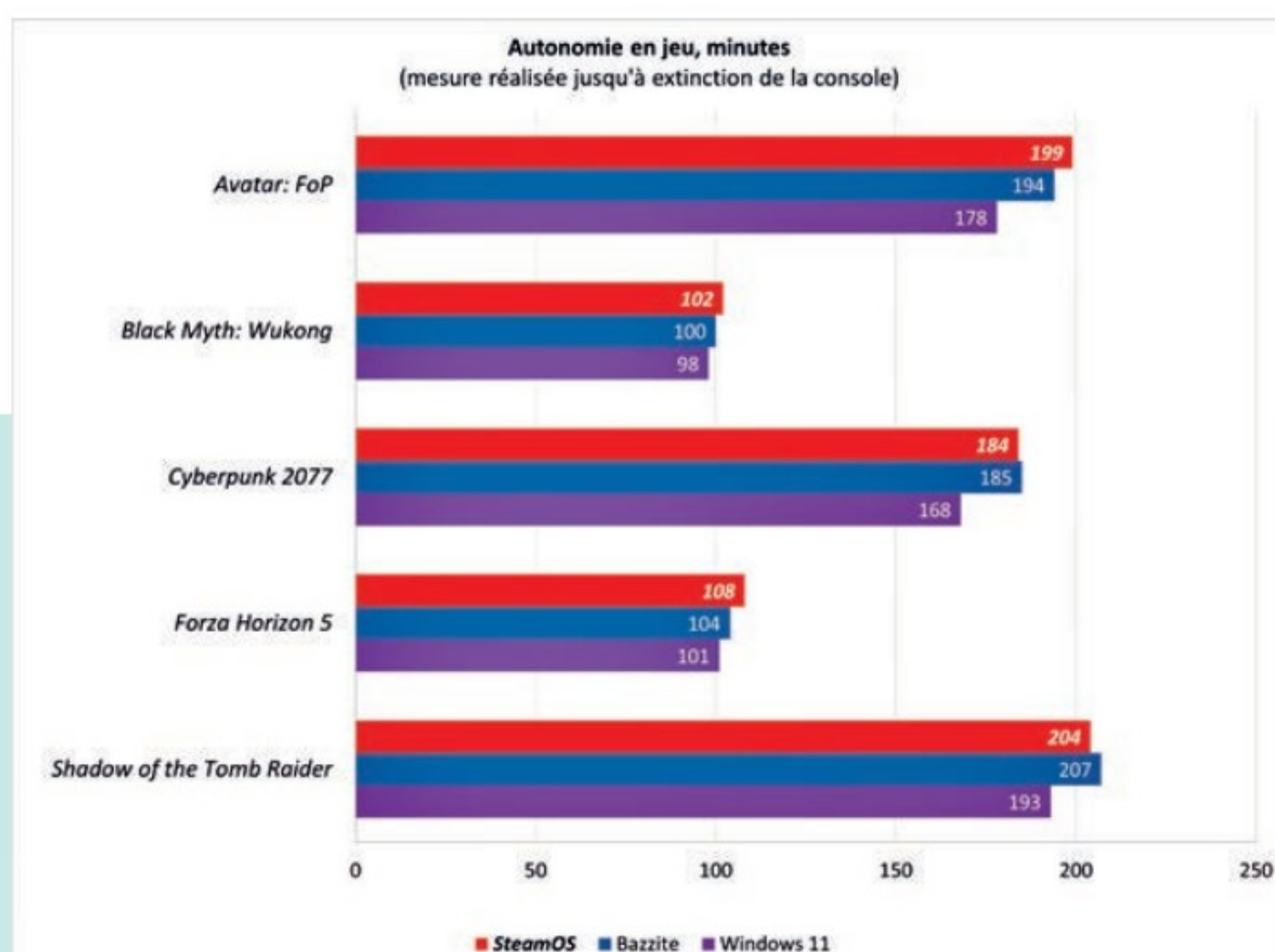
Pour comparer les deux systèmes, nous avons passé en revue pas mal de jeux, mais pour ce dossier, nous n'en avons retenu « que » cinq : *Shadow of the Tomb Raider*, *Forza Horizon 5*, *Cyberpunk 2077*, *Black Myth: Wukong* et *Avatar: Frontiers of Pandora*. Cinq jeux qui permettent de ratisser large et d'avoir un aperçu relativement complet. À chaque fois, nous avons pris soin d'activer les options de mise à l'échelle de manière identique. Il ne faut, bien sûr, pas s'attendre à des miracles : le matériel reste le même. Pour autant, l'écart entre Windows 11 et SteamOS est intéressant. D'abord parce qu'il tourne quasi systématiquement en faveur de SteamOS et, ensuite, parce qu'il donne parfois une vraie bouffée d'air. Sur *Avatar: Frontiers of Pandora*, les gains sont là, mais le jeu reste difficilement jouable. En revanche, sur *Shadow of the Tomb Raider*, l'amélioration est nette : en moyenne, on gagne plus de 15 %. Nous avons eu du mal à croire à ce résultat sur un

Bazzite, parce que SteamOS n'est pas la seule option

Sur nos graphiques, vous vous demandez peut-être pourquoi nous présentons les résultats d'un troisième OS, Bazzite. Il s'agit d'une autre solution construite sur Linux (ArchLinux pour SteamOS, contre Fedora pour Bazzite). Bazzite est très proche de SteamOS et ses auteurs ont tout fait pour qu'il lui ressemble le plus possible : il est d'ailleurs bien difficile de les distinguer au premier coup d'œil. Bien sûr, Bazzite a le défaut de ne pas être développé par Valve et pourrait donc être moins en phase avec Proton : l'outil qui permet à tous les jeux Windows de tourner sous Linux est conçu et maintenu par Valve. Pour autant, Bazzite est aussi beaucoup plus ouvert que SteamOS et cela fait des mois qu'il tourne à la perfection sur ROG Ally : il s'agit donc d'une option à considérer en cas de souci, d'autant que, pour d'autres machines, il est aussi compatible avec les systèmes Intel et Nvidia.



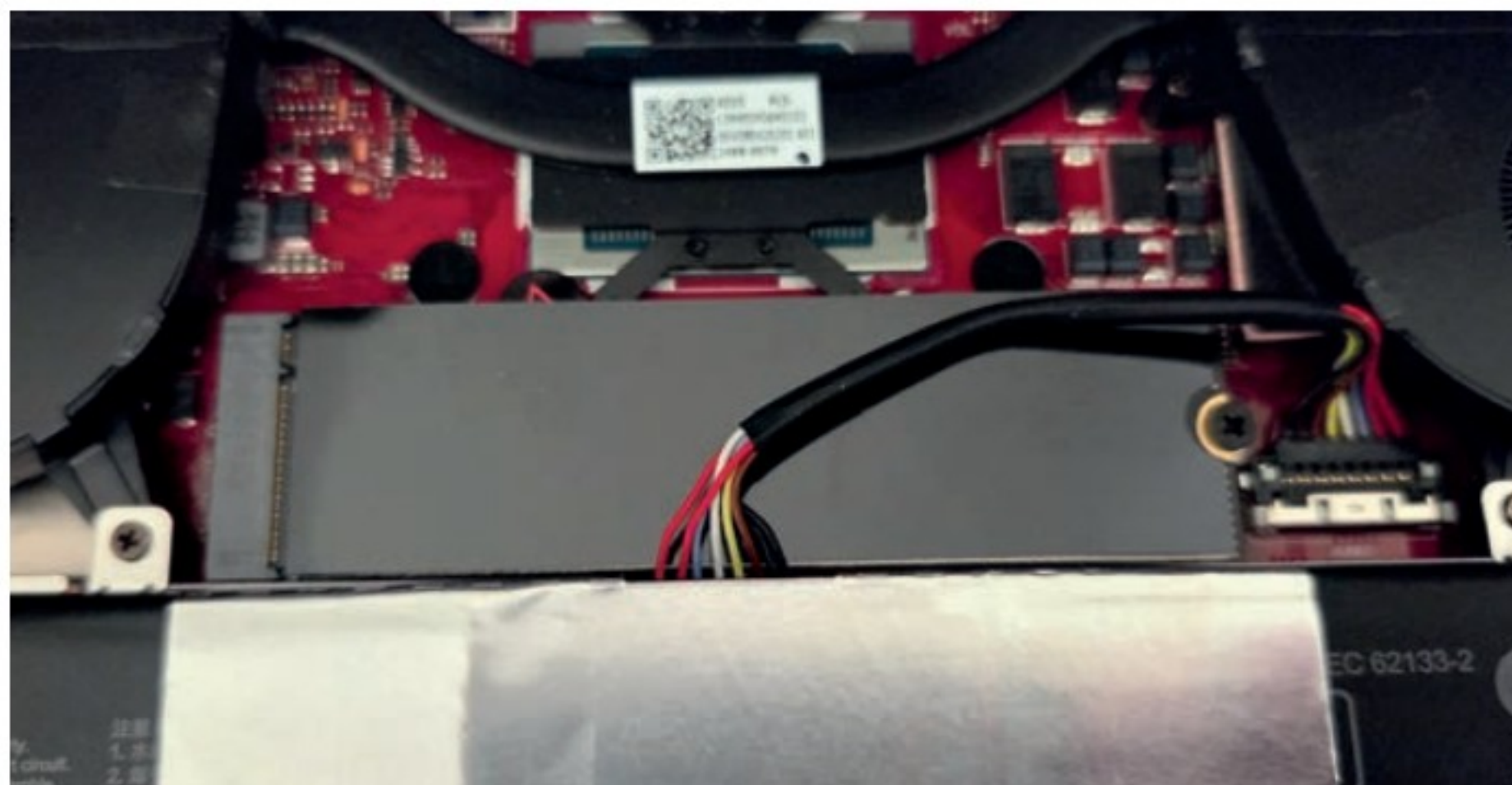
L'ÉCRAN STEAM DE BAZZITE EST
RIGOREUSEMENT IDENTIQUE
À CELUI DE STEAMOS.



ÉVALUATION DE L'AUTONOMIE DE LA ROG ALLY X SUR BAZZITE, STEAMOS ET WINDOWS 11.



**SI VOUS
CHANGEZ
DE SSD,
ATTENTION
À CETTE
PETITE NAPPE
AU MOMENT
D'OUVRIR LA
ROG ALLY X.**



simple changement d'OS. Les gains sur les autres jeux sont plus faibles, mais alors que la fluidité est parfois difficile à maintenir, c'est clairement toujours ça de pris. Mieux, cela se fait sans que le CPU ne chauffe davantage – nous n'avons relevé que des différences marginales à ce niveau – et, surtout, avec une autonomie en progrès. Bien qu'il faille garder à l'esprit que les mesures d'autonomie ne sont pas une science exacte, mais quand la conclusion se répète sur tous les jeux et après plusieurs mesures, cela devient assez solide. SteamOS peut ainsi offrir jusqu'à 20 minutes de jeu en plus sur certains titres (*Avatar: Frontiers of Pandora* ou *Cyberpunk 2077*) même si, sur d'autres, le gain est bien plus anecdotique, parfois même de seulement 7 à 8 minutes (*Black Myth: Wukong*). Mais après tout, quelques minutes de plus sans aucun inconvénient, ça reste tout bénéfice !

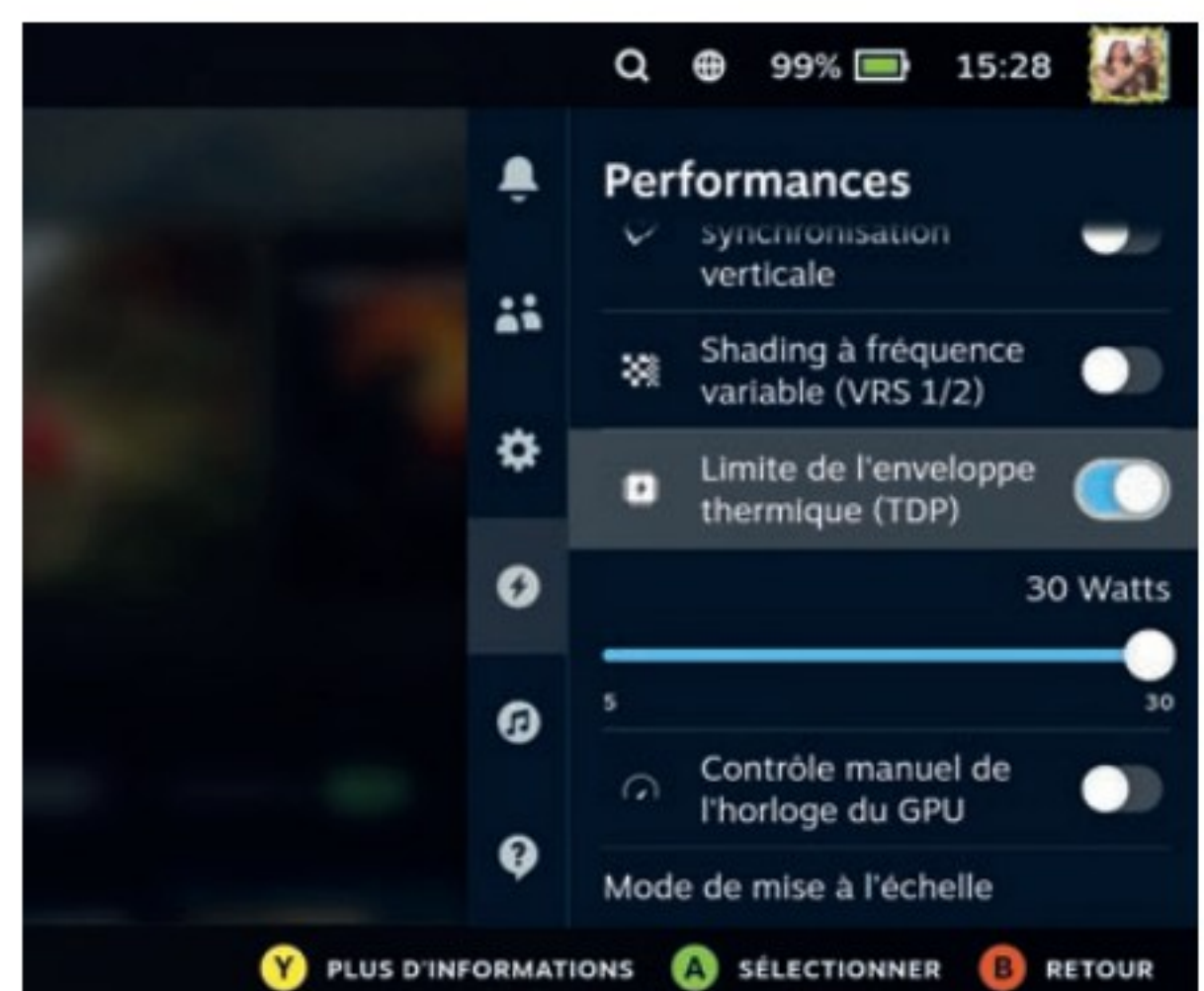
En conclusion, ça dit quoi ?

Voilà plusieurs semaines que notre ROG Ally X tourne fièrement sous SteamOS. Il n'y a absolument aucun problème dans notre usage quotidien. La gestion du matériel est parfaite, la machine n'a pas planté une

seule fois et la compatibilité avec les jeux est pratiquement impeccable. Il est d'ailleurs amusant de se référer au macaron *Steam Deck Verified* pour faire son marché. Mais il ne faut pas oublier les quelques limitations inhérentes à un passage de Windows à SteamOS, celles que connaissent les utilisateurs de Steam Deck. Par exemple, la majorité des logiciels anti-triche du marché ne fonctionnent pas sous SteamOS, donc les jeux qui les utilisent ne passent pas non plus. Pour le jeu compétitif, ce n'est pas bien grave, la ROG Ally X ne s'y prête pas. En revanche, dans pas mal de cas, même les modes solo ne passent pas. Dommage. Reconnaissons aussi que, parfois, des jeux « basiques » passent mal sur Proton. C'est rarissime, mais ça existe. À cela près, depuis la version 3.8.0, SteamOS s'installe sans difficulté sur ROG Ally et c'est un vrai bonheur, pour rien au monde nous n'échangerions l'interface Steam contre la version Xbox. Reste qu'il n'existe pas de support officiel de la ROG Ally par SteamOS, donc pas de garantie en cas de pépin.

« Toutes options »

Ce n'était pas le cas il y a encore un an, mais aujourd'hui, toutes les fonctionnalités de la ROG Ally sont prises en charge par SteamOS. Dans les réglages, il est ainsi possible de pousser l'enveloppe thermique jusqu'à 30 W, par pas de 1 W. On dispose aussi d'un contrôle manuel de la fréquence d'horloge (jusqu'à 2,7 GHz). Mieux, le taux de rafraîchissement variable peut être activé et la fréquence de la dalle est ajustable de 10 à 120 Hz... quelque chose qui n'existe pas sur le Steam Deck, preuve que la spécificité de la ROG Ally est bien prise en compte. Même les petits cercles RGB autour des mini-sticks sont maintenant pleinement supportés...



L'ENVELOPPE THERMIQUE DE LA PUCE AMD RESTE AJUSTABLE DE 5 À 30 WATTS. IMPECCABLE.

Abonnez-vous ! Papier + numérique

**12 numéros de Canard PC
directement chez vous
+ tous les avantages du numérique**

Le plaisir de la version papier de *Canard PC*
chaque début de mois dans votre boîte aux lettres.

69€
seulement*

* abonnement de 1 an / 12 n°
à Canard PC en France
métropolitaine



Profitez également gratuitement de tous les avantages du numérique pendant la période de votre abonnement :

- Tous nos articles et l'actualité du jeu vidéo, du hardware et des jeux de plateau au jour le jour sur le site www.canardpc.com
- Accédez librement aux versions numériques de *Canard PC*, *Canard PC Hardware* et nos hors-séries grâce au kiosque numérique et à la nouvelle application Canard PC sur iOS et Android.

Abonnement par CB sur boutique.canardpc.com



Configurations et guides d'achat

RAMpocalypse :

où vont les prix ?

Par OtaXou

Dans le contexte 2026 de « RAMpocalypse », où les barrettes flambent à prix d'or, nous interrogeons les acteurs du marché eux-mêmes pour éclaircir la situation.

Vous avez constaté l'impact sur le premier semestre 2026 : la crise de la RAM est sur nous. Le prix d'une barrette de RAM DDR5 a triplé, voire quadruplé, poussant de nombreux consommateurs à abandonner ou repousser indéfiniment un investissement. Que se passe-t-il dans ce contexte et que peut-on attendre des prix sur la fin 2026 ? Nous avons interrogé les acteurs directement concernés pour l'établir.

Le trading de RAM

« On est typiquement dans du trading : tu achètes ce stock-là aujourd'hui à tel prix, sauf qu'au lieu d'avoir 1 000 barrettes, t'en as plus que 200 », nous explique une source d'un grand constructeur asiatique spécialisé dans le gaming. Un jeu qui force les constructeurs de machines à s'adapter en temps réel, sur deux leviers principaux : le prix affiché, mais aussi les stocks disponibles. « Entre le moment où l'on passe les commandes et celui où l'on reçoit les produits, le prix n'est plus le même. » Cette incertitude sera subie ensuite par les revendeurs comme Fnac, LDLC ou Cybertek pour ne citer qu'eux. « Au moment d'envoyer les

produits, on est obligé de dire "en fait c'est plus 3000, c'est 3099 €". » Cela impacte également la manière de gérer les stocks. Imaginons qu'un client veuille commander une deuxième fois le même produit. Une telle demande va lancer une nouvelle fabrication, qui subit une deuxième fois les fluctuations « façon trading » du marché de la RAM. Et même s'il restait encore une dizaine de machines à l'ancien prix, lorsque les nouvelles unités s'ajoutent... tout le stock passe au nouveau tarif.

Absence sur l'entrée de gamme

Cette situation force les constructeurs à faire des choix difficiles. Par exemple, la VRAM intégrée aux cartes graphiques est impactée, ce qui pousse certains à « créer deux cartes plutôt qu'une », nous indique une source de l'industrie des composants. Il faut dire que quand il devient difficile de se procurer 16 Go de GDDR7 pour GPU, il paraît presque naturel de privilégier la vente de deux cartes dotées de 8 Go de VRAM plutôt qu'une à 16 Go. Au-delà de la seule question de la RAM, c'est l'ensemble de la production qui a dû se réadapter. Alors que du temps de la génération RTX 40, des PC portables intégrant une RTX 3060 étaient restés sur le marché pour tenir des tarifs à moins de 1 000 €, la génération RTX 50 n'a pas cette chance : pour tirer le meilleur parti de ce qui est disponible, les constructeurs se focalisent à l'inverse sur les PC portables gamers, ceux qui apportent la plus



La Steam Machine, petit ange annoncé trop tôt.

grande marge. Nous l'avons bien observé au premier semestre 2026 : les configurations à marges réduites sont en difficulté. La Steam Machine n'a toujours pas trouvé sa date de sortie ni son prix, la PlayStation 5 est passée à 600 €. Liao Yi-hsiang, un des dirigeants d'Asus côté technologie, souligne cette inflation côté fabricant : il a annoncé une augmentation de leur prix de vente moyen de 15 % sur le premier semestre, qui pourrait atteindre les 30 % au second.

Une simple contraction ?

À quoi faut-il s'attendre dans ce contexte ? L'aspect pénurie est à relativiser, selon l'une de nos sources chez un fabricant de composants. « Le côté "apocalypse", on n'y est pas non plus », souligne-t-il, avant de préciser : « Aujourd'hui il y a une incidence du prix de la RAM, mais si [le nombre de livraisons] ne perd que 5 à 10 % sur le marché, tu n'es pas dans une situation catastrophique. C'est une contraction. » Comprenez que si les prix s'envolent, le marché grand public, lui, ne connaît pas encore une chute effrayante. Les constructeurs se sont simplement focalisés sur les produits premium, pour pallier le manque de marge sur l'entrée de gamme. Toutes les catégories ne sont pas impactées de la même manière, comme l'explique notre source chez un grand constructeur asiatique : « Tu n'as pas forcément aujourd'hui de vrais problèmes de disponibilité de la DDR5 à 9 600 MT/s, mais plus sur les RAM grand public. » Un autre grand



Les derniers Core Ultra X9 sont bien fournis en stock, mais augmentent en prix. (Photo : Intel)

constructeur le résume simplement : « *Tous les PC augmentent en prix, mais côté gamer, c'est hallucinant.* » Le premium, dont le segment gaming fait partie, encaisse pour l'entrée de gamme.

Précommander, le nouveau bon plan

C'est pourquoi le MacBook Neo d'Apple, vendu au prix d'appel de 699 €, cristallise toutes les peurs : comment le concurrencer dans la situation actuelle ? Même si, selon nos sources, certains ne verraient pas de problème à lui laisser des parts de marché sur l'entrée de gamme, tant que le premium et ses marges leur restent solidement acquis. Pour résumer : le sacrifice de l'entrée de gamme crée une inflation des prix du premium pour compenser. Mais le second semestre sera l'opportunité d'une augmentation générale des prix, qu'importent les catégories, en prime de stocks toujours plus limités. Pour s'en protéger, cette année, le nouveau « bon plan » est de précommander.

L'IA plus grosse que le ventre

Hélas, la fin de cette période de crise paraît lointaine. Et ce malgré les bonnes nouvelles, comme nous l'explique notre fabricant de composants : « *Le marché s'est contracté à cause d'OpenAI, qui a précommandé tout ce qu'il pouvait précommander sans avoir les sous pour acheter, avec pour idée de ralentir les concurrents. Là, les banques ne leur prêtent plus rien. [...]* Mais ça ne veut pas dire que ça libèrera de la RAM pour le grand public, puisque d'autres acteurs sont bien contents de pouvoir récupérer la commande. » Chez notre grand constructeur asiatique spécialisé



CXMT, petit acteur chinois deviendra grand ? (Image : CXMT)

dans le gaming, le constat paraît presque simple : « *Vu les tendances aujourd'hui, les conflits qu'il y a un peu partout, les cours de l'euro, du dollar, etc., celui qui a du cash sera celui qui s'en sortira. Pas celui qui a du stock.* » La RAMpocalypse paraît donc autant un problème pour les consommateurs qu'une menace pour les constructeurs.

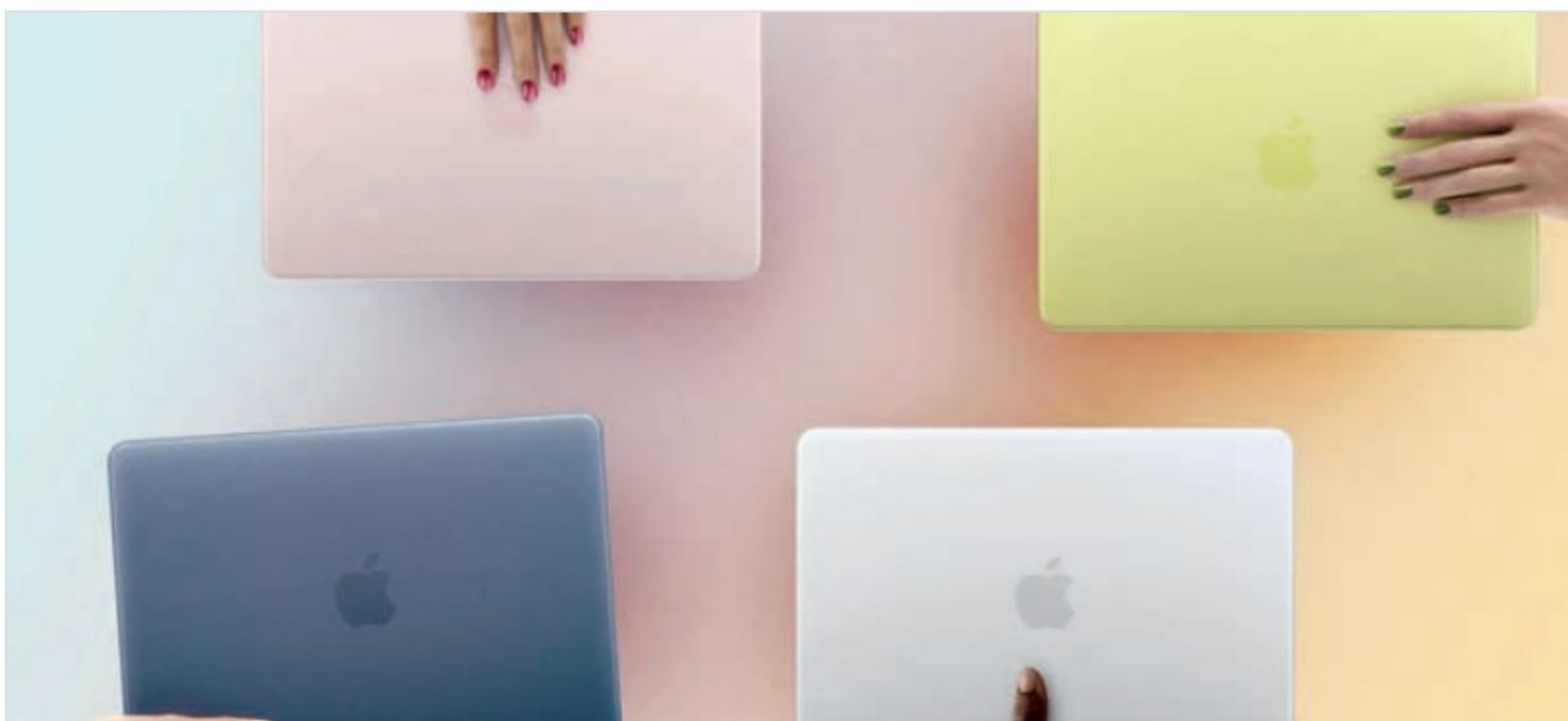
Une aubaine pour les Chinois ?

Malgré tout, nous le rappelle notre fabricant de composants : « *Le PC est une industrie capable d'évoluer très rapidement et de répondre aux tendances du marché.* » Certains

parlent déjà de nouveaux constructeurs chinois qui tentent de profiter de la place laissée vacante par les acteurs comme Micron pour répondre à la demande de RAM sur le marché grand public. CXMT, YMTC ou encore Fujian Jinhua pourraient se faire une place. Et d'après notre source, la situation semble être analogue à celle des dalles pour écran PC durant les années 2020 : « *Je pense que tu verras dans pas longtemps beaucoup de PC équipés de ce genre de RAM, puisque c'est ce qui sera disponible.* »

Transformation profonde

Cette éventuelle solution ne se déploiera pas en un claquement de doigts malgré tout. Créer des chaînes de production prend du temps et en attendant, le marché domestique chinois sera prioritaire. On pourrait s'inquiéter de voir la qualité générale des RAM baisser à tarif égal, en suivant l'exemple d'Asrock qui semble vouloir populariser le HUDIMM à bande passante sacrifiée en réponse à cette crise. Un futur nouveau piège à éviter pour les consommateurs. On trouve bien peu d'éléments rassurants au cœur de cette RAMpocalypse, alors que tous les indicateurs semblent pointer vers un événement profondément transformatif pour le marché plutôt qu'une crise passagère. Du moins, si la bulle IA n'explose pas d'ici là.



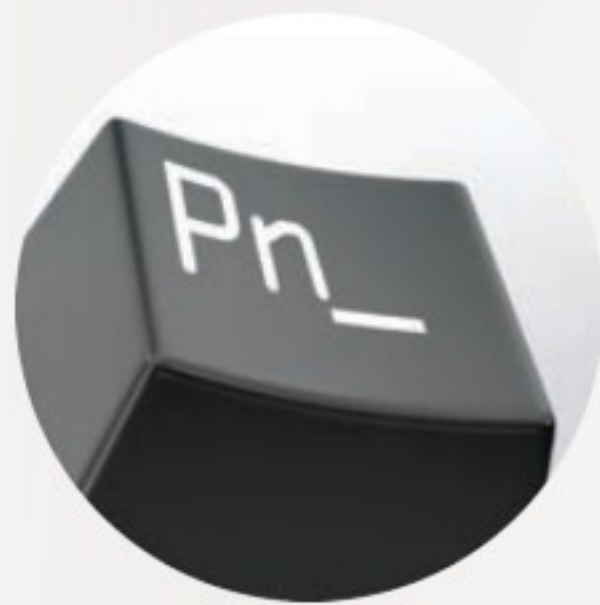
Dans ce contexte, la sortie du MacBook Neo à 699 € a laissé les concurrents sans solutions. (Image : Apple)

Le Pavé numérique_

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, IDIOTIES TECHNOLOGIQUES, CYBER-PAS-SÉCURITÉ, RÉSEAUX ASOCIAUX...

L'actualité du numérique

COMME VOUS NE LA LIREZ PAS AILLEURS.



Une NEWSLETTER GRATUITE CHAQUE MERCREDI.

AVEC UN RÉSUMÉ FACÉTIEUX DE L'ACTUALITÉ DES NOUVELLES TECHNOLOGIES, DES BONS PLANS ET DES PROMOS.



Une version PREMIUM POUR ALLER PLUS LOIN.

EXCLUSIF : 3 CHRONIQUES SPÉCIALISÉES CHAQUE SEMAINE

- 1 ÉMISSION HEBDOMADAIRE
- 1 NUMÉRO SPÉCIAL MENSUEL EN LONG FORMAT
- 1 PODCAST MENSUEL

**Soutenez
un média original
et indépendant
sur la Tech**

DE L'INFORMATION, UN PEU DE SEL,
DES EFFORTS POUR VOIR AU-DELÀ DE
L'EMBALLERMENT DU MOMENT, DES
ANGLES ORIGINAUX ET UNE CERTAINE
APPÉTENCE POUR LES QUÊTES ANNEXES.

Le Pavé numérique_

INSCRIPTION GRATUITE :

**lepavenumerique.
substack.com**



LA SPÉCIALE APU
DE JUILLET 2026

La config pour jouer sans GPU

1 000 €

environ

Monter une config PC *gamer* pas chère en 2026, c'est accepter d'être le dindon de la farce. Mais il existe un chemin alternatif intéressant : se passer de GPU et faire confiance à un APU AMD, en attendant que le monde tourne à nouveau rond et que les prix de la RAM et du stockage se stabilisent. On peut aussi simplement voir ça comme le premier PC *gamer* d'un enfant cherchant surtout à jouer à *Minecraft* et *Fortnite* avec ses copains. Tout tourne donc autour de l'AMD Ryzen 7 8700G, qui intègre un circuit graphique Radeon 780M équivalent en termes de puissance à une ROG Ally Z1 Extreme. De quoi lancer des jeux compétitifs en 1080p tout en gardant un taux de rafraîchissement convenable. Double avantage : l'APU consomme peu et chauffe à peine, ce qui veut dire que l'on peut se reposer sur le ventirad fourni de base pour soutenir cette configuration. On y associe une barrette G.SKill de 16 Go de RAM DDR5 à 6 000 MHz, avec un CAS de 30 toujours très efficace, et 512 Go de stockage PCIe Gen 4 payés au prix fort, mais qui permettent d'optimiser un tant soit peu le véritable intérêt de cette configuration : son évolutivité. L'alimentation 750 watts Corsair certifiée Gold et la carte mère AM5 B850 vont nous garantir une possible mise à jour de ce premier pas, avec ce qu'il faut pour alimenter et connecter une carte graphique par la suite, qui s'appuiera sur un processeur 8 cœurs pouvant monter jusqu'à 5,1 GHz et tiendra la route un moment. Socket AM5, quatre slots RAM disponibles, slot PCIe 4.0 pour une carte graphique moderne, même M.2 PCIe 5.0 pour le meilleur du meilleur en stockage, de la place pour un AiO 320 mm dans le boîtier. On monte le tout dans un boîtier Corsair 3000D Airflow, toujours efficace à pas cher et facile à appréhender. Et voilà ! De quoi d'abord jouer en 1080p à des jeux classiques, multijoueurs et compétitifs, en attendant la moindre amélioration que l'on réussira à trouver à pas cher à l'avenir.

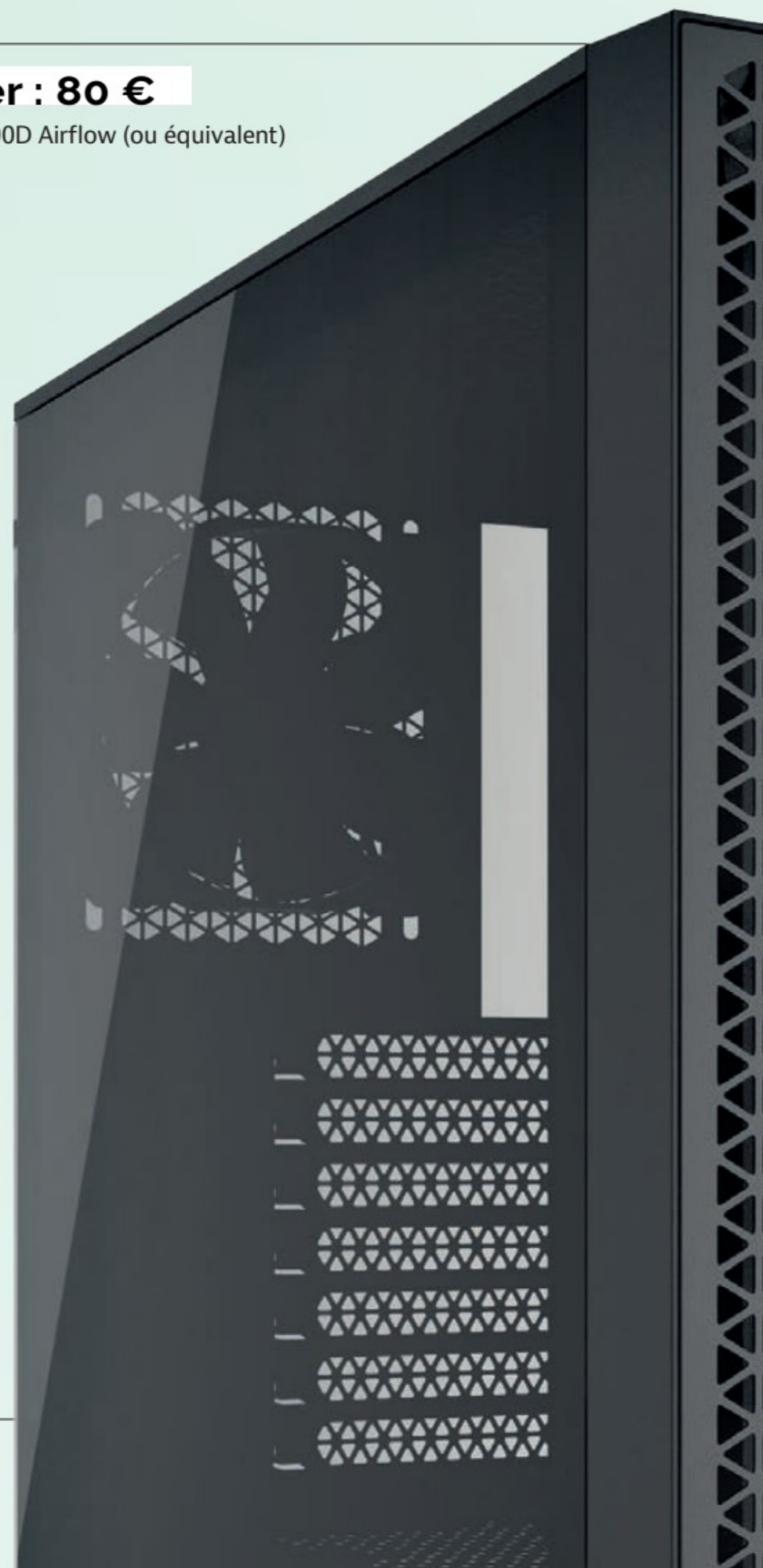


Carte mère : 180 €

MSI B850 Gaming Plus WiFi 6E

Boîtier : 80 €

Corsair 3000D Airflow (ou équivalent)





Alimentation : 96 €

Corsair RM750e (2025)



Processeur : 320 €

AMD Ryzen 7 8700G Wraith Spire

RAM : 240 €

G.Skill Flare X5 16 Go DDR5 6000 MHz CL30

SSD : 140 €

Kingston NV3 500 Go

Ventirad : fourni avec l'APU

Carte graphique : intégrée au SoC

Configs de Canard

Vous l'aurez compris avec les différents dossiers du mois : nous naviguons actuellement dans la pire période pour monter une nouvelle configuration PC. Les prix de la RAM DDR4 et 5 sont lunaires, les SSD n'en parlons pas, et ces deux éléments viennent exploser nos budgets habituels de 200 à 300 €. Aucune amélioration notable n'est à prévoir avant 2027 (sauf miracle). Nous avons fait le choix de garder des configurations pérennes, en rognant sur la taille de la RAM et du SSD. Ou juste de répercuter cette hausse s'il n'est pas possible de faire autrement pour garder des performances correctes. Oui, il est vraiment urgent d'attendre.

LA CONFIG MINIMALE POUR JOUEUR

DUCKY

1 300 €

environ

Monter un PC de jeu pour 1 000 € est tout simplement impossible, même en grignotant partout. Les 16 Go de RAM DDR5 sont passés de 65 € à plus de 250 € pour des modèles moins intéressants ! Notre SSD est à 100 € de plus ! Dans ces conditions, on limite la casse en visant l'évolutivité sur la machine de base, mais RAM et SSD sont donnés à titre indicatif. Le marché bouge trop vite pour que nos références et prix soient pertinents longtemps. Bonne chance si vous craquez, il ne reste plus que ça à vous dire... Pour le GPU, on se contentera d'une carte graphique minimale autour de 300 €, que l'on pourra changer plus tard (l'autre solution étant de monter un PC carrément sans GPU : voir p. 64). Le but est de construire une machine dont le cœur tient la route. On part sur une plateforme AMD de dernière génération : socket AM5, mais avec un processeur 7600X de 2022 encore solide. Pour la carte graphique, on se simplifie la vie en visant le 1080p (1440p grand max), et en oubliant les produits Intel, dont les tarifs et disponibilités restent aléatoires. L'Arc B580 nous a impressionnés par son rapport prix/performance et ses 12 Go de RAM pour environ 300 €, mais ce GPU est en réalité souvent plus cher qu'une RTX 5060 de Nvidia. Cette dernière n'offre que 8 Go de RAM, ce qui est un problème pour les jeux d'aujourd'hui, mais les choix sont limités vu les prix de la mémoire. Prix qui rendent les Radeon RX 9060 XT 16 Go inaccessibles.



Processeur AMD Ryzen 5 7600X – 180 €
Vent. Thermalright Assassin Spirit 120 V2 / Plus – 25 €
Carte mère MSI PRO B850-S WiFi 6E – 150 €
RAM 16 Go DDR5 Kingston Fury Beast (6000 MT/s / CL36) – 300 €
Carte graphique MSI GeForce RTX 5060 8G Ventus 2X – 330 €
SSD Kingston SSD NV3 1 To – 160 €
Alim. Corsair RM650e (2025) (ou équivalent) – 90 €
Boîtier NZXT H5 Flow – 70 €

LA PLUS POLYVALENTE ET UPGRADABLE

CANHARD

1 700 €

environ

Ne radotons pas sur la problématique RAM / SSD, vous avez compris que c'est un cauchemar. Sur cette configuration on va viser un CPU raisonnable qui peut maintenant monter à 105 W de TDP pour plus de performances : le Ryzen 9700X. On upgrade aussi la carte mère pour une meilleure évolutivité. Dans le même but, l'alimentation sera à 850 W pour encaisser tout type de hardware. En revanche, c'est la douche froide sur la RAM, on redescend cette configuration à 16 Go. À vous de voir si vous voulez/pouvez monter plus haut. Comme toujours, le problème de la carte graphique est un casse-tête. Pour environ 600 €, le plus simple est de partir sur une GeForce 5070 (12 Go). Les performances ne nous ont pas enthousiasmés, mais le marché ne propose tout simplement pas d'alternative crédible sur ce genre de tarif, et nous sommes déjà hors budget avec la crise actuelle qui touche RAM et SSD.



Processeur AMD Ryzen 5 9700X – 300 €
Vent. Thermalright Phantom Spirit 120 SE – 40 €
Carte mère MSI PRO B850-S WiFi 6E – 150 €
RAM 16 Go DDR5 Kingston Fury Beast (6000 MT/s / CL36) – 300 €
Carte graph. Nvidia GeForce RTX 5070 12 Go – 600 €
SSD Kingston SSD NV3 1 To – 160 €
Alim. Corsair RM850e (2025) (ou équivalent) – 95 €
Boîtier NZXT H5 Flow – 70 €

LA CONFIGURATION DU JOUEUR DE LUXE

DUCK NUKEM

2 600 €

environ

Une config de luxe de crise... C'est un nouveau concept, on fait comme on peut ! On se fait plaisir avec une carte mère très haut de gamme dotée d'un chipset X870E, avec Wi-Fi 7 et Bluetooth 5.4 parce que vous le valez bien. Ensuite, on fait rentrer au chausse-pied un 9800X3D pour avoir le top du top. Sa baisse de prix rend cette option possible. Si vous êtes juste, rabattez-vous sur le 9700X à 300 €, ou frimez avec le 9850X3D à environ 500 €. Côté carte graphique, il faudra choisir entre une 5080 (16 Go) qui se situe autour des 1300 € ou une 5070 Ti, excellente, mais inférieure, dont le prix avoisine pourtant les 1 000 €. Pour compenser le prix de la RAM, on choisit la 5070 Ti PNY, la moins chère du moment. L'excellent boîtier H7 Flow de NZXT reste au programme, en plus son prix a baissé. Ainsi équipé, vous pourrez quand même profiter à fond de vos nouveaux jeux sans trop vous poser de questions. À part « Pourquoi j'ai acheté maintenant ?! ».



Processeur AMD Ryzen 7 9800X3D – 450 €
Vent. Arctic Liquid Freezer III Pro 360 – 85 €
Carte mère MSI MAG X870E Tomahawk WiFi – 290 €
RAM 32 Go (2x16 Go) Corsair Vengeance (6000 MHz CL36) – 420 €
Carte graph. PNY GeForce RTX 5070Ti 16GB – 950 €
SSD Kingston SSD NV3 1 To – 160 €
Alim. Corsair RM850e (2025) (ou équivalent) – 95 €
Boîtier NZXT H7 Flow – 90 €

POUR VOS IDÉES CADEAUX, PENSEZ À VISITER NOTRE BOUTIQUE EN LIGNE

Arrivage de nouveautés (dépêchez-vous tant qu'il est encore temps. Et on dit ça parce que ça disparaît *réellement* vite, pas pour vendre plus...)



Tous les goodies Canard PC sur
CANARDPC.MYSPREADSHOP.FR



Processeur (CPU)

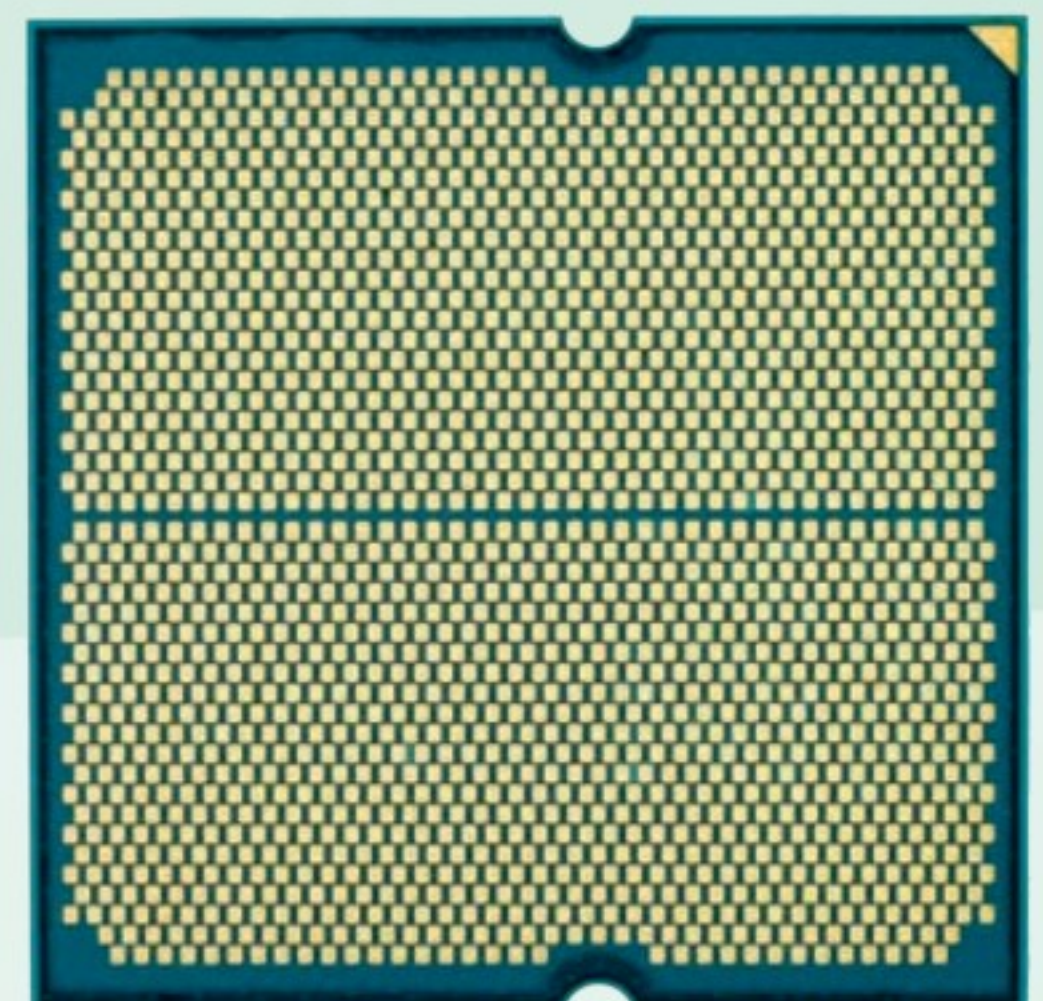
Le réveil d'Intel n'est pas encore pour ce numéro. Ses produits les plus intéressants du moment (Intel Core Ultra 270K et 250K Plus) arrivent juste à temps pour enterrer le socket LGA 1851. Dommage, car ils ont des arguments ! On oublie donc ces choix sans upgrade possible, et on reste du côté d'AMD qui domine largement le marché gaming. Les deux constructeurs devraient proposer des éléments intéressants d'ici 2027, avec l'architecture Nova Lake chez Intel, et un Zen 6 « Medusa », qui s'annonce toujours plus performant chez AMD.

La crise mondiale qui touche la tech n'empêche pas AMD de continuer à dominer le marché du CPU gaming avec 73 % des parts de marché du DIY en ce début d'année 2026. Les Zen 4 et 5 sont en conduite automatique, et le 5 sera toujours d'actualité même après la sortie d'un Zen 6 fin 2026, qu'on imagine à la hauteur de ses aînés. La plateforme AM5 est mature, le marché regorge d'options de cartes mères et tout va bien. Mais si ! Quoi, un problème avec la DDR5 ? Bon, certes... Mais cette crise touche tout le monde et c'est juste le pire moment pour monter un nouveau PC : trop de pages sont déjà consacrées à cette déprime, restons concentrés sur les CPU. Ces derniers restent dans des fourchettes de prix raisonnables, profitons-en. Intel continue de tenter de brader ses CPU pour gratter des ventes et rester dans la course. Mais la tendance ne bouge pas, et pour de bonnes raisons ! Les performances restent en retrait et les plateformes sans avenir. Il va vraiment falloir attendre les CPU Nova Lake pour voir évoluer la situation, mais au moins cette nouvelle architecture, qui « emprunte » un paquet d'idées à AMD, devrait offrir des performances capables de rebattre les cartes. En attendant cela, les rouges règnent sans partage.

X3D toujours

Non seulement la gamme des CPU X3D est totalement fiable à tous les niveaux, mais en plus AMD se permet de sortir des « versions bonus » comme les 9950X3D2 et 9850X3D. Ils prouvent que la technologie est plus que maîtrisée et permettent d'occuper le terrain en

Non, vraiment le Ryzen 9 9950X3D2 n'a pas d'intérêt réel pour le jeu vidéo.



Il a beau avoir trois ans, le Ryzen 7 7800x3D est, lui, toujours une référence pour le jeu vidéo.

attendant le Zen 6. Il faut dire qu'on se tourne sévèrement les pouces. AMD, Nvidia and Co sont plus occupés sur leurs GPU dédiés AI que sur le reste. Le marché stagne et c'est pour cette raison que vous allez retrouver des grands classiques dans ce numéro. Sachant que le 9950X3D2 n'a pas un rapport qualité prix pertinent pour jouer, le 9850X3D remplace le 9800X3D dans la gamme, et nous sommes obligés de le conseiller ! Si vous trouvez encore du 9800X3D (souvent autour de 450 €), foncez, mais il semble parfois disparaître des listings... Il y a heureusement d'autres options pour dégager du budget pour la RAM ou le SSD, sans parler de la carte graphique. Difficile de caser des folies dans sa config actuellement. À moins d'avoir une exploitation professionnelle du

9950X3D2, sur les deux ou trois apps où les scores sont réellement plus élevés que ceux de son aîné, le choix est vite fait. Et j'insiste : si c'est pour du gaming pur, les Rolls sont sans contestation possible les 9800X3D et 9850X3D. Il reste une inconnue : l'évolution des prix dans les prochaines semaines et les disponibilités, AMD jouant un peu au bonneteau avec les références. Le marché des assembleurs a chuté de 14 % avec les diverses crises du moment : le milieu de gamme ne se vend plus et les acheteurs se concentrent sur le haut de gamme ou carrément sur de l'AM4, la plateforme précédente. Il y a potentiellement de bonnes affaires qui se préparent, surveillez les prix, il ne serait pas étonnant de voir des promos agressives sur certains modèles pour faire de la place dans les stocks.



Les choix de la rédac'

Notre sélection repose entièrement sur AMD, reflet d'une domination quasiment sans partage pour ce qui concerne les joueurs. Malgré des prix agressifs et de nouveaux modèles prometteurs, l'option Intel n'est toujours pas recommandable pour le moment, et surtout pas pour demain. Comme toujours, nos recommandations ici sont indépendantes de celles de nos Configs, qui sont conçues dans un cadre plus global d'une enveloppe de prix maximum.

ENTRÉE DE GAMME

185 €

AMD RYZEN 5 7600 ou 7600X

Les AMD 7600 et 7600X restent les références absolues sur ce segment. Ils sont pratiquement au même prix. Basés sur exactement la même architecture Zen 4 (6 cœurs, 12 threads), la différence se fait sur la consommation, très supérieure pour le 7600X (105 W contre 65 W), qui lui permet d'atteindre des fréquences bien plus élevées : 4,7 GHz de base contre 3,8 GHz sur le 7600, avec un mode boost à 5,3 GHz (contre 5,1 GHz). Le 7600 est vendu avec un ventilateur basique, mais largement suffisant, ce qui en fait un package plus économique, mais de très peu. Son seul intérêt depuis que le 7600X est au même prix, c'est de monter une petite machine qui consomme et chauffe le moins possible. Autant dire que pour un joueur, le 7600X sera le choix qui s'impose. Avec un ventirad à 40 €, vous aurez une excellente base de PC, évolutive, pour un tarif ultra compétitif. La plateforme AM5 est là pour un moment, avec une offre déjà très complète.



MILIEU DE GAMME

300 €

AMD RYZEN 7 9700X



Refresh sauce Zen 5 du 7700X, avec les mêmes caractéristiques : 8 cœurs / 16 threads, mais cette fois entre 3,8 et 5,5 GHz. Gravé en 4 nm et non plus 5, il a l'avantage d'un TDP réduit à 65 W, tout en affichant une série d'améliorations diverses qui démultiplient sa puissance. Son excellente combinaison puissance/prix/consommation en fait toujours le CPU idéal pour une configuration musclée, mais raisonnable en 2026. Avec l'avantage supplémentaire d'un prix qui continue de fondre.

HAUT DE GAMME

510 €

(ou 450 € pour le 9800X3D)

AMD RYZEN 7 9850X3D



Le 9850X3D devient le roi du gaming, mais uniquement si vous ne trouvez plus son grand frère ! C'est une version binned (triée sur le volet) du 9800X3D. Toujours basé sur l'architecture Zen 5 et la dernière génération de 3D V-Cache, il continue d'offrir un rapport qualité/prix imbattable. Ses 8 cœurs/16 threads fonctionnent maintenant entre 4,8 et 5,6 GHz, avec toujours un TDP de 120 W. Un gain de 400 MHz en boost, mais pas de quoi boudier le grand frère. C'est toujours ce qui se fait de mieux pour les jeux, avec une belle marge d'avance sur les concurrents. Si votre budget le permet, ces deux modèles restent les stars du secteur.

ALTERNATIVE

310 €

AMD Ryzen 7 7800X3D. Cette fois, le choix du milieu de gamme est cornélien. Parce qu'avec la sortie du 9800X3D (et 9850X3D), le prix de l'ainé est sabré, alors qu'il reste un sacré champion ! Capable de faire absolument tout tourner sans trop se forcer, pour environ 50 € de plus, c'est un choix tout à fait pertinent, à condition de le trouver ! Le fait qu'il reste (vaguement) au catalogue est une excellente nouvelle et une alternative sexy pour ne pas regretter d'être trop juste côté compte en banque pour s'offrir un 9850X3D.



ALTERNATIVE

700 €

AMD 9 9950X3D. Si vous avez besoin d'un maximum de puissance pour vos applications pros, entre deux sessions de gaming, le 9900X (380 €, 12 cœurs, 24 threads) et son grand frère, le 9950X (540 €, 16 cœurs et 32 threads) sont très intéressants. Plus abordables que le 9950X3D (qui est maintenant autour de 700 €), mais sans 3D V-Cache, ils restent ce qui se fait de mieux en polyvalence, sans atomiser son budget. Ce sont des monstres de puissance pour vos applis 3D, vidéo, son, etc., qui seront plus à l'aise que sur le 9800X3D. À plus de 900 €, le 9950X3D2 reste trop onéreux pour le gain de performances.



Carte graphique (GPU)

Est-ce qu'on pouvait faire plus nul que la situation de décembre dernier ? Absolument ! Avec l'explosion des prix de la mémoire, on se retrouve avec des GPU qui sont disponibles, mais qui coûtent une fortune à cause de la RAM nécessaire à votre carte graphique. Résultat, les modèles de plus de 8 Go sont souvent hors de prix par rapport à leurs performances.

T rès franchement, c'est fascinant (ou démoralisant, au choix) de se dire que nous sommes à un point où le GPU n'est même plus forcément l'élément le plus cher de votre carte graphique. Sans surprise, nous n'avons donc toujours rien de sexy sous les 1 000 €, aucun nouveau modèle à se mettre sous la dent, et malgré ça, il faut faire semblant d'être content de voir que les stocks sont plutôt bien remplis. Quelle époque...

Allez jouer dehors

Nvidia roule toujours sur la concurrence, à 94 % de part de marché. AMD se traîne avec 5 %, handicapé par un prix de la RAM qui torpille le positionnement de la plupart de ses modèles. Quant à Intel, ses efforts sont louables, mais pas vraiment récompensés, avec 1 % (!) de pdm et, là aussi, des modèles qui voulaient faire plaisir avec plus de RAM et qui sont donc maintenant inévitablement trop chers par rapport au marché visé.

Si en décembre on n'attendait déjà pas de nouveaux GPU, autant vous dire que dans le contexte actuel, c'est encore pire. Sur un malentendu on aura peut-être un refresh de gamme en fin d'année, mais c'est peu probable. Rigolons ensemble de ces rumeurs d'annonces de RTX Super que certains espéraient pour janvier 2026 ! À ce train-là, on aura de la chance si de nouveaux modèles sont annoncés en janvier 2027... Oui, c'est la déprime totale. Seul bon côté des choses, votre choix ne sera pas déclassé par un nouveau modèle après-demain ! Dans ces conditions, en fonction des opportunités, vous pouvez foncer sur des GPU un peu

haut de gamme sans craindre qu'ils soient dépassés trop vite.

Toujours plus haut

La 5080 reste logiquement indétrônable pour le haut de gamme, mais bon courage pour trouver des prix « normaux ». Cette fois le GPU n'est pas en cause, mais bien les 16 Go de RAM à installer avec. Et le pire, c'est que Nvidia a moins de mal que les autres à sécuriser ses approvisionnements de GDDR7, grâce à ses volumes de commandes. En face, il paraît qu'AMD a été forcé de réduire sa production devant le manque de RAM pour ses Radeon. La 5080 se pavana encore de longs mois comme la reine du marché. Les avancées de Nvidia côté DLSS, raytracing/pathtracing rendent la gamme globalement intouchable dans ces conditions, et on va avoir du mal à proposer des alternatives crédibles dans ces pages. Difficile de digérer que la généralisation des 16 Go de RAM sur les modèles AMD se retournerait contre eux à ce point. C'était le bon choix technique, mais l'actualité en a décidé autrement. Merci l'IA... J'en profiterais bien pour rappeler comme la dernière fois qu'il convient d'éviter les modèles avec 8 Go de VRAM, mais dans la situation actuelle, je sais malheureusement que vous n'aurez parfois pas vraiment le choix.



Les choix de la rédac'

2026 est sous le signe du calme plat. Ah, amusant, c'est déjà ce que j'écrivais en décembre 2025. Sauf que cette fois, il est pratiquement certain qu'il ne se passera absolument rien avant 2027. Vous pouvez upgrader maintenant sans vous mordre les doigts dans trois semaines. Mais investissez au passage dans un bon antidépresseur, parce que les augmentations de prix sur le haut de gamme font quand même mal au moral. Plus votre carte aura de RAM, pire sera la taxe IA. Triste époque.

ENTRÉE DE GAMME

NVIDIA GEFORCE RTX 5060

350 €
environ



Même les cartes Nvidia RTX 5060 augmentent un peu, avec un prix stabilisé à 350 €. Les AMD RX 9060 XT sont satellisées à plus de 450 € à cause de leurs 16 Go de VRAM. Certains modèles sont à plus

de 500 €, et il faut évidemment éviter tout achat à ce tarif, vu le niveau de performances. Nvidia et ses 8 Go de RAM tant décriés sur l'entrée de gamme se retrouvent honteusement favorisés.

ALTERNATIVE

Intel Arc B580 300 € max ou c'est non

La Battlemage 580 d'Intel reste une option si on la trouve sous les 300 €, ce qui est mission impossible. L'architecture graphique Xe2 permet de jouer en 1440p dans de bonnes conditions et les drivers ont progressé, mais avec 12 Go de GDDR6 en standard, ces modèles sont pratiquement toujours à plus de 350 €. Les faibles ventes rendent le produit toujours plus rare, on le laisse ici pour la postérité.



MILIEU DE GAMME

NVIDIA GEFORCE RTX 5070

600 €
environ



Pour 600 € dans sa configuration de base à 12 Go de GDDR7, cette RTX reste la seule « bonne affaire » du moment. AMD est hors course sauf bonne promotion, Intel n'en parlons pas : le choix est vite fait. En revanche, les modèles « haut de gamme »

qui se vendent parfois à plus de 700 € sans raison valable sont des hérésies, ne vous faites pas avoir ! Actuellement, la MSI GeForce RTX 5070 12G Shadow 2X est l'un des seuls produits à 600 €, et le choix à faire pour une config « raisonnable ».

ALTERNATIVE

AMD Radeon RX 9070 650 €

Trop cher pour concurrencer efficacement Nvidia, ce GPU a pour lui d'être disponible dans des versions avec 16 Go de GDDR6. Ce qui devient paradoxalement son handicap pour espérer être compétitif niveau tarif. Si vous avez de la chance, on voit parfois des promos à moins de 600 €. Vérifiez toujours avant d'acheter. La RX 9070 XT se trouve aussi parfois à des tarifs surprenants et sera toujours un meilleur choix que sa petite sœur. Si vous tombez sur de bonnes promos, foncez, en vérifiant que ce n'est pas un modèle 8 Go !



HAUT DE GAMME

NVIDIA GEFORCE RTX 5080

1400 €
environ



Toujours sans concurrence sur le secteur haut de gamme « raisonnable » (non la 5090 n'est pas pour les joueurs), la 5080 bénéficie de drivers corrects depuis plusieurs mois. Si le gain reste décevant par rapport à la génération précédente, Nvidia a enfin réussi à fiabiliser

la partie logicielle, et continue de progresser sur le DLSS et la génération de trames. Reste qu'elle est impossible à trouver facilement sous les 1300 € actuellement. Les RTX 5070 Ti ou AMD RX 9070 XT restent des options solides si votre budget est trop limité.

ALTERNATIVE

AMD Radeon RX 9070 XT 750 €

Véritable alternative à l'offre Nvidia, cette RX 9070 XT prend tout son sens avec des tarifs souvent sous la barre des 750 € chez les différents constructeurs. On voit même passer des promotions à moins de 700 €. Certes, ses performances sont en retrait en face d'une 5080, mais pour la moitié du prix de l'offre des verts, avec 16 Go de RAM, on lui pardonne. En prime, AMD progresse aussi côté software. Tout va se jouer en fonction des disponibilités et promos !



Carte mère

Clé de voûte de toute configuration, la carte mère s'est imposée comme l'un des composants les plus fondamentaux de nos machines. Embarquant un nombre croissant d'éléments déterminants pour les performances et les fonctionnalités de nos PC, il est essentiel d'en maîtriser les rouages.

Excellente nouvelle pour vous. Si, si ! Les tarifs des cartes mères sont, pour le moment, épargnés par la folie qui règne sur le marché. La baisse observée fin 2025 s'est calmée, mais les prix semblent stabilisés sans repartir à la hausse, voire diminuent toujours sur le haut de gamme. C'est aussi l'occasion d'intégrer le chipset B850 à notre sélection. Nous avons maintenant une gamme encore plus riche de chipsets

pour sockets AM5. Le chipset détermine la catégorie de prix de votre carte mère, qui en prime pourra offrir des fonctions supplémentaires (ports Ethernet plus rapides, capacités sonores plus ou moins grandes, gestion du Wi-Fi, du Bluetooth, etc.) via des puces dédiées, ce qui augmentera d'autant son prix. Les chipsets, eux, se différencient principalement par le nombre et la version des lignes PCI-Express gérées, et le support des ports USB / SATA. Grossièrement, les lignes PCIe sont comme des voies d'autoroute. Plus vous en avez, plus vous pouvez faire circuler d'information simultanément. Et plus le format est moderne, plus vous casez d'information par ligne, qui circulera plus vite. Tout en bas de l'échelle, on a le A620, qu'il faudra éviter comme la peste et le B840, qui doit être cantonné

à la bureautique. Le B650 se décale vers l'entrée de gamme, mais va contenter une grande majorité de joueurs avec ses 16 lignes PCIe 4.0, même si on lui préférera désormais le B850. Ce dernier modèle vient se positionner comme le support idéal de la gamme Zen 5, avec une évolutivité plus intéressante. Le PCIe 5.0 devient possible sur le port GPU (sans être obligatoire), l'USB Gen 2x2 est présent (20 Gbps au lieu de 10). On trouve aussi des profils AMD Expo avec des timings et vitesses plus ambitieux que sur B650. Vu le marché de la RAM, restons discrets sur ce point ! Les X870 et X870E demeurent en haut de la hiérarchie : tous se distinguent par de plus en plus de lignes PCIe, le passage au PCIe 5.0 pour le port GPU, plus de ports USB, gestion native de l'USB 4, overclocking plus « efficace », etc.

ENTRÉE DE GAMME

MSI PRO
B850-S WIFI 6E

150 €
environ



Difficile de vraiment parler d'entrée de gamme avec ce modèle déjà ultra complet. Cette MSI propose du Wi-Fi (6E), du Bluetooth et un port LAN 2.5 Gbps. Avec en prime deux connecteurs M.2 Gen5 pour vos SSD hors de prix. De l'entrée de gamme comme ça, on en veut tous les jours !

MILIEU DE GAMME

MSI PRO
B850-S WIFI 6E

150 €
environ



L'arrivée du B850 semble avoir signé la fin de vie du X670/E. On trouve maintenant des X870 abordables et des promos flash pour d'excellentes X870E à moins de 230 €, vérifiez bien avant d'acheter. En l'absence de bonne affaire, la MSI Pro B850-S WiFi 6E reste un bon choix en milieu de gamme pour garder quelques euros pour la RAM...

HAUT DE GAMME

GIGABYTE X870E
AORUS ELITE WIFI 7 ICE

300 €
environ



Avec le chipset X870E, les prix s'envolent parfois à plus de 450 €, pour des cartes mères parfaitement *overkill* pour la plupart des usages. Wi-Fi 7, 4 ports M.2, une tonne de connecteurs USB 4, Ethernet 2.5 Gbps, c'est du classique pour cette gamme, mais dans un tarif « contenu ». Vérifiez les offres au moment de votre achat, les prix varient beaucoup et vite d'un revendeur à l'autre !

Refroidissement CPU

Maîtriser les ardeurs thermiques des processeurs actuels demeure une obligation incontournable. Pourtant, en révisant notre guide d'achat, un constat s'impose : nos recommandations restent strictement figées cette saison.

Bien que les nouvelles références pullulent sur le marché du refroidissement informatique, qu'il s'agisse de ventirads massifs ou d'AiO, aucun adversaire ne parvient à faire vaciller l'hégémonie de Thermalright et d'Arctic. Ces deux marques maintiennent une domination absolue grâce à un positionnement tarifaire agressif, couplé à des prestations acoustiques et

thermiques redoutables. Leurs dissipateurs évacuent les watts en silence, à des prix qui asphyxient littéralement les autres constructeurs. Tant que la compétition n'aura pas trouvé de parade technologique et financière, ces modèles conserveront leur trône au sein de vos configurations. Et comme les CPU ne bougent pas non plus, cette stabilité est très logique.

ENTRÉE DE GAMME VENTIRAD STOCK

0 €

Pour les processeurs d'entrée de gamme à faible consommation (65 W max), le ventirad fourni avec le CPU – qu'il s'agisse des modèles AMD Wraith ou Intel Laminar (comme le RM1 illustré ici) – suffit à dissiper la chaleur modérée qu'ils génèrent. Si votre processeur n'en est pas équipé, tournez-vous directement vers les ventirads de Thermalright. Vu leurs tarifs, ils éclipsent quasiment toutes les offres alternatives, pourtant parfois deux fois plus chères !



MILIEU DE GAMME THERMALRIGHT PEERLESS ASSASSIN 120 MINI

39 €
environ

Le Peerless Assassin 120 Mini est une véritable démonstration de savoir-faire. Capable d'encaisser les 200 W de certains CPU, il refroidira sans sourciller ceux qui oscillent de 65 à 120 W de TDP. Dans cette catégorie, il restera silencieux, efficace et discret, étant l'un des plus sveltes du marché. Comme toutes les références présentées dans ce guide, il est compatible avec tous les sockets modernes (AM4 et AM5 chez AMD, LGA 1150, 1151, 1200, 1700 et 1851 chez Intel).



HAUT DE GAMME THERMALRIGHT PHANTOM SPIRIT 120

40 €
environ

Pourquoi payer plus alors que le Phantom Spirit 120 reste exceptionnel ? Pour 40 €, il offre un refroidissement faisant jeu égal avec de nombreux kits de watercooling 360 mm du marché. Il peut suffire pour tenir en laisse même un Core i7-14700K et ses presque 300 W de consommation en pointe. Attention cependant à vérifier la compatibilité avec votre boîtier et votre carte mère : ses 15,5 cm de hauteur pourraient être un peu trop pour une tour compacte, et sa plaque d'échange décalée vers le bas (pour mieux se positionner au-dessus des cœurs des derniers CPU Intel et AMD) peut entrer en conflit avec certains radiateurs pour SSD.



WATERCOOLING AIO ARCTIC LIQUID FREEZER III 360

89 €
environ

Pour moins de 90 €, Arctic propose un modèle équipé de ventilateurs P12 Pro encore plus efficaces. Il intègre aussi son câblage vers la carte mère différemment pour le rendre plus discret, ainsi qu'un dissipateur plus grand, toujours pour une meilleure efficacité. Bref, c'est parfait et ça viendra compléter avec brio un setup à base de CPU haut de gamme. Toujours compatibles AMD et Intel, ces kits restent des références absolues dans leur domaine, mais vérifiez bien sur le site officiel la compatibilité avec votre carte mère.



Moniteur

Le choix d'un moniteur sera conditionné à son usage principal, bureautique ou jeu vidéo. Nous n'avons sélectionné ici que des écrans pour joueurs (donc compatibles Freesync et G-sync), avec comme parti pris de réserver la 4K au haut de gamme : le sujet n'est donc pas tant la question de l'écran que de la carte graphique nécessaire pour l'utiliser efficacement en jeu. Un écran OLED, forcément totalement hors de prix, complète notre sélection.

ENTRÉE DE GAMME

25" SAMSUNG ODYSSEY G4

170 €

environ

En entrée de gamme, nous voulons un écran en 1080p (1920×1080) qui sera couplé avec un GPU modeste, entrée de gamme lui aussi. À cette résolution, nous préférons une diagonale inférieure à 27 pouces, donc le Samsung Odyssey G4 en 25 pouces est un bon candidat avec des performances intéressantes pour le jeu (rafraîchissement max à 240 Hz, réponse à 1 ms et belle luminosité de 400 cd/m²) à un prix très compétitif. Mais étant donné son ancienneté, sa disponibilité s'en ressent. Si vous ne le trouvez pas, la version 27 pouces fera l'affaire, au même prix.



Technologie : IPS
Diagonale : 25"
Définition native : 1920 × 1080
Haut-parleurs : non, prise casque

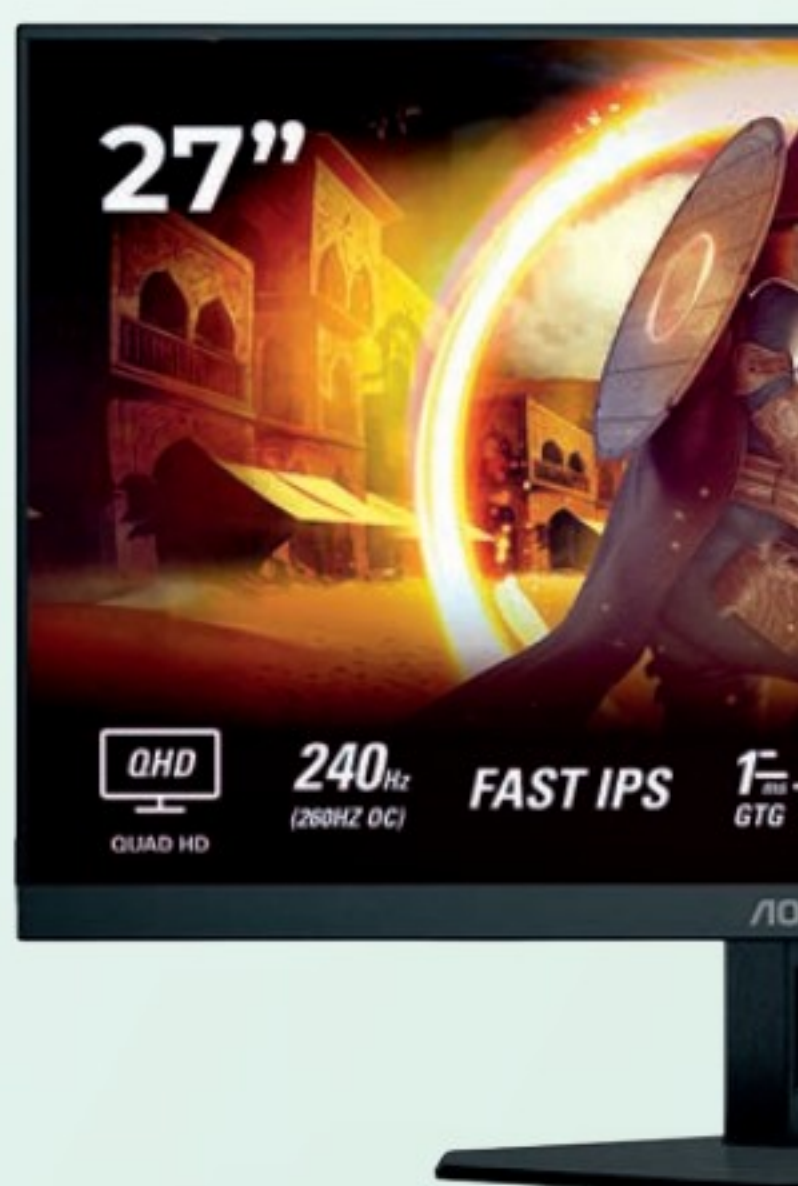
MILIEU DE GAMME

27" AOC Q27G4ZR

220 €

environ

En milieu de gamme, nous choisissons le 2.5K (2560×1440) en 27 pouces pour avoir un bon rapport taille/résolution. Sur ce moniteur AOC, la dalle est IPS, avec une bonne fréquence de rafraîchissement de 240 Hz et un taux de réponse de 1 ms. La luminosité plafonne à 400 cd/m², donc la compatibilité HDR affichée n'est pas super pertinente. Le pied ergonomique est réglable en tout sens. Deux entrées HDMI 2.0, une DisplayPort 1.4 et une sortie casque en 3.5 mm complètent l'ensemble.



Technologie : IPS
Diagonale : 27"
Définition native : 2560 × 1440
Haut-parleurs : non, prise casque

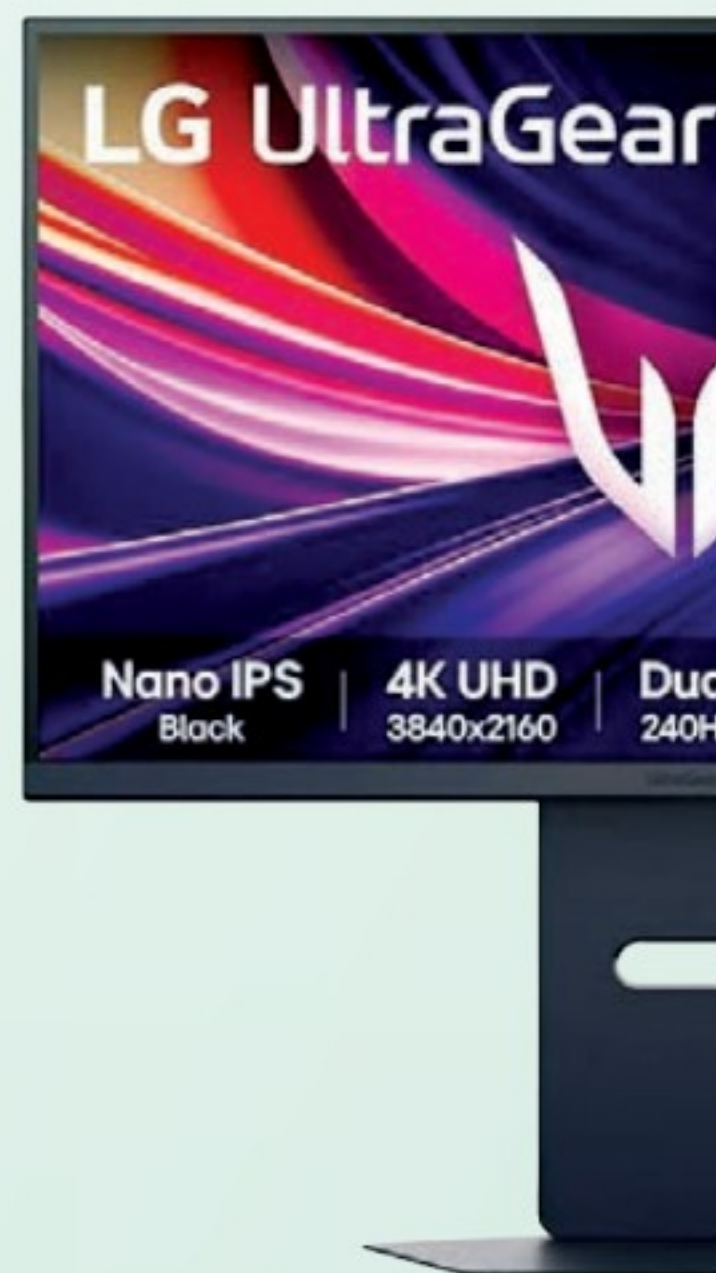
HAUT DE GAMME

27" LG ULTRAGEAR™ 27G850A-B

480 €

environ

Pour cette recommandation haut de gamme, nous choisissons le jeu en 4K, ce qui implique d'avoir une carte graphique très performante. Concernant la taille, la question se pose de passer en 32 pouces, cela dépend des goûts et des tailles de bureau, mais nous allons rester en 27 pouces pour privilégier la fréquence de rafraîchissement, souvent plus faible en 32 pouces. Ici elle affiche un joli 240 Hz peu courant sur du 4K (3840×2160) à ce prix-là.



Technologie : IPS
Diagonale : 27"
Définition native : 3840 × 2160
Haut-parleurs : non, prise casque

HAUT DE GAMME OLED

27" SAMSUNG ODYSSEY OLED G60SD

600 €

environ

Pas de changement pour notre recommandation OLED, technologie qui offre des noirs impressionnants et un rendu HDR au top, au prix d'un gros effort financier. Mais il faut reconnaître que les tarifs se démocratisent, à condition de rester sur du 27 pouces et de ne pas viser la 4K qui fait exploser le budget. Nous gardons notre choix de l'Odyssey G6 OLED, qui bénéficie des améliorations de la dalle Q-OLED de Samsung et affiche un taux de rafraîchissement élevé en 360 Hz.



Technologie : OLED
Diagonale : 27"
Définition native : 2560 × 1440
Haut-parleurs : non, sortie casque

CANARD ludique

La newsletter
consacrée à l'actualité
des autres jeux

Canard ludique suit toute l'actualité pratique des jeux de cartes, de plateau et de rôle : interviews, jeux à suivre, campagnes de précommande à ne pas manquer, calendrier des événements intéressants, les sorties, les tests, les previews, etc.

GRATUIT.

TOUS LES 15 JOURS.

PAR L'ÉQUIPE DE CANARD PC.

**LE COMPLÉMENT IDÉAL
DE VOTRE MAGAZINE.**

canardludique.substack.com



Boîtier

Nos choix de boîtiers ici dépendent essentiellement de critères objectifs et pratiques (la taille, les capacités de refroidissement) pour que le boîtier soit au service du montage facile d'une machine efficace. Nos recommandations n'ont pas changé depuis l'été 2025, même si on peut imaginer de-ci de-là quelques alternatives.

ENTRÉE DE GAMME

PHANTEKS XT PRO ULTRA

90 €
environ

Dimensions (L x H x P) :
23 x 50 x 45 cm



Ce boîtier Phanteks reste notre premier choix, bien qu'il existe des alternatives valables autour de 70 €. Avec celui-ci, vous trouverez d'emblée quatre ventilateurs 140 mm (trois devant et un à l'arrière) qui assureront une circulation d'air sérieuse dès le déballage. On notera, côté esthétique, le panneau latéral en verre et les ventilos RGB ; côté

technique, la compatibilité avec les cartes mères à connectique arrière ; et enfin côté regret, le nombre minimal de ports USB sur le dessus (un USB-A, un USB-C). Nos configs « Ducky » et « Canhard » préconisent un autre boîtier, le NZXT H5 Flow, moins polyvalent, histoire d'économiser encore une dizaine d'euros.

MILIEU DE GAMME

NZXT H6 FLOW

100 €
environ

Dimensions (L x H x P) :
28,7 x 43,5 x 41,5 cm



Avec sa forme biseautée originale, le boîtier NZXT H6 Flow est un modèle moyen tour à double chambre (alimentation derrière la carte mère), plus trapu qu'une tour standard. Il est doté d'un panneau vitré qui recouvre également

l'avant, à l'exception de la partie où se trouvent les trois ventilateurs de 120 mm. Les microperforations du panneau supérieur participent à une circulation d'air efficace, mais il est fourni sans ventilateur arrière qu'il faudra prévoir d'acheter en plus.

HAUT DE GAMME

BE QUIET ! SHADOW BASE 800FX

180 €
environ

Dimensions (L x H x P) :
24,7 x 52,2 x 55 cm



Le boîtier Shadow Base 800 FX est fourni avec quatre ventilateurs 140 mm efficaces et silencieux (trois devant et un derrière). Avec sa façade et son panneau supérieur en mesh, il ne remportera aucun prix de beauté (malgré une décoration RGB plutôt réussie)

mais il assure une aération particulièrement performante de son vaste espace intérieur. C'est un bon choix pour un montage confortable. En alternative également confortable mais moins chère et moins qualitative, on pourra se tourner vers un NZXT H7 Flow.

MINI PC

FRACTAL DESIGN ERA 2

170 €
environ

Dimensions (L x H x P) :
15,2 x 31,2 x 36,6 cm



Choisir le mini-ITX impose des compromis qui ne sont pas évidents en ce moment si l'on veut rester dans le domaine du gaming. Disponible en plusieurs couleurs, et doté d'un panneau supérieur en noyer massif, le boîtier Fractal Design Era 2 est agréable à regarder (pour un PC !). Il peut accueillir une carte graphique

de 32 cm de long et 61 cm de large, et un système de refroidissement du CPU jusqu'à 7 cm de haut. Il a l'avantage d'être fourni avec deux ventilateurs de 120 mm (quatre emplacements, mais on privilégiera haut et bas), ce qui autorise une évacuation correcte de la chaleur et donc une configuration de jeu.

Alimentation

Le bloc d'alimentation est un élément clé de votre configuration, celui qui va déterminer aussi bien le CPU que le GPU possibles pour votre PC en fonction de l'énergie qu'il est capable de fournir. Le choix est crucial pour votre machine et pour son avenir dans l'upgrade.

Un bloc d'alimentation de mauvaise qualité peut provoquer des problèmes de fonctionnement, tandis qu'une alimentation sous-dimensionnée causera des arrêts et empêchera d'envisager ce changement de carte graphique dont vous

rêvez sans vous lancer dans un démontage en règle. Il faut donc choisir son bloc avec soin, éviter les marques inconnues affichant des montagnes de watts pour des tarifs incroyables. C'est, avec le boîtier, l'élément de votre PC que vous pouvez

potentiellement garder le plus longtemps. Il est donc intelligent d'y consacrer un peu de soin et d'investissement, en pensant aux futures évolutions. Pour ne pas se tromper, de nombreux calculateurs existent en ligne pour évaluer la puissance nécessaire à votre configuration. Dans la majorité des cas, c'est le GPU qui sera déterminant. Ici, nous conseillons trois alimentations de marques reconnues, correspondant à des cas-types.

ENTRÉE DE GAMME

CORSAIR
RM750E (2025)

90 €
environ



On se serait bien contenté d'une 650 W pour une petite config de jeu, mais la disponibilité du modèle pose problème et la différence de prix avec le bloc 750 est

minime, alors allons-y. Le RM750e est modulaire (vous pouvez enlever les câbles que vous n'utiliserez pas) et plutôt silencieux. Évidemment compatible avec les Nvidia série 50.

MILIEU DE GAMME

BE QUIET !
PURE POWER
13 M 850 W

110 €
environ



Mais si vous voulez de la marge en puissance pour accueillir à la fois un processeur ambitieux et un GPU Nvidia de nouvelle génération, il faut viser

les 850 W. Le bloc Pure Power 13 M de Be Quiet proposé n'est pas le moins cher sur ce créneau, mais il est modulaire et agréablement silencieux.

HAUT DE GAMME

BE QUIET !
PURE POWER
13 M 1000 W

130 €
environ



Soyons clairs, il n'y a pas de raison vraiment valable de passer à 1 000 W, à moins d'envisager un PC doté d'un processeur

ultra gourmand et d'un de ces GPU démesurés se terminant en 90. Dans tous les autres cas, les blocs 850 W suffisent.

Mémoire vive (RAM)

La DDR5 règne, adios la DDR4. Seul problème, dans les deux cas, les prix sont actuellement traumatisants, vous avez des dossiers sur le sujet dans ce numéro. On va donc juste expliquer les bases, et prier pour que vous trouviez votre bonheur sans y laisser un rein.

La RAM, ou mémoire vive, c'est la mémoire à court terme de votre PC, celle qu'il utilise pour son fonctionnement et la coordination entre ses composants. Contrairement à votre disque dur ou SSD, les informations n'y sont pas conservées. Plus vous aurez de RAM et plus votre PC exécutera rapidement les tâches multiples des

applications qui sont actives, jusqu'au plafond de performance de votre CPU ou GPU. Les barrettes de RAM ont des caractéristiques de rapidité (fréquence en MHz) et de latence (CAS latency ou CL). Cartes mères et processeurs indiquent les valeurs maximales qu'ils peuvent gérer. En DDR5, les valeurs minimales à rechercher sont de 6000 MHz et CL30,

c'est actuellement le *sweet spot* pour une machine de jeu moderne. Si vous ne trouvez que du CL36, ça ne sera pas dramatique, mais... c'est moins bien ! Le strict minimum pour le jeu vidéo sous Windows 11 est aujourd'hui de 16 Go. Pour les puristes, il est préférable, pour une question d'optimisation de la bande passante de la carte mère, de scinder la quantité de mémoire voulue en deux barrettes, qui devront avoir rigoureusement les mêmes caractéristiques techniques. Mais gardez à l'esprit qu'on parle d'une amélioration limitée à quelques pourcents, pas d'une obligation.

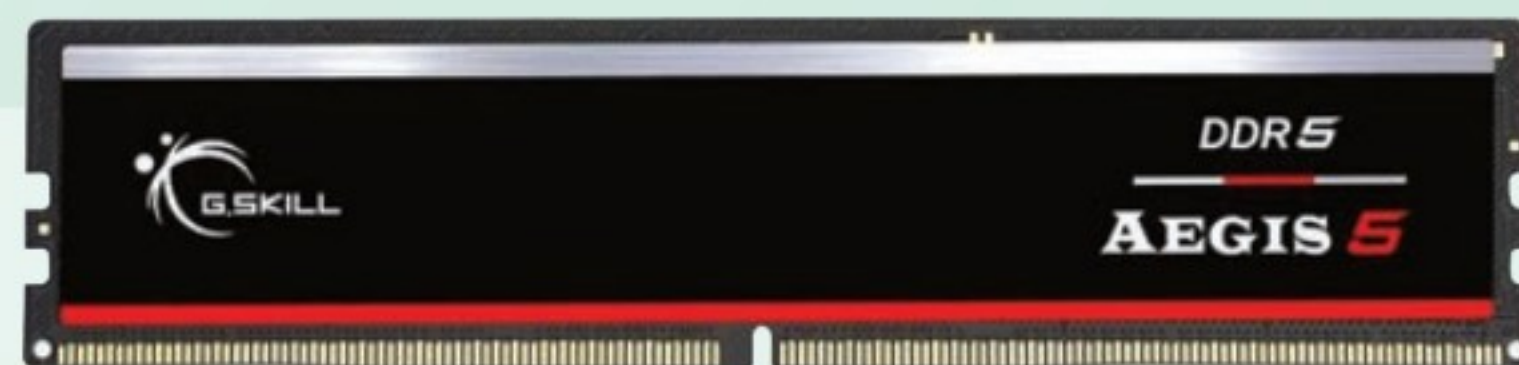
ENTRÉE DE GAMME

16 Go : 1 × 16 Go DDR5-6000 CL30

230 €
environ

Vu les tarifs et les disponibilités, j'ai failli vous mettre un boulier sur cette page... Plus sérieusement, sur la plateforme AMD AM5, il vaut mieux utiliser deux barrettes de RAM, sous peine de perdre

en performances. Mais c'est pénible pour upgrader, et la situation du marché étant plus que critique, limitons la casse et visons une seule barrette de 16 Go. Dire qu'elle coûtait 50 € dans le dernier numéro...



MILIEU DE GAMME

32 Go : 2 × 16 Go DDR5-6000 CL30

450 €
environ

Windows, Discord, softs divers en tâche de fond... Avant même d'arriver au jeu, votre système doit jongler avec de nombreuses applications. Pour bien profiter

d'un PC moderne, 32 Go sont devenus la norme à viser. Et en deux barrettes de 16 Go, pour bénéficier du maximum de bande passante disponible en dual channel !



HAUT DE GAMME

64 Go : 2 × 32 Go DDR5-6000 CL36

800 à 900 €
environ

64 Go de RAM pour du jeu vidéo, ça reste du luxe. Rares sont les titres capables d'en tirer parti, comme c'est le cas par exemple de *Microsoft Flight Simulator*. Mais pour une utilisation pro en plus, ou du

multitâche exigeant (streaming sur un PC, avec beaucoup d'applications à côté), ça reste un choix valable. Sauf en ce moment, vu les prix. On vous indique le tarif pour la postérité, mais il est vraiment urgent d'attendre.



Stockage

Les SSD au standard M.2 NVMe sont désormais indispensables à un PC moderne, surtout pour le jeu vidéo. N'envisagez même pas d'acheter un disque dur classique. Problème : les tarifs ont explosé avec ceux de la RAM, la sélection voit donc ses prix flamber, que ça soit en PCIe 4 ou 5.

Le SSD a révolutionné le stockage moderne et le format M.2 a supplanté le SATA. On oublie le PCIe 3, dépassé. Tout achat visera du 4.0 (8 Go/s) ou le petit dernier 5.0 (10 Go/s et plus). Le 4 reste un bon compromis pour nos usages, mais comme tous les prix ont explosé, il n'est pas impossible de trouver du 5 dans les mêmes fourchettes de tarifs des enfers. Côté grande capacité, on a vu progressivement apparaître des SSD

à 4 puis 8 To, mais pour une utilisation en jeu vidéo, dans les conditions actuelles, il semble illusoire de vouloir plus de 2 To. Cela dit, soyez conscients que vu la taille des jeux modernes, un SSD de 1 To sera vite plein. Vous pouvez aussi décider d'opter pour deux SSD, histoire de pouvoir dédier à Windows un SSD haut de gamme, plus rapide (qui peut ne faire que 500 Go). Idéalement, le joueur exigeant voudra ce type de configuration

à deux drives : un rapide d'au moins 500 Go pour installer Windows et ses programmes habituels et un autre qui peut l'être moins, de 1 To ou plus pour accueillir les dossiers Steam / Xbox / Epic ou autres, et accumuler une dizaine de jeux sans être obligé d'en désinstaller un pour installer le suivant, surtout quand on voit les installations à plus de 130 Go qui commencent à pulluler. Au final, tout va être une histoire de compromis côté budget, car les prix actuels sont, pour le dire poliment, dissuasifs. On vous a dit qu'il était urgent d'attendre ? Ne comparez pas les prix avec le numéro précédent, vous allez souffrir.

ENTRÉE DE GAMME

CRUCIAL
P310 1 To

170 €
environ



Avant de mourir, Crucial nous laisse sur une anomalie technologique qui fait plaisir : bien qu'équipé de NAND QLC (généralement plus lente et moins endurante que la TLC), ce disque sature presque la bande passante du PCIe 4.0. Il aurait normalement été un produit d'entrée de gamme performant et sous les 90 €, mais l'IA en 2026 en a décidé autrement...

MILIEU DE GAMME

CRUCIAL
P310 2 To

250 €
environ



On prend le même qu'en entrée de gamme, cette fois en 2 To. Le tarif est absolument ridicule, mais vous étiez prévenus ! Pour quelques euros de plus, vous pourrez viser la version PCIe 5 en haut de gamme, mais attention, nous n'avons aucune idée de la durée d'approvisionnement des produits Crucial, Micron ayant tué la marque pour se consacrer au marché business. Quelle belle époque.

HAUT DE GAMME

CRUCIAL
T710 2 To

315 €
environ



Avec son contrôleur Phison E31T gravé en 7 nm et son architecture DRAM-less, le P510 chauffe beaucoup moins que son grand frère le T710 (Phison E26 refined), mais il est incapable de saturer l'interface PCIe 5 comme peut le faire le T710, plus performant et compatible DirectStorage. Vu que nous ne sommes plus à 50 € près avec ces tarifs débilés, partons sur le 710, en pleurant sur son compte en banque. Mais n'oubliez vraiment pas de bien refroidir ce T710 !

Claviers

Le clavier reste le moyen le plus pratique de rentrer du texte sur un ordinateur. Et comme par ailleurs, il existe quantité de jeux plus pratiques au clavier et de joueurs allergiques au gamepad, on n'est pas près de pouvoir s'en passer.

Le clavier est à la fois l'outil informatique qui semble le plus familier pour tout le monde, et l'un de ceux à propos desquels il y a le plus de

subtilités à connaître pour faire le meilleur choix. La première décision à prendre concerne sa taille : avez-vous réellement besoin d'un pavé numérique, par exemple ? À supposer que l'idée de vous en séparer une bonne fois pour toutes ne vous paraisse pas complètement folle, peut-être devriez-vous réfléchir à opter pour un modèle TKL (*tenkeyless*), ou même, pour les plus audacieux, un modèle 65 % (sans touches de fonction) ou 60 % (sans touches directionnelles). Vient ensuite la question

des touches et de leurs interrupteurs. Le classique dôme de caoutchouc est pratique et bon marché, mais loin de l'idéal côté sensations et précision de frappe. Les claviers mécaniques font beaucoup mieux... encore faut-il savoir quelle variété choisir, entre les linéaires, « tactiles », « clicky » et leurs multiples variantes. Arrive ensuite et enfin la catégorie la plus luxueuse, celle des claviers à switches analogiques, pour une réactivité en jeu et des possibilités de personnalisation sans égales.

ENTRÉE DE GAMME

CHERRY
KC 6000 SLIM

50 €
environ



En matière de type de touches, les goûts et les couleurs varient pour chacun. Le clavier KC 6000 Slim de Cherry est un clavier à touches plates (mécanisme à ciseaux), silencieux et au design discret. Il offre des sensations comparables à celui d'un

ordinateur portable de qualité. Pour 20 € de plus, le Cherry KW 9100 Slim vous offrira la même chose, mais sans fil. Et si 50 € c'est encore trop pour vous, tournez-vous vers le Logitech K120 filaire, basique mais solide, vendu aux alentours de 15 €.

CLAVIER JOUEUR À MEMBRANE

CORSAIR
K55 CORE RGB

45 €
environ



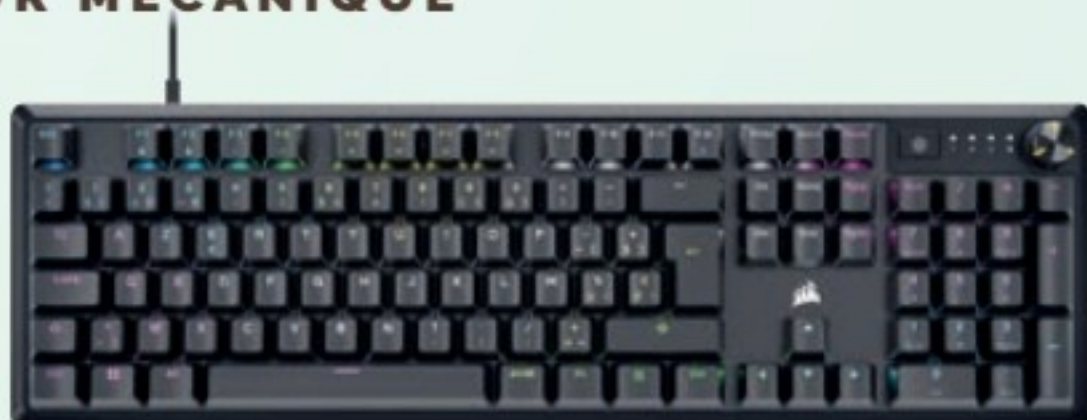
Les claviers mécaniques ne sont pas du goût de tout le monde, leur prix non plus, alors voici un clavier filaire doté de touches à membranes adapté aux joueurs dont le budget est limité. Pour le côté « gaming », la partie RGB se compose d'un rétroéclairage efficace mais limité à dix zones distinctes, tandis qu'une roue de contrôle

multimédia a été placée en haut à droite. La frappe n'a évidemment pas l'efficacité d'un clavier mécanique, mais elle est silencieuse et suffisamment réactive pour le commun des mortels. La finition correcte donne une impression de solidité. À ce prix, en membrane, difficile de faire mieux.

CLAVIER JOUEUR MÉCANIQUE

CORSAIR
K70 CORE

120 €
environ



Un vrai clavier mécanique, mais sans le prix qui fait saigner. La recette est simple : une construction sans fioriture mais solide (on y retrouve la double mousse absorbante intronisée par Corsair dans le bien plus onéreux K70 Max), des switches MLX Red de bonne facture

et pré-lubrifiés (rare pour un clavier de grande marque !) et le tour est joué. Inconvénients : filaire et un logiciel parfois farceur. Pour 20 € de plus, le constructeur propose aussi un ensemble incluant un repose-poignets en mousse à mémoire de forme.

JOUEUR RICHE

KEYCHRON
Q1 HE

250 €
environ



Pour ceux qui sont prêts à dépasser les 200 €, mais ne veulent pas de fanfreluches marketées *gaming*, Keytron propose ce clavier analogique à effet hall (voir *Canard PC Hardware* n° 63), aussi performant en

jeu qu'agréable au bureau. Sans fil, ultra réactif et bien construit avec son corps entièrement métallique, il est disponible en Azerty comme en Qwerty pour les snobs, et en trois tailles : 75 % (comme ici), TKL 80 % et 96 %.

Souris

Difficile de faire une sélection qui convienne à tout le monde en matière de souris, tant il existe de critères et de préférences : lourde ou légère, petite ou grosse, prise bouts de doigts, de paume ou en griffe, sans oublier le problème rencontré par les gauchers. Mais c'est aussi dire l'importance de ce périphérique, qu'il conviendrait de pouvoir essayer avant de faire son choix.

La façon dont vous avez l'habitude de poser votre main sur la souris va directement déterminer l'ergonomie à rechercher pour votre souris. Si seuls les bouts de vos doigts reposent sur la souris (prise « bouts de doigts »), vous serez probablement plus à l'aise avec une souris petite et légère. Si doigts et paume sont en contact (prise palmaire), vous apprécierez une forme plus large. Et enfin si vous

posez le talon de votre main sur la souris et que vos doigts se plient sur les boutons, vous avez une prise dite « griffe » et vous chercherez généralement une souris plus longue et plus plate. Si vous êtes gaucher, en dehors des rares modèles ambidextres, vous voudrez au minimum un design symétrique. Dans notre sélection, nous partirons du principe que les souris retenues doivent être adaptées

au jeu vidéo, donc avoir un capteur avec des performances minimales. Le taux d'interrogation, ou taux de rapport, est une mesure de la fréquence avec laquelle la souris transmet les informations et il est mesuré en hertz. Pour le jeu vidéo, on cherchera du 1 000 Hz minimal et certaines souris affichent des capteurs à 8 000 Hz. La précision, ou sensibilité, se mesure en DPI (*dots per inch*, soit points par pouce, également notés PPP) et elle peut monter jusqu'à 32 000 DPI. Enfin, la question du fil se pose quelles que soient vos préférences, avec des implications sur le poids (une batterie l'augmente) et sur les impressions en jeu (une connexion cheap peut-être erratique).

ENTRÉE DE GAMME FILAIRE

TURTLE BEACH
PURE SEL

40 €
environ

Notre premier prix pour joueur se situe entre 30 € et 40 € : c'est le minimum pour des performances correctes. La Pure SEL de Turtle Beach reste notre premier choix pour une souris filaire (USB-A), compacte et légère, dotée d'un capteur 8 000 PPP, ce qui est un minimum acceptable. Sa forme classique ne devrait pas poser de problème. Avec un design légèrement plus incurvé, la Razer Cobra est une alternative comparable niveau performances, et elle peut se trouver 10 € moins cher.



ENTRÉE DE GAMME SANS FIL

LOGITECH
G305 LIGHTSPEED

40 €
environ

Côté sans fil en entrée de gamme, on ne change pas grand-chose non plus et le budget sera entre 40 € et 60 €. La G305 est un modèle classique de Logitech. La conception est simple, symétrique, avec un capteur à 12 000 PPP et une connexion sans fil par un récepteur USB-A utilisant la technologie Lightspeed (et se range dans la souris pour le transport). Une pile AAA apporte une autonomie théorique de 250 heures. En alternative, on trouve facilement en promo vers 60 € la G309 et son capteur supérieur (HERO 25K) avec une triple connexion Lightspeed, Bluetooth et filaire.



MOYEN DE GAMME

LOGITECH
G PRO 2 LIGHTSPEED

100 €
environ

Pour que cette sélection intègre au moins une référence authentiquement ambidextre pour nos lecteurs gauchers, voici la G Pro 2 de Logitech : elle existe en trois couleurs, est symétrique et dispose de boutons de côté détachables, qui peuvent être placés indifféremment à gauche ou à droite. Le capteur HERO 2 de Logitech dont elle est équipée atteint les 44 000 PPP. La connectivité est assurée par le connecteur USB-A Lightspeed tandis que la recharge se fait par USB-C. Un peu plus performante, et un peu moins chère, mais non ambidextre, on pourra choisir aussi la Razer Viper V3 HyperSpeed.



HAUT DE GAMME

RAZER
DEATHADDER V4 PRO

150 €
environ

Cette DeathAdder est chère et peu discrète, avec un nom aussi ronflant que son clic est bruyant. Mais c'est vraiment du haut de gamme, léger (56 g), doté d'un capteur optique 45K d'une précision spectaculaire, d'une molette et de switches ultra agréables, ainsi que d'une connexion parfaite (en 8 000 Hz) grâce à un dongle dédié. On pourra lui préférer la Viper V4 Pro en ajoutant 30 € au prix, d'une forme plus symétrique, avec un capteur plus récent et encore plus légère (49 g).



La grille de Pomodorothee, Core-bier et Bernard Minait

dans "Dites-moi dites-moi, où est passé mon multicœur" ♪ *

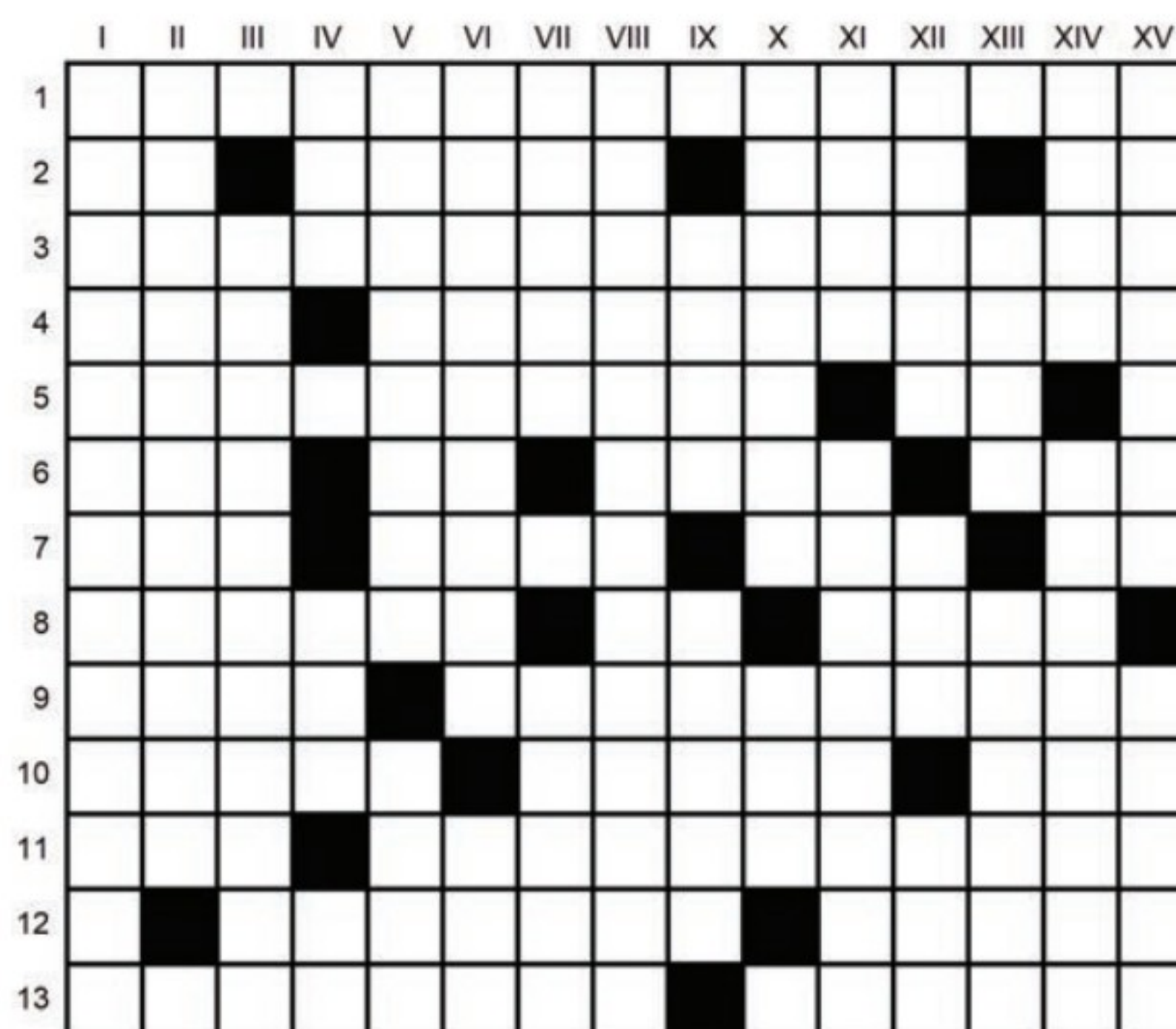


Horizontalement.

1. Support de stockage en surchauffe. 2. Petite année anglaise. Niveau de jeu vidéo. Ancien rédacteur de CPC Hardware. Prénom féminin phonétique. 3. À jouer avec l'Echo Aviation Controller. 4. Demi-mouche. Raffinement. 5. Dotées de forces supplémentaires (et non l'inverse). Amusé. 6. Dans la loi de Moore. Après Itch pour les jeux indés. Ancien nom des candelas par mètre carré. Cépage de raisin précoce. 7. Huiles italiennes. Voit le jour. Établissements abrégés. Forme d'être. 8. Rendre un produit conforme aux exigences. Dans l'adresse mail. Personnage de Friends. 9. Avancés dans le temps. Très gros mangeur de RAM. 10. Modèle de voiture signé Honda. Nom du héros râleur toujours dessiné sur sa ligne dans une série d'animation cinquantenaire. Partie de noyaux. 11. Salut finnois. Se dit d'un périphérique adapté à ce qui se trouve entre la chaise et le PC. 12. Utilisations des ailes. Utilisé ses ailes pour larguer la "grosse caisse". 13. Assassin chez Thermalright (indice page 73). Presque dans la réalité virtuelle

Verticalement.

I. Le SoC en version longue. II. Glossaire scientifique. III. Composant en surchauffe (lui aussi). IV. Haut tambour brésilien. Marque de carte mère. Métal de connecteur audiophooliste. V. Sépare des couches soudées entre elles. Processeur de la PlayStation 3. VI. Clavier ergonomique façon Robocop. Forme de rire. VII. Pièce de poulie. Programmes informatiques "décisionnels". VIII. Composants de PC. IX. Obtempéré. Ancienne marque de cartables française. X. Travestit souvent la réalité. Directeur général branché. XI. Petit nom des Dungeons and



* Vraiment désolés pour la chanson dans la tête.

Drag Queens. Diffuser du contenu en continu. XII. Montre facilement ses dents. Avait sa carte dédiée avant qu'elle ne disparaisse du boîtier (la carte graphique suivra peut-être ; cf. page 26). Char russe. XIII. Ancienne gamme de PC portables Sony. Déploie la chaleur uniformément. XIV. Blog avec des images qui bougent. Passe du temps sur les RS. XV. Otas. Toujours devant Malmaison.

CANARD PC HARDWARE

Canard PC
Hors-série Hardware n° 66
Est édité par
Presse Non-Stop, SAS au
capital de 86 400 euros.
Immatriculée au RCS
de Créteil sous le
n° 450 482 872.

Siège social :
24-26 avenue Vladimir Ilitch
Lénine - 94110 Arcueil
Président : Ivan Gaudé
Associés : Jérôme Darnaudet,
Ivan Gaudé, Pascal Hendrickx,

Olivier Peron et Michael
Sarfati
Adresse de la rédaction :
Presse Non-Stop / Canard PC
24-26 avenue Vladimir Ilitch
Lénine - 94110 Arcueil

Presse Non-Stop

Tél : 01 47 35 24 33
Assistant : François Provost
francois@canardpc.com
Abonnements :
abonnements@canardpc.com
Courrier des lecteurs :
courrier@canardpc.com

Ancien directeur :
Jérôme Darnaudet
Directeur de la publication :
Ivan Gaudé
Direction artistique :
Jean-Ludovic Vignon

CPC Hardware

Rédacteur en chef :
Ivan Gaudé
Premier rédacteur graphique :
Thomas Rainfroy
Secrétaire de rédaction :
Sonia Jensen

Ont participé à ce numéro :

Rédacteurs :
Florian Agez, Arnaud
Chaudron, Maxime Claparede,
Ivan Gaudé, Olivier Peron,
Joël Sanchez et Guillaume
Tutundjian
Rédactrice graphique :
Éloïse Garcia

Publicité

Denis : denis@canardpc.com
Tél : 01 84 25 40 79

Impression

Imprimé en France
par : Diamant Graphic
Diffusion : Messageries
lyonnaises de presse
Commission paritaire :
0224 K 84275
ISSN : N° 1764-5107
Tous droits réservés
Canard PC Hors-série
Hardware n° 66
Prix unitaire : 8,90 €
Date de parution :
12 juin 2026
Dépôt légal à parution

Les indications de prix et d'adresses données dans les pages rédactionnelles du magazine le sont à titre informatif, sans but publicitaire. Les manuscrits, photos et dessins envoyés à la rédaction ne sont ni rendus ni renvoyés. Ce magazine imprimé en Cooler ne vous apportera hélas aucun moyen de vous rafraîchir (même la mémoire, c'est pas trop ça...).

SOLUTIONS : Horizontalement : 1. Solid State Drive. 2. Yr Level. Oni. LN. 3. Simulation de vol. 4. Tse. Alambiquage. 5. Emmembres. Ri. 6. Moo. Io. Nits. Ora. 7. Oli. Naït. Ets. Es. 8. Normer. At. Ross. 9. Agés. Datacenter. 10. Civic. Linea. Cau. 11. Hel. Ergonomique. 12. Volions. Emu. 13. Pierless. Irrél. / Verticalement : I. System on a chip. II. Orlisologie. III. Mémoire vive. IV. Ilu. MSI. Or. V. Delamini. Cell. VI. Svalboard. Ric. VII. Tétar. Algus. VIII. Alimentations. IX. Obél. Tann's. X. Foniste. CEO. XI. DnDQ. Streamer. XII. Rieur. Son. IMR. XIII. VAIO. Stoque. XIV. Vlog. Réseaut. XV. Enlevas. Ruel.



UN SUPER-HÉROS
POUR PROTÉGER VOS LIVRES.
UN GESTE SOLIDAIRE
POUR PROTÉGER DES VIES.

DONT **1€**
POUR
NOS MISSIONS
HUMANITAIRES



Disponible en magasin



FABRICATION
FRANÇAISE



CONDITIONNÉ PAR
DES TRAVAILLEURS
HANDICAPÉS



SOLIDAIRE

MARVEL STUDIOS
SPIDER-MAN
BRAND NEW DAY

EXCLUSIVEMENT AU CINÉMA



senza
Under Desk PC
AI 370

UN CONCENTRÉ DE PUISSANCE AUX PERFORMANCES OPTIMISÉES

Invisible. Silencieux.
Orienté vers l'avenir.



32 GB LPDDR5X-800



Copilot+ PC

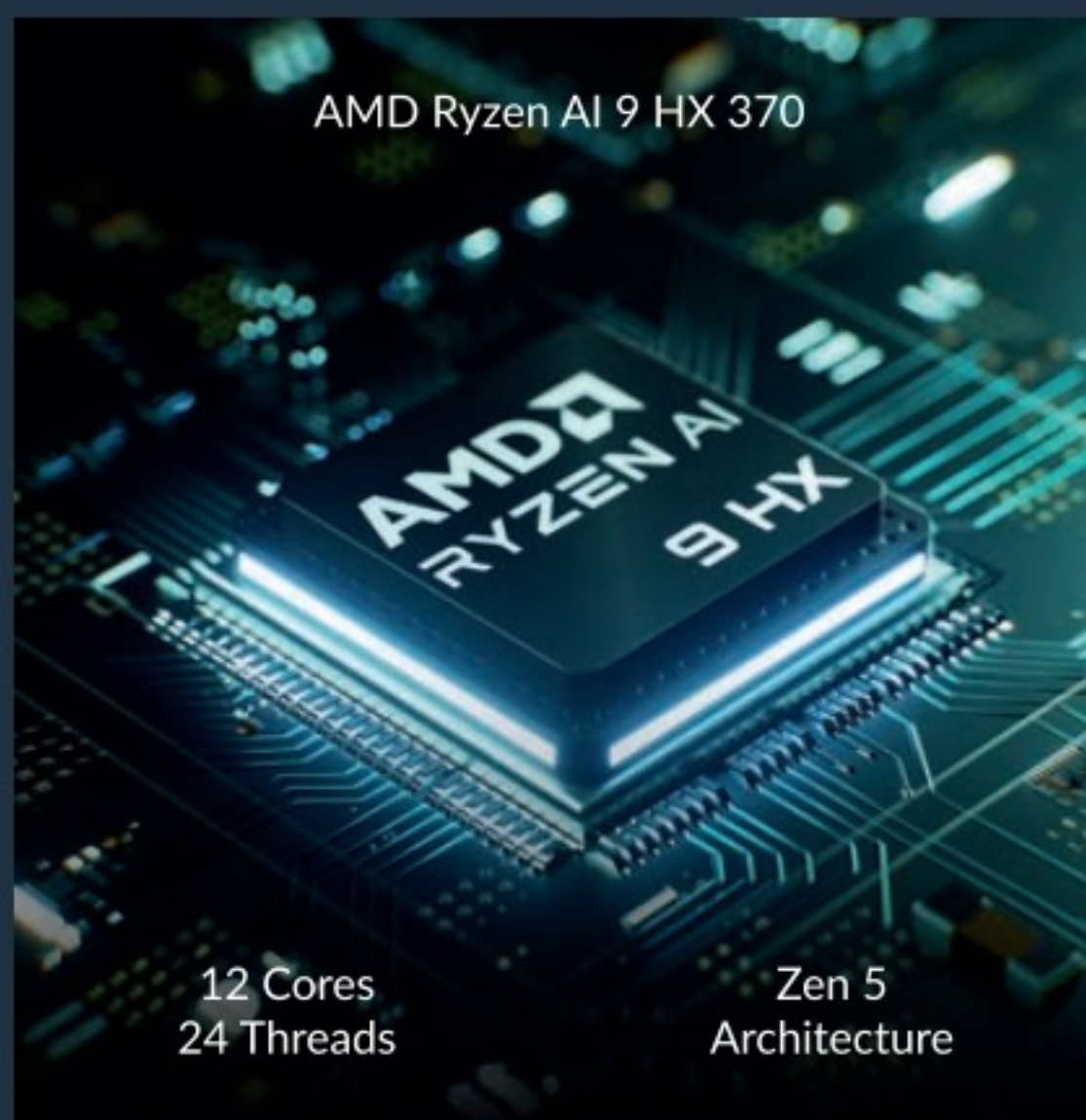


1 TB PCIe Gen4 x4



Radeon 890M

AMD Ryzen AI 9 HX 370



12 Cores
24 Threads

Zen 5
Architecture

wi-fi 7

Wi-Fi 7



Windows 11 Pro



Refroidissement passif silencieux



En savoir plus sur
l'ARCTIC Senza AI 370 :
www.arctic.de/senza-ai-370

