

UNE CONFIGURATION MUSCLÉE, INGÉNIEUSE ET INDISPENSABLE POUR LES GAMERS NOMADES

LDLC PC7 MASTER8 PLUS

PROCESSEUR Intel® Core™ i5-4670K 3,4 GHz
MÉMOIRE 8 Go RAM DDR3
STOCKAGE SSD 120 Go + SSHD 1 To
CARTE GRAPHIQUE NVIDIA® GeForce® GTX 760 2 Go
CARTE MÈRE Gaming ASRock Z87-M8

1 329€95



PLUS DE 25 000 PRODUITS HIGH-TECH SUR



LDLC.com

HIGH-TECH EXPERIENCE



Édito 5 ans !

Ancien hors-série "matos" de *Canard PC*, *Canard PC Hardware* a été lancé en 2009 comme magazine à part entière. Ce 20^e numéro signe donc notre 5^e anniversaire ! Dans ces circonstances, il est normalement de bon ton de remercier nos anciens lecteurs pour leur "fidélité". Nous nous en abstiendrons. L'idée qu'on puisse lire un magazine uniquement par simple routine serait plutôt de nature à nous hérissier les poils. Nous espérons que si vous achetez *Canard PC Hardware*, c'est d'abord parce que vous y trouvez un contenu intéressant qui justifie les quelques euros demandés. Et visiblement c'est le cas : vous êtes de plus en plus nombreux à nous lire ! Nous souhaitons tout de même vous

remercier pour votre soutien sans faille dans les croisades que nous menons contre les mauvais produits et les pratiques douteuses. Vos nombreux messages nous confortent dans notre sacerdoce ! Enfin, cet éditto est l'occasion de répondre à l'un de nos lecteurs qui nous interrogeait sur la "recette" d'un *Canard PC Hardware*. Après analyse, la voici : 848 000 touches pressées, 496 000 crans de molette, 162 000 clics gauche, 24 500 mètres parcourus à la souris, 7 100 clics droit, 896 benchmarks, 507 minutes de communications Skype, 154 litres de SP95, 28 litres de cola, 6 coupures, 3 brûlures, 1 électrocution. Mettez au four 8 semaines, maquettez, corrigez, imprimez, distribuez. C'est prêt !

Sommaire

04 | CONFIGS ET KITS DE CANARD
Trois Configs et trois Kits d'upgrade recommandés

GUIDE D'ACHAT

- 06 | Processeur
- 08 | Carte mère
- 10 | Ventirad / Mémoire
- 12 | Carte graphique
- 16 | Alimentation
- 17 | Disque dur / SSD
- 18 | Moniteur
- 19 | Boîtier
- 20 | Enceintes / Casque
- 22 | Claviers / Souris
- 23 | Périphériques de jeu

TESTS FLASH

- 24 | Interface SATA Express
- 26 | Plateforme Intel Galileo
- 28 | Clavier Cherry MX Board 3.0
- 29 | Micro-casque Turtle Beach Z300 + Tablette LG G PAD 8.3

TESTS

- 30 | CPU : INTEL BAY TRAIL
Quand l'Atom devient Celeron
- 32 | CPU : AMD KAVERI
APU A10-7700 et 7800K
- 34 | NVIDIA GEFORCE GTX 750
L'efficacité Maxwell

DOSSIERS

- 36 | **HARDWARE BIZARRE**
Le matos que vous n'utiliserez jamais
- 46 | **MONNAIES : DU RÉEL AU VIRTUEL**
La spéculation à tout prix
- 56 | **MEDIACENTER**
Assemblez le vôtre !
- 72 | **ENQUÊTE**
La cigarette électronique
- 84 | **INITIATION À L'ÉLECTRONIQUE : PARTIE 3**
Apprenez à tout capter !

HISTORIQUE

- 94 | **HISTORIQUE**
Les Box ADSL
- 96 | **LES PAGES DU DOC'**
 - Bitcoin : la ruée vers l'or
 - Adieu Windows XP
 - Candy Crush Saga : Arnaque aux sentiments
- 98 | **CANARD PEINARD**
Les mots croisés pour les pros du hard

Mediacenter p. 56



Tout ce qu'il faut savoir pour visionner des films au kilomètre sans bouger d'un mètre !

Hardware Bizarre p. 36

Vortex86, Xeon Phi, RAM Disk, souris verticale...



Cigarette électronique p. 72

Dissection et analyses

Initiation à l'électronique p. 84

Entrées/sorties numériques et analogiques



Intel Bay Trail p. 30

L'Atom devient Celeron et Pentium



Les crypto-monnaies

De l'argent qui dissonne et trébuche ?

p. 46

Nos trois Configs polyvalentes

Fiabilité, performances, prix

L'objectif des Configs de Canard reste inchangé : vous faire profiter de notre expertise sur les multiples composants que nous testons à longueur d'année en vous proposant trois PC "tout faits" au rapport performances/prix imbattable. Quel que soit votre budget, vous aurez l'assurance d'une sélection soignée de composants, issue de méthodologies sadiques et de nos procédures de test les plus cruelles. Bien que polyvalentes, les Configs de Canard sont d'abord des machines de joueurs et nous avons privilégié les performances graphiques maximales dans les différentes gammes de prix.

Afin de vous faire profiter en pratique de nos conseils, celles-ci sont proposées à la vente chez notre partenaire *Materiel.net*, montées et testées par leurs soins. La démarche n'a rien de lucratif : nous ne touchons pas un centime de commission sur la vente des Configs de Canard, ce qui nous permet de conserver une indépendance totale vis-à-vis des composants. Nous attirons également votre attention sur le fait que

nos choix ne sont pas dictés uniquement par les performances brutes ou le prix. Les taux de retour SAV constatés jouent aussi un rôle important. De même, nous ne nous contentons pas de sélectionner un bon couple CPU/GPU pour ensuite choisir de l'ultra-low cost pour tous les autres composants (boîtier, mémoire, carte mère, alim', etc.) : les Configs de Canard sont conçues avec la même exigence de qualité pour TOUS les composants.

Ducky XX

ENTRÉE DE GAMME

550 € environ

Les différentes plateformes CPU sont actuellement stables et nous conservons donc un Pentium G3420 (un Core i3 à 3.2 GHz dépourvu d'Hyper-Threading) accompagné de 8 Go de DDR3. La carte mère évolue : les prix ayant baissé, nous revenons sur un chipset B85 (l'Asus B85M-G) au lieu du précédent modèle Gigabyte en H81. Les 4 slots mémoire – que nous avons dû sacrifier

à grand-peine dans la Ducky précédente – sont de retour ! Autre amélioration notable, à défaut de pouvoir opter pour un "vrai" SSD, nous utilisons désormais un SSHD de Seagate : un disque dur de 1 To 7200 tr/min couplé à un mini-SSD de 8 Go pour un gain conséquent sur les applications. Côté graphique, nous ne pourrions nous décider qu'une fois que ce magazine aura été imprimé : ce sera donc soit la Radeon

Processeur	Intel Pentium G3420	64 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	Asus B85M-G C2	67 €
RAM	2x G.Skill Value DDR3 4 Go PC12800	80 €
Carte graphique	Radeon R7 260X ou GTX 750 Ti	130 €
Carte son	Intégrée à la carte mère	0 €
Disque Dur	Seagate SSHD 1 To	75 €
Graveur DVD	Sony Optiarc AD-5280S	20 €
Alimentation	Seasonic G-360	60 €
Boîtier	Cooler Master N200	42 €

R7 260X, soit la GeForce GTX 750 Ti en fonction du prix du moment. Pour le reste, une Seasonic G-360 et un boîtier N200 de Cooler Master complètent l'ensemble.



CanHard XX

MILIEU DE GAMME

1 100 € environ

Peu de changements sur la 20^e édition de notre CanHard. Le processeur évolue du Core i5 4440 (3.1/3.3 GHz) au Core i5 4570 (3.2/3.6 GHz) à la faveur d'une récente baisse tarifaire. Il s'agit toujours d'un Quad-Core doté d'excellentes performances et chauffant peu. Il est surmonté d'un ventirad Hyper 212 de Cooler Master, prend place sur une carte mère H87M-E d'Asus et se trouve accompagné de 8 Go de DDR3-1600.

La carte graphique utilisée reste une GeForce GTX 770 overclockée que nous avons sélectionnée pour son faible niveau de bruit. Côté stockage, nous utilisons un disque dur de 2 To à 7200 tr/min et l'inévitable SSD, d'une capacité de 256 Go. C'est sur le Crucial M500 que nous avons jeté notre dévolu malgré sa nouveauté. Nous surveillerons tout de même scrupuleusement les taux de retour pour nous assurer que tout va bien avec cette nouvelle gamme, mais a priori, pas de problème : Crucial

Processeur	Core i5 4570	175 €
Ventirad	Cooler Master Hyper 212 EVO	30 €
Carte mère	Asus H87M-E C2	80 €
RAM	2x G.Skill Value DDR3 4 Go PC12800	80 €
Carte graphique	GeForce GTX 770 OC	290 €
Carte son	Intégrée à la carte mère	0 €
Disque Dur	Barracuda SATA 6 Gb/s - 2 To	85 €
SSD	Crucial M500 - 256 Go	130 €
Graveur DVD	Sony Optiarc AD-5280S	20 €
Alimentation	Antec HCG 520M	65 €
Boîtier	Fractal Design Define R4	115 €

n'est pas OCZ. L'alimentation est une HCG 520 d'Antec qui prend place dans un Fractal Design R4.



Duck Nukem XX

HAUT DE GAMME

2 000 € environ

Notre config' très haut de gamme revient dans un nouveau boîtier. Cette fois, c'est le Silencio 652 de Cooler Master que nous avons choisi en remplacement du Corsair 550D. Il est nettement moins cher, silencieux, bien conçu et dispose de quelques fioritures supplémentaires agréables (lecteur de carte SD, deux ports USB supplémentaires). Nous conservons les autres composants "de luxe" : Core i7 4770K, ventirad

Noctua NH-U12S, 16 Go de DDR3, SSD Samsung Evo 840 de 500 Go (accompagné d'un disque dur de 3 To) et alimentation Seasonic 80+ Platinum de 660 W. La partie graphique est toujours assurée par une GeForce GTX 780 Ti dont les performances sont environ 10 % supérieures à celles d'une Radeon R9 290X tout en chauffant beaucoup moins. Le silence est aussi un argument important lors du choix. À noter également un petit changement de carte mère :

Processeur	Core i7 4770K 3,50 GHz	300 €
Ventirad	Noctua NH-U12S	63 €
Carte mère	MSI Z87-G45 GAMING	130 €
RAM	G.Skill Kit 2 x 8 Go PC12800 Aegis CAS11	150 €
Carte graphique	GeForce GTX 780 Ti	650 €
Carte son	Intégrée à la carte mère	0 €
Disque Dur	Barracuda SATA 6 Gb/s - 3 To	120 €
SSD	Samsung 840 EVO - 500 Go	320 €
Graveur DVD	Sony Optiarc AD-5280S	20 €
Alimentation	Seasonic Platinum - 660W	155 €
Boîtier	Cooler Master Silencio 652 - Noir	100 €

l'Asus Z87-A laisse place à une MSI Z87-G45 GAMING, mieux équipée pour un prix quasiment identique.





...et nos trois Kits d'upgrade !

Pour transformer son vieux tromblon en étalon

Sur le même principe que nos Configs de Canard et suite à de nombreuses demandes allant dans ce sens, voici trois Kits d'upgrade composés d'un processeur, d'une carte mère adaptée et de barrettes mémoire de qualité. Ces Kits sont destinés aux joueurs qui souhaitent redonner une seconde jeunesse à un vieux PC et qui n'ont pas peur de mettre les mains dans le cambouis. Les composants sont choisis pour leurs prix bas, mais permettent dans tous les cas de jouer dans de bonnes conditions sans brider une carte graphique située dans la même gamme de prix. Et non, ici aussi nous ne touchons pas de commissions sur les ventes. Sommes-nous altruistes, tout de même...

Si y en a plus, y en a encore
Les composants précis que nous recommandons ne sont pas à l'abri d'une mise à la retraite précoce par leurs fabricants, d'une annonce sournoise et imprévue d'un nouveau modèle plus performant, d'une explosion du prix de vente, ou tout simplement d'une pénurie chez les grossistes français. Pour toutes ces raisons, il est possible que les Configurations et Kits de Canard qui seront disponibles en vente chez *Materiel.net* au moment où vous lirez ces lignes ne soient pas exactement les mêmes que ceux décrits dans ces pages. Dans tous les cas, sachez que nous aurons sélectionné nous-mêmes le ou les composants de remplacement selon les mêmes critères que les précédents. *Materiel.net* n'effectue aucune modification sur nos Configs ou Kits sans notre accord préalable. Pour toute suggestion les concernant, n'hésitez pas à contacter configs@canardpc.com

Kit Kat

ENTRÉE DE GAMME

140 €
environ

Le Kit Kat, destiné à tous ceux qui veulent upgrader leur PC au prix le plus bas possible tout en partant sur de bonnes bases, demeure inchangé par rapport à l'édition précédente. Nous

avons sélectionné un Pentium G3220 (Dual-Core similaire aux Core i3 à 3 GHz) qui prend place sur une carte mère H81M-P33 de MSI. Côté mémoire, vu les prix extrêmement élevés pratiqués actuellement, nous nous limiterons à 2 x 2 Go de

Processeur	Intel Pentium G3220	55 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	MSI H81M-P33	37 €
RAM	2x Kingston Value DDR3 2 Go PC10600	45 €

DDR3. Il ne lui manque plus qu'une Radeon R7 260/265 ou une GeForce GTX 750/Ti pour remettre au goût du jour une vieille machine !



Kit Chenette XVIII

MILIEU DE GAMME

270 €
environ

Pour le Kit Chenette XVII, nous avons choisi de réduire son prix en optant pour un Core i3 4130. Il est basé sur l'architecture Haswell (22 nm) d'Intel, comporte deux

cœurs à 3.4 GHz et supporte l'Hyper-Threading. Ses performances seront généralement largement suffisantes pour accepter n'importe quelle carte graphique à moins de 500 euros

Processeur	Intel Core i3 4130	113 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	Asus B85M-G C2	75 €
RAM	2x G.Skill Value DDR3 4 Go PC12800 NT	80 €

sans la brider. Il prend place sur une carte mère Asus B85M-G qui dispose de 4 slots mémoire. Nous ajoutons 8 Go de DDR3 "Value" pour compléter l'ensemble.



Kit Artine XVIII

HAUT DE GAMME

400 €
environ

Pas de changement non plus sur le Kit Artine XVIII : il est toujours basé sur un Core i5 4670K dont le coefficient multiplicateur est débloqué pour permettre un overlocking

conséquent. Il s'agit d'un Quad-Core à 3.4 GHz doté d'un mode Turbo à 3.8 GHz. Face à un Core i7, il ne lui manque que l'Hyper-Threading, ce qui n'a pas grande importance sur un

Processeur	Intel Core i5 4670K	205 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	MSI Z87-G41	90 €
RAM	2x Crucial Ballistix DDR3 4 Go PC12800	80 €

quadri-cœur. Côté carte mère, la MSI Z87-G41 est un bon modèle d'entrée de gamme apte à l'overclocking. Le tout est accompagné de 8 Go de DDR3.





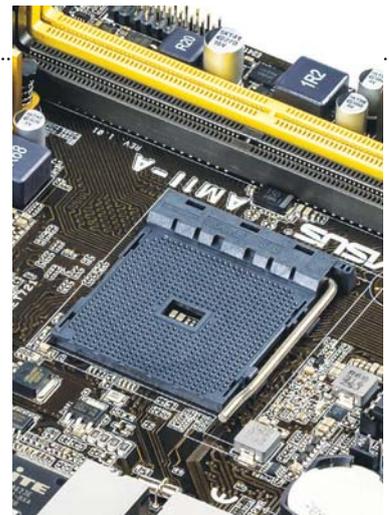
Processeur

0100001101100101011011001110100011000010111010101110010010010000110000101

Le marché du CPU reste actuellement assoupi : Intel prépare bien un "refresh", mais il devrait se résumer à une centaine de MHz supplémentaires. De son côté, AMD envisage carrément l'arrêt de ses puces FX haut de gamme – qui n'évoluent déjà plus – pour se concentrer sur les FX. Bref, peu de nouveautés sont attendues avant la fin de l'année et il n'y a pas de raison de retarder un éventuel achat.

La plupart des processeurs vendus aujourd'hui à partir de 50 € offrent la puissance suffisante pour faire fonctionner toutes les applications grand public ainsi que la quasi-totalité des jeux. Dans ces conditions et afin d'obtenir une configuration équilibrée, il n'est pas nécessaire de dépenser plus de 20 % – maximum ! – du budget total dans le CPU. Cela nous donne par exemple 100 € pour un PC à 500 € ou 200 € pour un PC à 1000 €. Il est de toute façon toujours plus intéressant pour un joueur de dépenser ses euros dans la carte graphique plutôt que dans le processeur. Pour un CPU, deux paramètres principaux influent sur les performances : la fréquence et le nombre de cœurs. En l'occurrence, il faut savoir que peu d'applications (hors traitement vidéo) sont capables d'utiliser simultanément 4 cœurs. Les jeux ne font pas exception. Inutile de dire que dans ces circonstances, les modèles offrant 8 cœurs virtuels (Core i7 et AMD FX-8000) sont donc totalement superflus à moins d'utiliser des logiciels professionnels. Au moment du choix, il faudra donc rester réaliste et composer en fonction de son budget. Dans l'entrée de gamme, les Pentium G3000 d'Intel et les Athlon X4 700 d'AMD représentent les meilleurs rapports qualité/prix. Ils sont pourtant délaissés par les acheteurs à cause de leurs appellations commerciales qui

sonnent "low cost". À tort. Le Pentium G3000 n'est qu'un Core i3 sans Hyper-Threading alors que l'Athlon X4 est un APU A8/A10 de la génération "Trinity" sans partie graphique intégrée. Tous deux sont des Dual-Core mais le modèle d'AMD offre le traitement simultanément de 4 threads par son architecture CMT. Entre 100 et 150 €, le rapport performances/prix est moins bon que dans les segments inférieurs et supérieurs : les Core i3 ne présentent pas un grand intérêt et les AMD A8/A10 sont à réserver à ceux qui souhaitent utiliser la partie graphique intégrée. Celle-ci est en effet nettement plus rapide que celle des puces Intel, mais n'oubliez tout de même pas qu'une carte graphique à 100 € et un CPU à 50 € offriront des performances très largement supérieures à celles d'un APU à 150 € ! Pour les plus aisés, le haut de gamme se situe entre 150 et 300 € et demeure l'apanage d'Intel : la gamme FX d'AMD n'a jamais réellement convaincu les joueurs à cause de performances en retrait. Les Core i5 4000 et i7 4700 sont presque similaires, à l'exception de la présence de l'Hyper-Threading sur les seconds. Enfin, à plus de 500 €, on trouve les Core i7 4900 dotés de 6 cœurs (12 cœurs virtuels) sur la coûteuse plateforme LGA2011. Ils sont réservés à une utilisation ultraspécifique et ne présentent guère d'intérêt pour le commun des mortels.



AM/FM

AMD nous avait habitués, avec le socket AM3, à une stabilité très appréciable. Visiblement, les bonnes résolutions sont terminées puisque le fabricant annonce désormais un nouveau socket tous les trois mois. Après le FM2+ des APU Kaveri (voir page 32), c'est donc au tour de l'AM1 de voir le jour. Les cartes mères compatibles sont déjà disponibles et les processeurs devraient arriver dans le courant du mois d'avril. Ils seront commercialisés sous la marque "Athlon" et "Sempron" et il s'agira de SoC tout intégré : CPU, GPU et chipset. AMD a donc décidé de commercialiser sous la forme de puces autonomes ses SoC Kabini autrefois uniquement disponibles au format BGA. Côté tarifs, ils devraient être extrêmement bas : on parle de moins de 30 euros.

Nos Choix

Notre sélection de processeurs est basée sur les résultats des tests, mais également sur le rapport performances/prix des différents modèles dans le cadre d'une utilisation principalement ludique. Notre sélection est divisée en trois catégories incluant au moins un modèle de chaque constructeur (ou pas).



ENTRÉE DE GAMME

60 €

Pentium G3420

Les Celeron et Pentium ont toujours une mauvaise image : ils rappellent les infâmes heures sombres des débuts du Pentium 4 où les performances des modèles *low cost* étaient alors épouvantables. Aujourd'hui pourtant, il n'existe plus réellement de différences entre un Pentium et un Core i3 à l'exception de l'Hyper-Threading, loin d'être indispensable. Les Pentium G3000

sont basés sur l'architecture Haswell (22 nm), fonctionnent sur socket LGA1150 et offrent des performances proches de celles des Core i3 dans les jeux pour un prix bien inférieur. Le modèle G3420 que nous vous recommandons ici est un Dual-Core cadencé à 3.2 GHz qui s'avérera suffisant pour les applications classiques. Il ne bridera pas une carte graphique à moins de 200 € et chauffe très peu (moins de 20 W à pleine charge).

ALTERNATIVE

AMD Athlon X4 750K

Assez confidentiel, l'Athlon X4 750K d'AMD est un APU A10 de la famille "Trinity" dont l'IGP a été désactivé. Il coûte certes 10 € de plus que le G3420, mais est doté de deux cœurs à 3.4/4 GHz et peut traiter 4 threads simultanément. Plutôt doué pour le calcul, il l'est un peu moins pour les jeux. Il fonctionne sur plateforme FM2 ou FM2+.



MILIEU DE GAMME

170 €

Intel Core i5 4470

L'évolution de la grille tarifaire permet désormais de trouver le Core i5 4570 pour 170 €. Nous avons donc choisi de vous le recommander pour remplacer le Core i5 4440. Au menu : 100 MHz de plus en fréquence de base (3.2 GHz vs 3.1 GHz) et jusqu'à 300 MHz supplémentaire en mode Turbo (3.6 GHz contre 3.3 GHz). Il s'agit toujours d'un "vrai" Quad-Core dépourvu d'Hyper-Threading et doté de 6 Mo de cache L3. Il dispose aussi

accessoirement d'un cœur graphique HD 4600 qui ne fait pas d'étincelles mais qui pourra toujours dépanner dans certaines circonstances. Il ne s'agit par contre pas d'un modèle "K" dont le coefficient multiplicateur est débloqué pour permettre l'overclocking. Vu l'intérêt que représente aujourd'hui cette pratique, on ne s'en souciera pas outre mesure. Ce Core i5 4570 pourra donc se contenter d'une carte mère H87 voire B85 ou même H81.

ALTERNATIVE

AMD FX-8350

À plus de 150 €, AMD peine à proposer des modèles dont les performances sont homogènes et compétitives avec les puces d'Intel. Le processeur le plus crédible reste le FX-8350 (un Quad-Core à 4/4.2 GHz avec CMT) mais il demeure à la traîne sur les jeux. Autre désagrément : il chauffe presque deux fois plus que son concurrent !



HAUT DE GAMME

300 €

Intel Core i7 4770K

Il n'est pas aujourd'hui raisonnable de dépenser plus de 300 € dans un processeur. À vrai dire, même les 300 € de ce Core i7 4770K sont déjà trop élevés. Sur le papier, il s'agit d'un Quad-Core doté de l'Hyper-threading à 3.5 GHz avec un mode Turbo à 3.9 GHz. Il est équipé de 8 Mo de cache L3 et dispose d'un cœur graphique intégré HD 4600 sans

grand intérêt. Son suffixe "K" indique qu'il est également débloqué et paré pour l'overclocking. Malgré cela, il est très improbable que vous parveniez à le distinguer du Core i5 4570 précédent dans une utilisation courante ou dans un jeu vidéo. Reste que l'investissement peut se justifier sur le long terme : nul doute que le Core i7 4770K sera encore loin d'être obsolète dans trois ans.

ALTERNATIVE

Core i7 4930K

Dans le haut de gamme, AMD ne propose pas d'alternative viable et surtout pas le FX-9590 qui s'avère être une vaste blague. Si votre budget est très élevé et que le raisonnable, ce n'est pas pour vous, le Core i7 4930K représente probablement le meilleur choix. Six cœurs avec HT à 3.4/3.9 GHz. What else ?

Carte Mère

Les cartes mères prolifèrent sur les étals des vendeurs d'informatique et les prix s'échelonnent de 50 à plus de 300 euros. Au-delà des disparités de format et de quelques différences au niveau de la connectique, il n'existe plus depuis longtemps d'écart de performances entre l'entrée et le haut de gamme. Seul l'overclocking crée encore une démarcation artificielle.

La carte mère n'est désormais plus qu'un vulgaire circuit imprimé bourré de connecteurs divers qui permettent de faire le lien entre les différents composants du PC. Le fameux "chipset" qui a fait les beaux jours des modèles de la grande époque est désormais réduit au rôle de contrôleur USB/SATA. Le processeur gère désormais directement la totalité des bus "rapides" comme le PCI Express ou la mémoire.

On choisira donc d'abord sa carte mère en fonction du nombre de ports d'extension disponibles et en s'assurant que son socket est bien compatible avec le processeur. Chez Intel, le LGA1150 accueille tous les processeurs à l'exception des Core i7 4800/4900, conçus pour le LGA2011. Chez AMD, il existe aussi deux déclinaisons : l'AM3+ pour les FX et le FM2+ réservé aux APU (A4/A6/A8/A10) des plateformes d'entrée de gamme.

Il vous faudra ensuite choisir un format physique. L'ATX classique reste la norme même si ses 6 ou 7 slots PCI/PCIe n'ont plus guère d'intérêt en définitive. Pour un PC moderne et compact, n'hésitez pas à opter pour une version Micro-ATX, souvent moins chère. Enfin, le chipset n'a plus guère d'importance, sauf si vous souhaitez vous mettre sérieusement à l'overclocking, auquel cas un Z87 reste indispensable chez Intel.

ENTRÉE DE GAMME

70 €

ASUS B85M-G

L'entrée de gamme chez MSI commence à 40 € avec la H81M-P33, un prix dérisoire qui offre une connectivité plus que spartiate : un port PCIe 16x, quatre connecteurs SATA et seulement deux slots mémoire. Pour les toutes petites bourses, un tel choix peut faire sens, mais dans l'idéal, mieux vaut opter pour un chipset B85 comme sur cette Asus B85M-G.

Le prix reste raisonnable, le format Micro-ATX est compact mais on y trouve l'essentiel : trois ports PCIe dont un en 16x, 4 emplacements mémoire, 6 SATA et bien sûr de l'USB 3.0 et du Gigabit Ethernet.



ALTERNATIVE

Gigabyte F2A88XM-D3H

Si vous optez pour l'un des nouveaux APU "Kaveri" d'AMD, il apparaît important de choisir une carte mère au format FM2+ (l'ancien socket FM2 n'est pas compatible). À moins de 70 €, un bon modèle demeure la F2A88XM-D3H (µATX) qui dispose de 4 slots mémoire et de 2 ports PCIe 16x.

MILIEU DE GAMME

80 €

ASUS H87M-E

L'overclocking n'est plus aujourd'hui qu'un passe-temps de niche. C'est pourquoi nous avons choisi l'Asus H87M-E basée sur un chipset H87. Elle présente l'avantage d'être moins chère que les modèles Z87 qui ne se distinguent justement que par leurs capacités d'overclocking. Au menu : 1 port PCI Express 16x 3.0, 6 ports USB 3.0, 6 SATA 3.0... Pas de quoi faire du SLI ou du CrossFireX,

mais le format Micro-ATX rend possible l'assemblage d'une machine vraiment compacte. Enfin, pour ceux qui veulent tout de même se lancer dans l'overclocking, la MSI Z87-G41 s'avère un excellent choix qui vous évitera la ruine.



ALTERNATIVE

Gigabyte GA-990XA-UD3

Gigabyte propose de bonnes alternatives pour les plateformes AMD. Pour une configuration à base de FX, la GA-990XE-UD3 sur socket AM3 est idéale. Elle dispose du nécessaire et du superflu : 3 ports PCIe 16x (16x/4x/8x), 14 ports USB 3.0, du RAID, du Firewire, le support du SLI/CrossFireX et plus encore !

HAUT DE GAMME

130 €

MSI Z87-G45

Si vous nous lisez régulièrement, vous savez qu'il est désormais inutile de dépenser plus de 150 € dans une carte mère : cette somme déjà conséquente suffit largement pour équiper sans problème une machine très haut de gamme. La MSI Z87-G45 est par exemple capable de remplir cette mission sans avoir à en rougir. Elle dispose de 3 ports PCI Express 16x, 4 ports PCIe 1x,

6 ports SATA 3.0, 8 ports USB 3.0 (4 internes et 4 externes) et reste bien sûr compatible SLI et CrossFire. Elle dispose aussi de Gigabit Ethernet géré par la puce Qualcomm Atheros Killer E2205. Et comme elle embarque un chipset Z87, vous pourrez profiter du potentiel d'overclocking des puces "K" d'Intel.



ALTERNATIVE

Gigabyte GA-X79-UD3

Si vous avez atteint le plafond du Livret A, le choix d'un processeur LGA2011 s'est peut-être imposé à vous. Toutefois, pour ne pas dilapider trop vite vos avoirs, autant choisir la GA-X79-UD3, l'une des cartes mères X79 les moins chères du marché qui n'en demeure pas moins très complète.

NEGATIVE

Config Matic

mon PC sur mesure



PEUR DES COMPOSANTS ?
OPTION MONTAGE MAINTENANT DISPONIBLE

topachat.com

TopAchat.com,
une marque du groupe



Mémoire

Il y a un peu plus d'un an, en janvier 2013, 8 Go de DDR3 s'échangeaient pour moins de 40 euros. Aujourd'hui, il faut compter le double au bas mot ; une situation idyllique pour l'ensemble des acteurs du milieu. Nul doute que les prix de la mémoire vont bientôt redescendre.

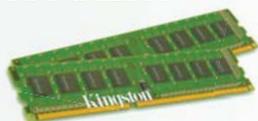
Choisir de la mémoire n'est pas bien sorcier : comme pour les SSD, tout n'est qu'affaire de capacité et de prix. Le strict minimum aujourd'hui est de 4 Go, que vous devrez choisir en 2 barrettes de 2 Go afin de bénéficier des capacités "Dual Channel" de votre processeur. Le standard reste toutefois fixé à 8 Go

malgré les prix prohibitifs pratiqués en ce moment. Les timings n'ont aucune espèce d'importance et côté fréquence, la DDR3-1600 (PC3-12800) est adaptée à tous les cas. Inutile de dépenser plus pour de la mémoire plus rapide : vous ne sentirez pas la différence. Les configurations d'entrée de gamme peuvent même se rabattre sur de

la DDR3-1333 si l'écart de prix est conséquent. Enfin, essayez d'éviter le plus possible les "kits" de barrettes mémoire et préférez des modules achetés à l'unité. Vous n'y perdrez pas grand-chose sur la facture mais surtout, en cas de problème, vous pourrez ne renvoyer qu'une seule barrette au SAV et continuer à utiliser votre machine !

ENTRÉE DE GAMME 40 €

Kingston Value DDR3
2 x 2 Go PC12800



Recommander 4 Go de mémoire en 2014 est aberrant mais nous avons bon espoir que les tarifs baissent très bientôt et vous pourrez alors upgrader votre PC de 4 à 8 ou 12 Go à moindre frais. Les modules "Value" n'ont rien à envier aux déclinaisons plus chères, à l'exception d'un radiateur inutile en alu chromé...

MILIEU DE GAMME 75 €

Crucial Ballistix
DDR3 2 x 4 Go PC12800



Pour avoir largement contribué à la disparition des infâmes barrettes "noname" qui pullulaient anciennement dans les arrière-boutiques, la marque Crucial mérite notre reconnaissance éternelle. Micron, la maison-mère, est d'ailleurs reconnue depuis des lustres pour sa qualité. Comme ces modules ne sont pas plus chers que les autres, n'hésitez pas !

HAUT DE GAMME 150 €

G.Skill Extreme3
2 x 8 Go PC12800



Dépenser 150 € pour 16 Go de RAM nous fait revenir quatre ans en arrière, mais c'est le prix à payer si vous utilisez des applications très gourmandes, notamment celles dédiées à la retouche photo ou pire, au montage vidéo. Si vous pouvez vous le permettre, contentez-vous de 8 Go et attendez quelques mois.

Ventirad

L'ère des processeurs extrêmement gourmands en énergie prend fin : les modèles très énergivores sont désormais rares et la baisse constante du TDP (*Thermal Design Power*) continue de s'accroître. Un ventirad surdimensionné n'est donc pas plus indispensable aujourd'hui.

Chez Intel, tous les processeurs d'entrée et de milieu de gamme consomment désormais moins de 60 W. Et même les Core i7 Quad-Core sont à peine plus gourmands. Si vous ne comptez pas overclocker votre PC, le ventirad de

base ("stock") peut donc suffire. Pour peu que votre tour soit bien ventilée, vous ne l'entendrez pas. Chez AMD en revanche, les FX et autres APU peuvent allègrement consommer plus de 100 W. Un dissipateur approprié est donc fortement conseillé

pour ne pas souffrir de nuisances sonores en conséquence. Dans tous les cas, évitez les solutions de watercooling "tout intégré" : trop chères, elles ne font pas mieux qu'un bon ventirad haut de gamme (voir *Canard PC Hardware* n° 16).

ENTRÉE DE GAMME 20 €

Cooler Master TX3 EVO

Si vous choisissez un APU d'AMD ou que vous comptez overclocker légèrement un CPU Intel, le TX3 EVO est un bon choix : son prix est raisonnable, il est simple à monter (pas de blackplate) et s'avère deux fois plus efficace que le ventirad standard.



MILIEU DE GAMME 30 €

Cooler Master Hyper 412 S EVO

L'Hyper 412 S EVO est équipé d'un ventilateur de 120 mm au lieu d'un 92 mm pour le TX3 ; un gain de taille qui lui permet de dissiper plus de chaleur. C'est le modèle qu'il vous faut pour un FX d'AMD ou un Core i7 4900 (hexacœur) au format LGA2011 d'Intel.



HAUT DE GAMME 60 €

Noctua NH-U12S

La référence ultime dans le ventirad haut de gamme reste actuellement Noctua. La qualité de fabrication est remarquable même si le prix s'en ressent. Le NH-U12S est un modèle relativement compact qui offre des performances de premier ordre pour un gros overclocking en silence.





DÉCOUVREZ LES PREMIERS MINI-PCS ZOTAC ZBOX GAMING !

Les nouveaux mini-PCS **ZOTAC ZBOX EI730 et EI750** offrent un parfait équilibre entre performance et consommation dans un format ultra compact. Un choix idéal pour les adeptes des déplacements en LAN et les joueurs qui souhaitent une machine gaming à la fois performante et facile à transporter.

La nouvelle série ZOTAC ZBOX E est équipée d'un processeur Intel Haswell de dernière génération et d'un processeur graphique Intel Iris Pro 5200 pour vous offrir des performances multimédias haut de gamme, ainsi qu'une remarquable expérience de jeu.

ZOTAC **ZBOX** EI750 série

- Puissance de la solution graphique Intel Iris Pro 5200
- 128Mo de mémoire eDRAM ultra-rapide
- Processeur Intel Quad-core de 4^{ème} génération
- Version « PLUS » avec 8Go de mémoire et un disque-dur de 1To »



ZBOX
EI730 série
INTEL QUAD CORE



ZBOX
EI750 série
INTEL QUAD CORE



Disponible chez :

LDLC.com
HIGH-TECH EXPERIENCE

ZOTAC
WWW.ZOTAC.COM

L'ENCYCLOPÉDIE DU JEU VIDÉO DE CANARD PC

Bientôt en version stand-alone !

Suite au grand succès de *L'Encyclopédie du Jeu Vidéo* offerte cet été dans le *Canard PC* n° 280, la rédaction a retroussé ses manches pour vous offrir une version livre "book of the year" avec 50 % de contenu inédit, vendue exclusivement par correspondance.

PHOTO NON
CONTRACTUELLE.
SUGGESTION DE
PRÉSENTATION.



- 50 % de contenu inédit
- Près de 800 définitions
 - Un cahier central « pages roses » avec noms propres et locutions
- Entièrement illustré par Didier Couly
 - Un fort bel objet qui impressionnera les foules
 - Tout ça pour la modique somme de **15 EUROS**

A l'attention des lecteurs de Canard PC

Cela fait plusieurs mois que le projet d'*Encyclopédie du Jeu Vidéo* a été lancé. Dans une optique de transparence totale, nous devons vous avouer aujourd'hui que cette opération n'avait pour but que de nous permettre de collecter des fonds avant de nous barrer avec la caisse. Ce n'est que trop tard que nous avons relevé la coquille dans la page de promotion, où le mot "précommande" a été remplacé par "promesse d'achat".

Devant l'étendue de notre amateurisme en matière d'escroquerie et le nombre de réponses reçues, nous avons décidé d'assumer, d'annuler nos vols à destination du Nicaragua et de finalement mener le projet à bien. Nous sommes donc heureux de vous annoncer que *L'Encyclopédie du Jeu Vidéo* par *Canard PC*, dans sa version stand-alone et enrichie, va bientôt voir le jour.

Même s'il est trop tôt pour vous donner une date de parution, soyez assurés que ce magnifique ouvrage sera disponible dans les mois à venir, en tout cas avant l'été. En attendant, vous pouvez toujours réserver *L'Encyclopédie* par mail en envoyant votre nom et votre adresse à encyclo@canardpc.com. N'hésitez pas : il s'agit d'une édition limitée et le nombre de réservations déterminera le nombre d'exemplaires imprimés. Bref, comme disent les vendeurs d'occasion : il n'y en aura pas pour tout le monde. Finalement on n'est pas si mauvais en escroquerie.

Bac à sable : *loc. nom.* dans la réalité, espace tout plat réservé aux enfants et rempli de crottes de chien. Dans les jeux vidéo, espace scénaristiquement plat réservé aux grands enfants qui le remplissent de leurs propres crottes.

Chargeur : *n.m.* là où on met les balles. Se recharge instantanément comme le réservoir d'un pistolet à eau, en le plongeant dans une bassine remplie de munitions.

Intelligence Artificielle : *loc. nom.* branche de l'informatique au carrefour de la théorie de l'information, de l'algorithmique et des neurosciences dont le but est le développement du PNJ parfait, qui ira toujours se coincer pile dans la porte que vous aviez l'intention de franchir.

Nolife : *n.m.* quelqu'un qui joue autant que vous mais que vous n'aimez pas.

Noob : *n.m.* quelqu'un qui joue aussi mal que vous mais que vous n'aimez pas.

atch : *n.m.* dernière phase de développement d'un jeu qui intervient après la sortie de ce dernier. Appelé DLC quand l'éditeur réclame quelques euros en change.

éléporteur : *n.m.* astuce de level designer feignant. Plus facile à modéliser qu'un escalier, plus facile à scripter qu'un ascenseur.

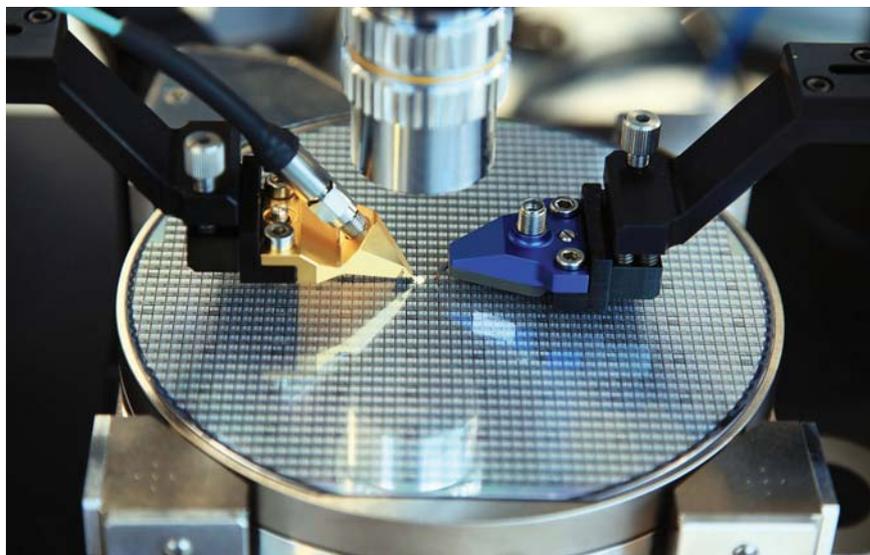
Carte Graphique

Nvidia creuse l'écart en termes de watts

Une tendance de fond commence à se dégager : après avoir atteint des niveaux de consommation électrique ridiculement élevés, les nouveaux GPU semblent redevenir plus raisonnables. Du moins est-ce le cas chez Nvidia où la récente puce Maxwell offre un rapport puissance/watts inédit. Chez AMD en revanche, le tournant de la modération n'est toujours pas amorcé et les Radeon HD souffrent d'une dissipation thermique beaucoup trop élevée.

La carte graphique est la clé de voûte d'un PC de joueur et il n'est pas déraisonnable de lui consacrer jusqu'à un tiers du prix du budget total. La fluidité dans les jeux vidéo – le framerate exprimé en FPS – est en effet bien plus dépendante du GPU que du CPU. Pour l'heure, AMD et Nvidia se concurrencent l'un l'autre assez efficacement sur toutes les gammes de prix en termes de performances brutes. Mais des différences significatives en termes de fabrication ou de fonctionnalités se creusent. D'abord, comme nous le disions plus haut, il n'est plus acceptable aujourd'hui qu'une carte graphique haut de gamme consomme plus de 250 W et chauffe au point de rendre le dissipateur thermique bruyant. Ensuite, Nvidia semble de plus en plus vouloir se démarquer par de nombreuses fonctionnalités logicielles réservées à ses GPU. Le but étant de justifier un "premium" tarifaire face à son concurrent. Si nous étions tout d'abord sceptiques sur ce genre d'argument – à une époque, Nvidia était passé roi dans l'art de vendre du vent sous une appellation marketing pompeuse –, force est de constater que certaines de ses technologies maison ont désormais un intérêt réel : 3D Vision était par exemple une technologie bien mieux supportée que son ersatz chez AMD, G-Sync est un gain concret pour les joueurs, ShadowPlay n'est pas sans présenter un certain attrait, etc. Sans compter que le SLI s'avère globalement plus fiable chez le CrossFire et que les drivers GeForce bénéficient de plus de réactivité que ceux des Radeon. De quoi justifier un surcoût raisonnable dans le milieu et le haut de gamme ? Dans certains cas, oui !

Neuf ou recyclé ? Parlons maintenant du choix d'un modèle. Même si votre budget est très serré, nous vous déconseillons malgré tout d'opter pour une carte à moins de 100 € : les performances s'effondrent



Die Shrink Fail Y a-t-il un retard massif sur les process de gravure de TSMC qui empêchent les fabricants de GPU de proposer de nouveaux modèles ? On peut le croire. Coup sur coup, AMD et Nvidia ont annoncé de nouvelles puces basées sur leurs anciens process de gravure 28 nm alors qu'elles étaient initialement attendues en 20/22 nm. C'est par exemple le cas du GPU "Hawaii" des Radeon HD 290 présenté fin 2013 et du GPU "Maxwell" des GeForce GTX

750 sorti en février dernier. Si Nvidia a choisi de limiter la casse en reportant son "gros" GPU pour ne sortir d'une version d'entrée de gamme, AMD a subi de plein fouet les inconvénients d'une finesse de gravure identique sur sa puce très haut de gamme. Celles-ci n'auraient évidemment pas consommé et chauffé autant si elles avaient pu être gravées en 20 nm comme prévu. Pour l'heure, ce nouveau process n'est désormais plus attendu avant la fin de l'année... voire en 2015.

rapidement dans les premiers prix et vous risquez de le regretter. Pour un joueur, l'entrée de gamme se situe entre 100 et 150 € et le milieu de gamme entre 200 et 300 €. Méfiez-vous tout de même des innombrables réétiquetages parfaitement insupportables qu'AMD et Nvidia ne cessent d'utiliser pour masquer le manque d'innovation. Le GPU "Bonaire" d'AMD se trouve par exemple sous les noms de Radeon HD 7790, Radeon HD

8770, Radeon R7 260 et Radeon R9 260. À plus de 300 €, il faut savoir qu'aucun modèle ne justifie le surcoût demandé par une augmentation proportionnelle des performances. Le pompon revenant à la GeForce Titan Black vendue presque deux fois plus cher que la GTX 780 Ti pour des performances identiques. Il faut dire que Nvidia a changé son fusil d'épaule et la recommande désormais pour le calcul, mais tout de même...

Nos Choix

Prêt à vous ruer dans la première boutique ou chez le premier e-commerçant venu ? Alors foncez ! Les modèles que nous vous conseillons ici ont fait leurs preuves et se distinguent par leur excellent rapport performances/prix.

ENTRÉE DE GAMME

110 €

Radeon R7 260X

Même si elle est désormais talonnée par la GeForce GTX 750 Ti, la Radeon R7 260X conserve pour l'heure le meilleur ratio performances/prix de l'entrée de gamme. Équivalente à l'ancienne HD 7790, elle dispose de 896 unités de calcul à 1.1 GHz accompagnées d'1 ou 2 Go de GDDR5 à 1 625 MHz sur un bus 128 bits. Ses performances sont suffisantes pour profiter de tous les jeux récents en 1920x1080 et avec un niveau de détail raisonnable. De plus, contrairement aux cartes plus haut de gamme chez AMD, sa consommation

électrique reste raisonnable (un peu plus de 100 W) et elle reste le plus souvent silencieuse. C'est le modèle idéal dans l'entrée de gamme si vous n'avez que faire des suppléments logiciels proposés par Nvidia.



ALTERNATIVE

GeForce GTX 750 Ti

Nvidia avait délaissé depuis longtemps l'entrée de gamme avec des GPU basés sur l'architecture Kepler qui n'étaient pas vraiment compétitifs. Avec Maxwell, le fabricant offre une alternative crédible. Les performances sont comparables à la Radeon HD 260X d'AMD mais surtout, sa consommation électrique est quasiment deux fois plus faible ! Un atout indéniable pour un Mini-PC...



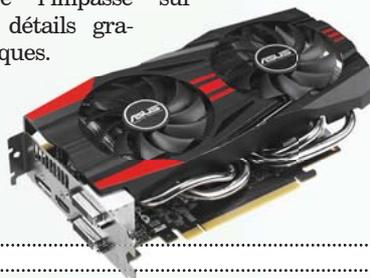
MILIEU DE GAMME

200 €

GeForce GTX 760

Dans la tranche intermédiaire, l'équation est complexe. À 200 €, la carte la plus polyvalente reste la GeForce GTX 760, mais désormais suivie de près en termes de performances par la Radeon R9 270X. Cette dernière – un peu moins chère – pourra s'imposer si vous n'accordez pas d'importance aux fonctionnalités spécifiques à Nvidia (G-Sync et autres) et si votre boîtier peut s'accommoder de sa dissipation thermique supérieure. Dans tous les cas, la GeForce GTX 760 demeure également un bon choix. Elle est équipée de 1 152 unités de calcul à

980 MHz (Turbo à 1 033 MHz) et dispose de 2 Go de GDDR5 à 1.5 GHz. Les performances qui en découlent sont excellentes et tous les jeux modernes tourneront sans problème sans devoir faire l'impasse sur les détails graphiques.



ALTERNATIVE

Radeon R9 280X

En alternative, nous avons le choix entre la Radeon R9 270X, 6 % moins performante mais vendue 25 € moins cher et la Radeon R9 280X. Il s'agit en fait de l'ancienne Radeon HD 7970 renommée lors du changement de gamme. Pour environ 50 € de plus, elle offre un boost en performances très conséquent, d'environ 30 %.



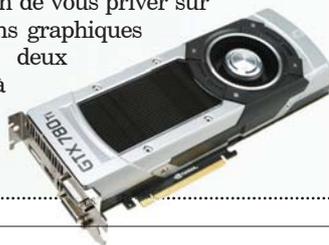
HAUT DE GAMME

600 €

GeForce GTX 780 Ti

Dans le très haut de gamme, le rapport performances/prix sera forcément plus mauvais que dans le milieu de gamme. Ce n'est donc pas un choix raisonnable et il faut en avoir conscience. Toutefois, si vous décidez de sauter le pas, vous serez en droit d'attendre les plus hautes performances – évidemment – mais aussi le meilleur à tout point de vue : qualité de fabrication, silence, services annexes, etc. C'est pour cette raison que nous avons choisi la GeForce GTX 780 Ti

plutôt qu'une Radeon HD 290X custom (le modèle de base est à éviter). Il n'y a pas mieux pour le moment en termes de performances, elle reste discrète même à pleine charge et le bundle logiciel de Nvidia est nettement plus évolué que celui d'AMD. Avec une telle carte, nul besoin de vous priver sur les options graphiques pour les deux années à venir.



ALTERNATIVE

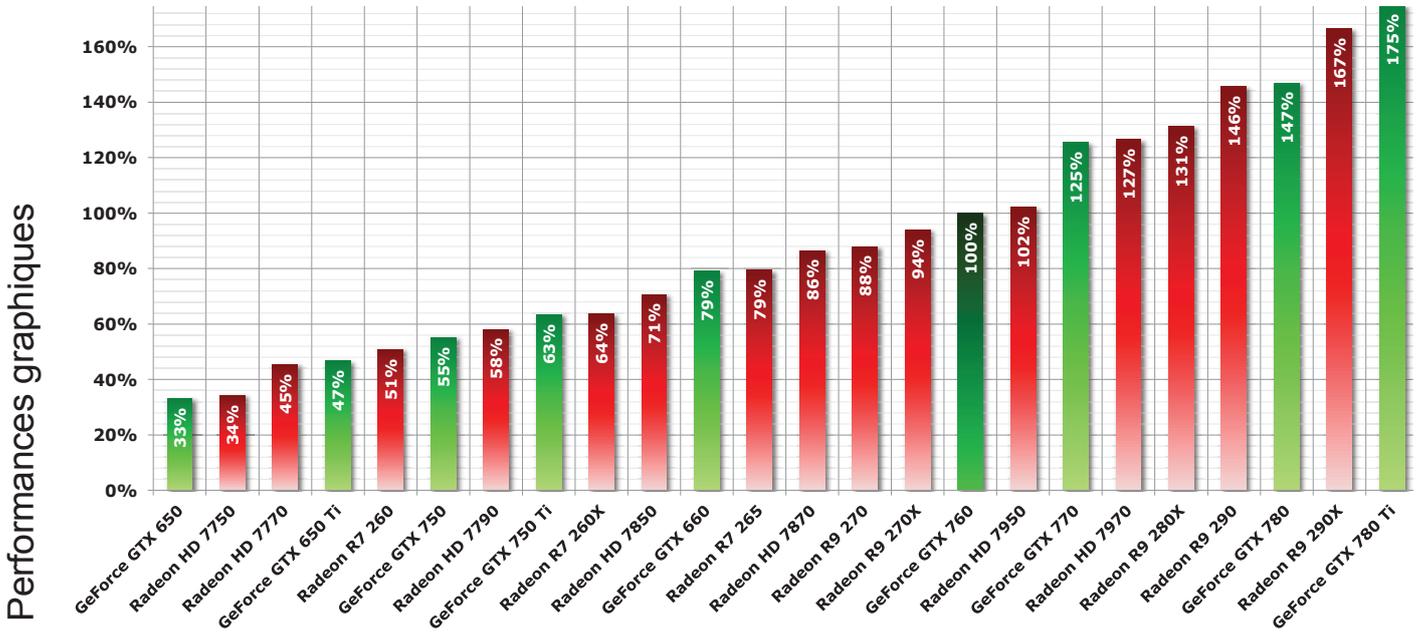
Radeon R9 290

La Radeon R9 290 est actuellement le meilleur rapport performances/prix aux alentours de 350 €. Les benchmarks montrent qu'elles se situent aux mêmes niveaux qu'une GTX 780 "non-Ti", l'ancien fleuron de Nvidia. Choisissez en revanche impérativement un modèle custom pour ne pas devenir sourd au premier jeu lancé.



Benchmarks : 24 GPU d'un coup d'œil !

Moyenne pondérée : Tomb Raider, F1 2013, GRID 2, Assassin's Creed IV, Batman : Arkham Origins, Hitman : Absolution, Civilization V : G&K, Skyrim, Crysis 3, Mass Effect 3, Metro : Last Light, Battlefield 4, BioShock : Infinite, Far Cry 3 – Résolution : 1920 x 1080 – Référence 100% : GeForce GTX 760



Performances graphiques

Spécifications des GPU AMD

Nom	€	Gravure (nm)	Unités de calcul			Gflops	Fréquence (MHz)		Type de mémoire	Taille Mémoire	Type de bus	BP Mémoire	TDP
			Shaders	Textures	Rendu		GPU	Mémoire					
Radeon R7 240	Oland Pro	28	320	20	8	499,2	780	1125	DDR3	1024	128 bit	70,3	~30W
Radeon R7 250	Oland XT	28	384	24	8	806,4	1050	1150	GDDR5	1024	128 bit	71,9	~50W
Radeon R7 260	Bonaire	28	768	48	16	1536	1000	1500	GDDR5	1024	128 bit	93,8	~105W
Radeon R7 260X	Bonaire XTX	28	896	56	16	1971,2	1100	1625	GDDR5	2048	128 bit	101,6	~115W
Radeon R7 265	Pitcairn Pro	28	1024	64	32	1843,2	900	1400	GDDR5	2048	256 bit	175,0	~150W
Radeon R7 270	Curaçao Pro	28	1280	80	32	2368	925	1400	GDDR5	2048	256 bit	175,0	~165W
Radeon R7 270X	Curaçao XT	28	1280	80	32	2688	1050	1400	GDDR5	2048	256 bit	175,0	~180W
Radeon R9 280	Tahiti Pro	28	1792	112	32	3343,9	933	1250	GDDR5	3072	384 bit	234,4	~225W
Radeon R9 280X	Tahiti XT	28	2048	128	32	4096	1000	1500	GDDR5	3072	384 bit	281,3	~250W
Radeon R9 290	Hawaii Pro	28	2560	160	64	4848,6	947	1250	GDDR5	4096	512 bit	312,5	~275W
Radeon R9 290X	Hawaii XT	28	2816	176	64	5632	1000	1250	GDDR5	4096	512 bit	312,5	~290W

Spécifications des GPU NVIDIA

Nom	GPU	Gravure (nm)	Unités de calculs			Gflops	Fréquences (MHz)			Type de mémoire	Taille Mémoire	Type de bus mémoire	BP Mémoire	TDP
			Shaders	Textures	Rendu		GPU	Turbo	Mémoire					
GeForce GTX 650	GK107	28	384	32	16	812,5	1058	N/A	1250	GDDR5	1024	128 bit	78,1	~60W
GeForce GTX 650 Ti	GK106	28	768	64	14	1425	928	N/A	1350	GDDR5	2048	128 bit	84,4	~115W
GeForce GTX 660	GK106	28	960	80	24	1882	980	1033	1502	GDDR5	2048	192 bit	140,8	~133W
GeForce GTX 660 Ti	GK104	28	1344	112	24	2460	915	908	1502	GDDR5	2048	192 bit	140,8	~165W
GeForce GTX 670	GK104	28	1344	128	32	2704	1006	1058	1502	GDDR5	2048	256 bit	187,8	~170W
GeForce GTX 680	GK104	28	1536	128	32	3090	1006	1058	1502	GDDR5	4096	256 bit	187,8	~185W
GeForce Titan Black	GK110	28	2880	240	48	5121	889	1006	1750	GDDR5	6144	384 bit	328,1	~210W
GeForce GTX 750	GM107	28	512	32	16	1044	1020	1085	1250	GDDR5	1024	128 bit	78,1	~65W
GeForce GTX 750 Ti	GM107	28	640	40	16	1306	1020	1085	1350	GDDR5	2048	128 bit	84,4	~60W
GeForce GTX 760	GK104	28	1152	96	32	2258	980	1033	1502	GDDR5	2048	256 bit	187,8	~145W
GeForce GTX 770	GK104	28	1536	128	32	3210	1045	1136	1750	GDDR5	2048	256 bit	218,8	~175W
GeForce GTX 780	GK110	28	2304	192	48	3977	863	1006	1502	GDDR5	3072	384 bit	281,6	~200W
GeForce GTX 780 Ti	GK110	28	2880	240	48	5040	875	1020	1750	GDDR5	2048	384 bit	328,1	~250W



creajeux

L'école des métiers du jeu vidéo

Nîmes

Formations labellisées par le SNJV (Syndicat National du Jeu Vidéo)

Testeur

Programmeur

Infographiste 3D

Infographiste Cinématique



Journées portes ouvertes

Mercredi 15/01/14 de 10h à 18h

Vendredi 14/02/14 de 10h à 18h

Samedi 15/02/14 de 9h30 à 12h

Mercredi 26/03/14 de 10h à 18h

Vendredi 25/04/14 de 10h à 18h

Samedi 26/04/14 de 9h30 à 12h



Le jeu est ta passion et tu veux en faire ton métier, viens participer au grand concours des 10 ans de Creajeux et gagne tes études sur :

<http://www.creajeux.fr>

Alimentation

Le choix d'une alimentation n'est pas qu'une affaire de watts. L'efficacité et la modularité rentrent certes aussi en ligne de compte, mais c'est surtout la qualité de fabrication qui fera la différence. Un bon bloc est gage de stabilité et de longévité.

Beaucoup d'utilisateurs négligent le choix de leur alimentation pour une raison compréhensible : à court terme, peu de choses distinguent un modèle de mauvaise qualité d'un autre bien mieux conçu. Pourtant, sur le moyen ou le long terme, les différences sont nettes : une alimentation de bonne qualité chauffera moins, sera plus silencieuse, assurera une stabilité parfaite du PC et préservera vos autres composants d'un vieillissement accéléré. Mais avant de vous soucier de la

qualité, vous devrez d'abord choisir une puissance. Gardez à l'esprit que les configurations actuelles sont nettement plus économes en énergie qu'elles ne l'étaient il y a quelques années. Notre configuration la plus haut de gamme ne consomme par exemple pas plus de 350 W. À moins de choisir des composants particulièrement gourmands (CPU AMD FX + Radeon HD haut de gamme), une alimentation de plus de 500 W est inutile. Côté rendement, privilégiez le 80+ Gold qui s'est largement

démocratisé, sauf si votre budget est très restreint. Le choix d'un modèle modulaire (avec connecteurs détachables) sera dicté par la taille de votre tour : plus elle est petite, plus il peut être intéressant de supprimer les câbles inutilisés pour ne pas l'encombrer. Enfin, il n'est malheureusement pas possible de connaître la qualité d'un bloc en parcourant sa fiche technique. À l'exception notable de Seasonic, toutes les marques proposent désormais des modèles douteux dans leur catalogue.

ENTRÉE DE GAMME

45 €

LDLC BG-400

La majorité des alimentations commercialisées aujourd'hui en "retail" sont en fait fabriquées par les trois mêmes constructeurs : Seasonic, FSP et CWT. Le revendeur LDLC, lui, a flairé le bon filon en court-circuitant les grandes marques pour se fournir directement à la source. Résultat : sa BG-400,

basée sur une S12-II de Seasonic, est de loin la meilleure qualité que l'on peut obtenir à ce niveau de prix. Spécifiée 80+ Bronze à 400 W, elle dispose de performances électriques plus que correctes. Si toutefois vous ne pouvez pas vous fournir chez LDLC, l'Antec HCG520 reste une bonne alternative.



MILIEU DE GAMME

75 €

LDLC QS-550+

Après le succès de sa gamme BG dans l'entrée de gamme, LDLC a reproduit à l'identique sa recette-miracle dans le segment supérieur. Cette fois, c'est l'excellente base G-Series de Seasonic qui a été utilisée pour sa gamme QS. Le modèle QS-550+ que nous vous

recommandons ici est certifié 80+ Gold, d'une stabilité sans faille, silencieux et électriquement proche de la perfection. Impossible de faire mieux à ce prix : les "grandes marques" n'offrent des produits comparables que 30 % plus cher au minimum.



HAUT DE GAMME

150 €

Seasonic P-660

Le luxe n'est pas une affaire de quantité mais de qualité. Inutile donc de vous jeter sur la dernière alimentation de 1 200 W si vous venez d'hériter de tata Eugénie : ce modèle de 660 W représente déjà la perfection dans le haut de

gamme à un prix qui reste raisonnable. D'un rendement très élevé (80+ Platinum), elle est modulaire, offre une puissance suffisante pour l'écrasante majorité des configurations et la qualité du courant fourni atteint quasiment la perfection.



Stockage

Rien de vraiment nouveau dans le monde du stockage :

les disques durs peinent toujours à dépasser les 4 To et les tarifs n'évoluent guère ce trimestre.

Côté SSD en revanche, la chute des prix se poursuit, pour le plus grand bonheur des utilisateurs.

En fait, il existe tout de même une nouveauté : depuis le début de l'année, des PC "Desktop" très haut de gamme totalement dépourvus de disque dur apparaissent chez les revendeurs. L'arrivée des SSD de 1 To à moins de 500 € n'y est évidemment pas pour rien. Le commun des mortels choisira tout de même un couple HDD/SSD afin de stocker ses applications sur le SSD et ses données sur le disque dur ; utiliser de la mémoire flash pour stocker des vidéos revient à jeter son argent par la fenêtre. Le choix d'un SSD n'est pas très compliqué

puisque seuls deux paramètres importent concrètement : le prix et la capacité. Si les benchmarks peuvent parfois montrer d'importantes disparités entre différents modèles (en particulier avec les dernières technologies de NAND Flash), les écarts restent le plus souvent purement virtuels. Il sera impossible de les distinguer en pratique. La notion de fiabilité est également importante mais à l'exception de la marque OCZ qu'il convient d'éviter pour son passif dans le domaine, rien à signaler à notre connaissance. Côté disque dur, le marché est

monopolisé par Western Digital et Seagate qui proposent des produits aux performances équivalentes. Veillez tout de même à choisir un modèle 7 200 tr/min, sauf si vous ne le destinez qu'au stockage pur et dur (backup, vidéo) : les déclinaisons à 5 400-5 900 tr/min sont vraiment plus lentes en pratique. Et au cas où vous vous poseriez la question : évitez le RAID, à moins d'être absolument sûr de ce que vous faites et d'effectuer des backups très réguliers. À la moindre défaillance du driver, vous risquez de perdre l'intégralité de vos données.

ENTRÉE DE GAMME

75 €

Seagate Desktop SSHD 1 To

Nous avons décidé de vous recommander en entrée de gamme le disque dur hybride SSHD 1 To de Seagate. Pour seulement 20 € de plus que le modèle 1 To classique, il embarque 8 Go de mémoire cache qui font office de mini-SSD. Le gain en

performances sur les applications est très sensible (de 30 à 50 %) et justifie vraiment le faible surcoût pour tous ceux qui ne peuvent se payer un "vrai" SSD. La partie disque dur est à 7 200 tr/min et ce SSHD ne nécessite aucun pilote ni installation particulière.



MILIEU DE GAMME

200 €

Seagate Barracuda 2 To + Crucial M500 240 Go



Nous remplaçons ce trimestre l'Intel 530 en fin de vie (mais qui n'aura pas démérité) par le Crucial M500. Si la version 120 Go offre des performances synthétiques un peu en retrait, le 240 Go talonne les autres

modèles et ne s'en distingue pas avec des applications réelles. Son prix très bas en fait le choix idéal. Pour la partie stockage, nous recommandons toujours le Barracuda 7200.14 de 2 To fabriqué par Seagate.

HAUT DE GAMME

450 €

Seagate Barracuda 3 To + Samsung 840 500 Go

Pour stocker vos vidéos de vacances, il vous faut de la capacité : 3 To ne seront pas de trop, surtout si vous prenez plaisir à visionner celles d'inconnus qui s'exhibent en plusieurs saisons et en VOST sur PirateBay.

Nous avons sélectionné également un SSD Samsung 840 Evo de 500 Go afin d'y placer vos applications. Sa fiabilité ne souffre d'aucun problème pour l'instant mais nous continuons de le surveiller de près.



Moniteur

ENTRÉE DE GAMME

165 €

Iiyama ProLite E2483HS-B1



Le remplaçant de l'excellent E2480 arrive avec quelques discrètes améliorations : 0,5 pouce de diagonale supplémentaire, une consommation réduite, des angles de vision un poil plus larges et une prise DisplayPort qui vient remplacer le connecteur HDMI. Pour le reste, ce modèle

d'Iiyama garde ce qui faisait sa force, c'est-à-dire un rapport qualité/prix imbattable. Notons l'initiative de *Materiel.net* qui propose un pack comprenant trois de ces écrans montés sur un pied spécial, ce qui permet d'accéder aux joies du bureau en 5760 x 1080 pour moins de 650 €.

Technologie : TN rétroéclairage LED **Diagonale :** 24 pouces (61 cm) **Résolution native :** 1920 x 1080 (16/9) **Angles de vision (H°/V°) :** 178°/178° **Temps de réponse :** 5 ms **Luminosité :** 300 cd/m² **Contraste :** 1000:1 **Connectique :** VGA, DisplayPort, DVI-D **HDCP :** Oui **Haut-parleurs :** 2x1,5W **Dimensions sur pied (L x H x P) :** 561 x 449 x 216,5 mm **Poids :** 4,6 kg **Consommation :** 36 W (0,5 en veille) **Ajustements :** Inclinaison avant/arrière

MILIEU DE GAMME

250 €

Iiyama ProLite E2773HS-GB1

Le 27 pouces en full HD est devenu un vrai standard depuis quelque temps et cela tombe bien puisque les prix ont baissé en 2013. Désormais, un bon modèle se trouve autour des 250 euros, comme ce E2773 d'Iiyama. Temps de réponse impeccable, gros contraste, connectique complète, il

sera parfait pour le jeu vidéo (accompagné d'une grosse carte graphique), le cinéma en HD ou bien sûr la bureautique. La dalle TN ne satisfera peut-être pas les graphistes pointilleux et autres retoucheurs photo, qui se dirigeront vers des dalles IPS au tarif et au temps de réponse plus élevés.

Technologie : TN rétroéclairage LED **Diagonale :** 27 pouces (69 cm) **Résolution native :** 1920 x 1080 (16/9) **Angles de vision (H°/V°) :** 170°/160° **Temps de réponse :** 3 ms **Luminosité :** 300 cd/m² **Contraste :** 1200:1 **Connectique :** VGA, DVI-D, HDMI 1.3 **HDCP :** Oui **Haut-parleurs :** Oui **Dimensions sur pied (L x H x P) :** 647 x 455 x 239 mm **Poids :** 5,3 kg **Consommation :** 28 W (0,5 W en veille) **Ajustements :** Inclinaison avant/arrière



HAUT DE GAMME

450 €

Asus VG278HE



La 3D Vision de Nvidia est clairement en perte de vitesse (mais n'a-t-elle jamais vraiment sprinté ?). Malgré cela, les écrans 3D comme le VG278HE peuvent encore représenter un choix intéressant pour une config haut de gamme, grâce à leur fréquence de rafraîchissement de 120 Hz qui améliore la fluidité

de l'image – pour peu que la carte graphique soit capable d'atteindre les 120 images par seconde. Bien sûr, à ce prix, l'engin est très bien construit et l'image de 27 pouces est splendide. Attention, l'arrivée des moniteurs à technologie GSync pourrait ringardiser ce genre d'écran d'ici quelques mois...

Technologie : TN rétroéclairage LED **Diagonale :** 27 pouces (69 cm) **Résolution native :** 1920 x 1080 (16/9) **Angles de vision (H°/V°) :** 170°/160° **Temps de réponse :** 5 ms **Luminosité :** 340 cd/m² **Contraste :** 1000:1 **Connectique :** VGA, DVI-D Dual Link, HDMI 1.4 **HDCP :** Oui **Haut-parleurs :** Oui (2x3 watts) + prise casque **Dimensions sur pied (L x H x P) :** 643 x 460 x 220 mm **Consommation :** Inférieure à 65 W (0,5 W en veille) **Poids :** 8 kg **Ajustements :** Inclinaison avant/arrière/droite/gauche

4K : les nouvelles du front

2014 sera-t-elle l'année du 4K abordable ? Ou faudra-t-il attendre 2015, voire 2016, avant que cette résolution vertigineuse (3840 x 2160) soit accessible à monsieur Tout-le-monde ? C'est la question qui agite les amoureux du pixel, les ayatollahs de la hi-res' et autres obsédés du pitch. Suite à notre dossier du précédent

numéro, nous continuons de surveiller attentivement l'évolution des prix des écrans 4K. Nous vous avons prédit l'apparition des premiers modèles abordables (sous la barre des 800 euros) pour cet été. Or, l'équinoxe de printemps arrive à grands pas et rien n'a bougé. L'Asus PQ321QE, un splendide 32 pouces 4K

que nous avons testé, reste inaccessible, à plus de 3 000 € en moyenne chez les vendeurs en ligne. Dell propose bien du 4K à 1 300 €, mais sur une diagonale de 24 pouces, ce qui nous paraît vraiment faible. Son grand frère 32 pouces, l'Ultrasharp UP3214Q, est à 2 500 €. Bref, le 4K pour tous n'est pas encore une réalité.

Boîtier

ENTRÉE DE GAMME **39 €**

Cooler Master N200 Dimensions (L x P x H) : 202 x 445 x 378 mm | Poids : 4,3 kg

Si vous n'êtes pas sensible au charme de ces boîtiers haut de gamme en nano-carbone ionisé doré à l'or fin (parce que chez vous, un PC, ça se colle sous le bureau et ça ne se voit pas), vous pourrez facilement gratter quelques dizaines d'euros sur le prix

de votre nouvelle config. À moins de 40 €, on trouve par exemple le N200 de Cooler Master qui offre l'essentiel : un design discret, de quoi héberger 4 disques et 2 cartes graphiques ainsi que 2 ventilos 120 mm pour rafraîchir l'ensemble.



MILIEU DE GAMME **98 €**

Fractal Design Define R4 Dimensions (L x P x H) : 232 x 523 x 464 mm | Poids : 12,3 kg

Depuis plus d'un an, le R4 reste pour nous la référence en matière de "beau boîtier à prix raisonnable". Pour moins de 100 €, il est possible d'installer une config sérieuse dans un objet dont le design scandinave et minimaliste ne devrait pas épouvanter Madame. La qualité de construction est irréprochable, les finitions très bonnes (bords arrondis, passe-câbles) et

les panneaux traités antibruit pour s'épargner quelques décibels. La ventilation est assurée par deux ventilos de 140 mm à vitesse réglable (vous pourrez en rajouter cinq autres si vous êtes un overclockeur de l'extrême). Le juste prix pour ce boîtier est à moins de 100 €, évitez donc de le prendre chez ces revendeurs qui le proposent à 115 €...

HAUT DE GAMME **150 €**

Corsair Obsidian 550D Dimensions (L x P x H) : 221 x 531 x 496 mm | Poids : 7,5 kg

Les boîtiers Obsidian de Corsair n'ont jamais été les moins chers, mais cette gamme est ce qui se fait de mieux si vous souhaitez absolument abriter vos composants hors de prix dans un tour luxueuse. La 550D est un bel objet, équipé de ce qui se fait de mieux en matière de silence et de refroidissement : amortisseur en silicone pour diminuer les vibrations,

mousse acoustique sur les panneaux, place prévue pour accueillir jusqu'à 10 ventilos 120 mm (3 sont déjà fournis) et un système de watercooling. Et à ce tarif, vous avez bien entendu de l'aluminium brossé sur le panneau de façade, car tout le monde sait que le plastique présent sur les boîtiers à moins de 100 € a une vilaine odeur de prolétariat.



Christine, le boîtier du futur ?

Si vous lisez *Carnad PC Hardware*, vous avez forcément déjà tripoté les entrailles d'un PC, plongé les mains dans le cambouis pour installer un disque dur ou changer une alimentation grillée. Vous savez donc à quel point l'exercice est pénible, surtout quand la petite vis tombe derrière la carte mère ou qu'il faut chercher à tâtons le connecteur SATA obstrué par le cul de la carte graphique. Tout ça, c'est (peut-être) du passé. Razer a présenté au CES de Las Vegas un prototype de boîtier révolutionnaire qui a fait beaucoup parler de lui. Christine – c'est le nom de code du projet – se présente sous la forme d'une axe central vertical sur lequel viennent se clipper des modules d'extension intégrant chacun un élément du PC : alimentation, CPU, RAM, carte graphique, disques durs, lecteurs Blu-ray, module

de monitoring avec écran LCD... Vous voulez rajouter un SSD ? Commandez le module chez Razer, branchez-le sur un emplacement libre et rallumez le PC. Tous les éléments sont reliés entre eux via une architecture PCI-Express contenue dans le pilier central. Le meilleur pour la fin : ce pilier contient aussi un système de refroidissement à l'huile minérale (on ne rigole pas) qui fait circuler le liquide entre les différents composants via un système de double valve. Bon, pour l'instant c'est du prototype, et même si Razer a pu présenter le boîtier au public, personne n'a encore pu vérifier ce qu'il contenait ni même essayer l'engin en situation réelle. Pas la peine de s'exciter dès aujourd'hui, nos bons vieux boîtiers en acier avec leurs fils qui pendent et de la poussière partout ont encore de beaux jours devant eux.



Le Son sur PC

ENTRÉE DE GAMME

Altec Lansing BXR 1320

16 €

S'il vous faut juste de petites enceintes d'appoint pour une occasionnelle vidéo YouTube ou un morceau de trance-grindcore en fond sonore, pas la peine de claquer 50 euros : les BXR 1320 feront le boulot sans problème. Elles ont en plus le bon goût de ne pas polluer votre espace de travail avec un encombrement et un système filaire réduits (l'alimentation se fait par câble USB).



Type : 2.0 Puissance : 9 W Prise casque : Non
Dimensions d'un satellite : 66 x 85 x 160 mm

Creative Inspire T10

40 €

À 40 €, les Inspire T10 ne vous permettront pas de sonoriser une boîte de nuit de 2 000 m², mais pour une utilisation classique (jeu vidéo, cinéma), ces enceintes 2.0 sont largement suffisantes. Le modèle idéal si vous n'avez pas envie de vous embêter avec du 5.1 et les kilomètres de câbles qui vont avec.



Type : 2.0
Puissance : 10 watts
Prise casque : Oui
Dimensions d'un satellite : 137 x 90 x 194 mm

MILIEU DE GAMME

SteelSeries Siberia v2

75 €

Des douzaines de micros-casques que nous avons testés depuis plusieurs années à *Canard PC Hardware*, le Siberia est le modèle au meilleur rapport qualité/prix. Ses avantages : une restitution sonore plus que correcte (particulièrement sur le modèle Frost Blue à 120 € avec sa carte son USB intégrée) et un confort quasi parfait. Son arceau spécial applique juste la bonne pression sur le sommet du crâne, tandis que les écouteurs rembourrés de mousse n'écrasent pas les délicats cartilages de l'oreille. C'est un casque qu'on peut porter 4 heures d'affilée sans douleur, ce qui est loin d'être le cas de 90 % des autres modèles du marché.



Plage de fréquences :
18-28 000 Hz
Connexion :
2 jacks 3,5 mm
Longueur du câble : 3 m

Edifier C2X

100 €

Là, on entre dans la catégorie des très beaux kits d'enceintes. Cet ensemble 2.1 de la marque réputée Edifier intègre un ampli dédié qui offre un son de qualité. Le design de l'ensemble est très réussi, avec un look futuriste et des matériaux élégants sur le module de commande. Pour ce prix, vous avez aussi droit à une prise jack 3,5 mm, une prise Aux pour passer de la musique depuis le téléphone portable et des branchements bien pensés qui vous évitent d'avoir un plat de spaghettis pendouillant sous le bureau.



Type : 2.1
Puissance : 54 W
Prise casque : Oui
Dimensions d'un satellite :
130 x 90 x 180 mm
Dimensions du caisson :
232 x 2880 x 242 mm

HAUT DE GAMME

Logitech Z906 Digital THX

290 €

Type : 5.1 Puissance : Satellites 67 W, voie centrale 67 W, caisson 165 W Prise casque : Oui
Entrées : 2 optiques, 1 coaxiale, 6 analogiques
Dimensions du satellite / voie centrale :
160 x 83 x 89 mm / 89 x 160 x 89 mm
Dimensions du caisson : 330 x 292 x 279 mm



Toujours pas de baisse de prix pour le Z906 de Logitech, qui reste collé à la barre des 300 €, mais constitue le meilleur kit d'enceintes PC 5.1 du marché. La puissance sonore est surdimensionnée et vous garantira une descente de police dès que vous pousserez le taquet du volume au-delà des 25 %. Les 4 satellites, le caisson de basse et le module de commande sont splendides. Ce dernier fait en plus office de décodeur Dolby qui transforme ces Z906 en un véritable kit home cinema. Une débauche de watts et de fonctionnalités qui fera honneur à une config très haut de gamme et une bonne carte son.

Sennheiser PC 360 G4ME

150 €

Son tarif a légèrement baissé mais le PC 360 reste un casque très coûteux. Le prix est néanmoins justifié : il s'agit du meilleur modèle du marché, aussi bien en ce qui concerne la restitution sonore (Sennheiser est un spécialiste des casques hi-fi pour audiophile, ça se sent) que pour le confort. Un investissement conséquent, mais qui se justifie pleinement si vous voulez jouer plusieurs heures par soir à des jeux en réseau dans des conditions optimales tout en dégustant de temps en temps quelques fichiers musicaux au format lossless.



Plage de fréquences :
15-28 000 Hz
Connexion :
2 jacks 3,5 mm
Longueur du câble : 3 m

VOS PROUESSES SPORTIVES MÉRITENT D'ÊTRE PARTAGÉES EN FULL HD

14

ACCESSOIRES
FOURNIS



CAMÉRA SPORTIVE

Touch

- ▶ Capteur 20 Mpx f/2,8 grand angle
- ▶ Vidéo Full HD
- ▶ Modes TimeLapse - Rafale
- ▶ Application iOS et Android
- ▶ Connectivité Wi-Fi - USB - HDMI
- ▶ Carte SD 8 Go offerte

189€⁹⁵

Avis client : ★★★★★

« Simple d'utilisation,
image et vidéo de
bonne qualité. »

PLUS DE 25 000 PRODUITS HIGH-TECH SUR



LDLC.com
HIGH-TECH EXPERIENCE



Les Souris et Claviers pour joueurs

Les souris basiques mais efficaces

Roccat Kova [+]

50 €

Dans la catégorie poids plume (moins de 90 grammes), ce modèle Roccat parfaitement adapté à la prise fingertips (taille fine et panneaux latéraux avec revêtement antidérapant) est le meilleur mulot du marché.



Logitech G100S

32 €

Idéal pour ceux qui ne souhaitent pas claquer un SMIC dans une souris, ce modèle d'entrée de gamme de Logitech s'avère largement suffisant pour toutes les utilisations (bureautique, jeu vidéo) et sa forme neutre lui garantit d'être confortable pour toutes les mains.



Les modèles bourgeois

Razer Taipan

75 €



Pour nous le meilleur modèle de chez Razer. Le prix est un coup de fusil, mais à ce tarif, vous aurez une souris luxueuse, très bien construite et bénéficiant de tous les raffinements possibles (8200 dpi, drivers perfectionnés...).

Roccat Kone Pure Optical

65 €



La version Pure Optical est la moins chère des Kone et reste également une valeur sûre à nos yeux, grâce à son gabarit moyen bien adapté à tous les types de prise en main et son capteur optique 4 000 ppp, moins cher que les capteurs laser mais tout aussi efficace en pratique.

Les grosses souris bardées de boutons

Logitech G602

70 €



La G602 est l'une des meilleures souris sans fil pour joueur. Elle ne dispose certes "que" de 8 boutons mais son confort d'utilisation est remarquable. Son capteur 2 500 dpi capable de gérer une accélération de 2 m/s la rend également réactive et précise. Pour ne rien gâcher, Logitech n'a pas négligé l'autonomie qui peut atteindre 250 heures avec deux piles AA.

Razer Naga Hex

80 €



La Naga ne propose "que" six boutons sur la tranche mais leur organisation en hexagone et leur toucher mécanique en font une souris particulièrement agréable à utiliser. Comme d'habitude chez Razer, les couleurs sont moches mais les drivers excellents.

Toucher portable

Logitech Illuminated Keyboard 75 €

On aimerait que son prix baisse sérieusement ou qu'il soit remplacé par un modèle supportant mieux certaines combinaisons de touches utilisées dans les jeux vidéo, mais l'Illuminated reste pour l'instant l'un des plus beaux et des plus confortables du marché.



Logitech K120

13 €

Claquer 80 euros dans un clavier vous paraît aberrant ? Alors le K120 fera très bien son boulot pour un sixième du prix. Pas de rétroéclairage ni même de touches programmables mais un confort de frappe tout à fait honnête et une solidité éprouvée.



Toucher mécanique

Ozone Strike 75 €



Le moins cher des claviers mécaniques du marché voit encore son prix chuter, ce qui ne le rend que plus attractif. Si ce n'est une déco moyenne (fausse tache de sang sur le repose-poignet...), le Strike est un très bon modèle équipé de contacteurs Cherry MX Black.

Corsair K60 105 €



Un des claviers les plus élégants que nous ayons eus entre les mains, avec des touches à contacteurs Cherry MX Red dont la sonorité et les sensations tactiles raviront les amateurs de toucher mécanique.

Logitech G710+

120 €



À notre humble avis, le meilleur clavier mécanique du marché pour cette tranche de prix. Les contacteurs Cherry MX Brown garantissent un toucher mécanique confortable et souple sans pour autant être aussi bruyants que les Red ou les Black. Le design est très réussi et la qualité de fabrication, comme souvent chez Logitech, irréprochable.

Périphériques de jeu vidéo

Les jeux d'action et de sport

ENTRÉE DE GAMME

30 €

Contrôleur Xbox 360 pour Windows

Toujours le meilleur rapport qualité/prix du marché, en attendant la sortie en magasin de la version PC du contrôleur Xbox One (qui coûtera probablement un peu plus cher). Impeccable pour profiter des jeux de sport ou autres shoots à la troisième personne.



Un nouveau pachyderme chez Saitek

Saitek s'apprête enfin à lancer un successeur à son increvable X-52. L'engin s'appellera X-55 Rhino et son prix devrait rester inférieur à 190 € (seulement 20 € de plus qu'un X-52 Pro). La liste des fonctionnalités et raffinements est longue comme le bras : 8 axes dont un palonnier par torsion du manche et une double manette des gaz, cinq chapeaux directionnels, une tonne de boutons, une tension réglable via des ressorts interchangeable, des potentiomètres Hall 16 bits... À ce prix-là, il ne faudra pas s'attendre à une finition 100 % métal comme sur le Warthog de Thrustmaster, mais le X-55 semble un poil mieux construit que son petit frère. Si Saitek réussit à éliminer les gros défauts du X-52 – le manche qui branle en position centrale et certains boutons au feeling Playskool –, le X-55 devrait devenir le modèle de référence pour ceux qui souhaitent s'offrir un HOTAS sans se ruiner. Sortie prévue en avril et sans doute test dans le prochain numéro de *Canard PC Hardware*.



Les simulateurs de vol

ENTRÉE DE GAMME

42 €

Thrustmaster T.16000M

C'est le meilleur joystick dans la catégorie des moins de 50 €. Les senseurs Hall et la fluidité du manche lui assurent une précision irréprochable, sans aucun jeu au centre. La manette des gaz est un peu petite, mais l'axe du palonnier par torsion du manche se révèle très pratique.

MILIEU DE GAMME

170 €

Saitek X52 Pro Le rapport qualité/prix de ce combo joystick/manette des gaz est toujours imbattable, il reste le modèle à choisir pour débuter dans le monde merveilleux des simulateurs de vol. Sept axes, une douzaine de boutons programmables, trois chapeaux chinois, vous aurez largement de quoi faire pour piloter avions et vaisseaux spatiaux sans toucher le clavier.



TrackIR 5

Les experts de la simulation de vol vous le diront : impossible de se passer d'un TrackIR une fois qu'on y a goûté. Cette caméra spécialisée détecte les mouvements de tête du joueur et les reproduit dans le jeu, ce qui évite de diriger le regard avec un chapeau chinois. Indispensable sur *IL-2 Sturmovik*, *Rise of Flight*, *DCS A-10* et probablement sur les nouvelles simu' spatiales comme *Elite Dangerous* et *Star Citizen*.



180 €

HAUT DE GAMME

300 €

Thrustmaster HOTAS Warthog

Grosse baisse de prix sur ce HOTAS de grand luxe, reproduction fidèle et 100 % métal du manche de l'A-10 américain. On trouve désormais cette Rolls du joystick à moins de 300 €

(contre 380 à sa sortie). Vu la qualité et la solidité de l'ensemble, c'est un investissement qui devrait se rentabiliser sur de nombreuses années pour l'amateur éclairé de simulation.



Les jeux de course

MILIEU DE GAMME

250 €

Logitech G27

Si vous comptez exploiter sérieusement un bon jeu de course type *iRacing*, *Project CARS* ou *F1 2013*, un bon volant est indispensable. Évitez les modèles bas de gamme qui ne vous donneront pas plus de sensation qu'un clavier et optez pour l'excellent G27 à retour de force. Son moteur Force Feedback est excellent, les trois pédales sont précises et les vitesses peuvent se passer au levier séquentiel ou par les palettes situées derrière un volant précis et confortable.



HAUT DE GAMME

400 €

Thrustmaster T500 RS GT

Le T500 de Thrustmaster est le meilleur modèle grand public disponible actuellement, avec ses énormes pédales métalliques qui pèsent une tonne, un moteur Force Feedback permettant de ressentir le moindre relief de la piste et un volant de grand diamètre. Rajoutez 130 € pour le volant Ferrari et vous avez le périphérique ultime pour les jeux de Formule 1.



INTERFACE

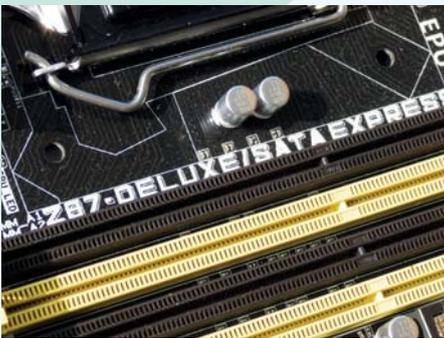
SATA Express

Chant du cygne pour le SATA

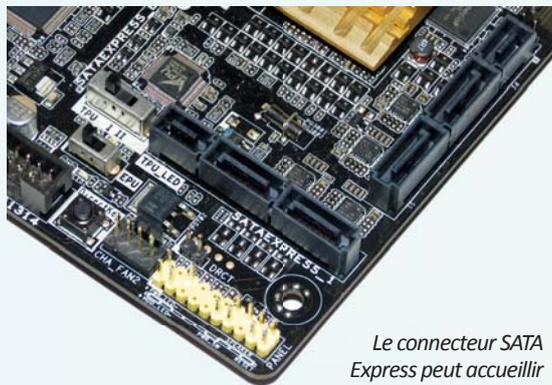
La plupart des SSD modernes saturent déjà l'interface SATA 6 Gbits et même si l'intérêt en pratique demeure loin d'être évident, il convient de poursuivre l'évolution technologique. Plutôt qu'une nouvelle révision, la tendance s'oriente vers le remplacement pur et simple de l'interface SATA au profit du PCI Express. Celui-ci est en effet bien rodé et parfaitement capable d'assurer les besoins futurs en matière de stockage.



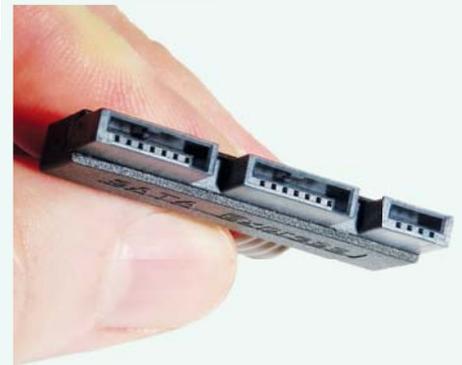
Asus fournit un PCB d'interface doté d'un connecteur PCI Express 4x.



La Z87-DELUXE/SATA EXPRESS fournie par Asus ne sera jamais vendue dans le commerce. D'autres modèles devraient toutefois suivre.



Le connecteur SATA Express peut accueillir deux fiches SATA classiques ou bien une SATA Express.



Comme un air de déjà-vu...

Au début des années 2000, les anciens bus de communication parallèles (LPT, AGP, IDE) ont laissé place à des déclinaisons sérielles plus pratiques et surtout plus rapides. L'USB, le SATA et le PCI Express se sont très vite démocratisés et demeurent aujourd'hui omniprésents. D'un point de vue technique, ces trois bus reposent sur un protocole électrique identique : il s'agit de paires différentielles LVDS avec un encodage hardware de type 8b/10b (128/130b sur le PCIe 3.0, mais c'est un détail). L'évolution logique serait donc que ces différents bus finissent par fusionner pour simplifier le design des composants. Et c'est justement ce qui est en train d'arriver. Le SATA montre par exemple ses limites et l'organisme en charge de sa standardisation semble avoir abandonné l'idée d'un éventuel SATA 4. L'option privilégiée est désormais une fusion avec le PCI Express. Pour ne pas brusquer les utilisateurs et assurer une rétrocompatibilité pendant un temps, un nouveau connecteur a été proposé : le SATA Express. Il est compatible tant électriquement que matériellement avec les connecteurs SATA classiques mais offre également la possibilité d'utiliser des lignes PCI Express standard. À vrai dire, il ne s'agit que de la déclinaison "Desktop" du connecteur M2 (NGFF) qui a déjà été approuvé pour les portables en remplacement du Mini PCIe.

Convaincant. Pour nous faire une idée de cette technologie, Asus nous a fourni un prototype d'une carte mère Z87 équipée de deux connecteurs SATA Express. Ceux-ci sont connectés à un contrôleur ASM106SE d'ASMerdia à défaut de support par le southbridge Z87. À ce sujet, il est décevant de constater qu'Intel semble avoir supprimé le support natif du SATA Express des futurs Southbridge Z97 ; il faudra donc impérativement passer par un bridge externe pour "fusionner" les lignes PCI Express et le SATA. L'expérience passée nous a montré que ce type de solution était pourtant moins efficace et parfois moins stable qu'un support natif. Asus fournit également une carte d'interface dotée d'un port PCI Express classique pour que nous puissions y connecter un SSD PCI Express comme le RAIDR. Sans surprise, les performances obtenues via le SATA Express sont strictement les mêmes que lorsque le SSD est connecté directement en PCI Express : aux alentours de 780 Mo/s de débit maximum. Rien de révolutionnaire là-dedans, mais il faut se souvenir que le SATA Express n'est pas un nouveau protocole mais un simple connecteur PCIe hybride. L'ensemble fonctionne donc très correctement dès à présent et mériterait un peu plus de support de la part d'Intel.

On se prend même à rêver que le géant de Santa Clara oublie un peu le très coûteux Thunderbolt pour s'intéresser au SATA Express... voire à l'USB Express ! Pourquoi diable imaginer des protocoles complexes sous royalties alors que la solution existe déjà avec le PCI Express ?

Notre avis

Oui, 10/10. Le SATA Express représente selon nous un exemple parfait d'une évolution technologique intelligente parfaitement bien implémentée et sans fioritures. Il n'y avait en effet nul besoin d'une nouvelle norme pour s'affranchir des limitations du SATA puisque le PCI Express est éprouvé et fait parfaitement l'affaire. L'idée de proposer un connectique permettant une rétrocompatibilité avec l'ancienne norme est de plus un excellent point qui devrait faciliter l'implémentation. Reste toutefois à prévoir désormais plus de lignes PCI Express sur les southbridges Intel. Pour rappel, ceux-ci ne communiquent toujours avec le CPU que via un bus DMI 2.0 équivalent à du PCIe 4x. Le goulet d'étranglement à ce niveau est donc de plus en plus problématique.

10/10

Devenez un pro du Hard !

Abonnez-vous à la bible du Hardware

Disponible aussi sur iPad pour 3,59 €

Démo Chaque application contient un numéro gratuit de démonstration
Pratique Téléchargement pour une lecture sans connexion internet
Innovant Mise en page conçue et optimisée pour iPad



→ Pour commander les anciens numéros de **Canard PC Hardware** : www.canardpc.com/boutique.html

Enfin une application iPad pour acheter un PC

PAIEMENT EN LIGNE SUR LE SITE CANARDPC.COM

BULLETIN D'ABONNEMENT (France métropolitaine)

À retourner dans une enveloppe affranchie, accompagné d'un chèque libellé en euros à l'ordre de Presse Non-Stop, à l'adresse suivante :
 PRESSE NON-STOP, ABONNEMENTS, BAL 62, 14 RUE SOLEILLET, 75020 PARIS

OUI je m'abonne pour 1 an, soit 4 numéros, 22 €

OUI je m'abonne pour 2 ans, soit 8 numéros, 42 €

Je joins mon règlement par chèque en euros à l'ordre de **Presse Non-Stop**.

Pour tout paiement par carte bancaire, ou pour l'étranger, merci de passer par notre site : <http://www.canardpc.com/boutique.html>

Date et signature obligatoires :

Nom et Prénom ou Raison Sociale

N° d'appartement ou de boîte aux lettres - Étage - Couloir - Escalier - Service

N° Type et nom de voie (ex. : avenue des fleurs)

Mentions spéciales de distribution et n° (BP, TSA, ...) ou Lieu-dit

Code Postal Localité de destination ou Bureau distributeur cedex ou Cedex

Nom et Prénom ou Raison Sociale

Téléphone

E-mail (obligatoire pour les relances abonnement) (à écrire en majuscules svp)

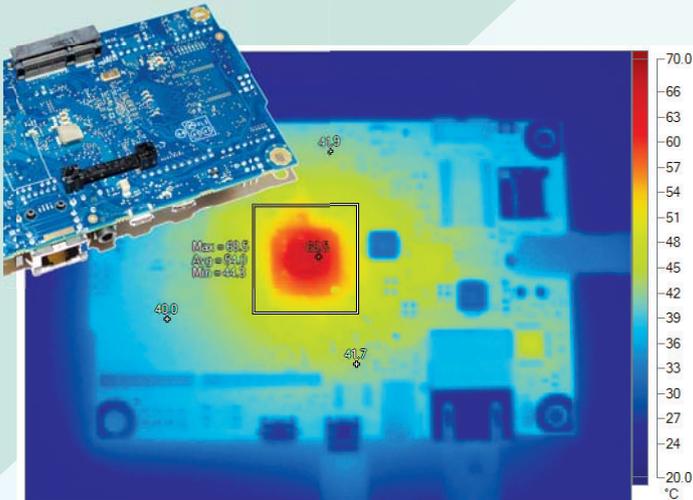
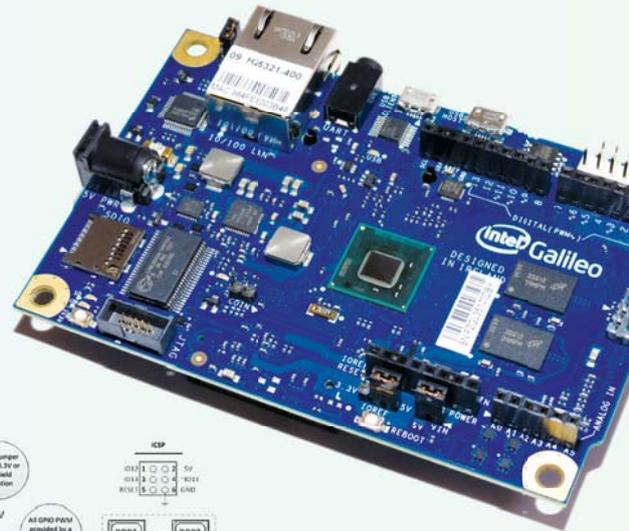
Début de l'abonnement à partir du prochain numéro à paraître.
 Offres valables jusqu'au 30 juin 2014.

Conformément à la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des données vous concernant en écrivant à notre siège social.
 Pour tout renseignement ou problème : abonnement@canardpc.com

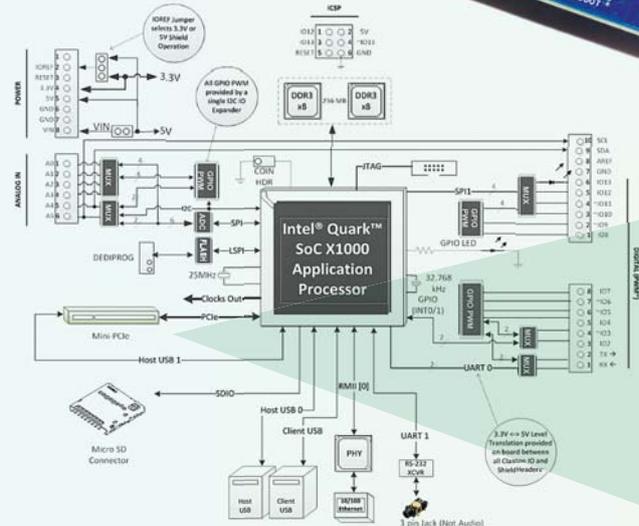
Intel Galileo

Prix : 60 €

La plateforme Galileo d'Intel commence enfin à être disponible après plusieurs mois d'attente. Réalisée en partenariat avec Arduino, cette carte de développement est basée sur un SoC Quark X1000 et apporte ainsi la compatibilité x86 à l'écosystème Arduino. En bons bidouilleurs et fans de bidules électroniques, nous l'avons décortiquée comme il se doit.



SoC Quark X1000 atteint tout de même les 70 °C en charge.



"x86 Everywhere" : c'est le nouveau credo d'Intel depuis quelque temps. L'objectif affiché est évidemment de concurrencer ARM dans tous les segments où il est ultra-majoritaire. À défaut de pouvoir s'attaquer dans l'immédiat aux appareils mobiles comme les montres connectées, Intel tente de faire découvrir l'intérêt de ses SoC avec une plateforme de développement électronique maison. L'engouement pour le Raspberry Pi n'y est probablement pas pour rien, mais cette carte n'a pas les mêmes capacités et n'est pas dédiée au même usage. Ici, pas de sortie audio ou vidéo : Galileo est avant tout une plateforme de développement hardware et non software. À ce titre, il se rapproche largement d'un Arduino boosté aux hormones. Le partenariat entre les deux sociétés semblait donc couler de source. Mais voyons tout cela de plus près. La carte Galileo mesure 7.5 x 10.5 cm. Elle se compose d'un SoC Quark X1000 constitué d'un CPU 32 bits mono-core similaire à 400 MHz. Son architecture est proche de celle du Pentium original (1993) ; il ne supporte aucune instruction SIMD comme le MMX ou le SSE. Le Quark X1000 intègre également la totalité du chipset, northbridge et southbridge inclus. Il est doté d'un contrôleur mémoire DDR3 et la carte Galileo embarque 256 Mo. Le SoC gère aussi le PCI Express, disponible sous la forme d'un port Mini PCIe au-dessous de la carte qui peut

accueillir une carte Wi-Fi ou un SSD. La connectique est très complète : deux ports USB 2.0 (hôte et client), un port Micro-SD, un port Ethernet 100 Mbps, du JTAG pour le debug et surtout un header Arduino qui peut accepter la majorité des shields du Uno. L'ensemble s'alimente obligatoirement par un adaptateur secteur alors que l'Arduino sait se contenter de l'USB. La consommation est d'environ 3.5/4 W avec une carte mémoire et une connexion Ethernet active.

HybrIDE. Côté software, Intel propose un environnement de programmation strictement identique à l'IDE d'Arduino. Malgré quelques bugs de jeunesse, l'ensemble fonctionne plutôt correctement. Le gros avantage reste toutefois la possibilité d'installer un Linux embarqué sur une carte MicroSD et de faire booter la carte Galileo dessus. Il suffit alors de s'y connecter en SSH via la connexion Ethernet puis de développer directement à distance. Malheureusement, là aussi, les bugs sont nombreux. Ils touchent tant l'aspect hardware (problème de conversion sur les ADC, crash aléatoire avec la connexion Ethernet, compatibilité à géométrie variable pour les cartes SD...) que Software (compilation erratique, librairie manquantes...). Et il ne faut pas compter sur la communauté pour vous venir en aide : elle demeure plus que restreinte à l'heure où nous écrivons ces lignes. Il s'agit bien là du

principal – et peut-être insoluble – problème de Galileo. Intel a voulu faire un "coup" marketing en proposant un partenariat avec Arduino et une plateforme x86 à prix abordable... mais oublie que sans support sérieux sur le long terme, la plateforme ne décollera jamais. Or, seulement quelques mois après la sortie, Arduino et Intel ne semblent déjà plus se soucier réellement de Galileo. Difficile de croire que l'embryon de communauté qui peine déjà à se former résistera à ce manque d'intérêt flagrant.

Notre avis

Sur le papier, Galileo était basé sur un concept intéressant : proposer la première plateforme de développement *low cost* basée sur du x86. Hélas, Intel semble ignorer une chose : quel que soit le hardware, seule une communauté importante et active peut assurer son succès. Et le moins que l'on puisse dire, c'est que les efforts du géant de Santa Clara demeurent plus que limités. Il n'est d'ailleurs déjà plus question que d'*Edison*, une seconde plateforme de développement de la taille d'une carte SD. À moins d'un retournement brutal de situation, nul doute que Galileo sera définitivement enterré d'ici quelques mois. Gâchis !

4/10

FAITES CONFIANCE AUX LEADERS !



PLUS DE 25 000 PRODUITS HIGH-TECH SUR

LDLC.com

HIGH-TECH EXPERIENCE

© marydolla - Fotolia.com

Cherry MX Board 3.0 Prix : 80 €

Cherry fait partie des quelques rares sociétés à disposer d'une technologie tellement reconnue qu'elle anéantit toute concurrence. Ses switches MX font ainsi l'unanimité... mais au sein des claviers d'autres marques : le fabricant allemand n'étant jamais parvenu à proposer lui-même un produit fini à succès. La faute à une mauvaise compréhension des joueurs et de leurs besoins. Avec le MX Board 3.0, les choses pourraient toutefois changer...



À gauche, une touche Low Profile du MX Board 3.0. À droite, un modèle classique.



Pour l'instant, seule la version MX Red est disponible.



"Chef, quand j'appuie là, ça s'enfoncé !"



Le savoir-faire de Cherry en matière de switches n'est plus à démontrer : 99 % des claviers mécaniques sur le marché utilisent les touches MX de la marque. Pour ce qui est du marketing par contre, c'est une autre paire de manches. Cherry aurait pu profiter de son expérience pour produire lui-même des claviers complets mais enchaîne hésitations et reculades depuis une bonne décennie. Il ne faut pourtant pas sortir de HEC pour voir l'énorme opportunité commerciale : avec la maîtrise des coûts apportée par l'utilisation de ses propres switches, il serait parfaitement possible de proposer un clavier mécanique efficace à prix modéré. L'arrivée du MX Board 3.0 semble démontrer que cette évidence a enfin été mise en pratique. Il s'agit d'un modèle USB assez classique doté d'un câble amovible et de switches MX Red. Ceux-ci se caractérisent par leur course linéaire (non-tactile) et leur faible force d'activation requise. L'accent a été mis sur le prix : alors que la plupart des modèles "Full Size" sont vendus entre 100 et 130 €, le MX Board 3.0 est proposé à 80 €, ce qui en fait le moins cher de sa catégorie. Point intéressant : Cherry a aussi compris qu'il convenait de se démarquer au moins un peu de la pléthore de claviers mécaniques tous strictement

identiques. L'ajout de 4 touches multimédias reconfigurables constitue un plus très appréciable à l'heure où les autres constructeurs se contentent du strict minimum. Même chose pour la LED sur la touche Windows qui indique son activation ou pas.

Pas mal ! Testé par nos soins, le clavier se distingue nettement à la frappe des autres modèles MX Red : il utilise des touches "Low Profile" bien plus basses que celles que l'on trouve généralement sur les autres claviers du même type. L'ensemble est à mi-chemin entre le clavier mécanique traditionnel et le toucher "portable" et offre un très bon confort général. Il est clairement mieux adapté aux jeux vidéo qu'à la saisie de texte mais n'en demeure pas moins polyvalent. Passons maintenant aux critiques. Tout d'abord, le logiciel "KeyMan" fourni a un look mathusalémique : il n'a quasiment pas évolué depuis 15 ans et semble tout droit sorti de Windows 98. Un minimum d'effort à ce niveau serait tout de même appréciable. Ensuite, le hardware en lui-même : la qualité des plastiques utilisés est loin d'être remarquable. Le clavier manque clairement de rigidité et se "tord" assez facilement si on le maltraite. Certaines parties (en particulier l'espace entre les touches directionnelles

et le bloc du haut) s'enfoncent même à la pression, ce qui ne respire pas la solidité. Pas vraiment un problème pour une utilisation normale, mais à 80 €, nous sommes tout de même en droit d'attendre une meilleure finition. Un mot enfin sur la disponibilité. Pour l'heure, seule la version dotée de MX Red est disponible mais Cherry prévoit déjà des déclinaisons en MX Blue, Brown et Black. Et pourquoi pas du MX Clear ?

Notre avis

La plupart des fabricants de claviers mécaniques ne font aucun effort : une fois les switches MX retirés, la valeur ajoutée de 90 % des modèles du marché est nulle. Malgré cela, les marges pratiquées sont énormes. Cherry a donc un boulevard devant lui pour remettre les pendules à l'heure en proposant, enfin, un produit fini de qualité. Le MX Board 3.0 est une entrée en matière assez convaincante mais qui manque encore d'ambition. Le plus dur est pourtant déjà fait : ce modèle ne pêche que par un manque de finition qu'il serait assez simple de corriger sans augmenter les prix. Espérons que Cherry poursuive sur sa lancée...

8/10

MICRO-CASQUE

Turtle Beach Z300

Prix : 220 €

Le fabricant américain Turtle Beach n'y est jamais allé avec le dos de la cuillère côté prix. À 220 €, le dernier modèle sans fil du constructeur, le Z300, vient se coller tout en haut du tableau tarifaire des micro-casques pour PC. Alors on s'attend à un produit parfait. Ça démarre plutôt bien avec une installation très simple : un dongle Bluetooth à brancher sur un port USB, un reboot et ça marche. Le Z300 est d'une élégante simplicité, puisqu'il n'y a aucun câble ni module de commande encombrant. Tous les contrôles se trouvent au niveau des oreillettes (volume, égaliseur, "mute" du micro...), rien à redire, c'est très pratique. L'enthousiasme est tempéré dès la première écoute. Le son n'est pas catastrophique, mais il a un petit côté à la fois étouffé et métallique, on limitera donc le Z300 à une utilisation purement jeu vidéo. Pour vous donner une idée, un casque filaire comme le Siberia de Steelseries (trois fois moins cher) offre un rendu sonore un poil meilleur... Au niveau du confort, rien de catastrophique, mais on

attendrait légitimement mieux d'un modèle très haut de gamme. Les mousses encerclant les écouteurs sont un peu dures, les haut-parleurs appuient sur les oreilles et les font chauffer au bout de quelques minutes. Sur un modèle moyen de gamme, tout ça ne nous poserait pas trop de soucis. Mais à plus de 200 €, le Z300 se retrouve en face d'un produit comme le PC 363D, le meilleur micro-casque filaire de Sennheiser. Si l'on compare les deux, oreille contre oreille, le Turtle Beach se fait simplement atomiser au niveau du confort et du rendu sonore. Alors oui, le Z300 fonctionne sans fil et il le fait très bien. Ça sera son grand argument de vente. Reste que Turtle Beach nous fait payer cette fonctionnalité (un peu inutile quand on joue assis à un bureau devant un écran...) à un prix très élevé.



6/10

TABLETTE

LG G Pad 8.3

Prix : 290 €



D'un côté, l'iPad Mini et son prix délirant de 400 € pour la version la plus basique. De l'autre, une myriade de tablettes Android sous la barre des 200 €. Et au milieu, vous avez LG avec son G Pad 8.3, une tablette dont le prix et les performances font la connexion entre ces deux segments de marché. Dès le déballage, l'engin séduit par la qualité de son design et de ses finitions. Tout est propre, bien ajusté, avec des matériaux agréables. Quasiment aussi léger qu'un iPad Mini (juste 30 grammes de plus), le G Pad offre un écran légèrement plus grand et une taille plus fine, ce qui le rend pratique à

tenir en mode Portrait. À l'allumage, la qualité de la dalle IPS en 1920x1080 saute aux yeux : c'est beau, c'est lumineux et il faudrait une loupe grossissante x4 pour commencer à deviner les pixels. Côté soft, la petite surcouche LG qui accompagne Android 4.2.2 est tout

à fait correcte, avec quelques applications bien pratiques, notamment une télécommande universelle qui a parfaitement marché. Même pas besoin de sauter en urgence sur une ROM alternative... Niveau performances, là aussi, c'est très bon. Excellente réactivité, scrolling parfait entre les écrans d'accueil, jeux vidéo qui tournent sans problème... Nous avons tout de même pu constater des micro-ralentissements lors de l'ouverture/fermeture de certaines applications gourmandes et une fluidité un poil moins bonne en faisant défiler une page web comme *LeMonde.fr* sur Chrome. C'est du pinaillage, la grande majorité des acheteurs ne s'en rendront jamais compte, mais cela gênera peut-être les obsédés de la techno-performance à tout prix. À moins de 300 €, le LG Pad est donc une excellente tablette qu'on peut poser sans rougir à côté d'un iPad Mini tout en bénéficiant de la souplesse et de l'ouverture d'Android. Ah si, un défaut : les deux appareils photo (avant et arrière) ne sont pas géniaux. Mais si vous achetez une tablette 8 pouces pour prendre des photos d'art, je ne vous comprends pas.

8/10

Intel Bay Trail

L'invasion des Atom commence...

Bien que nous ayons prévu un dossier nettement plus roboratif sur les plateformes basse consommation pour un prochain numéro, la disponibilité récente de cartes mères et autres NUC contenant un CPU Bay Trail nous pousse à vous proposer ce petit aperçu.

Jusqu'à présent, les choses étaient claires : l'Atom, c'était l'Atom. Mais avec l'arrivée de Bay Trail, la 4^e génération de puces basse consommation, les choses évoluent : l'Atom devient Celeron et même Pentium. Nul doute que cette tendance va s'amplifier dans les mois/années à venir jusqu'à l'apparition de Core (i1 ? i2 ?) basés sur une architecture similaire. Tout en redoutant le funeste jour où un Atom Extreme Edition arrivera sur les étals, il faut bien admettre que les améliorations effectuées par Intel sont notables. Bay Trail est ainsi gravé en 22 nm et voit sa microarchitecture (*Silvermont*) totalement modifiée par rapport aux générations précédentes. Au menu : une gestion des caches bien plus efficace, une réorganisation des unités d'exécution et surtout un traitement Out-Of-Order (OOO) qui fait faire à l'Atom un sérieux bond en avant. D'un fonctionnement interne calqué sur le Pentium original (1993), il passe désormais à la génération du Pentium Pro (1995). Rien que ça ! Les puces Bay Trail sont conçues comme des modules Dual-Core qui peuvent s'assembler les uns aux autres par 4 au maximum. Pour l'heure, les versions grand public sont des modèles à 2 ou 4 cœurs uniquement (2 modules) mais il existe déjà des déclinaisons à 8 cœurs (4 modules) destinées aux serveurs basse consommation. L'Hyper-Threading passe à la trappe dans tous les cas ; rien d'étonnant puisque le moteur HT était l'un des principaux hotspots gourmands en énergie de la version précédente. Une autre grande nouveauté est l'abandon du cœur graphique PowerVR intégré. Suite à de nombreux problèmes, Intel a finalement décidé de lui substituer sa solution maison, le HD Graphics que l'on trouve déjà sur les Core.

Desktop ou Mobile ? Pour effectuer nos premiers tests, nous avons pu disposer de deux plateformes bien différentes sur lesquelles nous reviendrons plus en détail dans le prochain numéro. D'abord, la J1800I de MSI. Comme son nom l'indique, il s'agit d'une carte mère fanless au

format Mini-ITX basée sur un Celeron J1800 de la gamme "Desktop". Il est équipé de deux cœurs à 2.4 GHz (avec un mode Turbo à 2.6 GHz) et d'un cache L3 de 1 Mo pour un TDP de 10 watts. La carte en elle-même intègre deux emplacements pour un maximum de 8 Go de mémoire SODIMM DDR3 Low-Voltage (1.35 V), deux ports SATA, un port PCIe 1x et un connecteur ATX classique pour l'alimentation. On y trouve aussi de l'USB 3.0, du HDMI, du DVI et du VGA. Son prix est franchement accessible puisqu'elle est disponible aux alentours de 60 €. Une version Quad-Core basée sur un J1850 est également prévue pour 10 € de plus d'ici quelques semaines. Notre seconde plateforme

Bay Trail est le NUC DN2820FYKH d'Intel, vendu aux alentours de 120 €, qui embarque un Celeron N2820 cette fois destiné aux portables. Ce processeur est également Dual-Core et pourvu de 1 Mo de cache L3, mais sa fréquence de base de 2.4 GHz ne bénéficie pas d'un mode Turbo. En contrepartie, il consomme 2.5 W de moins que le J1800 (7.5 W). Le boîtier du NUC dispose de 3 ports USB (dont 1 USB 3.0), d'un port Ethernet et d'un port HDMI. Plus gros que les modèles précédents, il dispose de l'espace pour accueillir un disque dur (ou un SSD) au format 2.5 pouces classique. Un port Mini PCIe reste toutefois présent et une carte Wi-Fi 802.11n (7260BN) est fournie en standard sans supplément. Attention : le NUC DN2820FYKH ne dispose que d'un seul slot mémoire (maximum 8 Go) qui fonctionne exclusivement avec de la DDR3L basse consommation. Impossible également de lui adjoindre un SSD au format mSATA comme sur les autres NUC.



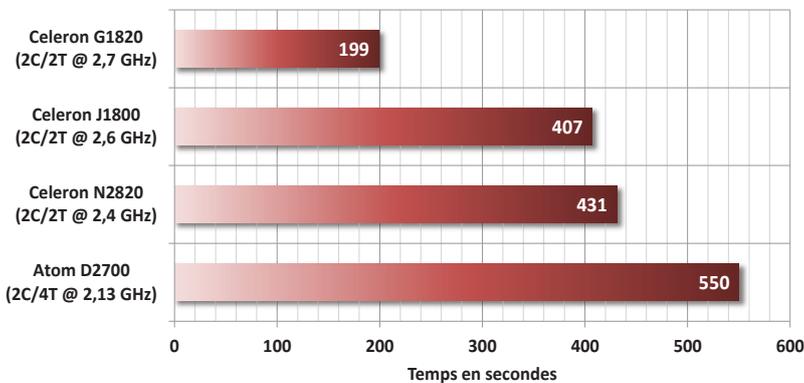
En haut à gauche : Le Celeron J1800 Dual-Core à 2.6 GHz.

En haut à droite : Bien que fanless, un petit ventilateur ne sera pas de trop sur la J1800I de MSI.

En bas : La carte Mini PCIe est fournie en standard.

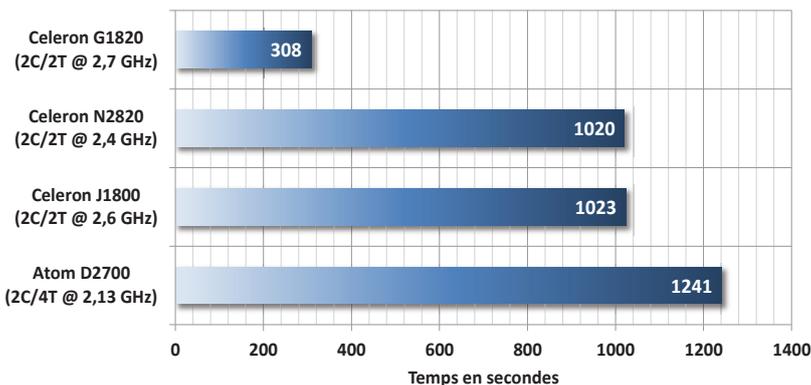
BENCHMARKS

* **Applications** Boot Windows, recherche e-mail, scan antivirus, compression de fichiers, UnPAR, Javascript (temps additionnés)



Nous avons d'abord effectué quelques mesures de rapidité sur des applications de la vie quotidienne. Les deux Celeron Bay Trail sont comparés à un modèle de la génération précédente (l'Atom D2700 équipé de deux cœurs avec Hyper-Threading) mais aussi au CPU le plus misérable que l'on peut trouver sur socket 1150 : le Celeron G1820 (Haswell à 2.7 GHz). Les résultats montrent que si le gain apporté par la nouvelle architecture Silvermont est conséquent comparé aux anciens Atom, il demeure (très) loin d'être suffisant pour concurrencer le plus lent des processeurs "modernes". L'écart entre le J1800 et le N2820 est assez limité : environ 5 %.

* **Calcul** Encodage H.264, Rendu 3D, calcul mathématique, Ray-Tracing (temps additionnés)



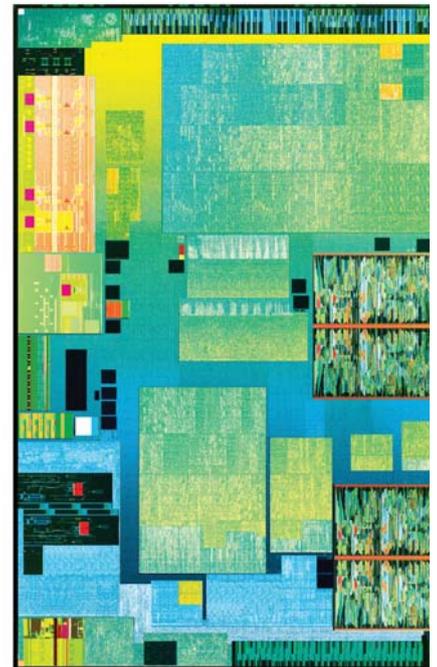
Bien que ces processeurs ne soient clairement pas destinés à effectuer de lourds calculs, nous les avons tout de même soumis à quelques tests afin de mesurer le gain apporté en termes de puissance brute. Verdict : environ 15 % de mieux à fréquence égale entre Silvermont et Saltwell (D2700). Le gain apporté par le mode Turbo dans les applications courantes disparaît logiquement ici vu que la totalité des cœurs sont utilisés en permanence à 100 %. Enfin, la comparaison avec le modeste Celeron G1820 est cruelle : il s'avère plus de 3 fois plus rapide en moyenne !



À lire les white-papers dithyrambiques d'Intel sur l'architecture Silvermont, nous nous attendions tout de même à un gain plus important. Alors bien sûr, les Celeron J1800 et

N2820 offrent malgré tout des performances en nette progression par rapport aux anciens Atom : 20 % à fréquence égale sur les applications auxquelles ils sont destinés, ce n'est pas rien. Mais on reste globalement à des années-lumière d'un processeur récent. Sans compter qu'Intel provoque une confusion importante avec ses nouvelles dénominations : comment expliquer à Madame Michu qu'un Celeron G1820 est parfois trois fois plus rapide qu'un Celeron N2820 ? Impossible. Un mot concernant les plateformes maintenant. Le NUC DN2820FYKH

se comporte désormais correctement après une première fournée de BIOS particulièrement catastrophique. Nous avons pu tester son fonctionnement comme MediaCenter sous OpenELEC et XBMC (avec une clé USB) et il nous a donné entière satisfaction. L'ensemble des composants – carte Wi-Fi, télécommande infrarouge... – est reconnue sans problème et la fluidité est excellente. Pour la carte de MSI en revanche, ça s'annonce plus compliqué. Certes, elle fonctionne sans problèmes de stabilité, mais uniquement en boot UEFI sous Windows 8. Impossible d'installer un Windows 7 ou même un Linux : le BIOS nécessaire se fait toujours attendre à l'heure où nous mettons sous presse, MSI et Intel se renvoyant la responsabilité de ces incompatibilités. Dans tous les cas, si vous comptez opter pour une plateforme Bay Trail, nous vous conseillons d'attendre encore quelques semaines que la peinture ait le temps de sécher...



AMD Kaveri

Steamroller sort ses APU

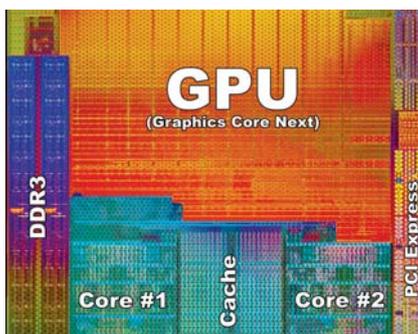
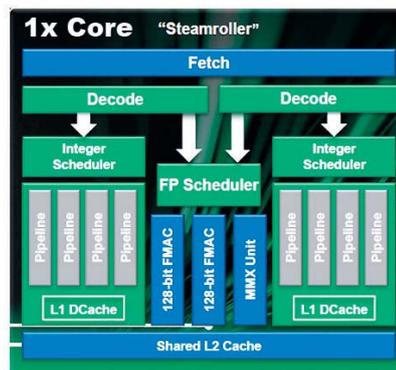
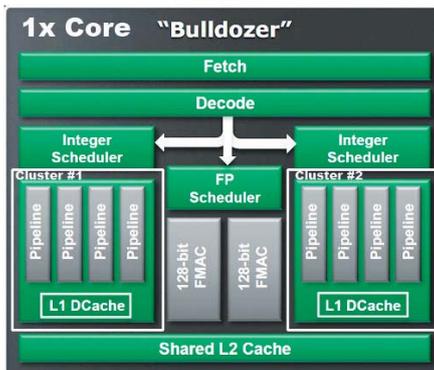
Le lancement d'une nouvelle génération de processeurs est généralement un événement rare qui fait l'objet de toutes les attentions de la part du fabricant. Pourtant, l'arrivée des APU Kaveri qui inaugurent la microarchitecture *Steamroller* s'est faite de manière confidentielle, sans fanfare ni cotillons. Les mauvaises langues diront qu'AMD n'a souhaité ni fleurs ni couronnes...

Steamroller succède à *Piledriver* et représente donc la seconde évolution de l'architecture *Bulldozer* d'AMD. Pour expliquer les modifications apportées par cette nouvelle génération, il convient de revenir un instant sur la topologie de fonctionnement de ces puces. Un processeur (quel qu'il soit) est constitué d'un *front-end*, chargé de décoder et d'organiser les instructions d'un programme, et d'un *back-end*, qui a pour tâche de les exécuter. Les CPU A-Series et FX d'AMD utilisent une technologie dite CMT, pour Cluster Multi-Threading. En bref, le back-end est constitué de trois unités de traitement pouvant fonctionner en parallèle : une grosse unité SIMD travaillant sur des nombres en virgule flottante et deux unités de calcul généralistes également chargées des accès à la mémoire via les caches. Ces deux unités sont

techniquement des clusters mais le marketing d'AMD persiste à les appeler "cores". L'un des principaux problèmes de l'architecture *Bulldozer* depuis l'origine vient justement du fait qu'il ne s'agit pas de cœurs indépendants : l'unique front-end présent ici peine à fournir suffisamment d'instructions aux deux clusters. La puissance disponible est mal exploitée et cela explique en grande partie les résultats décevants obtenus. Avec *Steamroller*, AMD tente justement de corriger ce point en dédoublant l'un des principaux goulets d'étranglement situé au niveau du front-end : les décodeurs d'instructions. Chaque cluster dispose désormais de son propre décodeur, ce qui devrait nettement booster les performances en cas d'utilisation simultanée de plusieurs threads. Les mécanismes d'accès aux caches ont également été améliorés par rapport

aux générations précédentes, en particulier sur les *store* (écriture). Voilà pour un rapide survol de la partie CPU.

12 cores !? Le GPU, quant à lui, représente la moitié de la surface de la puce mais n'évolue que légèrement par rapport aux APU "Kabini" précédents. C'est toujours l'architecture GCN utilisée sur les dernières Radeon HD qui est utilisée, dans des proportions évidemment bien plus modestes. En complément, AMD inaugure sur *Steamroller* le HSA (*Heterogeneous System Architecture*). Il s'agit en fait d'une technologie maison permettant de créer un espace mémoire virtuel qui pourra être accédé aussi bien par les cœurs CPU que par les unités de calcul du GPU. Toutes les capacités de traitement pourront ainsi être mises à contribution afin de traiter le même bloc de données. C'est ce qu'AMD appelle commodément les "Compute Core" en poussant encore plus loin le marketing. Un A10-7850K, qui demeure techniquement un Dual-Core, se trouve ainsi présenté sur la boîte comme doté de "12 Compute Cores (4 CPU + 8 GPU)". Madame Michu appréciera... Il n'en reste pas moins que HSA peut apporter un gain intéressant, mais uniquement dans des applications particulières assez rares.

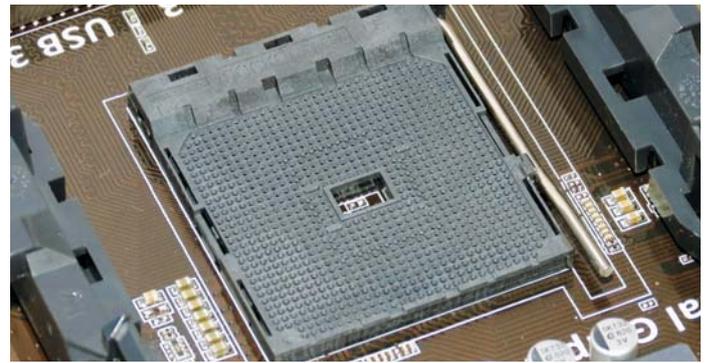


En haut : L'architecture *Steamroller* se distingue principalement par ses décodeurs indépendants pour chaque cluster.

En bas à gauche : Le Die de l'AMD A10 Kaveri.

En bas à droite : Dix cœurs dans cet A10-7700K ? N'en déplaie au marketing, c'est un Dual-Core...

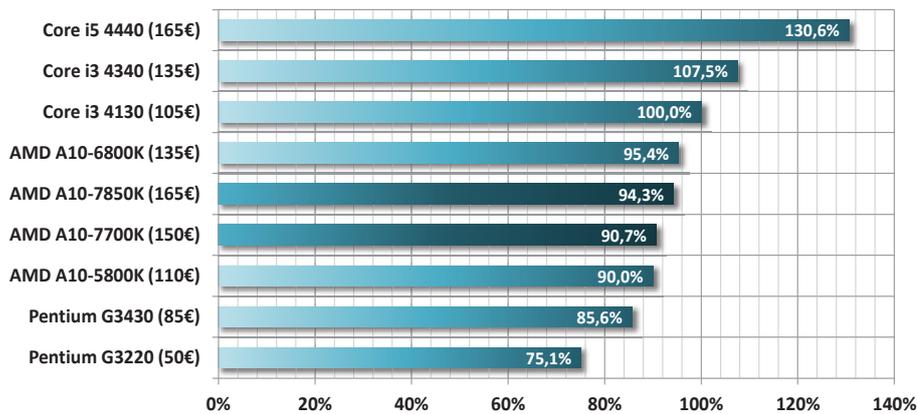
Sont où les Gigots ? Un mot maintenant sur la gamme. Les deux premiers APU A10 Kaveri sont le 7850K et le 7700K. Le premier est doté de 2 cœurs (4 clusters) à une fréquence de 3.7 GHz (Turbo à 4 GHz) alors que le second est cadencé à 3.4/3.8 GHz. On notera immédiatement que ces fréquences sont largement inférieures à celles des précédents A10 : le 6800K était ainsi cadencé à 4.1/4.4 GHz. Côté GPU, le 7850K dispose de 8 *Compute Units* (512 unités de calcul vectoriel) à 720 MHz contre 6 pour le 7700K (384 unités). À titre de comparaison, une Radeon HD 290X comporte 44 CU (2 816 unités) à 1 GHz. La puissance de calcul de ces APU se situe donc aux alentours d'une Radeon R7 250. Tous sont gravés en 28 nm et fonctionnent sur un socket FM2+ (non compatible avec les cartes mères FM2). Le TDP annoncé est de 95 W, en légère baisse par rapport aux 100 W de la version précédente. À noter l'annonce en janvier d'un A8-7600 aux spécifications quasiment identiques à celles du 7700K (100 MHz de moins et pas d'overclocking). Bien que toute la presse l'ait testé à l'époque, il n'est toujours pas vendu dans le commerce à l'heure où nous écrivons ces lignes (mimars). Nous n'avons malheureusement pas pu nous en procurer un pour le tester.



Ces nouveaux processeurs nécessitent un socket FM2+.

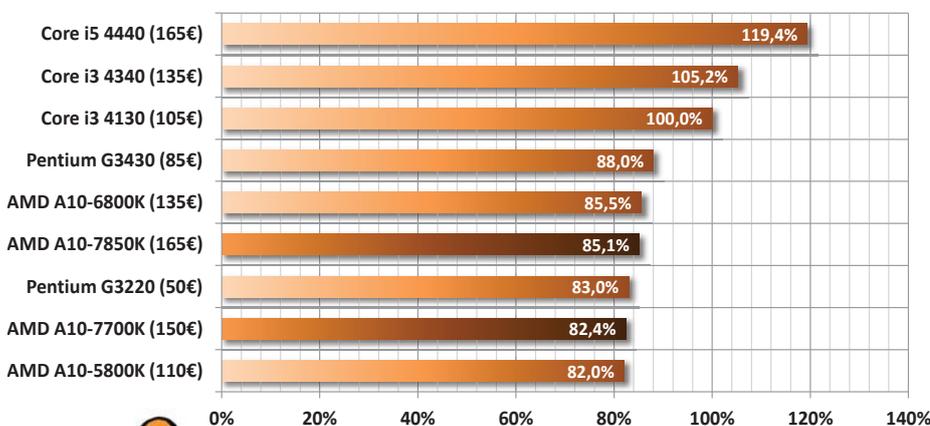
BENCHMARKS

* **Applications** Boot Windows, recherche e-mail, scan antivirus, compression de fichiers, UnPAR, Javascript, lancement de JV



La première série de benchmarks concerne les applications les plus courantes. Nous avons comparé les deux nouveaux A10 Kaveri aux anciens APU (A10-6800K et A10-5800K) ainsi qu'aux puces d'Intel de tarifs comparables... voire beaucoup moins chères. Et les résultats ne sont pas folichons pour AMD : l'A10-7850K, nouveau fleuron de la gamme, ne parvient qu'à talonner l'ancien A10-6800K sans même le dépasser en moyenne. L'A10-7700K n'est que légèrement derrière, mais son prix n'est pas très différent.

* **Jeux vidéo** Moyenne pondérée : Tomb Raider, FI 2013, GRID 2, Assassin's Creed IV, Batman : Arkham Origins, Hitman : Absolution, Civilization V : G&K, Skyrim, Crysis 3, Mass Effect 3, Metro : Last Light, Battlefield 4, BioShock : Infinite, Far Cry 3 – 1920x1080



Dans les jeux vidéo, le retard pris par AMD est loin d'être comblé avec Kaveri. Ici aussi, l'A10-7850K ne parvient au mieux qu'à égaler l'APU de génération précédente le plus rapide. La comparaison avec le Pentium G3220 – vendu 3x moins cher ! – laisse perplexe. L'A10-7700K ne brille pas non plus par ses performances.



L'avis de la rédaction

À la vue des performances des APU Kaveri, on comprend mieux pourquoi AMD a décidé d'annuler purement et simplement les processeurs FX basés sur l'architecture Steamroller. Il y a pourtant là un mystère : les modifications effectuées sont bien celles qui s'imposaient. Augmenter la puissance du front-end via le dédoublement des décodeurs d'instructions était la meilleure

solution pour supprimer l'un des principaux goulets d'étranglement qui nuisait à l'efficacité. Pourtant, cela ne suffit pas. Certes, le gain de performances par rapport à la génération précédente est bien réel mais il est intégralement annulé par la baisse de fréquence décidée par AMD. Une décision probablement prise pour se ménager une marge de manœuvre pour la suite. Malheureusement, cela fait de ces A10 des processeurs fort peu compétitifs. Car à ces griefs, on pourrait en rajouter d'autres : les performances du cœur graphique intégré ne gagnent que 20 %, ce qui

ne suffit pas à en faire une solution décente ; ces APU exigent un nouveau socket ; la consommation électrique chute également mais reste proche de 100 W ; de nombreux problèmes de stabilité sont venus entacher le lancement ; etc. Mais le plus problématique reste le positionnement tarifaire décidé par AMD. Un A10-7850K coûte en effet le même prix qu'un Pentium G3220 accompagné d'une Radeon HD 260X alors que ce couple offrira des performances sans commune mesure dans les jeux. Reste à savoir quand – et à quel prix – l'A8-7600 arrivera...

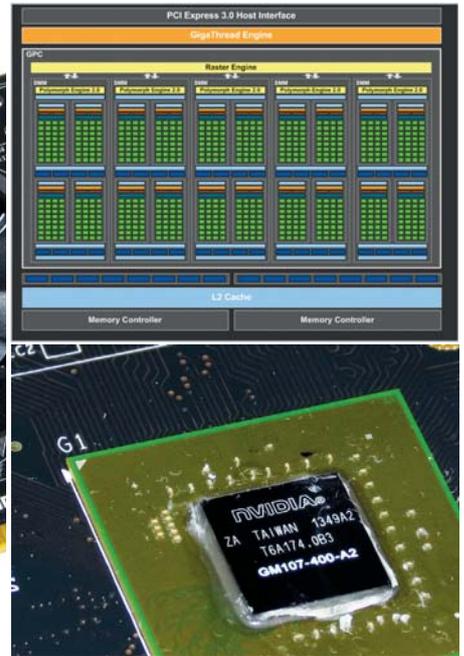
Nvidia GeForce GTX 750 (Ti)

Maxwell succède à Kepler

À gauche : Parfaitement silencieuse et ne nécessitant pas d'alimentation externe, la GeForce GTX 750 Ti de référence est très correcte malgré son design soviétique.

En haut : Le GM107 contient 640 unités de calcul réparties en 5 SMM.

En bas : Avec 1,9 milliard de transistors pour 150 mm², le GM107 est quasiment quatre fois plus petit que le GK110 des GTX 770/780.



Le retard pris par TSMC sur les procédés de fabrication 20 nm a visiblement contraint Nvidia à bousculer ses plans pour sa nouvelle architecture. Au lieu de la puce haut de gamme attendue, le premier représentant de la famille "Maxwell" est donc un petit GPU destiné à l'entrée de gamme. Est-ce pour autant une déception ? Pas du tout ! La GeForce GTX 750 dispose de bonnes performances et de vertus énergétiques qu'il convient de souligner.

Nos fidèles lecteurs se souviennent peut-être encore du torrent de fiel que nous avons déversé sur la GeForce GTX 480 ou pire encore, sur la GTX 590. Ces cartes consommaient une énergie monstrueuse qui entraînait une surchauffe excessive et un bruit infernal. À l'époque, nous nous demandions quand Nvidia allait enfin se rendre compte que le seuil raisonnable en termes de watts avait été dépassé et qu'il convenait de

revenir à un niveau plus décent. Le passage à la génération Kepler (GTX600/760+) a heureusement montré une amélioration sensible sur ce point : la plus puissante d'entre elles – la GTX 780 Ti – consomme certes encore plus de 200 watts, mais son efficacité est nettement supérieure. Avec Maxwell, Nvidia va encore plus loin et semble désormais considérer les contraintes énergétiques comme une priorité.

1st Gen Maxwell. De mémoire de testeur, c'est la première fois que Nvidia annonce une nouvelle architecture avec un modèle "Desktop" d'entrée de gamme. Le premier GPU Maxwell devait initialement être une grosse puce gravée en 20 nm par TSMC. Malheureusement, le fondeur a pris du retard et Nvidia a dû se rabattre sur l'ancien procédé de fabrication (en 28 nm) le temps que le nouveau soit prêt. Pour ne pas contrecarrer ses plans et ruiner tous ses efforts en matière de réduction de la consommation, c'est un petit GPU conçu pour les portables qui a été choisi : le GM107. Nvidia insiste d'ailleurs lourdement sur le fait qu'il ne s'agit que d'une puce Maxwell "de première génération". Pour patienter en clair. Du point de vue de l'architecture en tant que telle, Maxwell n'est pas fondamentalement différent de Kepler. Il s'agit plutôt d'une réorganisation

interne effectuée dans un but d'efficacité. Le gros frontend chargé de "nourrir" les blocs unités de calcul (SMX) dans Kepler a été fractionné en 4 dans Maxwell. Il consomme ainsi moins d'énergie globalement. Nvidia en a également profité pour supprimer une partie des unités de gestion des flux (gros consommateurs d'énergie) et compense avec un cache interne beaucoup plus gros. Le détail demeure incertain dans la mesure où Nvidia ne communique pas sur ces points précis. Les plus acharnés peuvent toutefois aller consulter le nébuleux charabia publié par *Hardware.fr* sur le sujet ; leur testeur dispose de ses entrées dans les backrooms les plus obscures du fabricant. De notre côté, nous n'avons toujours pas trouvé la porte et nous attendons donc la seconde génération pour entrer dans les détails.

GTX sans SLI. Les deux premières cartes basées sur le GM107 sont donc la GeForce GTX 750 et la GTX 750 Ti. La première est équipée de 640 unités de calcul à 1 020 MHz avec un mode Boost à 1 085 MHz, la seconde de 512 unités à fréquence identique. À comparer aux 768 unités d'une GTX 650 Ti, cela peut paraître faible. La mémoire embarquée est constituée de GDDR5 sur un bus 128 bits à 1,25 GHz (1,35 GHz sur la Ti). Étrangement, la carte ne supporte pas le SLI qui aurait été supprimé – paraît-il – pour permettre la compatibilité G-Sync. Dommage que la plupart des cartes ne disposent pas d'un connecteur Display Port pour l'utiliser dans ce cas ! Côté consommation électrique, nous avons relevé 64 W sur la GTX 750 Ti et 60 W sur la GTX 750. Des valeurs en très nette baisse par rapport aux cartes concurrentes, en particulier chez AMD.

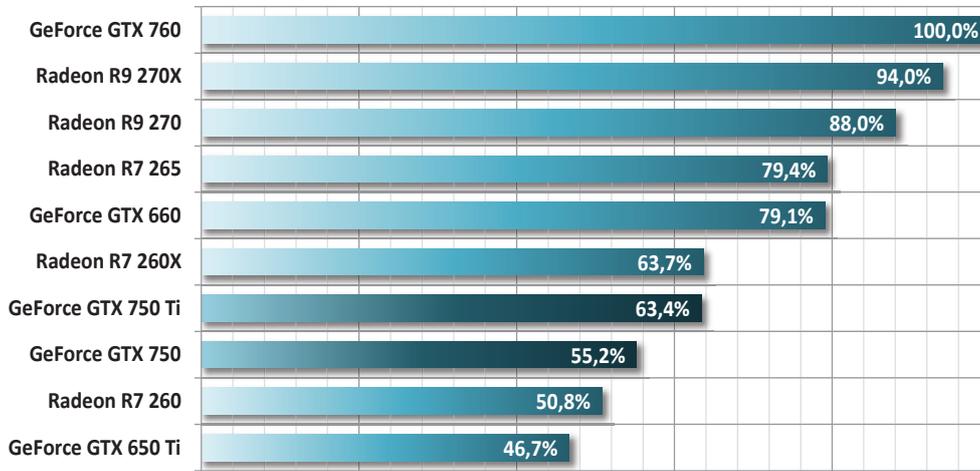


Contrairement à cette GeForce GTX 750 d'EVGA, d'autres fabricants vont proposer des fioritures sans intérêt comme 4 Go de RAM ou un dissipateur surdimensionné.

BENCHMARKS

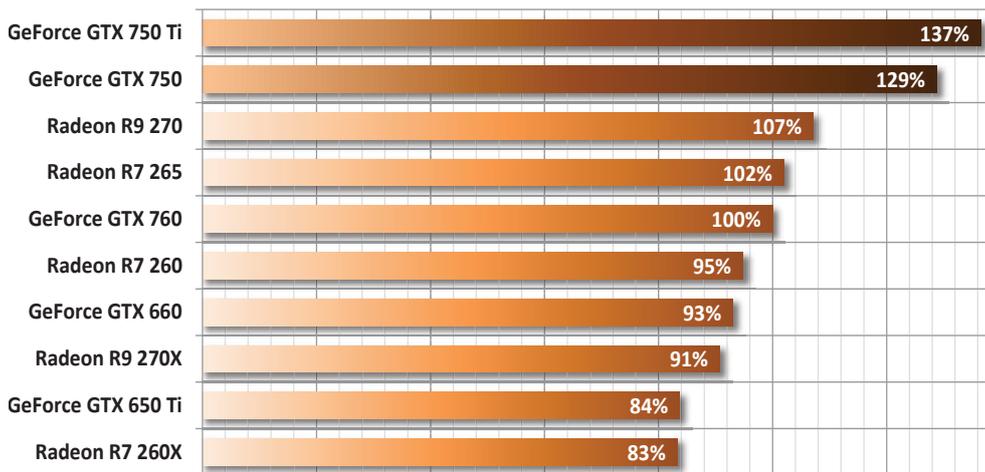
* Performances moyennes – Jeux Vidéo

Tomb Raider, FI 2013, GRID 2, Assassin's Creed IV, Batman : Arkham Origins, Hitman : Absolution, Civilization V : G&K, Skyrim, Crysis 3, Mass Effect 3, Metro : Last Light, Battlefield 4, BioShock : Infinite, Far Cry 3



Les performances de la GeForce GTX 750 Ti ne sont pas démentielles mais elles s'avèrent compétitives dans ce segment du marché. Les résultats montrent qu'elle se situe aux alentours d'une Radeon HD 260X, aux 3/4 de celles d'une GeForce GTX 660 et aux 2/3 d'une GTX 760. De quoi permettre de jouer dans de bonnes conditions à la plupart des jeux vidéo. La GTX 750 "non-Ti" n'est qu'entre 10 et 15 % moins rapide que la version "Ti". Elle surpasse ainsi l'ancienne GeForce GTX 650 Ti et même la Radeon R7 260 d'AMD.

* Efficacité Rapport performances moyennes/consommation moyenne en watts



Nous avons ensuite cherché à mesurer l'efficacité de cette nouvelle génération de puce en divisant les performances par la consommation électrique. Les résultats montrent une très nette hausse du rendement par watt sur les deux GPU Maxwell, de l'ordre de +60 % par rapport à la GTX 650 Ti précédente et de +33 % par rapport à la GeForce GTX 760 ou aux meilleures puces d'entrée de gamme d'AMD. Ce gain est considérable sachant que le process de gravure n'a pas évolué sur ces premières puces Maxwell !



L'avis de la rédaction

Voilà plusieurs années que Nvidia peine à offrir des GPU compétitifs aux alentours de 100/150 €. La faute aux architectures précédentes conçues pour le haut de gamme avant tout et qui s'avéraient compliquées à castrer ensuite. Avec Maxwell, les ingénieurs ont opté pour le chemin inverse : le GM107 a tout d'un GPU Mobile. La réorganisation interne des unités de traitement et la suppression de nombreuses sections de la puce qui ne présentaient pas un rendement correct ont permis de diminuer drastiquement la consommation

électrique. À vrai dire, les gains obtenus en termes d'efficacité – sans passer par un nouveau process de fabrication ! – sont absolument remarquables. À titre de comparaison, le GeForce GTX 750 Ti offre des performances comparables à l'ancienne GeForce GTX 480 de 2010... tout en consommant 4 à 5 fois moins d'énergie ! Les progrès sont d'autant plus notables que Nvidia revient de loin : la génération "Fermi" (GTX 400/500) avait atteint des sommets indécents de consommation électrique. Alors bien sûr, on pourrait tout de même chipoter sur l'absence difficilement justifiable de SLI ou sur le positionnement tarifaire encore un peu trop élevé à notre goût. Mais d'un point de vue technique, on ne peut

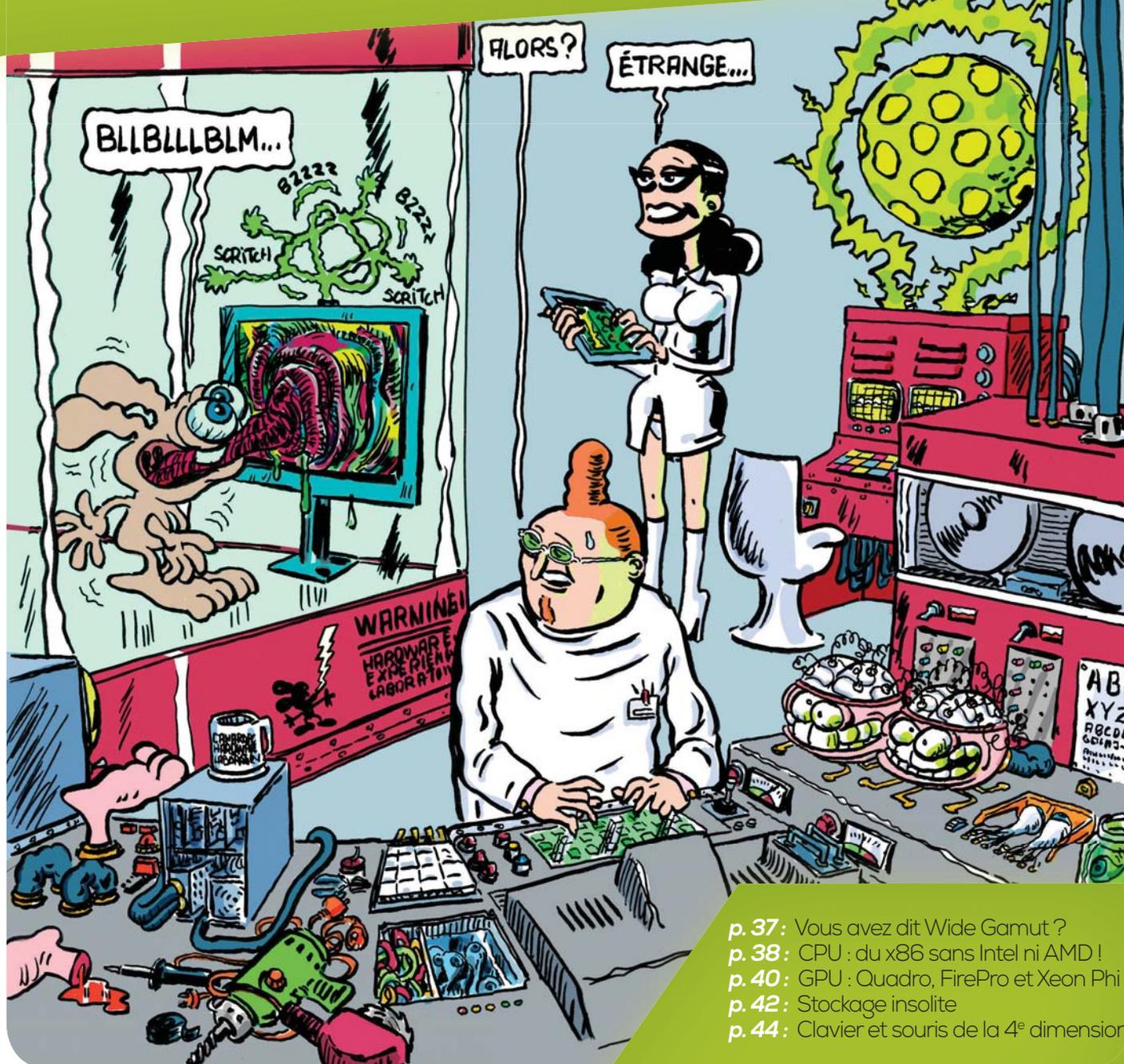
qu'applaudir Nvidia pour considérer désormais la consommation électrique comme une priorité. La seconde génération de puces Maxwell – de gros GPU qui bénéficieront cette fois du 20 nm – s'avère donc prometteuse.



Hardware Bizarre

Des tests venus d'un autre monde...

À la rédaction de *Canard PC Hardware*, nous recevons tous les jours des dizaines de communiqués de presse. Parmi eux, seule une infime fraction attire notre attention et mène à un test. Les autres sont passés à la trappe. Pourquoi ? Parce que le produit vanté ne correspond pas à notre lectorat : il s'adresse aux professionnels, il n'est pas distribué en France ou encore son intérêt est tellement ridicule que la société qui le fabrique aura probablement fait faillite d'ici à la publication d'un éventuel article. Malgré tout, certains d'entre eux éveillent parfois notre curiosité, ne serait-ce que par leur côté insolite ou parce qu'ils embarquent des technologies inédites pour le "grand public". Mais les pages de nos magazines sont en général déjà bien remplies et nous sommes forcés de faire l'impasse. Alors pour une fois et pour fêter dignement nos 5 ans, nous avons décidé d'exhumer les vieux communiqués de presse et de nous lancer dans une grande campagne de tests de machins bizarres, bidules insolites uniquement vendus au Turkménistan et autres matos "pro" hors de prix.

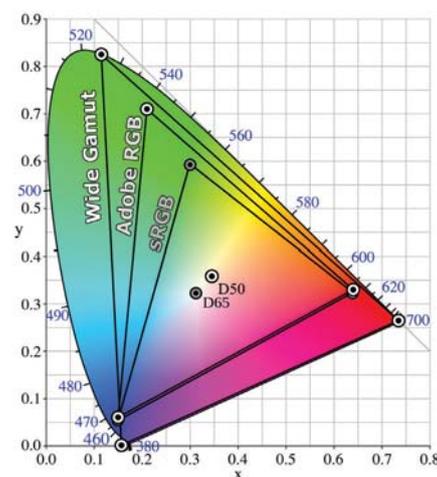


p. 37 : Vous avez dit Wide Gamut ?
 p. 38 : CPU : du x86 sans Intel ni AMD !
 p. 40 : GPU : Quadro, FirePro et Xeon Phi
 p. 42 : Stockage insolite
 p. 44 : Clavier et souris de la 4^e dimension

Moniteur "Wide Gamut"

Pour des couleurs plus éclatantes

Beaucoup d'entre vous se sont probablement déjà interrogés sur les modèles "Wide Gamut" qui trident les premières places du classement lorsque l'on trie la rubrique "moniteurs" du site d'un revendeur par ordre décroissant de prix. Alors bien sûr, tout le monde voit à peu près le topo : ils sont destinés aux "professionnels de l'image", ils affichent de plus belles couleurs et ils coûtent une fortune. Oui mais encore ?



L'espace de couleur du sRGB au Wide Gamut.

Chaque pixel d'un moniteur classique est capable d'afficher plus de 16 millions de teintes différentes dans l'espace de couleur sRGB (pour "standard RGB", le profil colorimétrique "de base"). À première vue, cela paraît amplement suffisant pour couvrir l'intégralité des couleurs visibles. En réalité, il n'en est rien puisque seuls 36 % du spectre de l'œil humain environ peuvent être reproduits fidèlement. L'explication tient dans le fonctionnement d'une dalle LCD lambda. Chaque pixel est constitué de 3 sous-pixels (rouge, vert, bleu) et chacun de ses sous-pixels se contrôle sur 8 bits ; ils disposent donc de 256 niveaux d'intensité possibles. Les nuances de rouge, de vert ou de bleu se limitent en conséquence à 256 et un œil averti peut apercevoir les teintes manquantes sur un dégradé pur. Pour pallier ce problème, les fabricants ont conçu pour les professionnels de l'image des moniteurs spécifiques. Ils embarquent une dalle et un contrôleur capable de travailler sur 10 ou 12 bits. Chaque couleur primaire dispose alors de respectivement 1 024 ou 4 096 nuances au lieu des 256, de quoi atteindre une palette colorimétrique beaucoup plus large. Le terme "Wide Gamut", qui représente en fait un espace de couleur qui englobe 78 % du spectre visible,

dérive en revanche d'un abus de langage : les moniteurs les plus évolués ne sont en réalité capables d'en atteindre que 52 % environ. On parle alors d'un espace de couleur dit "Adobe RGB", situé entre le sRGB classique et le "vrai" Wide Gamut. L'intérêt n'en demeure pas moindre pour les professionnels puisqu'ils peuvent alors afficher sur leur moniteur toutes les nuances CMJN (Cyan, Magenta, Jaune, Noir) utilisées en imprimerie.

Rétino-incandescence. Tout cela est bien beau, mais ni vous ni moi n'êtes "professionnel de l'image". Cela ne nous a pas empêchés de tester l'un de ces moniteurs en utilisation courante. Pour cela, nous avons utilisé un Asus ProArt PA279Q, l'un des modèles les moins chers disponibles (850 €). Il dispose d'une dalle IPS affichant 2 560x1 440 pixels, d'excellents angles de vision, de toute la connectique (HDMI/DVI/DP) indispensable et travaille sur 10 bits. Selon son fabricant, ce modèle serait capable d'afficher 99 % de la palette Adobe RGB. Première constatation une fois installé et calibré : la différence saute immédiatement aux yeux par rapport à un moniteur classique. Et c'est plutôt désagréable. La quasi-totalité des contenus multimédias disponibles (ainsi que des programmes

pour les afficher) étant conçus uniquement pour le RGB 8 bits classique, le moniteur "adapte" les couleurs à la volée. Ainsi, un rouge "au maximum" (255) sur l'échelle de 0 à 255 d'un modèle 8 bits standard devient un rouge au maximum (1024) sur une échelle de 0 à 1024 : il apparaît comme "super rouge". Difficile de décrire l'impression visuelle sur le papier mais toutes les couleurs primaires – en particulier le vert – apparaissent comme boostées aux hormones, sursaturées. Le résultat est insupportable sur une simple navigation web où la plupart des illustrations agressent la rétine. Le pire reste les jeux vidéo disposant de couleurs flashy de base comme *Team Fortress 2*. En revanche, sur Photoshop avec une image adaptée (16 bits par sous-pixel), le résultat est réellement bluffant. Les couleurs paraissent "réelles" sur l'Asus PA279Q et délavées sur un moniteur standard. Nous avons également pu voir un modèle Eizo beaucoup plus cher travaillant sur 12 bits. Objectivement, nous n'avons pas été capables d'y voir une différence avec celui d'Asus. Reste que dans tous les cas, ce type de moniteur n'est clairement pas adapté au *vulgum pecus*, même si des options de correction plus "douces" (disponibles dans les menus) permettent d'améliorer le rendu en sRGB sur des applications standard.

CPU : le x86 sans Intel ni AMD

Pour des performances jamais vues !

Dans les années 80/90, il existait plus d'une dizaine de fabricants de CPU x86 comme Cyrix, Nexgen ou IDT. Au rythme des procès, fusions et faillites, la plupart ont disparu et leurs architectures ont sombré dans l'oubli. Aujourd'hui, Intel et AMD sont les deux principaux survivants de cette guerre commerciale terminée depuis une décennie. Mais sont-ils les seuls ? En fait non : il en existe deux autres que la plupart des gens ignorent...



Le Nano X4 est constitué de deux dies Dual-Core.



Hors de prix, l'EPIA M900 n'a pas grand-chose pour elle.



Un antique Rise MP6 dans son jus, sur socket 7.

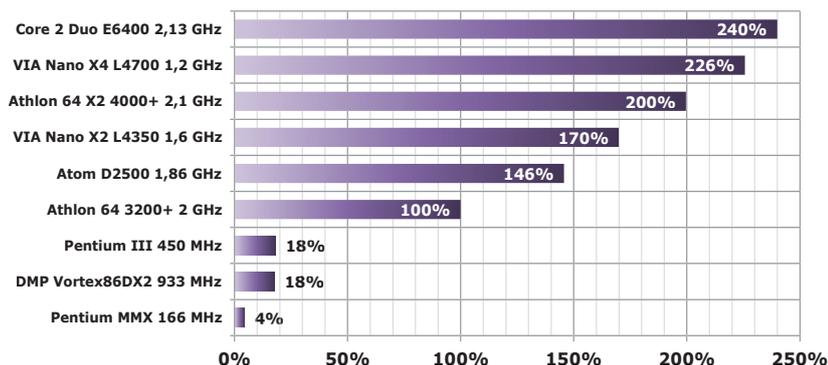
Difficile de dire pour combien de temps encore, mais il existe toujours une (minuscule) alternative aux deux géants des CPU x86. Perdus au fond d'une cave obscure sous un building insalubre de Taiwan, une poignée d'ingénieurs barbus au teint blafard continuent de maintenir des architectures qui n'intéressent plus grand monde depuis longtemps. Pour le profit ? Non messieurs ! Pour l'amour de la technologie. Et un peu aussi par punition, car ces ingénieurs ont un péché mortel à expier : celui d'avoir inondé le marché de chipsets pourris pendant des années. Il s'agit évidemment de VIA, responsable d'innombrables BSOD et d'autant de suicides collectifs au début des années 2000. En 1999, VIA rachète la société Centaur qui produit alors les Winchip, des clones du Pentium sur socket 7. Dans la foulée, il récupère également les droits sur la marque Cyrix même si les architectures associées ne seront plus jamais utilisées. VIA lance alors dès 2000 le Cyrix III basé sur un cœur Centaur. Celui-ci évoluera ensuite en C3 (2001) puis en C7 (2005). Après une intense bataille juridique avec Intel qui le laisse exsangue, VIA obtient finalement le droit de produire légalement des puces x86 et sort le Nano en 2008. Celui-ci est toujours conçu par la team d'ingénieurs de Centaur. Il s'agit d'un processeur économique dont l'objectif est d'offrir une consommation très basse pour des performances "acceptables". Exactement ce qu'Intel cherchera à faire avec l'Atom un peu plus tard.

Les premiers modèles de Nano disposent tous de processeurs modernes : architecture

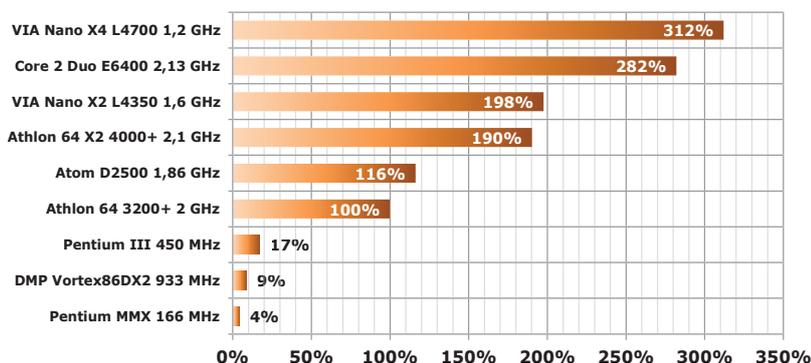
Out-Of-Order et superscalaire (contrairement aux premiers Atom), gravure en 65 nm, support du 64 bits et du SSE2/3/4 ainsi que de la virtualisation. Leur fréquence s'échelonne entre 1 et 2 GHz pour une consommation électrique qui oscille entre 5 et 25 W au maximum et descend jusqu'à 100 mW en veille. Les performances sont faibles mais tout de même respectables, au niveau d'un Athlon 64 à 2 GHz. Il faudra attendre 2011 et le passage en 40 nm pour que VIA décline ses Nano en version Dual-Core et même Quad-Core. Le modèle le plus "performant", que nous avons testé pour l'occasion, est le L4700E cadencé à 1.2 GHz (Turbo à 1.46 GHz). Il dispose de 4 Mo de cache L2, d'un bus 266 MHz QDR et consomme jusqu'à 27.5 W. Les résultats des benchmarks ne sont pas si mauvais puisqu'ils se situent aux alentours d'un Core 2 Duo à fréquence égale. Le L4700E (Quad-Core à 1.2 GHz) offre donc des performances similaires à celles d'un Core 2 Duo E6400 (Dual-Core à 2.13 GHz) pour peu que les applications utilisent correctement les 4 cœurs. De quoi en faire un processeur intéressant s'il était vendu avec une carte mère Mini-ITX aux alentours de 100 €. Malheureusement, la politique tarifaire de VIA – probablement due aux faibles volumes – anéantit tout intérêt : à 300 € l'EPIA M900, cette plateforme est une calembredaine grotesque. Et pour l'avenir, le tableau n'est pas rose. La licence qui permet à VIA de produire des CPU x86 expire en 2018 et la déclinaison 28 nm des Nano (annoncée en 2012) a depuis disparu des radars. Bah.

DM&P ? Si les plus technophiles d'entre vous auraient probablement pu citer VIA comme 3^e fabricant de puces x86, rares sont ceux qui connaissent le nom du 4^e. Il s'agit du taiwanais DM&P Electronics qui, en partenariat avec un autre fabricant chinois (RDC Semiconductor), produit lui aussi une puce basée sur une architecture x86. Il s'agit du "Vortex86", un SoC (System on a Chip) descendant d'une époque lointaine. L'histoire débute en 1998 lorsque Rise Technology annonce le mP6, un énième clone du Pentium d'Intel et du K6 d'AMD. Ce processeur socket 7 arrive toutefois trop tard sur le marché et ne parvient pas à rivaliser avec ses deux principaux concurrents. La faute à un cache L1 trop faible et à une FPU (unité de calcul en virgule flottante) anémique. À peine un an plus tard, Rise abandonne le mP6 et sombre corps et biens. Les propriétés intellectuelles sont rachetées dans la foulée par Silicon Integrated Systems (SiS) qui les utilisera pour concevoir une puce de type tout intégré (SoC) destinée aux Set Top Box. Le mP6 devient donc le cœur x86 du "SiS 550", un SoC qui n'a alors plus aucune ambition dans les PC classiques. En 2002, le bébé est refourgué à DM&P qui le renomme Vortex86 et continue depuis de le faire évoluer légèrement. Le Vortex86DX2, sorti en 2011, est aujourd'hui la version la plus performante. Le cœur x86 reste basé sur l'antique mP6 mais son cache L1 est désormais doublé (32 Ko), il dispose d'un cache L2 de 256 Ko et sa fréquence monte à 933 MHz. Il se trouve intégré au sein d'un SoC gravé en 90 nm qui comprend un chipset doté d'un contrôleur graphique et supporte la DDR2,

* Performances : applications



* Performances : calcul brut



Nous avons effectué quelques benchmarks sur des applications courantes. Les VIA Nano se situent au niveau d'un antique Athlon 64 X2 vieux de 10 ans. Quant au Vortex86DX2, il offre les mêmes performances qu'un... Pentium III 450 de 1999. Paradoxalement, Windows 7 reste plus ou moins fonctionnel pour les tâches les plus basiques.

Sur des applications de calcul brut, les VIA Nano font à peine mieux que l'Athlon X2 4000+. Seule la version Quad-Core s'en tire raisonnablement bien que, pour rire, un Pentium G3230 actuel (60 €) atteint les 1 400 % sur ce même test ! Quant au Vortex86, il égale un Pentium II 233 MHz. L'absence de FPU digne de ce nom plombe les performances... même à près d'un gigahertz !

le SATA, l'USB 2.0, le LAN ainsi que le PCI Express. La consommation de l'ensemble est annoncée à moins d'un watt ! Pour tester la chose, il faut se lever tôt. Avant le passage des éboueurs. Heureusement, DM&P a créé une filiale spécialisée dans les Micro-PC et autres *Thin Client* qui distribue les produits maison un peu partout, y compris en France. C'est donc le eBox-3330 (environ 150 €) que nous avons testé pour l'occasion. Il se présente sous la forme d'un petit boîtier qui reprend exactement le format du NUC d'Intel. On y trouve

quelques ports USB, un port SD bootable, un connecteur réseau RJ45 et – comble de la modernité – une interface HDMI. À l'intérieur, la conception est assez surprenante : on peut y connecter un SSD ou HDD SATA et le SoC Vortex86DX2 se trouve sur une carte amovible avec 2 Go de RAM. L'ensemble consomme environ 7 watts (SSD inclus). L'installation de Windows 7 en USB se passe sans encombre. Côté performances en revanche, les Anglais ont un terme idéal pour les définir : *"abysmal"*. Le système est franchement lent même sur

des applications basiques et ne supporte que le 720p au maximum. Selon nos tests, il serait l'équivalent d'un Pentium III 450. La FPU n'a pas évolué depuis le Rise mP6 et le moindre calcul se transforme en calvaire sans fin ; à 933 MHz, sa rapidité égale celle d'un Pentium II 233. Difficile dans ces conditions d'y voir un quelconque avantage – à part la compatibilité x86 – avec n'importe quelle solution ARM *low cost*, plus performante et encore moins gourmande en énergie. Malgré tout, il faut tout de même saluer la stabilité du SoC de DM&P.



Les dimensions de l'eBox-3330 sont exactement les mêmes que celles du NUC d'Intel.



Le module amovible contient le SoC Vortex86DX2 à 933 MHz et 2 Go de DDR2.

GPU : ni GeForce, ni Radeon !

Le royaume des pros et des prix XXL

Elles s'appellent Quadro, FirePro, Tesla ou Xeon Phi et ont toutes un point commun : leur prix frôle l'obésité morbide à cause de leur orientation "professionnelle". Même si certaines sont basées sur une technologie bien différente des produits grand public, elles n'en demeurent pas moins, le plus souvent, équipées de GPU quasi identiques à ceux destinés au commun des mortels. Et comme nous aussi sommes des professionnels aguerris, il n'y avait finalement pas de raison que nous ne les triturons pas un peu...

Nvidia Quadro / AMD FirePro



Le marché "professionnel" est un monde à part où il est possible de vendre jusqu'à 20 fois plus cher un produit strictement identique à sa version grand public. Est-ce pour autant une simple affaire de surfacturation abusive ? Heureusement non. Mais si le "premium" demandé pour un CPU Pro reste limité (un Xeon ne coûte pas 10 fois plus cher qu'un Core i7 de caractéristiques égales), les écarts s'envolent pour un GPU. Prenons par exemple le cas de la Quadro K6000 de Nvidia, dont le GPU est en tout point identique à celui de la GeForce GTX 780 Ti. La première est facturée 6 500 € alors que la seconde coûte 650 €. Techniquement,

la seule différence notable est la présence de 12 Go de mémoire sur la Quadro contre 3 Go sur la GeForce. Pas de quoi justifier 6 000 € d'écart de prix. La segmentation – artificielle – mise en place par Nvidia et AMD joue en revanche sur un autre point : les unités de calcul en double précision sont bridées sur les puces grand public à une fraction de leur rapidité maximale. En clair, si vous devez effectuer des calculs avec de nombreux chiffres après la virgule, un GPU "Pro" ira beaucoup plus vite que sa déclinaison grand public. Pour le jeu vidéo, aucun intérêt mais pour le calcul scientifique, la différence peut se révéler cruciale. Ensuite, l'écart de prix se justifie par le support de logiciels 3D et de CAO comme Catia, 3DSMax, Solidworks ou Maya dont la licence se chiffre en dizaines, voire en centaines de milliers d'euros. À côté de ces montants pharaoniques, les 6 000 € du Quadro K6000 sont bien peu de choses. L'acheteur paye donc en grande partie l'effort software effectué pour assurer une parfaite compatibilité avec ces logiciels haut de gamme ainsi qu'un support direct et très réactif en cas de pépin. Enfin, la fiabilité est également

un point capital. Dans un jeu vidéo, si un pixel est mal affiché sur une trame suite à une erreur mémoire, personne ne s'en rendra compte. S'il s'agit en revanche d'un calcul scientifique particulièrement complexe qui nécessite plusieurs semaines de calculs et qu'une seule erreur vient ruiner le résultat, c'est plus problématique. C'est pourquoi les Quadro et autres FirePro utilisent généralement de la mémoire ECC ainsi que des tests préliminaires plus poussés que les cartes lambda. À noter enfin l'existence des cartes "Tesla" de Nvidia, qui ne sont en fait que des Quadro dépourvues de sorties vidéo et uniquement destinées au GPGPU.

AMD FirePro Remote

Totalement inconnue au bataillon – il nous a fallu réaliser un article sur le hardware insolite pour découvrir son existence –, la FirePro R5000 est basée sur un concept tout à fait original puisqu'il s'agit de la seule carte graphique à disposer d'une sortie... RJ45. Son but est en fait de déporter l'affichage sur un client léger distant à l'aide d'un réseau Ethernet classique. Le GPU effectue ses calculs, le framebuffer est encodé avec une technologie dédiée (PCoIP) puis transmise sur une distance qui peut être relativement longue à un terminal de très faible puissance. Si la puissance du GPU n'est pas folichonne (l'équivalent

d'une Radeon HD 7850), la vitesse de transfert s'annonce remarquable puisqu'il est possible de transmettre simultanément quatre flux Full HD à 30 fps (ou 2 à 60 fps) avec un simple réseau gigabit ! Alors évidemment, l'enthousiasme est un peu retombé depuis l'apparition des solutions de cloud gaming (voir ci-contre) mais ce type de technologie demeure une initiative intéressante.



AMD Radeon Sky / Nvidia GRID

À en croire Nvidia et AMD, l'avenir du jeu vidéo serait au cloud gaming. Fini les cartes graphiques dans les PC : pour jouer, on accéderait via Internet à un serveur distant contenant une batterie de GPU. Le flux vidéo serait alors streamé jusqu'à l'utilisateur. Si la concrétisation de cette lumineuse idée n'est pas pour demain – il faudra d'abord que tout le monde soit équipé en fibre gigabit –, les cartes graphiques spécifiques ont déjà été annoncées : il s'agit de la gamme Radeon Sky d'AMD et GRID de Nvidia. De la même architecture que les Radeon et GeForce classiques, elles embarquent néanmoins 2 ou 4 GPU d'entrée ou de milieu de gamme

afin de pouvoir supporter plusieurs clients simultanément. La mémoire disponible a également été boostée, tout comme le prix qui atteint allègrement les 3 000 €. Évidemment, la plupart du travail sur cette technologie vient encore une fois du software : la latence dans l'encodage et le traitement du flux est optimisé pour rester extrêmement faible.



Xeon Phi

Parmi les innombrables composants informatiques, rien n'est plus nébuleux que le Xeon Phi. Bâti sur les cendres du projet Larabee, il s'agit d'une sorte de coprocesseur intégrant un grand nombre de cœurs. Chaque cœur est composé d'un petit CPU hérité du Pentium de première génération et d'une monstrueuse FPU (unité de calcul en virgule flottante) capable de traiter des nombres de 512 bits. Tout est alors question de vectorisation et de multi-threading massif sans quoi il n'est pas possible d'exploiter la puissance disponible. Nous avons voulu savoir comment fonctionnait un Xeon Phi en pratique. Physiquement, il se présente sous la forme d'une énorme carte PCI Express consommant une énergie démentielle : 300 W au maximum ! On n'y trouve aucune sortie vidéo : le Xeon Phi est exclusivement destiné au calcul et n'est pas une carte graphique comme devait l'être Larabee. Les premiers problèmes d'une longue

série débutent dans la compatibilité hardware. Très peu de cartes mères sont pour le moment capables de fonctionner avec un Xeon Phi. L'Asus X79-DELUXE ou la Gigabyte GA-Z87X-OC que nous avons testées ne bootent plus une fois la carte insérée. La cause est purement artificielle : Intel semble interdire aux fabricants de cartes mères d'ajouter les quelques lignes de code manquantes dans leurs BIOS sur les modèles "grand public". Bref, nous avons dû nous rabattre sur la monstrueuse Asus Z9PE, une carte "pro" Bi-Xeon LGA2011. Une fois l'imposant "pilote" installé, on ne constate rien de particulier à part le bruit infernal de la carte. Il faut alors installer manuellement le firmware qui est constitué d'un Linux minimaliste. Le mode de fonctionnement d'un Xeon Phi s'avère déroutant : il se comporte en fait comme un PC totalement indépendant de la machine "hôte". On y accède via une interface réseau virtuelle et en SSH, comme un serveur Linux. Le système d'exploitation embarqué n'est par contre qu'une simple BusyBox très sommaire, similaire à celle utilisée par un vulgaire routeur. Notre carte disposant de 61 cœurs, l'OS embarqué liste les 244 processeurs virtuels disponibles grâce à la présence d'un Hyper-Threading à 4 threads/cœur. Il "suffit" ensuite de compiler un programme avec *Intel Composer XE* puis de le transférer sur la carte en SSH pour l'exécuter sur le Xeon Phi. Exploiter correctement la puissance disponible est une autre paire de manches...



Mahahahatrox

Tous mes confrères qui baignaient déjà dans le hardware en 2002 se souviennent probablement de la mémorable annonce presse de la Matrox Parhelia. Sur une péniche au bord de la Seine, à côté d'une forêt de petits fours haut de gamme, une myriade de marketeux/commerciaux/ingénieurs exprimaient leur satisfaction la plus totale d'un air ravi : Matrox était de retour dans les cartes graphiques pour joueurs et AMD/Nvidia n'avaient qu'à bien se tenir. Quelques mois plus tard, la Parhelia partait aux oubliettes tant ses performances étaient mauvaises et ses drivers bugués. Honteux, le fabricant s'enfuit du marché grand public et jura de ne plus jamais y revenir. Cela n'a toutefois pas empêché Matrox de continuer à produire des cartes graphiques pour des marchés ultra-spécifiques comme le médical. Niveau innovation en revanche, rien de nouveau depuis des lustres...



Stockage Insolite

Des Go/s en pagaille

Tout le monde connaît les disques durs mécaniques classiques, les SSD SATA et leurs hybrides communs, les SSHD. Mais dans le monde du stockage, il existe également des périphériques plus étranges. Impossible pour nous de résister à l'envie de tester ces choses qui sortent de l'ordinaire.

Disques durs 15k

La réactivité d'une unité de stockage est principalement déterminée par le temps d'accès aux données plutôt que par le taux de transfert. Sur un disque dur mécanique, le meilleur moyen pour diminuer cette latence consiste à augmenter la vitesse de rotation. Pourtant, les modèles grand public stagnent à 7 200 tr/min depuis plus de 20 ans. La seule exception vient de la gamme Raptor (puis Velociraptor) de Western Digital, lancée en 2004, qui atteint les 10 000 tr/min. Dans le monde professionnel en revanche, il existe des disques durs bien plus rapides qui montent à 15 000 tr/min. Ceux-ci ont été inventés en 2000 par Seagate et représentent encore aujourd'hui une très grosse part des ventes sur les serveurs. Selon les estimations des analystes, le ratio HDD/SSD devrait demeurer très largement en faveur des disques durs (7:1 à 8:1) pour les années à venir. À l'heure où les prix des SSD ne cessent de chuter, on peut se demander pourquoi les entreprises n'optent pas massivement pour ce moyen de stockage bien plus rapide. La réponse est double. Tout d'abord, les SSD abordables à base de mémoire



MLC n'ont qu'une capacité de réécriture assez faible avant que les cellules de mémoire Flash ne deviennent inopérantes. Pour une utilisation grand public, cela ne pose pas de problème puisque les écritures disques sont très peu nombreuses. Un serveur très utilisé pourrait par contre "tuer" un SSD en quelques mois seulement. Ensuite, le prix au Go de la mémoire Flash devrait rester nettement plus élevé que celui d'un HDD pendant encore au moins 10 ans. Les besoins en capacité de stockage ne cessant de croître, le bon vieux disque dur reste ainsi bien plus économique pour de grandes quantités de données. Mais bref ! Pour les besoins de la cause, nous avons pu tester un disque dur Seagate 15k au format SAS.

Première constatation : il émet un bruit franchement conséquent. Côté performances, si le débit stagne aux alentours de 150 Mo/s, le taux de transfert sur de petits fichiers de 4 Ko est environ deux fois plus élevé que sur un disque dur 7 200 tr/min classique comme le 7200.14 de Seagate. Sur des applications réelles (voir graphique ci-contre), le gain est d'environ 15 %. Vu les prix pratiqués, ce type de disque dur n'a toutefois aucun intérêt pour le commun des mortels.

SSD PCI Express



La quasi-totalité des SSD actuels parviennent à saturer les 500 Mo/s de l'interface SATA 3. Cette limitation est toutefois bénigne puisque, comme nous vous le disions plus haut, le débit brut n'a pas grande importance en pratique. Du moins pour les applications classiques, car il peut arriver que certaines applications "pro" bien spécifiques nécessitent un énorme taux de transfert. Pour s'affranchir des limitations du SATA, beaucoup de constructeurs proposent des SSD sous forme d'une carte PCI Express. De quoi atteindre des débits de 2 Go/s et même plus. Les premiers modèles ne permettaient pas

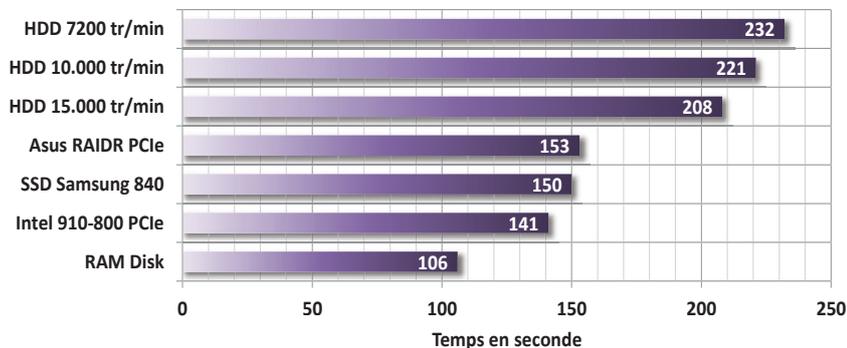
le boot et ne pouvaient servir que de stockage annexe, mais les déclinaisons plus récentes sont souvent détectées comme des unités de disque classiques par le BIOS. Il est alors possible d'y installer un OS et de démarrer le PC dessus. Afin de tester ces SSD PCIe, nous nous sommes procuré deux modèles bien différents. Le premier est l'Asus RAIDR, un modèle grand public de 240 Go sur interface PCIe 2x proposé à un prix raisonnable. Le second, l'Intel 910, coûte 15x plus cher pour 800 Go et fonctionne en PCIe 8x. Il est clairement destiné aux professionnels. À l'installation, on constate immédiatement une différence : l'Asus est bootable et l'Intel non. Il nécessite en plus un driver spécifique alors

que la carte RAIDR est immédiatement reconnue. Les performances brutes montrent un taux de transfert maximum de 680 Mo/s en lecture et 390 Mo/s en écriture pour l'Asus. L'Intel atteint en revanche les 1.8 Go/s en lecture et 1.2 Go/s en écriture, des résultats impressionnants. En utilisation réelle avec des applications non-professionnelles en revanche, les écarts sont nettement plus resserrés : le modèle d'Intel ne se démarque que de 10 % par rapport à celui d'Asus. Pas de quoi justifier le surcoût démentiel.



* Benchmarks : rapidité d'exécution de tâches courantes

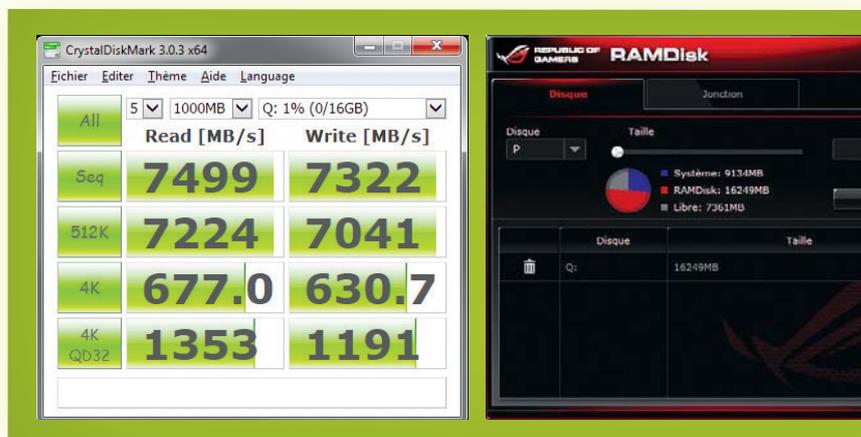
Lancement de 6 applications, scan antivirus, 4 jeux vidéo



Pour mesurer concrètement et dans un environnement non-professionnel les performances des différentes solutions, nous avons effectué une batterie de tests sur plusieurs applications grand public. Le démarrage de l'OS n'est toutefois pas intégré aux tests. Les résultats montrent la nette amélioration attendue entre SSD et HDD mais les écarts entre les différents modèles restent très faibles. Cela reste valable pour l'Intel 910 malgré ses gros taux de transfert sur tous les types de fichiers. Le RAM Disk, en revanche, montre qu'il existe encore une nette marge de manœuvre sur les gains possibles.

RAM Disk

Le concept du RAM Disk date des débuts de l'informatique, à une époque où la maîtrise de l'autoexec.bat et du config.sys était indispensable au *vulgum pecus*. Techniquement, il s'agit de transformer une partie de la mémoire en unité de stockage virtuelle via un logiciel. Il est alors possible d'y accéder comme un disque dur ultra rapide avec des taux de transfert et une latence encore bien inférieure à celle d'un SSD. Deux inconvénients majeurs se posent toutefois. D'abord, la mémoire sera évidemment amputée du volume du RAM Disk. Pour avoir 16 Go d'espace de stockage, mieux vaut donc disposer d'au moins 32 Go de RAM. Ensuite, le contenu du RAM Disk est volatil : une fois le PC éteint, les données disparaissent. Il faut donc les sauvegarder à chaque extinction et les restaurer à chaque allumage. Pourtant, le concept semble revenir au goût du jour. Asus propose par exemple un logiciel évolué de RAM Disk sur certaines de ses cartes mères qui permet de faire office de "cache" pour un SSD. La capacité est toutefois limitée à 16 Go. Il suffit ensuite de sélectionner un ou plusieurs répertoires sur une unité de disque physique (SSD ou HDD) pour que le logiciel effectue une synchronisation entre les deux. Le résultat est plutôt convaincant puisque sur une grosse machine, c'est désormais le CPU qui devient le facteur limitant lors du lancement d'un jeu par exemple. Le gain est très conséquent. Quant aux débits, ils pulvérisent ceux des SSD les plus chers et peuvent atteindre les 10 Go/s tant en lecture qu'en écriture. Vu les prix actuels de la mémoire, il serait indécent d'opter pour un RAM Disk, mais dans certaines utilisations bien précises,



il peut s'agir d'une solution moins coûteuse et beaucoup plus efficace qu'un SSD. Nous avons par exemple testé cette technique pour de l'acquisition en temps réel et sans pertes d'un flux HDMI Full HD non compressé. Le RAM Disk faisait alors office de tampon avant l'encodage. Il existe aujourd'hui de nombreux logiciels de RAM Disk dont les performances varient grandement. En gratuit, celui d'Asus offre les meilleures performances. En payant, SuperCache Express 5 est efficace mais il coûte une petite fortune. Il permet toutefois de mettre en cache (en lecture !) le disque de boot pour un maximum de performances. Toutefois, dans tous les cas, il faut savoir que la restauration du RAM Disk au démarrage de la machine prend du temps : entre 20 secondes et 2 minutes supplémentaires en fonction de la rapidité du SSD ou du HDD et du volume de données.

i-RAM

À part Lord Casque Noir qui a cru dur comme fer à ce concept ridicule, personne ne se souvient de la technologie de "RAM Disk physique" proposée par Gigabyte. L'i-RAM se présentait sous la forme d'une carte PCI ou d'une unité 5.25" contenant des slots mémoire classiques. Il suffisait de lui ajouter jusqu'à 4 barrettes de 1 Go de DDR pour obtenir une unité de stockage reconnue normalement par la carte mère. Une petite batterie interne se gardait de conserver les données PC éteint mais nécessitait une tension de StandBy. L'idée paraissait

intéressante puisque la RAM était assez peu coûteuse à l'époque et les SSD n'existaient pas. Toutefois, l'i-RAM souffrait de nombreuses limitations : l'interface SATA utilisée dans les deux cas (PCI et 5.25) saturait à 150 Mo/s, la décharge de la batterie finissait par entraîner la perte de toutes les données au bout d'une dizaine d'heures en cas de défaut d'alimentation, le ventilateur interne faisait du bruit et la capacité de mémoire était limitée à 4 Go. L'i-RAM a rapidement sombré mais un projet similaire est apparu en 2009 avec l'Acad



ANS-9010. Celui-ci supportait jusqu'à 32 Go de DDR2 et proposait un backup sur carte Compact Flash. La chose est encore vendue aujourd'hui pour 500 € !

Périphériques farfelus

Souris et clavier n'ont qu'à bien se tenir !

D'innombrables fabricants ont cherché à remplacer l'éternel couple clavier-souris par de nouveaux dispositifs basés sur des technologies plus modernes. La tentative la plus récente (les épouvantables souris "tactiles") n'a pas rencontré plus de succès que les précédentes. Malgré, tout, nous avons déniché une poignée de périphériques saugrenus qui aspirent à contrôler nos PC différemment. Gare au fou !

Trackball

Il fut un temps où le Trackball – une souris inversée dotée d'une boule que l'on manipule directement – était une alternative très crédible à la souris. Réputé

plus précis pour certaines tâches, il était aussi apprécié pour les logiciels de CAO (modélisation géométrique). L'arrivée de la molette sur les souris en 1997 entraîna toutefois la disparition très rapide de la plupart des modèles. Il faut dire que cette invention représentait une innovation majeure en matière de confort d'utilisation. Malgré tout, le Trackball existe toujours en 2014 grâce à Kensington qui n'a jamais jeté l'éponge. Et il a bien évolué. Le modèle haut de gamme (*Expert Mouse Optical*) dispose aujourd'hui d'un capteur optique, de 4 boutons et surtout d'un anneau situé autour de la boule faisant office de molette. Ni une ni deux, nous avons testé la chose pendant quelques jours. La première impression est déconcertante : les mouvements sont saccadés et brouillon. Pourtant, la prise en main

se fait finalement assez vite et les actions deviennent rapidement plus précises. Le déplacement de la boule est parfaitement fluide, au point qu'elle semble parfois en suspension, et l'anneau s'avère intuitif pour de la navigation. Même dans un FPS, les résultats sont surprenants : on prend vite l'habitude de se déplacer au Trackball. Les limitations finissent tout de même par se ressentir. Un seul bouton sur les 4 est accessible directement sans lâcher la boule, ce qui provoque une nette baisse de la réactivité par rapport à une souris. La conception de l'*Expert Mouse Optical* laisse aussi à désirer sur certains points : les boutons sont bien trop bruyants et l'anneau a tendance à racler au lieu de glisser. Bref, même si les progrès sont évidents, le Trackball restera réservé à quelques illuminés ou à ceux qui souffrent du syndrome du canal carpien. Au suivant !



Souris Verticale

L'évocation du concept de la souris verticale provoque toujours un début d'hilarité dans l'assistance. Il s'agit pourtant là de *serious business* si l'on en croit Posturite, un fabricant de périphériques dédiés à l'ergonomie du poste de travail. La souris verticale serait ainsi l'idéal pour éviter les problèmes de santé liés à l'utilisation de la souris. C'est donc avec l'abnégation la plus totale et sans aucun *a priori* que nous avons testé la *Penguin* du fabricant (photo de gauche). Il s'agit d'un modèle sans fil rechargeable doté d'un capteur optique qui se pose sur le bureau et s'empigne à pleine main. Dès la première utilisation, on lutte contre une envie impérieuse : celle de passer la seconde. La disposition des boutons fait qu'un clic gauche se réalise avec l'index et un clic droit avec le majeur, comme sur une souris. La molette se contrôle de droite à gauche et non de haut en bas mais on utilise là-aussi le même doigt. Malgré ces similitudes, il est assez difficile de s'habituer aux mouvements requis ; le Trackball est bien plus intuitif à ce niveau. Le principal problème provient de la surface très importante de la base qui provoque un frottement important. À l'utilisation, on "sent" rapidement que le positionnement de la main est plus naturel en position verticale, mais l'effort supplémentaire lors des déplacements vient ruiner le bénéfice.

La société Evoluent propose elle aussi sa souris verticale.



Clavier Topre

La plupart d'entre vous connaissent les trois principales technologies de touches pour clavier : les modèles classiques à membranes, ceux de type "chiclet" comme sur les portables et enfin les claviers mécaniques à switches Cherry. Pourtant, il en existe une autre que seuls connaissent les vrais spécialistes qui se retrouvent au fin fond d'obscurs forums les soirs de nuit sans lune : le switch Topre. Du nom d'une société japonaise qui a déposé le brevet il y a plus de 25 ans, le switch Topre utilise une technologie capacitive. En bref, ils sont constitués d'un capteur capacitif surmonté d'un ressort puis d'une membrane. La partie mobile contient un petit aimant qui provoque l'activation sans contact une fois qu'elle se trouve assez proche du capteur, c'est-à-dire une fois qu'elle a été enfoncée. Les claviers Topre sont parfois considérés comme le *nec plus ultra* qui se monnaie à prix fort : comptez au minimum 150 € pour un modèle classique sans aucune fioriture et en QWERTY. Trouver un modèle AZERTY relève de la gageure, sans compter qu'il faudra alors déboursier largement plus de 200 €. Coup de bol, nous avons pu nous procurer un modèle "Realforce" pour procéder à un test. Dès le déballage,

le poids de l'engin – 1,4 kg ! – et son design tchécoslovaque laissent perplexes. Branché en USB, il est immédiatement reconnu comme un clavier standard. Les premières frappes laissent apparaître la qualité des switch dits "tactiles" (leur course n'est pas linéaire comme sur les MX Brown de Cherry). Surtout, la force d'activation des touches est différente selon leur position. La lettre "A" qui s'active avec l'auriculaire nécessite par exemple une pression bien moindre que la lettre "R" qu'on presse habituellement avec l'index. L'effet sur la saisie de texte est rapide : moins de fautes de frappes et une plus grande cadence au bout de quelques heures. Pour ne rien gâcher, le clavier est plutôt silencieux, plus en tout cas que les claviers mécaniques à switches Cherry tactiles. Le seul reproche qu'on pourrait lui faire concerne ses patins antidérapants rikiki sur le dessous. Dans tous les cas, et même si l'appréciation d'un "toucher" est largement subjective, le prix effroyablement élevé demandé par les revendeurs peine tout de même à justifier son acquisition.



Le Topre RealForce ne dispose strictement d'aucune fioriture. À 250 €, on aurait tout de même aimé quelques touches multimédias...



Leap Motion

Le Leap Motion a fait sensation lors de son annonce en 2012. Il s'agit d'un petit boîtier qui permet de capter les mouvements des mains de l'utilisateur afin de les retranscrire en action sur le PC. Il se place généralement entre le moniteur et le clavier et offre un rayon d'action de 50 cm. Sur le papier, le concept paraît séduisant. Malheureusement, la plupart des testeurs ont été déçus par son manque de précision lors de sa sortie en 2013. Un an plus tard, nous avons voulu voir si les choses avaient évolué. D'un point de vue technique, le boîtier Leap Motion est constitué de deux caméras qui filment en noir et blanc et de 3 LED IR pour "illuminer" la scène. L'ensemble des données est ensuite transmise au PC par USB et traitée par un logiciel spécifique. L'installation se passe sans problème. Une bibliothèque d'application appelée "AirSpace" permet ensuite d'effectuer quelques essais sur des démonstrations technologiques. Autant le dire tout de suite : l'ensemble n'est pas du tout convaincant. Les mouvements sont très peu précis, souvent mal détectés et globalement à des années-lumière de la sensibilité d'un capteur comme le Kinect 2 de la Xbox One. Un test effectué avec un plug-in Chrome pour simplement scroller les pages web n'est pas non plus convaincant tant la détection des gestes se montre erratique. Mais il y a pire : ces mouvements constants finissent par fatiguer les bras, preuve que c'est la totalité du concept qui ne tient pas debout.

Monnaies : du réel au virtuel

Des bits dans les coins

Les monnaies virtuelles demeurent un mystère pour le grand public. Elles s'affichent de plus en plus ouvertement, sont open-source et – paraît-il – transparentes, mais n'inspirent pas la confiance pour autant. Contrairement à nos euros, aucun État ni banque centrale ne garantit en effet leur valeur. Ces nouvelles monnaies sont d'ailleurs complètement décentralisées et les seules règles qui les régissent sont celles des algorithmes et de la loi du marché. Totalement autonomes, fonctionnant en peer-to-peer, elles définissent les contours d'un Nouveau Monde qui fait peur aux anciens et qui attire aussi bien les chercheurs d'or que les truands. Entre Eldorado et mirage, et après un an de folie spéculative, il était temps pour nous de faire le point.



Pour mieux comprendre le fonctionnement des monnaies virtuelles, il est indispensable d'expliquer quelques notions économiques de base concernant la définition d'une monnaie, son rôle et sa régulation. Il s'agit en réalité d'un système économique complexe qui met en œuvre de multiples acteurs à différentes échelles, du commerçant jusqu'aux banques centrales garantes de l'équilibre général. C'est pourquoi nous allons d'abord voir les principes sous-jacents qui régissent nos outils de paiement de tous les jours (pièces, CB, chèque, virements, etc.) en remontant aux origines.

Il était une fois... La monnaie est un instrument vieux d'au moins 5 000 ans, qui a connu de multiples formes au cours

de l'histoire. Passons sur les déclinaisons les plus primitives (coquillage, étoffe, graine de cacao ou tête de bétail – d'où vient d'ailleurs le mot pécuniaire, du latin *pecus*, bétail), la première apparition fut les monnaies-marchandises constituées de métaux précieux (or, argent, bronze...). Leur valeur provenait de la rareté du métal. Elles étaient d'abord évaluées sous forme de pesées, en Égypte notamment, puis comptées chez les Grecs. Pour finir, elles furent frappées avec une effigie et une valeur nominale. Cette monnaie métallique était à l'abri de l'inflation et avait une richesse intrinsèque indépendante du pouvoir politique en place. Toutefois, en contrepartie, elle était encombrante et facile à dérober. C'est pourquoi dès l'antiquité, les commerçants ont mis au point une monnaie dite *scripturale*, qui prend la forme d'une simple

écriture dans un livre de comptes. Dans un premier temps, il s'agissait de *titres de dettes* (une reconnaissance de dette) uniquement convertibles auprès de l'établissement émetteur. Puis le principe fut amélioré au XIV^e siècle – une époque où les banquiers n'existaient pas encore – avec la *lettre de change*. Ce moyen de paiement semblable à nos chèques "modernes" reposait sur un réseau international de marchands qui assuraient la convertibilité des lettres en devise du pays.

Ce système fut longtemps utilisé par les commerçants qui sillonnaient l'Europe et qui ne voulaient pas s'encombrer de coffres bourrés de pièces pour échapper aux bandits de grand chemin. Enfin, la monnaie dite fiduciaire apparaît avec les premières banques au XVII^e siècle. Elle se présente sous la forme de pièces ou de billets dont la valeur matérielle est quasi nulle ; les pièces sont en matériaux non-précieux et les billets en vulgaire papier. Leur valeur est symbolique et dépend uniquement de la confiance accordée en l'émetteur – d'où son nom issu du latin *fiducia*, confiance. Contrairement aux lettres de change, la monnaie fiduciaire a une vocation universelle : elle s'adresse à l'ensemble de la population, qui peut l'échanger librement et à valeur constante sur tout le territoire. Pièces et billets connaissent un véritable succès dès le XVII^e siècle grâce à leur légalisation par les différentes nations occidentales. À cette occasion, les rois offrent un monopole d'impression aux banquiers, qui ne se gêneront pas pour l'exploiter... quitte à en abuser. En effet, peu importe la quantité émise puisque la couronne leur octroie une garantie d'échange absolue et identique quel que soit le nombre en circulation.

Évolution de l'usage du Bitcoin





Mes sous à moi. Aujourd'hui, les principaux moyens de paiement dont nous disposons dans la vie de tous les jours sont la monnaie fiduciaire et la monnaie scripturale. Cette dernière représente désormais 95 % des échanges. Sa finalité est toujours la même : un virement bancaire entre deux comptes. Ce transfert d'argent virtuel peut être effectué à l'aide de différents moyens. Tout d'abord, le papier : chèques ou titres interbancaires de paiement (TIP) par exemple, bien qu'ils ne soient plus guère utilisés que par les grandes organisations... et par les retraités le samedi après-midi, à la caisse des supermarchés bondés. Ce mode de paiement archaïque est désormais presque entièrement remplacé par des échanges immatériels, plus rapides et beaucoup moins coûteux. Il s'agit de la deuxième catégorie de transaction par monnaie scripturale, qui regroupe l'ensemble des traitements électroniques. Elle regroupe par exemple les prélèvements automatiques et les cartes bancaires, qui permettent d'effectuer un virement électronique en authentifiant le propriétaire d'un compte. Enfin, le dernier instrument d'échange scriptural est la monnaie électronique ou monétique. Cette appellation comprend les puces Moneo ainsi que les portefeuilles numériques disponibles sur Internet et sur nos smartphones comme PayPal, Google Wallet et autres. Ces nouveaux moyens de paiement ne représentent aujourd'hui qu'une part infime des transactions bien qu'ils connaissent une croissance très rapide. Sources de gros profits à venir, ils font actuellement l'objet d'une concurrence féroce entre les différents acteurs du Web et de la finance. La monnaie fiduciaire (nos pièces et billets en euros) bénéficie toutefois encore d'un

avantage important bien qu'elle tombe petit à petit en désuétude : de par son statut étatique et législatif, elle dispose d'un pouvoir libératoire obligatoire et ne peut donc être refusée en paiement. Seule la monnaie fiduciaire centrale possède cet atout alors que les chèques ou cartes bleues, simples monnaies scripturales, ne peuvent s'en prévaloir. Dans tous les cas et quel que soit le moyen retenu, l'enjeu est toujours le même : permettre à l'argent de circuler et établir des rapports de confiance entre les différents acteurs économiques.

Les trois mamelles de la monnaie.

Il est maintenant temps de parler du rôle d'une monnaie au sens large. Celui-ci est triple. Tout d'abord, c'est évidemment un moyen d'échange, bien plus pratique par exemple que le troc de biens matériels qui nécessite une double coïncidence des désirs. Comme l'expliquait Aristote, "pour la transaction à venir; la monnaie nous sert, en quelque sorte, de garant, et, en admettant qu'aucun échange n'ait lieu sur-le-champ, nous l'aurons à notre disposition en cas de besoin". Ce dernier point souligne la deuxième fonction de la monnaie en tant que valeur de réserve : celle-ci peut donc être conservée au cours du temps avec l'assurance qu'elle maintiendra son pouvoir d'achat relatif initial. Bien sûr, cette idée fait abstraction des risques d'inflation qui touchent les économies modernes, mais nous ne rentrerons pas ici dans le débat. Enfin, une monnaie a un rôle d'unité de compte : elle constitue l'instrument de mesure de référence pour l'ensemble des biens échangeables. En clair, elle permet les comparaisons de valeur entre des produits (ou des services) très différents et organise ainsi la division du travail.

Création monétaire. Un dernier point à comprendre pour appréhender le fonctionnement de la monnaie est sa création. Les principales monnaies comme l'euro ou le dollar ne sont pas (plus) des

monnaies-marchandises en ce sens qu'elles ne sont pas indexées sur l'or ou sur un quelconque bien concret. Il s'agit de monnaies-dettes dont la plus grosse partie est totalement virtuelle. Sa régulation – et en particulier sa création – est gérée par la banque centrale (comme la FED aux États-Unis ou la BCE en Europe). Pourtant, de la monnaie est créée tous les jours par chaque banque locale (voir encadré ci-dessous). À chaque fois qu'un prêt est émis ou qu'une dette est accordée, de la monnaie est créée

La valeur de la monnaie fiduciaire est symbolique et dépend uniquement de la confiance accordée en l'émetteur

(seule une part négligeable des prêts est réalisée à partir des dépôts des épargnants). Cet argent frais a toutefois une durée de vie limitée puisqu'il est détruit lors du remboursement. Il s'agit là de l'une des trois sources de création monétaire. Les deux autres sont le financement des déficits des États et la conversion des devises. En effet, chaque Bon du Trésor (dette d'un État) émis correspond à la création d'une masse monétaire équivalente. C'est d'ailleurs de cette façon que les Américains font tourner leur planche à billets avec la collaboration active de la FED, leur banque centrale. Enfin, la dernière source de multiplication de la monnaie provient des échanges internationaux. À chaque fois qu'un acteur économique demande à sa banque de changer une devise étrangère en devise locale, il y a une émission et le système devient créateur vu de l'extérieur. Bien entendu, la masse monétaire est étroitement contrôlée et il existe une réelle régulation pour éviter tout risque d'inflation. C'est d'ailleurs un des rôles principaux attribués par les politiques à la banque centrale européenne.

Tonneau des Danaïdes. Pour mieux comprendre comment les banques créent de la monnaie, prenons l'exemple de Paul et de Jean, qui disposent tous deux d'avoirs dans deux banques différentes, la BNP et la Société Générale par exemple. Paul doit payer 100 000 euros à Jean et emprunte pour cela la somme correspondante à la BNP. Son compte est alors crédité de la somme en question par une création de monnaie scripturale sans pour cela qu'il ne soit fait appel à l'autorité de tutelle. De l'argent est donc créé *ex nihilo* par sa banque. Pour payer son dû à Jean, Paul passe ensuite un ordre de virement. La Société Générale inscrit alors à la somme en question au compte de Jean. Résultat : la BNP devient débitrice de la Société Générale de 100 000 euros. Pour régler cette dette interbancaire, les protagonistes ne vont pas s'échanger les valises de billets qu'elles n'ont pas. Elles font appel à la banque centrale auprès de laquelle elles ont toutes un compte et réalisent une opération dite de compensation. Ce processus est réalisé chaque jour pour équilibrer les comptes respectifs des différents acteurs du milieu bancaire. Précisons pour être rigoureux que cette mécanique est quelque peu modifiée ces derniers temps. En effet, les banquiers peuvent se renflouer sur le marché interbancaire plutôt que de passer systématiquement par les banquiers centraux qui sont souvent moins conciliants. Mais donc : où passent ces 100 000 euros créés virtuellement en fin de compte ? En fait, ils seront détruits virtuellement de la même façon au fur et à mesure que Paul remboursera sa dette à sa banque.



Les monnaies complémentaires

La monnaie "officielle" repose essentiellement sur la confiance que lui accordent les différents acteurs économiques. Aussi, en période de crise, ceux-ci peuvent être amenés à considérer – voire à créer – des alternatives non-officielles. Les objectifs recherchés peuvent être multiples : s'affranchir de l'institution bancaire et des frais afférents, stimuler le commerce local, donner un sens éthique à un commerce ou encore éviter la spéculation. Certaines sont même conçues autour d'un principe de *monnaie fondante* : si elles ne circulent pas, leur valeur diminue progressivement avec le temps. De quoi stimuler les échanges ! Bien sûr, ces monnaies n'ont pas cours légal et on ne peut forcer quiconque à les accepter en paiement ; elles reposent sur le bon vouloir de chacun en fonction de ses intérêts.

De Wir en Sel. Quelques monnaies complémentaires se sont toutefois distinguées par leur efficacité au cours de l'histoire. Voyons le cas emblématique du Franc WIR, une institution bancaire suisse qui émet sa propre monnaie. Créée en 1934 à l'époque où l'Europe est touchée de plein fouet par une crise économique majeure, cette monnaie complémentaire consiste en un système de crédit mutuel interentreprises. Elle a été créée à l'origine pour permettre à l'argent de circuler, à une époque où les banquiers refusaient tout crédit. Ses membres s'acquittent chaque année d'un droit d'entrée symbolique de 32 francs suisses pour avoir accès à ce réseau de crédit à très bas coût. Malgré une opposition des banquiers, le système perdure encore

aujourd'hui à grande échelle : il regroupe plus de 62 000 PME, soit près d'une sur cinq ! Outre cette initiative réservée aux professionnels, d'autres concepts économiques de monnaies complémentaires ont vu le jour pour les particuliers. Beaucoup sont des SEL, des *systèmes d'échange local*. Il en existe plus de 500 en France aujourd'hui ; on trouve par exemple le Radisel dans le Pas-de-Calais, le BretSEL en Bretagne ou le GratteSEL près de Lyon. Tous ont le même but : promouvoir l'échange local de biens ou de services entre voisins d'une même zone géographique. Elles sont gérées par des associations de quartiers et même si les projets de SEL ne bénéficient plus aujourd'hui de la ferveur initiale, beaucoup perdurent encore. Désormais, l'air du temps est aux monnaies complémentaires dites "électroniques".

eDollars. Dans les années 80 et 90 émerge l'idée d'une monnaie électronique et les projets fleurissent un peu partout sur la planète. En 1990, David Chaum décrit un système de paiement anonyme et crypté, appelé *ecash*. Quelques années plus tard, en 1998, Wei Dai publie à son tour une description de sa "b-money", une monnaie décentralisée sur Internet et un certain Nick Szabo propose le "bit gold". Ces essais ne dureront cependant qu'un temps. Puis, en 2008, Satoshi Nakamoto – un pseudonyme dont l'auteur est toujours inconnu aujourd'hui – écrit un traité sur le Bitcoin (BTC). Cette publication technique de neuf pages explique en détail les règles de fonctionnement de sa cryptomonnaie. Tous les aspects sont abordés depuis les algorithmes jusqu'aux principes économiques qui sous-tendent l'ensemble. Un an plus tard, le 3 janvier 2009, le premier client Bitcoin est mis en circulation. Au début, ce nouveau système est cantonné à un cercle très restreint d'utilisateurs ; il n'est mis en lumière qu'en 2011 lorsque Wikileaks se met à accepter les

Bitcoin : monnaie ou pas ? Pour prétendre à l'appellation "monnaie" au sens économique du terme, le Bitcoin doit remplir trois critères : être simultanément un moyen d'échange, une valeur de réserve et une unité de compte. Pour le premier, pas de problème : il s'agit bien d'un moyen d'échange puisque son rôle principal est de faciliter les transferts de fonds. Pour les deux autres aspects en revanche, les avis sont plus que partagés. L'Allemagne, par exemple, donne ces attributs au Bitcoin tandis que d'autres comme la FED, la Finlande, la Chine ou la Russie les lui refusent. En France, en l'absence d'une loi ou d'une position officielle de la part du pouvoir politique, le Bitcoin est considéré par l'administration fiscale comme une marchandise. Les implications sont importantes, car cela signifie notamment que la TVA devrait être appliquée lors de l'achat de Bitcoins. Avec cette règle, son utilisation est impensable dans l'Hexagone. La question se pose donc d'une harmonisation internationale vis-à-vis du statut à accorder à cette monnaie numérique. Toutefois, le problème est tout à fait original dans l'Histoire parce que le Bitcoin présente une différence fondamentale par rapport aux autres devises : il n'est rattaché à aucune banque centrale et à aucun État. Cependant, face à l'ampleur du phénomène et malgré l'absence de représentants légaux pour négocier des accords, les décisions devraient se succéder jusqu'à ce que le flou juridique se dissipe totalement. Mais en attendant, les acteurs de cette économie naissante jouent avec le feu et pourraient bien perdre tous leurs investissements.

donations dans cette nouvelle monnaie. La *Free Software Foundation* est aussi de la partie ainsi que d'autres acteurs du monde du libre. Ils se retrouvent dans les valeurs véhiculées par ce mode d'échange open source et décentralisé. C'est à partir de là que le réseau se développe réellement et se professionnalise jusqu'à atteindre son niveau actuel.

Mathémonnaie. Le Bitcoin est désormais d'envergure mondiale. Il a connu son envol au Japon pour ensuite conquérir la Chine et l'Occident. Pour une monnaie qui n'a ni cours légal ni soutien d'une banque centrale, son succès est réellement impressionnant. Elle repose sur un réseau décentralisé de type peer-to-peer et suit un modèle économique déflationniste. En clair, sa valeur augmente mécaniquement dans le temps vu que le nombre de Bitcoins est limité, contrairement à nos devises nationales inflationnistes dont la valeur décroît au fur et à mesure que la planche à billets fonctionne. Après deux ans à végéter dans les bas-fonds du web underground, le BTC a connu en 2013 une croissance extraordinaire jusqu'à atteindre une capitalisation boursière de 14 milliards en toute fin d'année. Cet énorme potentiel a évidemment mis en ébullition toute une communauté ainsi que les spéculateurs de tous poils, toujours friands de nouveaux outils pour assouvir leur vice. À ce jour, cette nouvelle économie numérique est en plein essor avec presque 280 000 BTC échangés chaque jour pour une valeur estimée à 240 millions de dollars. Une paille face aux milliards brassés

par notre système bancaire, mais le Bitcoin est toutefois largement suffisant pour attiser les appétits.

De blocs en blocs. Il est maintenant temps de parler plus en détail du Bitcoin d'un point de vue technique. Comme dit plus haut, ce logiciel est de type peer-2-peer : il repose sur des ordinateurs interconnectés directement entre eux, sans serveurs ou autorités centrales qui commanderaient

La monnaie électronique fait actuellement l'objet d'une concurrence féroce entre les différents acteurs du Web et de la finance

le tout. Ce réseau est conçu à l'échelle mondiale autour de la gestion d'un Grand livre de comptes mutualisé et encrypté (la *blockchain*) ou figure l'intégralité des transactions réalisées depuis la création du réseau Bitcoin. Chaque section de ce Grand livre est appelée "bloc" et associe l'ensemble des adresses électroniques des émetteurs et receveurs qui ont effectué une transaction depuis le bloc précédent. Le système est donc à la fois transparent (puisque la totalité des échanges sont répertoriés publiquement) et anonyme (puisque personne ne sait à qui appartient une adresse donnée). Seul un opérateur d'échange effectuant une conversion Bitcoin/dollar ou Bitcoin/euro dispose de la relation entre une transaction

Bitcoin et l'adresse du compte bancaire bien réel de son titulaire. Mais tant que le Bitcoin n'est pas converti, il reste parfaitement anonyme. La tenue du répertoire général dont nous avons parlé plus haut exige de nombreux calculs cryptographiques complexes. Pour disposer d'utilisateurs prêts à fournir les ressources de leur machine pour assurer le fonctionnement du système, il existe une carotte incitative : le premier qui parviendra à calculer (= résoudre) les équations mathématiques afférentes à un nouveau bloc se verra gratifié de nouveaux Bitcoins "gratuits" qui viennent s'ajouter à la liste de transactions. Ce processus de création des blocs et de validation des échanges s'appelle le minage. Aujourd'hui, pour tout nouveau bloc, une somme de 25 BTC est créditée à celui qui est parvenu à résoudre l'équation. Un algorithme de difficulté variable est également à l'œuvre pour que, quelle que soit la puissance de calcul disponible au total, un nouveau bloc ne soit trouvé que toutes les 10 minutes. Plus il y a de mondes, plus les calculs deviennent complexes. La probabilité d'en trouver un, seul, avec un équipement même conséquent est donc quasi nulle aujourd'hui. C'est pourquoi les personnes qui se livrent à ces calculs – les "mineurs" – se regroupent à plusieurs dizaines, voire centaines ou milliers. Les gains sont ensuite partagés.

Contrat de confiance. Une spécificité du Bitcoin et des nouvelles cryptomonnaies est la notion de "confiance" dans les transactions. Comme nous l'avons vu, un nouveau bloc qui va permettre d'enregistrer les

Incertitudes à long terme.

Le mode de fonctionnement à long terme du réseau Bitcoin souffre d'une inconnue majeure. Pour l'heure, les mineurs assurent le fonctionnement du réseau (en fournissant la monstrueuse capacité de calcul nécessaire) car ils sont rétribués par la création automatique de Bitcoins à chaque bloc ajouté. Bien. Seulement voilà, arbitrairement, leur nombre total a été fixé à 21 millions par un mécanisme de limitation simple : la quantité de BTC "offerte" avec chaque bloc est divisée par deux tous les 4 ans. Elle atteignait 50 en 2012, elle est désormais de 25. Plus le temps passera et plus la rétribution proposée en contrepartie des calculs sera faible... jusqu'à devenir totalement nulle le jour où la totalité des Bitcoins aura été découverte. À ce moment-là, qui ira encore utiliser de l'électricité et son matériel pour faire fonctionner le réseau ? Impossible à dire. Soit le Bitcoin sera mort et enterré depuis longtemps, soit il existera encore et il faudra instaurer une taxe significative sur chaque transaction pour rétribuer le fonctionnement du réseau. Le Bitcoin souffrira alors des mêmes frais bancaires qu'il était censé éviter. Un paradoxe.



dernières transactions effectuées dans le Grand livre est découvert toutes les 10 minutes. Il faut donc compter en théorie au maximum 10 minutes pour qu'une transaction soit actée et irréversible. Mais il existe un hic : il est possible que deux nouveaux blocs différents mais valides soient découverts simultanément à deux endroits éloignés du vaste réseau peer-2-peer du Bitcoin. Celui-ci va alors se "scinder" temporairement en deux puisque chaque calcul d'un nouveau bloc doit se faire en prenant en compte le précédent. Au final, lorsque la communication se sera propagée, l'un des deux blocs – le plus court – sera finalement annulé et avec lui, toutes les transactions afférentes (qu'il faudra revalider) ainsi que les nouveaux Bitcoins créés depuis. C'est pourquoi il convient d'attendre la création de plusieurs blocs supplémentaires "par-dessus" pour que la transaction soit garantie à presque 100 %. On considère qu'une transaction Bitcoin est réputée définitive et irréversible après 6 blocs, soit environ 1 heure. Ce délai demeure bien inférieur à ceux des virements bancaires traditionnels.

Par ici les bits ! Tout cela est bien joli, mais si vous comptez vous lancer dans le Bitcoin, vous n'avez probablement pas envie d'investir une fortune en matériel. Il existe heureusement une autre solution que le minage : en acheter sur une des nombreuses places de marché. Cela

Devenir mineur ? Au lancement des Bitcoins en 2009, un simple processeur classique permettait de générer un flot de Bitcoin réguliers. Puis, à mesure que la puissance totale disponible sur le réseau s'est élevée, il a fallu trouver des puces plus puissantes. Les cartes graphiques sont alors devenues les reines du minage. Les GPU sont en effet parfaitement adaptés à l'exécution de calculs simples et ultra-répétitifs à très grande vitesse. Pour des raisons d'architecture, les puces Radeon d'AMD se sont avérées nettement plus puissantes que celles de Nvidia et on ne compte plus les 7950 et 7970 qui ont été achetées uniquement pour miner. Mais cela, c'était en 2013 car aujourd'hui, vous dépenseriez plus en électricité que ce que les GPU vous rapporteraient en Bitcoins. Leurs performances sont même devenues ridicules face à une nouvelle technologie, les ASIC. Il s'agit en fait de puces dédiées conçues dès l'origine pour miner du Bitcoin et rien d'autre. À titre de comparaison, un CPU est environ 10x plus lent qu'un GPU, lui-même 100x plus lent qu'un ASIC ! Il reste toutefois encore un intérêt aujourd'hui à miner avec des GPU, mais sur des monnaies alternatives comme le Litecoin qui utilise le protocole Scrypt. N'espérez toutefois pas gagner une somme conséquente... à moins évidemment que vous n'ayez quasiment pas à payer l'électricité parce que vous travaillez chez EDF...

implique avant tout de se doter d'un portefeuille virtuel. La démarche est gratuite et ne prend qu'un instant : il suffit de télécharger le logiciel Bitcoin sur son PC et de lancer la procédure pour se voir attribuer un compte (clé publique) et un mot de passe à conserver scrupuleusement (clé privée). Il est très important de garder ce code secret en lieu sûr, car il sera impossible de le récupérer en cas d'oubli. Et la presse regorge d'exemples d'étourdis qui ont perdu plusieurs centaines de

Pour une monnaie qui n'a ni cours légal ni soutien d'une banque centrale, le succès du Bitcoin est réellement impressionnant

Bitcoins à cause d'un disque dur défaillant. Au cours actuel, tout le monde comprend qu'une telle erreur coûte très cher. Bien sûr, vous pouvez faire appel à un prestataire extérieur qui se chargera de la gestion et de la sécurité. Une solution d'appoint est de sauvegarder sa clé sur un bout de papier. *So vintage...*

Après une période faste où les Bitcoins coulaient à flots pour les mineurs, les filons se sont taris. Aujourd'hui, il est devenu nécessaire de payer pour remplir son porte-monnaie. Cela nécessite de faire appel à un courtier en ligne. Le système n'est pas réglementé donc, techniquement, n'importe qui peut s'improviser vendeur. Toutefois, mieux vaut se confier à une entreprise à la réputation irréprochable. Les deux plus connues sont bitstamp et btc-e. Le commerce est fructueux puisque ces places affichent toutes des volumes journaliers de transactions de quelques millions de dollars. Cependant, il s'agit bien de bourses et, comme pour des actions, il n'est actuellement pas possible d'acheter des Bitcoins comme on le ferait pour une baguette de pain. Les moyens de paiement usuels d'Internet (carte bancaire, PayPal) ne sont pas acceptés à cause des risques d'annulation et pour se lancer, il est donc obligatoire d'ouvrir un compte chez un de ces opérateurs de marché. La procédure est très lourde, ce qui explique que le Bitcoin soit pour le moment très éloigné du grand public et de l'économie réelle.

L'offre et la demande. Pourtant, malgré le manque évident d'attaches au monde "concret", les Bitcoins s'échangent chaque jour à un prix qui frôle l'indépendance, uniquement défini par l'offre et la demande. Certes, le réseau et la technologie représentent une certaine valeur économique, mais ils ne peuvent pas



expliquer à eux seuls ni la valorisation de l'ensemble des Bitcoins à plusieurs milliards de dollars, ni les centaines de millions de vrais dollars utilisés en janvier dernier par ceux qui en ont achetés. En fait, plusieurs indices laissent penser que les spéculateurs sont à la manœuvre. De l'avis des économistes, les volumes échangés sur les places de marché sont assez faibles pour permettre une manipulation des cours. Il se pourrait ainsi que certains investisseurs jouent de la volatilité pour s'amuser à parier à la hausse ou à la baisse.



Le Litecoin, principal concurrent du Bitcoin, dispose d'une capitalisation d'environ 500 millions de dollars. Il utilise un algorithme "scrypt" au lieu de SHA, volontairement plus compliqué afin de ne pas (trop) favoriser les ASIC.

grands à cause de la volatilité du cours et surtout, l'acquisition de Bitcoin, comme expliqué plus haut, est loin d'être aisée. Il reste alors pour le particulier la possibilité d'utiliser cette nouvelle monnaie comme un placement, très risqué oui, mais avec un potentiel de rendement élevé. Dans tous les cas, la situation actuelle du Bitcoin et des autres monnaies virtuelles est plus qu'incertaine au-delà même de la volatilité des cours. L'ampleur du phénomène a obligé les différentes banques centrales à prendre des dispositions

Malgré leurs avantages, la situation actuelle du Bitcoin et des autres monnaies virtuelles est plus qu'incertaine au-delà même de la volatilité des cours, autrement dit risquée

concernant cette nouvelle monnaie. Il en résulte que certains pays comme la Russie et la Chine sont clairement hostiles à son usage. Certes, nul ne peut interdire les données de circuler, mais la conversion du Bitcoin en devises réelles s'avère difficile. Par ailleurs, suite à l'augmentation massive des capitaux gérés, la plupart des bourses d'échanges rencontrent actuellement de grosses difficultés à honorer les paiements, notamment à cause des restrictions bancaires qu'elles subissent. En l'état, il est donc plus sage d'attendre quelques mois que la situation se clarifie avant de se lancer sur ces nouveaux marchés.

D'autres alternatives au Bitcoin.

L'aspect open source du Bitcoin a permis à d'autres crypto-monnaies de voir le jour. Basées sur les mêmes algorithmes, elles diffèrent par des détails tels que la masse monétaire, le mécanisme de création automatique ou la technique de minage. Toutefois, aucune d'entre elles n'égale pour l'instant la capitalisation boursière de 8,6 milliards de dollars des Bitcoins. Les plus importantes sont le Litecoin (477 millions de dollars) et le Peercoin (100 millions de dollars). Ces monnaies plus jeunes ont l'avantage d'être plus accessibles à des configurations plus modestes. Cependant, les outils disponibles et les acteurs économiques sont beaucoup moins nombreux. Trouver des marchands s'avère ainsi beaucoup plus difficile et les places d'échanges sont moins accessibles. Mis à part ces points, ces monnaies peer-2-peer possèdent les mêmes avantages et inconvénients : très peu de frais de transaction, rapidité des échanges, transparence et aucune régulation.

Et plus les variations sont fortes, plus les gains sont grands. Toutefois, ce jeu ne fait pas l'affaire de tout le monde, notamment de ceux qui veulent vivre de l'économie du Bitcoin. Les mineurs en font partie et il ne s'agit plus désormais d'amateurs éclairés, mais bien de véritables professionnels qui ont investi de lourdes sommes dans des "fermes", des datacenters géants.

Miroir aux alouettes ? Finissons ce tour d'horizon par un mot sur l'intérêt réel du Bitcoin. Les principaux avantages sont

résumés sur le site *Bitcoin.org* : rapidité des transactions, système décentralisé et mondial, peu de frais de traitement. Ces belles intentions ne suffisent pas. Dans la pratique, la crypto-monnaie ne présente pour l'heure qu'un bénéfice très limité pour un particulier. Tout d'abord, comme très peu de marchands l'acceptent, son utilisation pour des échanges est anecdotique. Elle peut en revanche servir pour des transferts d'argent. Les frais seront bien moindres que par le réseau bancaire traditionnel. Toutefois, les aléas sont plus

Monnaies virtuelles : l'avis de Grand Maître B, avocat à la cour

La monnaie est un sujet intéressant pour un juriste. Tout d'abord, elle ne doit pas être confondue avec l'argent. Tandis que l'argent se dépense, la monnaie sonne et trébuche. L'argent se gagne bien ou mal, alors que la monnaie peut être fausse ou vraie. Elle peut aussi être crypto. Et depuis quelques années, la crypto-monnaie pose de plus en plus de problèmes juridiques. Le Bitcoin en est l'exemple le plus concret.

En premier lieu, comme toujours en droit, il s'agit de définir ce qu'est la crypto-monnaie.

1. La crypto-monnaie n'est pas une monnaie électronique

Évidemment, du point de vue d'un informaticien, la crypto-monnaie est une monnaie électronique, une unité monétaire dématérialisée. Pourtant, pour un juriste, un Bitcoin n'est pas une monnaie électronique. En premier lieu, donnons-en une définition claire : la monnaie est une unité monétaire qui a cours dans un État. L'article L. 111-1 du Code monétaire et financier nous précise que "la monnaie de la France est l'euro". L'article L. 121-2 du même Code nous apprend que "les pièces métalliques ayant cours légal et pouvoir libératoire destinées à la circulation en France sont fabriquées par la Monnaie de Paris", l'article L. 121-3 ajoutant que "la Monnaie de Paris est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial".

Concernant les billets de banque, nous nous tournons vers l'article L. 141-5 du Code monétaire et financier qui dispose que "la Banque de France est seule habilitée, sur

le territoire de la France métropolitaine (...), à émettre les billets ayant cours légal". Donc en France, la monnaie, c'est l'euro, les pièces sont fabriquées par la Monnaie de Paris et les billets par la Banque de France. Vient ensuite la question de la monnaie électronique ; c'est un instrument de paiement, entre les banques, fondé sur la monnaie ayant un cours légal dans un État souverain. Ainsi, l'article 1^{er} du règlement du Comité de réglementation bancaire et financière du 21 novembre 2002 (homologué le 10 janvier 2003 par un arrêté du ministre de l'Économie et des finances) nous apprend : "La monnaie électronique est composée d'unités de valeur, dites unités de monnaie électronique, chacune constitue un titre de créance incorporé dans un instrument électronique et accepté comme moyen de paiement, au sens de l'article L. 311-3 du Code monétaire et financier, par des tiers autres que l'émetteur. La monnaie électronique est émise contre la remise de fonds. Elle ne peut être émise pour une valeur supérieure à celle des fonds reçus en contrepartie."

Pour plus de précision, il faut se tourner vers la directive européenne du 18 septembre 2000, qui ajoute qu'une monnaie



électronique stockée sur un support électronique (carte à puce ou mémoire d'ordinateur) est acceptée comme moyen de paiement pour être utilisée à la place des pièces et billets de banque. L'article L. 315-1 du Code monétaire et financier ne nous dit pas autre chose, en définissant la monnaie électronique comme "une valeur qui est stockée sous une forme électronique, y compris magnétique, représentant une créance sur l'émetteur, qui est émise contre la remise de fonds (...) et qui est acceptée par une personne physique ou morale autre que l'émetteur de monnaie électronique". La monnaie électronique n'est donc pas un équivalent d'une monnaie papier, mais bien une extension électronique de la monnaie papier. On parle de monnaie "scripturale électronique". C'est pour cela que vous avez des euros sur votre compte que vous pouvez dépenser en utilisant l'interface web de votre banque. C'est la version électronique des euros sonnants et trébuchants ou des billets.

2. Qui peut légalement produire une monnaie électronique ?

Le décret du 24 juillet 1984 donne aux seuls établissements de crédit (les banques) le pouvoir de gérer "la réception de fonds du public, la mise à disposition de la clientèle ou la gestion des moyens de paiement" et "interdit à toute personne autre qu'un établissement de crédit d'effectuer des opérations de banque à titre habituel". On retrouve le monopole des banques dans l'émission de





la monnaie, qu'elle soit physique ou électronique. Pour résumer, nos banques peuvent donc faire circuler des euros électroniques, ce qui vous permet, grâce à vos comptes, de les recevoir et de payer avec votre carte de débit ou par virement. Mais cela, c'est pour les euros. Pour la crypto-monnaie ou monnaie que l'on dit "virtuelle", c'est différent. Cette dernière est une simple donnée numérique échangée entre particuliers et ayant une valeur conventionnelle en paiement d'un bien ou d'une prestation sans

Juridiquement, c'est acté : les Bitcoins ne sont pas une monnaie et leur cours n'est pas légal

représentation en compte dans un établissement bancaire.

J'ai retrouvé une définition de la monnaie virtuelle dans le rapport d'activité Tracfin de 2011, qui la présente comme une "*monnaie créée, non pas par un État ou une union monétaire mais par un groupe de personnes (physiques ou morales) et destinée à comptabiliser, sur un support virtuel, les échanges multilatéraux de biens ou de services au sein de ce groupe*". Avec la crypto-monnaie, vous pouvez donc échanger, entre des personnes qui l'acceptent, des biens ou des services,

mais sans aucun contrôle d'une banque ou d'un État. Le cas d'école pour l'heure est le Bitcoin, dont nous vous avons déjà parlé en détail dans les pages précédentes.

3. D'un point de vue légal, le Bitcoin est-il une monnaie ?

L'article L. 111-1 du Code monétaire et financier dispose que "*la monnaie de la France est l'euro*". Par conséquent, le Bitcoin ne peut être qualifié de version électronique de notre monnaie nationale. Ce n'est pas une monnaie électronique. Ce n'est pas une monnaie tout court. Sur le territoire Français, seul l'euro est une monnaie. En outre, on a vu que le Bitcoin n'était pas fabriqué par un État ni par des banques. Il ne se rattache donc pas à la souveraineté d'un État et de ses établissements financiers et par conséquent, n'est pas une monnaie au sens officiel du terme.

Certains ont voulu le comparer à une monnaie comme l'or ou l'argent, qui servent à des échanges dans la mesure où ils ont une valeur de base calculable. Pour l'or et l'argent, leur valeur dépend du temps et des coûts liés à l'extraction des mines, ainsi que sa rareté, et pour le Bitcoin, on pensait pouvoir en calculer la valeur caractérisée par les frais d'électricité, le matériel informatique utilisé, et sa rareté est facile à établir puisqu'il n'y aura jamais plus que 21 millions de Bitcoins en circulation dans le monde. Mais cette approche est viciée par

le fait que la rareté est factice (et si l'algorithme était finalement modifié pour en fabriquer 100 millions ?) et que le coût de production du Bitcoin (l'électricité et le matériel informatique) est décentralisé. Reste donc la notion de crypto-monnaie telle que le rapport Tracfin que je citais la définit plus ou moins. Mais on peut dire que la crypto-monnaie échappe à une définition juridique précise.

4. Des plateformes d'échanges juridiquement incertaines

D'abord, il faut avoir conscience que, de par son statut juridique, personne n'est obligé d'accepter vos Bitcoins alors que personne ne peut refuser vos euros. Et de nos jours, les sociétés ou particuliers qui acceptent cette crypto-monnaie ne sont pas légion. Si vous voulez les échanger contre d'autres devises, inutile de passer par une banque : le Bitcoin n'étant pas une monnaie, mais une crypto-monnaie, elles ne le reconnaissent pas. Il faut donc passer par des plateformes privées qui acceptent d'acheter des devises et de vous les vendre contre vos Bitcoins. En France, comme je le disais, il y a un site dédié, mais s'il ferme ? De plus, vous imaginez bien que les banques n'aiment pas cette concurrence de la crypto-monnaie. Comme je l'ai dit ci-dessus, elles seules ont le monopole de la création et de la gestion de monnaies. Figurez-vous d'ailleurs que des banques ont déjà mis à mal une société qui achetait et vendait des Bitcoins et la Cour d'Appel de Paris a eu l'occasion de se prononcer sur la question dans un arrêt du 26 septembre 2013.

Ainsi, la société Macaraja avait ouvert un compte au CIC et ses statuts laissaient entendre qu'elle exerçait une activité de commercialisation de logiciels. Le CIC a fini par découvrir qu'en réalité, la société était un intermédiaire pour des transactions en Bitcoins et la banque considérait qu'il s'agissait d'une violation du monopole des établissements de crédit en matière de monnaie. Le CIC ferme le compte de la société et cette dernière saisit alors la justice pour se plaindre de cette clôture de compte. Le Tribunal de commerce de Créteil jugea le 6 décembre 2011 que l'activité de la société Macaraja s'analysait en une fourniture de services de paiements illégale et la Cour d'Appel de Paris confirma ce jugement dans son arrêt du 26 septembre 2013. Juridiquement, c'est donc acté : les Bitcoins ne sont pas une monnaie et leur cours n'est pas légal.

Mais alors, comment le site internet Bitcoin-central peut-il exister en France ? Eh bien, tout simplement en partant du principe que le fait de convertir les Bitcoins en monnaie s'analyse, d'un point de vue juridique, comme un service de paiement. Or, une société qui propose des services de



paiement nécessite un agrément de l'Autorité de contrôle prudentiel (c'est l'article L. 522-6 du Code monétaire et financier qui l'impose). Et devinez quoi ? Bitcoin-central a signé un accord avec une société qui a obtenu l'agrément de l'Autorité de contrôle prudentiel en tant qu'établissement de paiement. Donc pour l'instant, ça passe. Mais qui nous dit ce qui se passera si un jour quelqu'un saisit la justice à l'encontre de Bitcoin-central ? Personne.

5. Vol, piratage et absence de recours

Enfin, il faut faire attention au piratage. Toute monnaie électronique est susceptible d'être piratée, mais les banques ont un système de protection solide et sont lourdement assurées, de sorte que si un jour votre compte bancaire est vidé de ses euros à cause d'un pirate, vous serez remboursés. Alors que les sites qui gèrent les plateformes d'échange de Bitcoins sont sans doute moins sécurisés que les banques et ne sont pas forcément assurés. À titre d'exemple, aux États-Unis, il existe une plateforme d'échange, Bitcoinica, qui a "perdu" plus de 60 000 Bitcoins (soit environ 300 000 dollars au cours de l'époque) à cause de plusieurs piratages. Et bien évidemment, la plateforme a refusé de rembourser les victimes. Aux États-Unis, ça ne rigole pas, alors celles-ci se sont réunies et ont attaqué en justice Bitcoinica en réclamant 460 000 dollars de dommages et intérêts. Bilan, Bitcoinica a perdu, fait l'objet d'une liquidation judiciaire et il est fort à craindre que les victimes n'aient plus que leurs yeux pour pleurer.

Il existe de nombreux autres exemples : Bitfloor qui s'est vu subtiliser quelque 24 000 Bitcoins, soit 250 000 dollars, en septembre 2012 et a fermé à la suite de

ce hacking ; inputs.io qui s'est fait pirater plus d'1 million de dollars en Bitcoin en octobre 2013 et qui a aussi fermé – toujours sans dédommager les utilisateurs qui possédaient les Bitcoins "volés" ; et également Bips qui, en novembre 2013, s'est fait délester de près d'un million de dollars en Bitcoins. La prudence est donc de mise.

6. La drogue et plus si affinités

Il faut aussi avoir conscience que les Bitcoins permettent les échanges illégaux. Un site internet peut ainsi proposer la vente de drogue contre des Bitcoins. Puisque ceux-ci échappent au contrôle des banques, ils peuvent s'échanger facilement en tout anonymat. C'est la raison pour

Une monnaie guère protégée qui permet tout et n'importe quoi... pour l'instant !

laquelle les pouvoirs publics commencent à s'organiser dans la lutte contre la cybercriminalité et l'utilisation des Bitcoins. On trouve par exemple dans un rapport d'octobre 2012 sur les monnaies virtuelles, une charge de la Banque centrale européenne contre le Bitcoin qui, selon elle, risque de "devenir une monnaie alternative pour le trafic de drogue et le blanchiment d'argent en raison de son haut degré d'anonymat". Enfin, puisque le Bitcoin sert de couverture à des activités illicites, les enquêtes judiciaires sur des plateformes d'échange peuvent amener leur fermeture brutale. C'est ce qui est arrivé par exemple au site BitInstant, mis en cause par la justice dans

l'affaire Silkroad, du nom de ce site underground de vente de drogue où les acheteurs payaient en Bitcoins. Ses responsables dorment désormais en prison.

7. Une législation qui ne saurait tarder

En France, un sénateur a attiré l'attention du ministre de l'Économie et des Finances le 13 février 2014 sur les enjeux liés au développement des monnaies virtuelles. Il indique :

"À l'image du Bitcoin, créé en 2009, de nombreuses monnaies virtuelles, aux caractéristiques variées, sont apparues depuis le début des années 2000

et connaissent, actuellement, un succès grandissant. (...) Ces moyens de paiement, destinés à échanger des biens et des services, semblent progressivement passer de la sphère virtuelle à la sphère réelle. Ce phénomène s'accompagne de risques non négligeables qui méritent d'être étudiés pour être compris et contenus. La récente convertibilité des monnaies virtuelles contre des monnaies ayant cours légal (principalement contre le dollar) soulève des questions essentielles en matière de transparence et de contrôle de ces flux financiers. Dans ce contexte, il semble indispensable d'instaurer une régulation et de permettre l'évolution de la législation fiscale et financière dans le sens d'une prise en compte de cette nouvelle réalité monétaire."

Nul doute que le législateur va bientôt légiférer sur la question. Aux États-Unis le 18 novembre 2013, c'est la Commission sénatoriale sur la sécurité intérieure et les affaires gouvernementales qui a mis en garde les sénateurs contre cette crypto-monnaie qui permet le blanchiment d'argent. Mais on peut noter que l'Allemagne a décidé d'opter à l'inverse pour une reconnaissance officielle du Bitcoin en août 2013, et ce afin de pouvoir l'imposer au titre des plus-values.

8. Alors Maître, je tente ma chance ou pas ?

La prudence est donc de mise. En soi, même si le Bitcoin n'est pas une monnaie, il n'est pas interdit d'en acheter et d'en vendre. Mais, entre l'absence d'assurance en cas de perte suite à un piratage, le risque de voir une plateforme brutalement fermer suite à une enquête judiciaire et le fait que le cours est extrêmement volatile, il apparaît risqué d'investir dans la crypto-monnaie.

Interview de Philippe Herlin

PC Hardware : Le Bitcoin est-il une monnaie purement virtuelle ou a-t-il des attaches dans le monde économique réel ?

Philippe Herlin : Il s'agit d'une monnaie électronique, mais l'électronique n'est pas purement virtuelle : le réseau Bitcoin aujourd'hui est constitué de milliers d'ordinateurs, de serveurs et les mineurs investissent des sommes importantes. Tout cela est très concret ! On peut même dire, à mon avis, que cela représente la valeur intrinsèque du Bitcoin, enfin au moins une partie, car il y a aussi l'algorithme lui-même, le nombre d'utilisateurs, les transactions, etc.

Pour l'heure, s'agit-il plutôt d'une valeur d'échange ou d'un outil de spéculation économique ?

Le Bitcoin présente deux avantages fondamentaux. Premièrement, les coûts de transaction sont minimes, les plus bas qui puissent exister, bien inférieurs aux cartes bancaires. C'est une "monnaie low cost" pourrait-on dire, et en conséquence il convient idéalement aux échanges, aux paiements et aux virements. Des sociétés se développent pour rendre ce service accessible au plus grand nombre, la plus connue aux États-Unis étant BitPay. Deuxièmement, on sait à l'avance qu'il n'y aura jamais plus de 21 millions de Bitcoins en circulation. Nous en sommes aujourd'hui à 12 millions, mais ce nombre va plafonner. C'est prévu par l'algorithme, il n'y aura jamais de planche à billets, d'inflation monétaire, c'est un peu de "l'or numérique" et pour cette raison, le Bitcoin inspire confiance à ceux qui veulent placer une partie de leurs économies. Il y a bien sûr une dimension spéculative, le cours est volatile mais les fondamentaux sont solides.

Étant donné qu'une grande partie des Bitcoins est aujourd'hui thésaurisée (entre 60 % et 80 %), n'y a-t-il pas un risque d'une chute brutale des cours lors de leur mise sur le marché ?

Je vois plutôt comme un bon signe le fait qu'il y ait un taux si élevé. Une des caractéristiques d'une monnaie est de garder du pouvoir d'achat. C'est pour ça que l'or est une monnaie de référence depuis des millénaires : les gens savent

Docteur en économie, chargé de cours au CNAM, auteur de *La révolution du bitcoin et des monnaies complémentaires*, mai 2013



qu'avec, ils peuvent conserver de la valeur dans le temps. Avec le Bitcoin, le même phénomène est présent même s'il existe peut-être un risque, avec la montée des cours, qu'il y ait une crise de liquidités. Actuellement, seuls 20 % des Bitcoins circulent réellement et cette part pourrait se réduire. Mais je ne pense pas trop que cela devienne un problème. D'autre part, si tout le monde veut vendre, il est normal que le cours s'écroule, de la même manière

« Cet or numérique n'est pas animé d'une volonté de puissance mais a un très bel avenir devant lui ! »

que si tous les gens qui détiennent des actions Facebook décidaient de vendre en même temps. Mais ce serait stupide d'agir ainsi.

Ces cours très élevés sont-ils annonciateurs d'une bulle économique ou illustrent-ils l'émergence de cette nouvelle monnaie ?

La progression du cours reflète la montée en puissance de la monnaie, en vertu des deux avantages fondamentaux dont

je viens de parler. La liquidité est encore faible. De plus, à 600 euros le Bitcoin, ce qui est environ la cotation actuelle (NDLR : février 2014) et sachant qu'il y a 12 millions de Bitcoins aujourd'hui en circulation, il pèse 7,2 milliards d'euros : un chiffre conséquent, mais minuscule à l'échelle des flux financiers mondiaux. Par ailleurs, il y a certes eu plusieurs bulles suivies de minikrachs, mais le cours retombe toujours à un niveau supérieur au précédent palier. La hausse est loin d'être terminée.

Quel avenir pour la crypto-monnaie face à la puissance des États ?

Le Bitcoin échappe complètement au pouvoir des États et des banques centrales, cela ne peut pas leur plaire. D'un autre côté, ils ne peuvent pas l'interdire (il faudrait fermer Internet !). On s'achemine vers une régulation des intermédiaires, les places de marchés qui permettent d'acheter ou de vendre des Bitcoins contre des euros et les opérateurs de paiement, ce qui n'a rien d'anormal d'ailleurs. Cette monnaie n'est pas animée d'une "volonté de puissance" – il n'y a pas un État ou une multinationale derrière elle – mais elle prendra d'autant plus de place que les États géreront mal leur argent (déficit, planche à billets, bilans bancaires dégradés)... et donc je suis sûr qu'elle a un très bel avenir devant elle !



p. 57 : Le pourquoi du comment
p. 58 : Box et Mediacenter
p. 60 : Raspberry Pi, l'idéal ?
p. 62 : Les pcDuino et CubieBoard
p. 64 : Le x86 en embuscade
p. 66 : Soft : XBMC par l'exemple
p. 69 : Soft : les alternatives
p. 70 : Commander son Mediacenter

Mediacenter : efficace et pas cher

C'est le canapé que j' préfère !

TV connectée, boîtier TV des FAI ou PC, il existe de multiples solutions pour exploiter une bibliothèque numérique et en profiter sur l'écran géant de sa TV. Toutefois, les offres diffèrent grandement, que ce soit au niveau de l'interface, des fonctionnalités ou simplement du prix. Les contours de cette jungle évoluent rapidement et il est facile d'y perdre beaucoup de temps et de patience. Nous avons donc décidé de faire un point complet sur tous ces types de mediacenters. Car aujourd'hui, même avec un budget très serré, il est possible d'accéder au confort moderne !

Le mediacenter – "centre multimédia", selon l'Académie... – est l'équivalent du magnétoscope à papa. Tout comme son ancêtre, il permet de lire des vidéos, mais également tous types de contenus numériques : film (divx, x264, etc.), musique (mp3, aac, etc.) et photos (jpeg, tiff, raw, etc.). À l'origine, il s'agissait en résumé d'un PC compact branché sur la TV qui cherchait à allier puissance et simplicité. Aujourd'hui, le concept n'a pas changé : zapette à la main, confortablement installé dans le canapé, voilà comment s'utilise un home cinema au XXI^e siècle. L'ensemble du catalogue de films et séries est à portée de clic et il ne faut pas chercher un DVD ou autre Blu-ray. Le temps des étagères remplies jusqu'au plafond de boîtes aux trois quarts vides est fini : place à la modernité et au numérique !

Et plus encore. Par ailleurs, à ces fonctions multimédias s'ajoute aussi souvent la possibilité de gérer les programmes télévisés (direct, timeshifting, replay, enregistrement). Pas de doute : n'importe quel mediacenter surpasse sans commune mesure les vieux magnétoscopes et autres lecteurs de DVD (voire Blu-ray) en termes de fonctionnalités. Tout d'abord, l'espace de stockage est astronomique sur les disques durs actuels. Avec une qualité digne des DVD, un film occupe 700 Mo, ce qui équivalait à plus de 1 400 films pour un

volume de 1 To vendu seulement 60 euros. En comparaison, il faudrait une pièce entière pour entasser la même collection dans des cassettes VHS. Cette capacité permet ainsi d'enregistrer sans souci l'ensemble de ses émissions télévisées préférées. C'est simple, économique et désormais à la portée de tout le monde. Évidemment, cela déplaît fortement aux chaînes de TV qui aiment nous revendre à prix fort en coffret DVD "grand luxe" ce qu'elles ont déjà diffusé sur nos écrans. D'ailleurs, TF1 ou M6 n'hésitent par exemple pas à contraindre

Le confort de navigation allié à la richesse du Web pour un prix abordable

les FAI à brider les fonctions d'enregistrement des box ; une limitation qui peut être contournée par le mediacenter. Mais ses avantages ne s'arrêtent pas là. En plus, de pouvoir stocker du contenu, il est surtout très intéressant de pouvoir les parcourir et les manipuler facilement. Les interfaces sont conçues pour être claires et fournir le maximum d'informations (images du film, noms des acteurs, etc.). Elles allient le confort de navigation avec la richesse du

Web dont il est possible d'extraire le contenu (tag automatique des fichiers, chaîne météo, vidéos YouTube, musique en ligne, etc.). Pour un utilisateur assidu de la télévision, goûter à l'ensemble de ces fonctionnalités empêchera tout retour en arrière.

Tout en un. Oui, mais quid du prix ? Bonne nouvelle : le ticket d'entrée est très raisonnable et même gratuit dans certains cas. En effet, les Smart TV (TV connectées) proposent des services de ce type. En général, les possibilités sont toutefois plus que limitées et se résument à une interface spartiate qui permet de lire des fichiers numériques comme le faisaient les anciennes platines DivX. La deuxième solution "gratuite" nous est offerte par les FAI qui fournissent généralement une box multimédia avec leurs offres TV qui possède toutes les caractéristiques nécessaires : lecture audio et vidéo, interface interactive, enregistrement des programmes. Dans la plupart des cas, ce boîtier n'est en fait rien de moins qu'un Mini-PC équipé d'un CPU x86 et d'un tuner TNT. Avec la puissance disponible sur ce genre de plateforme, n'importe quel contenu multimédia peut théoriquement être lu et il est même envisageable de surfer sur le Net ou de faire de petits jeux. Malheureusement, comme nous le verrons dans les pages suivantes, le côté logiciel est souvent très (très) à la traîne. Enfin, si seule l'exploitation de contenu multimédia est recherchée, il est aussi possible de se contenter d'une plateforme ARM à très bas coût comme le Raspberry Pi. Celle-ci est suffisante pour faire tourner sans difficulté XBMC, le logiciel libre de référence des mediacenters, et ainsi lire des vidéos HD (720p et 1080p). Et pour un usage plus pointu comprenant par exemple un stockage interne ou une gestion audio avancée (DTS & Co., etc.), il peut s'avérer pertinent de s'orienter vers une solution un peu plus coûteuse. Il n'y a alors que l'embarras du choix côté hardware, mais la facture s'alourdira en conséquence. Il faut ainsi compter au minimum 200 euros pour une machine HTPC x86, sauf si les circonstances permettent de récupérer du vieux matériel. Enfin, pour finir le tour des prérequis, il est nécessaire d'évoquer le pilotage de l'ensemble. Tout peut se commander simplement à partir de la télécommande de la TV via le HDMI-CEC. Toutefois, modernité oblige, il est parfois plus intéressant de le faire via un smartphone ou une tablette (sous Android ou iOS). Cette solution est idéale puisqu'elle donne la possibilité d'utiliser un large écran tactile pour parcourir facilement et en images sa bibliothèque multimédia. Bref, il est désormais possible de profiter d'une plateforme mediacenter efficace, à prix rikiki et avec un grand confort d'utilisation. Place au guide !

Mediacenter : Et les box ?

La solution la plus simple pour disposer d'un mediacenter chez soi est de posséder l'un des boîtiers multimédias que distribuent les FAI avec leur offre de télévision. Toutefois, les avis sont très partagés quant à l'intérêt de ces box. Certains laissent dans un carton, d'autres s'en servent quotidiennement. Il n'est pas certain d'ailleurs qu'elles puissent vraiment prétendre au titre de mediacenter. Pourtant, les publicités les nomment ainsi et leur hardware laisse supposer qu'elles sont capables de bien des merveilles. Nous pencher dessus et évaluer l'état de leurs performances multimédias en 2014 était donc indispensable pour ce dossier.

Une chose est sûre, à la lecture du descriptif des boîtiers TV, difficile de les différencier d'un *PopCorn Hour* (une référence sur le marché) vendu pourtant plus de 300 euros : lecteur multimédia, gestion de la HD en 1080p et de la 3D, partage du contenu sur PC, mobile et tablette. À cela s'ajoute la présence de tuner TNT, d'une télécommande évoluée, de jeux et même d'applications pour iOS et Android qui servent à piloter l'ensemble. La liste des fonctionnalités promises pourrait être décrite pendant des pages. Le discours paraît même crédible étant donné la puissance disponible. Ces box, quel que soit le constructeur, sont de vrais PC équipés d'un CPU x86 de type Atom. Certes, on n'a pas affaire à un foudre de guerre et la partie graphique embarquée est loin de pouvoir faire tourner *Crysis 3* mais cette plateforme se voit dotée des capacités nécessaires en termes de puissance de calcul pour un usage vidéo. Bref, la puissance est là... mais un software conséquent s'impose pour qu'elle soit exploitée correctement.

Inutile de faire traîner le suspense. La partie logicielle est le vrai point noir de ces box TV nouvelle génération, malgré les importants progrès réalisés au fil des mois. Free a par exemple publié 34 nouveaux firmwares en l'espace de trois ans, soit en moyenne un par mois. Il n'est donc pas possible de nier les efforts entrepris, mais un mediacenter reste bien plus difficile à maintenir qu'un simple magnétoscope numérique, surtout quand la liste des services proposés se veut gargantuesque. Alors malgré les bugs et l'ensemble des reproches que nous pouvons formuler à leur rencontre, ces boîtiers TV conservent quelques atouts, notamment leur gestion de la télévision, que ce soit le direct, la rediffusion ou l'enregistrement. Heureusement puisqu'il s'agit là de leur rôle principal !



La Box – Numericable

Date de sortie : janvier 2012

Le câblo-opérateur français mise avant tout sur ses services de télévision pour se démarquer. Sa box TV reflète ainsi parfaitement cette stratégie, notamment grâce à sa gestion de quatre flux TV en simultané (mais si, c'est utile...). Son interface permet de jongler avec les chaînes, d'enregistrer et de visionner de vieilles émissions. L'ensemble s'avère propre et fonctionnel. En revanche, les choses se corsent pour la partie mediacenter malgré de nets progrès réalisés depuis la sortie en 2012. Sans surprise, les formats vidéos les plus courants sont supportés, les sous-titres SRT et également les MKV en multilingue. Cependant, il ne faut pas s'attendre à la même souplesse qu'un player avancé comme VLC sur PC. Pour résumer, la Box est un bon magnétoscope numérique, mais ce n'est toutefois pas pour autant qu'il est à la hauteur d'un vrai mediacenter.

- La partie réseau
- + La gestion de la TV
- + L'interface et la télécommande
- + Les 4 tuners HD

Note mediacenter

6/10



La SFR Box Evolution – SFR

Date de sortie : novembre 2010

SFR (anciennement Neuf Telecom) a été l'un des premiers à lancer une box TV moderne. Son expérience devrait donc être grande. Baste ! Sa Box "Evolution" lancée en 2010 dispose de l'un des pires boîtiers multimédias sur le marché. Au menu, on citera d'abord le temps infini qu'elle met à démarrer – 3 minutes – lorsqu'elle est complètement éteinte (vu sa consommation électrique en veille, c'est une nécessité). Ensuite, le menu défilant rame depuis trois ans. Régulièrement, elle freeze pour une raison inconnue et sa gestion du timeshift reste remplie de bugs. Côté mediacenter, beaucoup de fichiers ne "passent" pas, la gestion des sous-titres est erratique et là aussi, les reboots obligatoires à cause d'un bug sont présents. SFR n'a d'ailleurs effectué qu'un très maigre travail sur ses firmwares depuis trois ans.

- Instable
- Manque de fluidité
- Pas de fonction NAS
- + Consomme peu débranchée...

Note mediacenter

3/10



Certes, les box sont gratuites mais pour 200 euros, la PopCorn Hour offrira des capacités sans commune mesure.



Livebox Play TV - Orange

Date de sortie : février 2013

Orange est un opérateur de télécommunication avant tout. Sorti de ce domaine d'expertise, les multiples lourdeurs de sa pléthorique administration le rendent souvent mauvais. Lors de son lancement, la Livebox Play TV avait pour fonction d'apporter de la modernité à la TV mais s'est avérée être une catastrophe ; même les services télévisuels de base n'étaient pas opérationnels. De gros progrès ont été réalisés en un an au travers de cinq mises à jour, mais le résultat n'est toujours pas reluisant. Les problèmes demeurent beaucoup trop nombreux : HDMI-CEC absent, gestion des sous-titres, compatibilité avec les fichiers audio, vidéo et même les photos ! À cela s'ajoute malheureusement une liste très conséquente de bugs qui empêchent notamment le fonctionnement de l'HDMI sur certaines TV, génèrent des freezes et des reboots intempestifs. L'interface est pour sa part toujours aussi laide et se rapproche de ce qui se fait de pire parmi les TV connectées bas de gamme. Bref, l'ensemble se situe à des années-lumière d'un simple Raspberry Pi qui non seulement démarre beaucoup plus vite que la Livebox mais consomme dix fois moins.



- L'interface
- Attention, peinture fraîche !
- Le prix



+ La couleur ?

Note mediacenter

2/10



Freebox Player - Free

Date de sortie : décembre 2010

La Freebox se place toujours comme mètre étalon par rapport à la concurrence. Il faut dire que Free ne lésine pas sur les fonctionnalités quitte à ce que tout ne soit pas parfaitement utilisable. Toutefois, trois ans après son lancement, le bilan est globalement positif. C'est de loin la box TV la plus aboutie et elle a bien mûri au fil des mois. Le résultat est appréciable avec un boîtier qui permet à la fois de lire du contenu multimédia et également de le partager sur le réseau, une fonction de NAS absente de la plupart de ses concurrents. Cependant, cela ne masque pas la pauvreté de l'interface qui fait pâle figure si elle est comparée à celle d'XBMC. L'opérateur a d'ailleurs essayé de nouer à un moment un partenariat avec AlloCiné pour changer la donne, mais sans succès. Au final, le player de la Freebox Revolution est sans conteste bon pour la TV, mais se limite au minimum syndical du côté de la partie médiateur. C'est peu tout en se plaçant bien au-dessus de la concurrence.



- Navigateur web et jeux



+ Excellente compatibilité des vidéos
+ Gestion des sous-titres
+ Évolution continue et rapide
+ Protocoles réseau supportés

Note mediacenter

8/10



Bbox Sensation - Bouygues Telecom

Date de sortie : mai 2012

Il n'y a pas grand-chose à dire de la Bbox sensation qui est dans la lignée de ce qui se fait chez les concurrents. L'interface est simple mais basique. Il ne faut pas espérer le même affichage que dans XBMC pour la fonction mediacenter. Ici, il n'y a pas d'images de film ni de résumé ou autres informations. Ce luxe est réservé à la partie VOD et l'accès aux contenus multimédias de son serveur ne se fait que via une liste de fichiers comme sur n'importe quelle TV connectée. Le traitement des programmes enregistrés est d'ailleurs guère meilleur vu qu'il ne dispose que d'un vulgaire carrousel. Seule consolation : les formats vidéo les plus courants sont acceptés sans trop de difficultés. Par contre, les sous-titres ne sont pas particulièrement appréciés par la box. Le problème est connu, ce qui laisse espérer une résolution future. Au final, l'ensemble s'avère honnête pour un usage télévisuel. Sur le plan du mediacenter, sans être catastrophique, le résultat est similaire à ce que fait une SmartTV.



- Le bruit des ventilateurs de la Bbox fibre
- Gestion des sous-titres



+ Support corrects des formats vidéo
+ 300 Go de stockage

Note mediacenter

4/10



Raspberry Pi : le mediacenter idéal ?

Le Raspberry Pi est un petit ordinateur pas plus grand qu'une carte de crédit et basé sur un SoC ARM. Il s'est déjà vendu à plus de 2 millions d'unités et son objectif initial – favoriser l'initiation à la programmation – a largement été dépassé. Désormais, la plateforme attire aussi bien le programmeur du dimanche que l'utilisateur final qui veut un système prêt à l'emploi. Mais le plus gros des troupes est probablement constitué de ceux qui transforment le Raspberry Pi en mediacenter...

Le succès rencontré par le Raspberry Pi n'est certainement pas dû aux performances de la plateforme, qui n'embarque qu'un petit ARM mono-cœur cadencé à 700 MHz, un GPU asthmatique et au mieux 512 Mo de RAM. L'intérêt est plutôt à chercher du côté du prix, de 20 euros à 35 euros en fonction du modèle considéré. Pour ce tarif, l'ensemble demeure toutefois bien spartiate : il se présente sous la forme d'une simple carte électronique "nue" dotée du minimum syndical en termes de connectivité (USB 2.0, Ethernet, HDMI, audio jack). Il faudra repasser à la caisse pour disposer d'un éventuel boîtier, de l'indispensable chargeur MicroUSB qui fait office d'alimentation et de la carte SD nécessaire

pour le stockage de l'OS. La facture réelle s'élève ainsi à 50 euros pour une plateforme entièrement fonctionnelle. Dans cette tranche tarifaire, il existe d'ailleurs d'autres solutions comme certaines clés Android, mais la force du Raspberry Pi réside également dans sa formidable communauté qui lui permet de tirer la quintessence d'un hardware limité.

Cette communauté a également levé rapidement l'un des écueils majeurs qui auraient pu compromettre son succès : la complexité d'utilisation. Aujourd'hui, le Raspberry Pi est en pratique aussi simple à utiliser qu'une console de jeu des années 90 : il suffit d'insérer une cartouche (la carte SD) et brancher la prise (il n'y a pas d'interrupteur) pour voir apparaître au bout de quelques instants son programme. Il n'y a pas de magie derrière cela, seulement une plateforme ouverte et le travail acharné de fans passionnés qui partagent leurs talents sur Internet. Grâce à la présence d'un hardware unique, il est simple de partager ses fichiers de configuration et ses applications préconstruites. C'est ainsi qu'il existe d'ailleurs des images d'OS toutes prêtes qu'il faut copier sur sa carte SD pour les utiliser. Du vrai Click & Play parfaitement adapté aux débutants.

The bill, please. De base, la connectivité du Raspberry Pi se révèle assez limitée. À part le connecteur CSI destiné à une

webcam, c'est principalement l'USB qui va réellement être utilisé pour des extensions. Il faut toutefois garder à l'esprit que le SoC Broadcom BCM2835 embarqué ne dispose que d'un unique bus USB sur lequel sont déjà connectés les deux ports USB 2 et l'Ethernet. Tout nouvel ajout réduit alors la bande passante de l'ensemble des périphériques. Malgré cela, le premier accessoire indispensable est un hub USB qui permettra de brancher l'incontournable couple clavier/souris ou un récepteur sans-fil. Attention à choisir un modèle auto-alimenté, de façon à ne pas être limité par l'alimentation du Raspberry Pi ! Nous vous conseillons même d'alimenter ce dernier directement depuis le hub afin d'économiser un bloc secteur. Le deuxième accessoire utile est un disque dur externe qui servira d'extension de stockage. Il est également possible d'y installer l'OS, mais cela nécessite quelques manipulations. Enfin, la clé Wi-Fi s'avère importante pour apporter une connectivité sans-fil. La plupart des modèles premier prix sont supportés de base, mais mieux vaut quand même s'assurer de la compatibilité avec l'OS utilisé avant de passer à la caisse.

Un avenir radieux.

Le Raspberry Pi a fêté ses deux ans d'existence le 29 février 2014, un âge vénérable pour du matériel informatique. Il serait donc logique de penser que la plateforme sera bientôt remplacée par un modèle plus puissant, plus beau et bien meilleur. Toutefois, cela ne semble pas être prévu pour tout de suite puisque Eben Upton, le concepteur, table sur une durée de vie de cinq ans pour son bébé. Cet intervalle de temps nécessaire pour trouver un digne successeur est mis à profit pour optimiser le code et tirer le meilleur parti du hardware, un domaine où des gains sont toujours possibles. Par ailleurs, l'équipe travaille également sur un écran tactile 7 pouces WVGA qui fonctionnera en parallèle du HDMI sur le port DSI actuellement inutilisé. La petite machine est donc très loin d'avoir dit son dernier mot !



Un module webcam qui se connecte sur le port CSI.

Une machine à tout faire

En tant que machine de développement, il n'est pas étonnant que d'innombrables projets soient supportés sur le Raspberry Pi. La plupart d'entre eux sont d'ailleurs de simples portages d'applications existantes vers la petite plateforme. Il s'est ainsi constitué une formidable bibliothèque de logiciels dans laquelle peuvent puiser librement les internautes. L'intérêt évident est que tout cela permet aux néophytes de profiter facilement de leur matériel. Nul besoin d'avoir des notions de programmation pour copier une image disque sur une carte SD. Devant l'ampleur des possibilités, nous avons sélectionné quelques usages pour lesquels le Raspberry Pi se révèle utile et à l'aise.

Mediacenter

Un usage très répandu du Raspberry Pi est le Media Player, nous en reparlerons d'ailleurs plus en détail par la suite. Son GPU décode sans souci le 1080p et sa sortie HDMI est adaptée à la HD et au son 5.1. Toutefois, en l'absence d'un stockage interne de taille convenable, il faudra s'appuyer sur le réseau ou un disque USB pour fournir le contenu. Côté software, deux solutions se démarquent nettement. La première est XBMC, la seconde Plex. Dans les deux cas, il existe des images prêtes à l'emploi qu'il suffit de copier sur la carte SD. Pour XBMC, le plus simple est d'utiliser l'image d'OpenELEC : c'est léger, ça boote en 20 secondes et l'ensemble se révèle parfaitement fluide. L'autre option est de prendre le client Plex : RasPlex. Il s'agit en fait d'une version d'OpenELEC adaptée au système Plex. Là encore, un système rapide et efficace. En revanche, il faut noter qu'à la première utilisation, le scan entier de la médiathèque nécessite un certain temps.



Retro-gaming

L'intérêt avec les jeux des années 90, c'est qu'ils se contentent d'une toute petite machine pour exprimer tout leur potentiel. Le petit ARM du Raspberry Pi est donc tout à fait adapté pour le retro-gaming, ce qui n'a pas échappé aux aficionados des vieilles consoles. Ainsi est né le projet RetroPie (cpc.cx/9ax) qui est une distribution Raspbian bourrée d'une multitude d'émulateurs, de l'Amiga à Nintendo en passant par le bon vieux DOS. La solution marche d'elle-même pour le clavier et la souris : c'est d'ailleurs un régal sous *Doom* et *Duke Nukem 3D*. En revanche, impossible de faire l'impasse sur les quelques lignes de commandes indispensables pour paramétrer une manette de jeu comme celle de la Xbox 360.



Desktop et autre

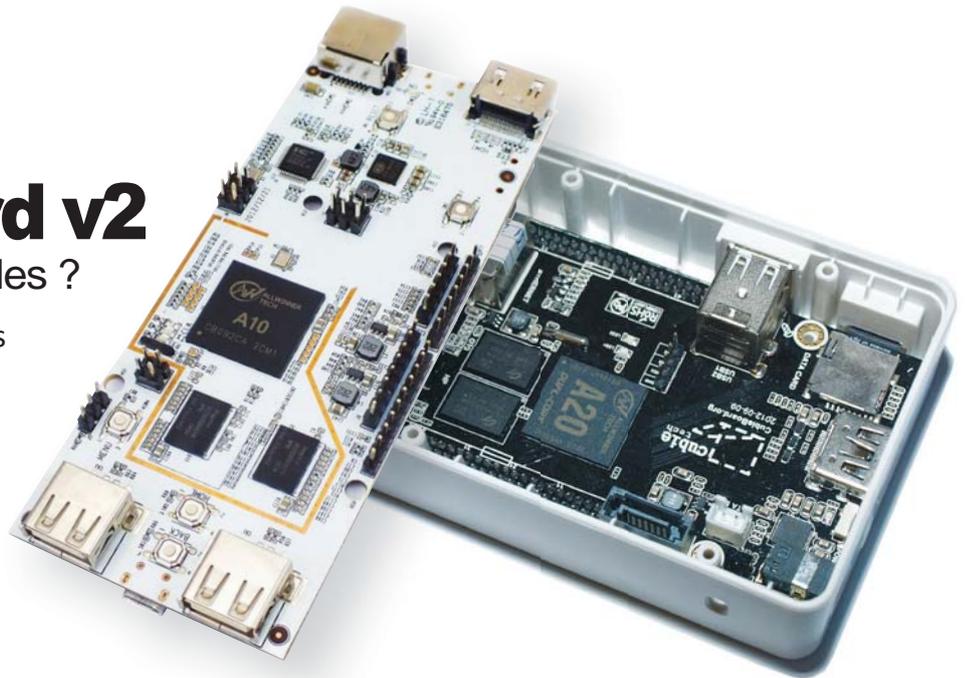
Il est également possible de transformer son Raspberry Pi en PC de bureau avec Raspbian, Arch ou même RiscOS. Il se prête d'ailleurs bien à l'exercice, que ce soit pour taper du texte, programmer ou surfer sur Internet, mais il ne faut pas compter dessus pour naviguer tranquillement sur YouTube (le Flash n'est pas supporté). Une autre application envisageable est celle de la domotique avec Domoticz (cpc.cx/9aI). Ce projet open source propose une interface web qui donne le contrôle sur l'ensemble des périphériques de sa maison. Le nombre de protocoles supportés est impressionnant et la seule restriction est de trouver l'élément communicant compatible USB ou Ethernet. Les sorties GPIO du Raspberry Pi sont également de la partie via la carte Piface qui offre toute la panoplie d'entrées/sorties I/O dont peut rêver un bidouilleur en électronique. Enfin, finissons par une dernière utilisation insolite : la création d'un standard téléphonique avec RasPBX (cpc.cx/9aJ). L'intérêt est d'avoir un contrôle total sur sa ligne en utilisant le protocole SIP comme le permettent notamment Free et SFR. La configuration prend un peu de temps, mais il existe de bons tutoriaux (ici cpc.cx/9aK et là cpc.cx/9aL). Si vos besoins le nécessitent (filtrage d'appels, fax, passerelle VoIP, etc.), l'option se révèle intéressante.

Version A ou B ? Il existe deux versions du Raspberry Pi actuellement commercialisées. La version A est vendue à 25 euros, tandis que la B coûte 10 euros de plus. L'écart de prix s'explique par l'ajout de 256 Mo de RAM (on passe à 512 Mo) et la présence d'un port USB supplémentaire et d'un port Ethernet 100 Mbit/s. Ces points mis à part, le hardware s'annonce strictement identique et les images système sont compatibles entre les deux modèles. Quant à choisir, il n'est pas indispensable de se procurer la version avec 512 Mo mais vu l'écart de prix, autant ne pas s'en priver. Le surplus de RAM ne sera nécessaire que dans certaines applications un peu gourmandes telles qu'un usage bureautique ou un serveur web. Enfin, si vous avez besoin d'un peu plus de puissance, il ne faut pas hésiter à overclocker l'engin (cpc.cx/9ch), une manip' exécutable via un simple fichier texte : le gain sera visible à l'écran.

Les pcDuino et Cubieboard v2

Deux challengers crédibles ?

Le Raspberry Pi est peu coûteux mais également peu performant. L'idée nous est donc venue de le comparer à deux autres plateformes ARM nettement plus puissantes mais toujours abordables. Notre choix s'est ainsi porté sur le pcDuino et la Cubieboard v2, tous deux vendus aux alentours des 70 euros et disponibles en France.



Depuis la sortie du Raspberry Pi et son succès mondial, de nombreuses cartes semblables ont vu le jour. Ces projets plus ou moins sérieux se sont engagés dans une course à la puissance, avec toujours plus de cœurs et des ARM Cortex dernier cri qui dépassent le GHz mais oublient trop souvent l'ingrédient essentiel de la recette de leur illustre prédécesseur : son prix dérisoire. Notre conseil : dès que la barre des 100 euros est frôlée, il est plus pertinent pour l'utilisateur de se tourner vers une plateforme x86, surtout depuis la sortie des cartes mères Atom Bay Trail (voir page 30).

Patron, un Cubie ! La Cubieboard s'inspire officiellement du Raspberry Pi avec pour objectif premier de proposer aux utilisateurs un hardware réellement ouvert. En effet, rares sont les SoC dont la documentation est entièrement accessible au public. C'est dans ce but qu'a été sélectionnée la puce AllWinner A10, un ARM Cortex A8 à 1 GHz

épaulé par le couple GPU Mali-400MP et VPU CedarX. Les caractéristiques de l'engin en font un bon candidat pour un mediacenter compte tenu de ses capacités hardware propres au décodage vidéo. De plus, la plateforme est équipée de 1 Go de RAM, de 4 Go de NAND (comme un SSD intégré), d'une sortie HDMI, de l'Ethernet et des incontournables ports USB 2.0. Le succès de la Cubieboard débute avec la campagne de crowdfunding Indiegogo en novembre 2012 où sont levés 95 000 dollars. Il faut avouer que l'offre est très alléchante pour l'époque avec un prix proposé de 59 dollars livrée. Les promesses sont nombreuses : PC de Bureau, Android TV, NAS (grâce au port SATA), domotique. Face à ce début de réussite, une version 2 de la carte est présentée en juin 2013. Le design reste le même, mais le SoC est remplacé par un AllWinner A20 (double-cœur A7 MP Core et GPU Mali-400MP2). C'est ce modèle que nous avons décidé de tester, remplaçant d'ores et déjà le précédent.

Malheureusement, le support logiciel est encore peu présent. Contrairement à la Fondation Raspberry Pi qui mise sur son prix et l'optimisation du hardware, Cubieboard semble s'être lancé dans une course à la nouveauté. Les modèles s'enchaînent (Cubieboard v1, v2, Cubietruck) sans que le développement ne parvienne à suivre. Le résultat se révèle discutable, comme nous allons le voir.

Le pcDuino, passerelle entre deux mondes. Le pcDuino est un Mini-PC qui possède des connecteurs compatibles avec les modules Arduino. Sa fonction première est ainsi avant tout la bidouille et le développement plutôt que l'utilisation productive. Cette orientation logique se ressent d'ailleurs pour l'ensemble de la plateforme, depuis le hardware et ses nombreux connecteurs, jusqu'à la partie logicielle qui demande une certaine expertise pour être maîtrisée. Côté caractéristiques techniques, cette petite carte est très similaire à la CubieBoard : CPU AllWinner A10, 1 Go de RAM, 2 Go de mémoire NAND, Ethernet, Wi-Fi. Cette liste est identique à la v2 qui coexiste en parallèle d'une version light et une v3 équipée d'un CPU AllWinner A20. Comme précédemment, il convient de se méfier de la présence de multiples déclinaisons qui morcellent la communauté. Ce point mis à part, le pcDuino se caractérise avant tout par sa connectique, un domaine où il excelle avec toutes les entrées I/O qu'un électronicien pourrait souhaiter. L'intérêt principal de cette plateforme est ainsi de permettre de développer des outils en bénéficiant de la puissance d'un OS moderne embarqué. Il est par exemple possible de contrôler et manipuler ses scripts à partir d'une simple interface web. Toutefois, compte tenu de la puissance disponible, il n'était pas sot de vérifier si une utilisation en tant que mediacenter était possible.

Comparaison des différentes plateformes

	Raspberry Pi revB	CubieBoard v2	pcDuino v2	Cubox-i1
SoC	Broadcom BCM2835	Allwinner A20	Allwinner A10	i.MX6 Solo
CPU	ARM11 @700 MHz	Double Cortex-A7 @1 GHz	ARM Cortex-A8 @1 GHz	PJ4 @800 MHz
GPU	VideoCore IV	Mali-400MP2	Mali-400	GC880
RAM	512 Mo	1 Go	1 Go	512 Mo
Stockage	SD	4 Go NAND, MicroSD, SATA	2 Go NAND, MicroSD	MicroSD
Sortie vidéo	HDMI, S-Video	HDMI	HDMI	HDMI
Sortie audio	HDMI, jack	HDMI, jack	HDMI	HDMI, S/PDIF
Date	Octobre 2012	Juin 2013	Mars 2013	Janvier 2012
Prix TTC	35 €	60 €	70 €	90 €

Sur le papier, le Raspberry Pi est loin derrière ses concurrents. Seuls son tarif bien inférieur et sa disponibilité semblent lui donner un avantage. Et pourtant, il ne faut pas se fier aux apparences.

Et la pratique ?

Sur le papier, le Raspberry Pi est bon dernier en termes de puissance disponible, mais sur plateformes ARM, les drivers sont primordiaux. Pour faire court, une carte a beau être équipée du plus puissant des SoC Cortex, si aucun travail n'est effectué sur le code, elle restera une simple brique à peine capable de lancer Ubuntu. Ce point est crucial, notamment pour une utilisation de type mediacenter qui nécessite un vrai décodage hardware de la vidéo. Mais avant de se lancer dans l'évaluation des performances, voyons comment installer un OS sur les différentes cartes.

La SD pour tous. D'abord, un point d'ordre pratique : les sites web du pcDuino et de la Cubieboard sont tout sauf bien pensés. Tous deux sont le règne du désordre au point que l'on en vient à penser que les concepteurs cherchent à repousser les néophytes. La transition avec la communauté Raspberry Pi est vraiment flagrante puisque l'utilisateur est téléporté d'un monde "Plug & Play" aux affres de la ligne de commande. Le plus rageant vient du fait que les procédures ne sont même pas plus complexes sur pcDuino ou Cubieboard ; il est juste extrêmement difficile de trouver un tutoriel clair et simple. La tâche se révèle d'autant plus ardue qu'il existe différentes versions des cartes et que

L'utilisateur est téléporté d'un monde "Plug & Play" aux affres de la ligne de commande

deux modes d'installation sont possibles : sur une carte MicroSD ou sur la mémoire interne NAND. Dans le premier cas, l'opération est exactement la même que pour le Raspberry Pi ; il suffit de télécharger l'image et de la transférer sur la MicroSD à l'aide de l'excellent *Win32 Disk Imager*. L'adjectif n'est pas de trop après avoir essuyé les plâtres de la *Livesuit*, le logiciel censé flasher la NAND via une connexion USB ; non seulement ce machin est instable, mais en plus, son installation relève du parcours du combattant à jongler entre les différents fichiers des versions 32 bits et 64 bits. Au final, il est plus simple d'utiliser la carte MicroSD comme intermédiaire. La méthode en deux étapes employée sur le pcDuino est d'ailleurs judicieuse : copie du noyau puis de l'OS. Toutefois, il aurait



été préférable que ce procédé soit expliqué clairement sur le site web et non dans une documentation PDF perdue sur le Net.

Cauchemars. Toutefois, avant de passer à l'installation, il faut choisir une distribution ou en construire une soi-même. Passons sur cette dernière possibilité qui est certes intéressante d'un point de vue intellectuel, mais bien trop éloignée de notre sujet. Nous nous contenterons d'utiliser une image binaire prête à l'emploi comme sur Raspberry Pi où il en existe à foison. Ici, c'est plutôt le désert. Sorti du classique choix Ubuntu/Debian et Android proposé par les développeurs officiels, il n'y a pas grand-chose à se mettre sous la dent. Sur pcDuino, non seulement le site est désordonné, mais de plus, le forum est désespérément vide. Il ne faut donc pas compter sur une quelconque communauté pour fournir une distribution adaptée à un mediacenter et il faudra installer XBMC à la barbare. Pour la Cubieboard, la situation est meilleure. Le forum est actif même si ce n'est pas comparable à celui du Raspberry Pi. Les utilisateurs proposent des ROM prêtes à l'emploi et les projets commencent à prendre forme. Toutefois, il ne s'agit pour le moment que d'ébauches : les bugs sont omniprésents et les performances pas forcément au rendez-vous. L'état des lieux n'est donc pas mirobolant, bien que la Cubieboard ait un réel potentiel.

Raspberry 2 – 0 Challengers. Avouons-le : au départ, nous voulions comparer les performances des trois solutions, mais après des heures passées à essayer de faire fonctionner le pcDuino et la Cubieboard, il nous a fallu rendre les armes. Contrairement au Raspberry Pi, ces plateformes ne sont pas prêtes à l'emploi et même en bidouillant sérieusement, impossible de les transformer en mediacenter fonctionnel. Sur le papier, elles sont plus puissantes, avec un gain en fréquence et en mémoire, mais en raison d'un manque flagrant de

support logiciel, il n'est pas encore réaliste de les utiliser en tant que player vidéo évolué. Soit les drivers ne sont pas encore au point pour afficher une vidéo en 1080p, soit les bugs ruinent l'expérience finale. Le hardware est cependant largement suffisant et avec un peu plus de maturité, nous pourrions sans doute exploiter toute leur richesse. Il convient juste d'attendre, comme pour le Raspberry Pi, que des développeurs trouvent l'envie et le temps d'optimiser ces cartes. Y arriveront-ils ? Pas sûr...



Et la Cubox ? La Cubox aurait également pu être un bon compétiteur face au Raspberry Pi. Cette petite boîte déclinée en divers modèles, du Mono- au Quad-Core, est agile mais s'avère bien trop chère à l'importation. Le calcul est simple : 60 \$ pour la Cubox + 20 \$ de frais de port vers la France + 20 € de frais de douane (TVA et charges administratives) = 80 € livrée chez vous. Il n'est même pas possible de compter sur un distributeur européen puisque le seul présent au Royaume-Uni pratique des tarifs encore plus prohibitifs. Dommage, car la Cubox aurait pu représenter une alternative intéressante en tant que mediacenter étant donné son surplus de puissance et le support en natif de XBMC via GeeXBox (<http://cpc.cx/9bb>).

Mediacenter évolué : le x86 à la rescousse !

Jusqu'à récemment, il n'était pas envisageable d'utiliser une plateforme x86 pour un simple mediacenter : trop chères, trop gourmandes en énergie et trop peu puissantes pour un Windows standard. Mais depuis l'apparition des cartes à base d'Atom Bay Trail vendues à moins de 70 euros, les choses se sont inversées. Certes, il faut encore dépenser au moins le triple du tarif d'un Raspberry Pi pour obtenir une plateforme fonctionnelle, mais l'environnement x86 est bien plus polyvalent, tant au niveau logiciel que matériel. Bref, nous avons voulu voir comment il était possible de se bâtir un HTPC compact à base d'un CPU x86 à moins de 200 euros.

La première solution qui vient à l'esprit pour se construire un mediacenter à partir de composants de PC est le recyclage d'une ancienne config. Toutefois, la solution n'est pas pertinente à bien des égards : non seulement il faudra absolument remplacer le boîtier pour ne pas devoir subir une grosse tour au milieu du salon, mais de plus, la consommation électrique des anciens composants rendra l'ensemble bruyant et peu économique à l'usage. Parlons donc de composants modernes et économiques. Si l'on ne considère que le simple affichage d'une vidéo, un CPU x86 récent est très largement surdimensionné, surtout lorsqu'il est épaulé par un circuit graphique qui se charge du décodage des fichiers comme c'est le cas de nos jours. Il est d'ailleurs tout à fait superflu d'utiliser une carte graphique dédiée étant donné que les IGP d'Intel et les APU d'AMD manient très bien la HD nativement. La première solution consiste donc à utiliser des composants "premier prix" classiques. Chez Intel, on peut donc imaginer une plateforme à

NAS et HTPC. Le NAS représente le complément idéal d'un HTPC. Il est en effet très intéressant de lire, à partir de son mediacenter connecté à la TV, des fichiers situés sur un NAS. Tout d'abord, cela évite de se ruiner en disques durs supplémentaires. Non seulement il n'est plus nécessaire de prévoir un espace de stockage pour les données vidéo volumineuses, mais en plus, on peut se passer complètement de disque dur ! L'installation d'OpenELEC est par exemple possible sur une clé USB à 5 €, ce qui limite nettement le coût de votre plateforme ! Autre avantage : pouvoir copier des fichiers de son PC sur le NAS sans que le mediacenter ne soit allumé, ce qui évite d'énerver les allers-retours au salon et permet de maintenir le boîtier éteint pour économiser l'énergie.

base de Celeron G1820 (38 €) et d'une carte mère MicroATX comme la MSI H81M-P33 (35 €). Chez AMD, un AMD A4-4000 (38 €) et MSI A55M-E33 (40 €) feront parfaitement l'affaire pour un prix identique. Ajoutez-y un boîtier compact comme le RC-342 de Cooler Master (30 €) ainsi qu'une alimentation (30 €), un disque dur (40 €) et un peu de mémoire (30 €) et pour 200 €, vous obtiendrez un PC premier prix

Quel que soit le modèle choisi, l'un des principaux intérêts d'une plateforme x86 est sa grande souplesse

parfaitement capable de faire fonctionner une distribution type OpenELEC dédiée au média central. Hélas, ce type de tour reste extrêmement volumineux pour un salon, avec presque 30 litres. Il existe des tours beaucoup plus compactes comme la Cooler Master N200 (45 €) mais elles n'existent qu'au format Mini-ITX. Le remplacement de la carte mère rajoutera encore 30 € à l'ensemble pour un total de 250 €. L'utilisation d'une carte Atom Bay Trail tout en peut vous permettre de grappiller environ 30 € mais impossible malgré tout de passer sous la barre des 200 €.

MicroPC. En fin de compte, il s'avère plutôt judicieux d'acquérir l'un des nombreux Micro-PC d'entrée de gamme disponibles, comme le Brix XM14 de Gigabyte (170 €), le Nano ID18 de Zotac (120 €) ou évidemment l'un des nombreux NUC d'Intel. À ce sujet, le fabricant prépare un modèle tout spécialement dédié aux HTPC qui devrait avoir été annoncé à l'heure où vous lirez ces lignes : le NUC DE3815TYKE. Il embarque



Le NUC DE3815TYKE devrait être disponible dans les semaines à venir.



Une plateforme dotée d'un SSD est idéale, mais si votre budget est limité, il est aussi possible d'utiliser une simple clé USB avec OpenElec.

Dans ce cas, un NUC Atom se contentera d'une barrette SODIMM à 20 €.



un Atom E3815 (1.46 GHz), un slot pour disque dur SATA et surtout un module de mémoire Flash de 4 Go embarqué. Si vous disposez déjà d'un NAS, vous n'aurez donc même plus besoin d'unité de stockage pour votre Media Center ! Un simple module de mémoire (8 Go maximum) devrait permettre une solution entièrement fonctionnelle pour moins de 150 €. L'ajout d'une carte Wi-Fi (15 €) est aussi à envisager avec ce modèle (les antennes sont présentes de base) si vous n'avez pas la possibilité de tirer un câble Ethernet classique. Cerise sur le gâteau, ce nouveau NUC sera entièrement fanless. Sa consommation totale devrait également être inférieure à 10 watts, soit deux fois moins qu'une Freebox Player par exemple. Seul choix décevant de la part d'Intel : la diode infrarouge

présente dans les autres NUC a été supprimée. Il faudra donc passer par un module de contrôle externe.

XBMC pour tous ! Quel que soit le modèle choisi, l'un des principaux intérêts d'une plateforme x86 est sa grande souplesse. Pour votre mediacenter, vous utiliserez forcément XBMC puisqu'il s'agit de loin de la plateforme logicielle la plus aboutie. Reste en revanche à choisir sur quel OS l'installer. Windows n'est pas un mauvais choix, surtout Windows 7 qui s'avère très stable. C'est la plateforme la plus polyvalente et qui offre la plus grande compatibilité hardware et logicielle. Le système de Microsoft est en revanche gourmand en ressources (notamment en RAM) et surtout, il nécessite de posséder une licence valide. Si

Des watts à gogo. À l'heure actuelle, même si le prix au kilowattheure est bas, laisser tourner une machine x86 en permanence coûte de 15 €/an pour les moins gourmandes à 80 €/an (60W à 0,14 €/kWh) pour les plus énergivores. Il est donc parfois nécessaire de l'éteindre en cas d'inutilisation, mais cela suppose de pouvoir ensuite la réveiller facilement et rapidement lorsque c'est nécessaire. Les cartes mères modernes supportent diverses méthodes d'allumage (interrupteur, Wake on Lan, Wake on USB, Wake on PCIe) qui rendent possible un réveil via un périphérique externe ou même le réseau. Toutefois, le plus agréable est de pouvoir le contrôler à la télécommande, en même temps que la TV. Pour cela, le plus commode est de disposer un petit adaptateur CEC comme PulseEight en propose (cpc.cx/9bx). Il s'agit d'un petit module à intercaler entre la prise HDMI du PC et celle de la TV. Les ordres sont transmis via USB et encapsulés dans le signal HDMI. L'ensemble est parfaitement reconnu par XBMC et permet ainsi d'allumer ou d'éteindre TV et HTPC en même temps ; un vrai régal à l'usage. Par ailleurs, ceux qui utilisent leur mediacenter pour leurs enregistrements peuvent également programmer un réveil automatique. Une fonction qui demande un peu de travail à configurer, mais rien de sorcier : la plupart des logiciels TV la gèrent nativement.

Pour ces raisons, il est possible de privilégier OpenELEC, une distribution Linux dont nous avons déjà parlé et qui s'avère parfaitement optimisée pour les petites configs. Enfin, ceux qui souhaitent également de la modularité peuvent se tourner vers une autre distribution Linux plus généraliste. Il existe des déclinaisons d'Ubuntu dédiées à XBMC (XBMCbuntu) assez convaincantes. Préparez-vous tout de même à mettre les mains dans les lignes de code, sans être effrayé par la console d'un terminal.

Autre avantage d'une plateforme puissante à base de x86 : il est possible de coupler son mediacenter avec d'autres fonctionnalités évoluées telles qu'un NAS ou une station retro-gaming avancée qui ne jurerait pas du tout sur la TV du salon. Il existe d'ailleurs des projets assez aboutis qui intègrent des émulateurs de consoles au sein même de l'interface d'XBMC. Le plus connu est baptisé RetroPlayer directement soutenu par l'équipe d'XBMC (cpc.cx/9bT). Il s'agit de l'intégration du fameux émulateur RetroArch aux menus du centre multimédia. Seconde solution, bien plus poussée : GameEX, qui bénéficie d'un plug-in XBMC et offre d'incroyables possibilités de configuration avancée pour peu qu'on se donne le temps de le configurer avec soin. Steam peut aussi être ajouté de la même façon ; son mode Big Picture est d'ailleurs prévu à cet effet.

XBMC, la référence

Véritable référence dans le domaine, XBMC rassemble tous les outils nécessaires à la construction de la médiathèque numérique parfaite. Certes, arriver à un résultat parfait n'est pas donné à tout le monde, mais nous allons montrer dans les pages qui suivent que même si la tâche s'annonce longue, elle est loin d'être insurmontable.

Avant de nous lancer dans les explications, accordons-nous un intermède historique. En 2004 naît XBMC, le successeur du populaire Xbox Media Player (XBMP). Depuis cette date, cette plateforme multimédia n'a fait qu'accroître sa communauté de fans et de développeurs. Le moindre SoC ARM, la plus petite des cartes électroniques dotées d'une capacité multimédia a un jour été bidouillée pour supporter ce logiciel. Il faut dire que sa licence open-source et sa compatibilité avec Linux facilitent grandement la tâche même si XBMC est aussi porté sur Windows, OSX, Android et iOS. Il fait office de centre multimédia complet destiné à être affiché avant tout sur un téléviseur de salon. Sa large

interface se pilote très aisément avec une télécommande ou les flèches d'un clavier. L'accent est mis sur l'esthétique et la simplicité d'utilisation : de grosses images, un affichage plein écran avec le poster des films, un classement intuitif et une grande variété de fonctions qui facilitent la vie. Ce n'est décidément pas un hasard si XBMC représente la référence des lecteurs multimédias.

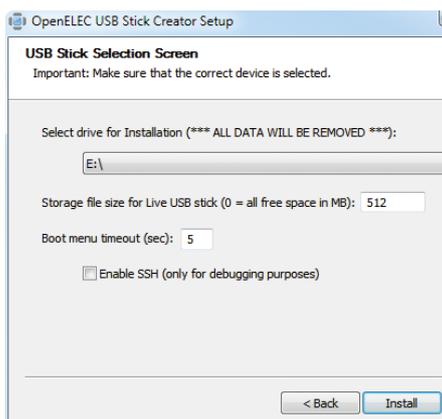
Installer, c'est choisir. Contrairement à la confusion qui existe parfois, XBMC n'est pas un OS ni une distribution de Linux mais un simple logiciel. Il est toutefois tellement populaire et fonctionnel qu'il existe une pléthore de distributions Linux lui étant dédiées (OpenELEC, XBMCbuntu, Xbian, Raspbmc,

etc.). L'intérêt de ces OS sur mesure est leur optimisation et surtout leur côté Plug & Play : une fois sur la machine, XBMC est déjà opérationnel, prêt à être configuré et utilisé. La solution la plus aboutie et la plus légère reste OpenELEC (Open Embedded Linux Entertainment Center). Il se distingue des autres par son code extrêmement épuré : son image fait seulement 180 Mo, ce qui ne l'empêche pas de supporter nativement un très grand nombre de périphériques (télécommande, manette, tuner TV, etc.). Il inclut même certains add-on notamment liés à la gestion des programmes télévisés. De plus, les développeurs d'OpenELEC l'ont voulu extrêmement simple à installer sur de nombreux matériels. Mission pleinement remplie, donc. Voyons ensemble la procédure :



1. Création de la clé USB

Placez la clé USB (un modèle de 256 Mo suffit) dans un ordinateur (Windows, Linux ou Mac), puis lancez l'exécutable qui convient (exe, osx, etc.). Sous Windows, le processus est extrêmement simple : il se résume à choisir la lettre correspondant à la clé et à cliquer sur suivant. Quelques instants plus tard, tout est prêt et vous avez un disque bootable entre les mains.



2. Installation de l'OS

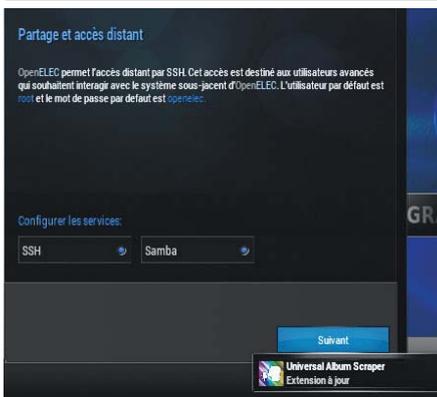
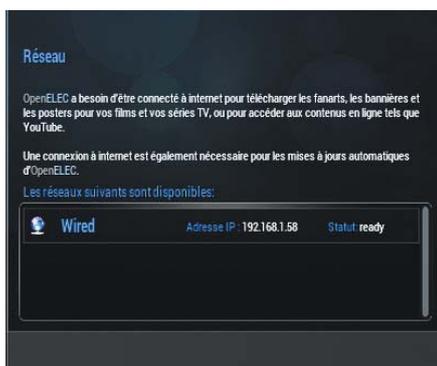
Il s'agit maintenant de démarrer le HTPC sur la clé fraîchement créée. Pour cela, il suffit de configurer le BIOS pour qu'il boote sur celle-ci. Une fois l'opération effectuée, le démarrage vous propose une installation ou un mode Live. Ce dernier est autonome, ne demande aucune configuration de la part de l'utilisateur et ne touche pas au disque dur mais il est très lent à se lancer. Dans notre cas, nous choisirons la première option : l'installation. Après un message d'avertissement, un menu apparaît avec cinq choix. Sélectionnez le premier : "Quick Install of OpenELEC". Choisissez ensuite le disque dur sur lequel sera placé l'OS. Plusieurs questions se succèdent ensuite, auxquelles une réponse négative convient parfaitement. Pour conclure, il vous faut valider par deux fois pour confirmer que toutes les données présentes seront écrasées. Vous n'avez plus qu'à attendre quelques instants que le processus d'installation se termine.



3. Configuration

Une fois la première phase achevée, un reboot s'impose. Il reste alors à configurer XBMC et à construire sa bibliothèque numérique. Au premier démarrage, un petit guide en quatre étapes prend l'utilisateur par la main.

- 1 - Réglage de la langue
- 2 - Définition du nom du PC sur le réseau
- 3 - Configuration du réseau (avec ou sans fil)
- 4 - Activation des accès à distance (SSH pour éditer les fichiers, Samba pour y accéder)



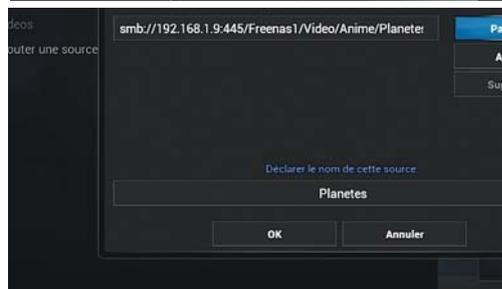
C'est rapide et bien fait, ce qui nous amène à la dernière phase :

4. L'ajout des fichiers

Par défaut, le logiciel reconnaît les dossiers courants pour les contenus multimédias (Mes Vidéos, Ma Musique, Mes Images, etc.) et vous devez rentrer manuellement les autres. L'ensemble des protocoles réseau sont détectés automatiquement.

- 1 - Allez dans l'onglet vidéos > Fichiers > Ajouter une source vidéo
- 2 - Parcourir > il faut choisir le chemin d'accès (HDD local, disque réseau). Le partage Samba est très lent à se rafraîchir, mais avec un peu de patience, la liste des PC s'affiche et parcourir les dossiers devient par la suite fluide.
- 3 - Sélection du dossier > Une fois l'adresse du dossier entrée, il reste à définir la nature de son contenu (Film, Série, Clips musicaux, etc.). Cette information aide le logiciel à scanner vos fichiers et à les identifier.

Il est alors temps de laisser XBMC classer la bibliothèque numérique. Tout est automatisé avec des scripts qui se chargent de récupérer les diverses données en ligne (affiche des films, descriptifs, liens vers les trailers, etc.). Toutefois, le scan est long – très long – mais le résultat splendide !



Gérer sa médiathèque. Le plus important avec un mediacenter est son côté fonctionnel et agréable à utiliser. *A priori*, l'autodétection du contenu fonctionne correctement mais face à un robot, il est parfois possible de constater quelques erreurs, l'image d'un film d'horreur pour un dessin animé par exemple. Il s'avère donc impératif de toujours vérifier le travail effectué et de corriger si besoin (touche "c" pour accéder au menu contextuel). Une autre solution est d'avoir recours à Media Companion (cpc.cx/99q), un programme de classement des films. Identique à XBMC, il a toutefois l'avantage de proposer plus d'options ainsi qu'une interface de travail complète, rendant ainsi plus facile la modification des fiches, l'ajout d'images, etc. Le logiciel débordante de fonctionnalités, il crée des dossiers et renomme les fichiers automatiquement à

l'aide des bases de données sur Internet et offre de bons résultats, notamment pour les séries télévisées. Il souffre toutefois d'un côté "usine à gaz", mais avec un peu de patience, on obtient d'excellents résultats. Concrètement, il va générer des fichiers NFO qui seront ensuite lus par XBMC, ce qui accélère grandement la mise à jour de la médiathèque. Mais il ne faut pas être pressé : la prise en charge d'une bibliothèque existante de plusieurs centaines de films sur un Raspberry Pi peut prendre facilement une journée !

Choisir l'apparence. Comme tout logiciel moderne et digne de ce nom, il est possible de choisir l'apparence (skin) de son XBMC (Système > Apparence > Thème > Plus... pour afficher la liste complète). Ce choix va au-delà du débat des goûts et des couleurs puisqu'il influe également sur les





pratique (modification régulière des adresses, ruses diverses, blocage de certaines chaînes, etc.). La méthode la plus sûre est donc de passer par la TNT ou par une antenne satellite. Ensuite, il est nécessaire d'installer un logiciel PVR (Personal Video Recorder) comme TVheadend, MythTV ou NextPVR et d'activer son plugin dans XBMC. Ces extensions sont incluses de base dans OpenELEC. Attention, la démarche s'annonce un peu longue et semée d'embûches, mais une fois au bout, il est enfin possible d'utiliser sa TV de façon moderne : programmation des enregistrements, guide TV complet à l'écran, etc. Le rendu est parfois meilleur que celui des box TV des FAI, avec des fonctionnalités à des années-lumière : quand un film ou une série est enregistrée, le nom du fichier est correct et l'ensemble des informations

sont ajoutées automatiquement.

Enlarge your center. XBMC gère des extensions qui viennent enrichir l'écosystème du médiacenter. Si beaucoup sont bonnes à jeter, certaines disposent d'un vrai suivi quasi professionnel et sont devenues incontournables. Il est d'ailleurs courant d'en trouver plusieurs ayant les mêmes fonctions, le plus difficile étant de faire le tri. Nous en avons sélectionnés quatre qui méritent l'attention.

*** TV et Radio** – Un grand nombre de chaînes télé et radio disposent de leur propre extension qui permet d'accéder directement au contenu. Par exemple, il en existe une pour Arrêt sur Images, l'émission disponible sur le web pour les abonnés, mais également pour Arte, Discovery, CNN, etc. En fait, la plupart des chaînes proposant leur programmation en ligne sont présentes. La situation est identique pour la radio, mais le choix est bien plus important. Le plus simple est de se tourner vers le plug-in appelé Radio. Il dispose de plus de 7 000 radios internationales. Le seul point noir est le fond psychédélique qui est imposé lors de l'écoute.

*** PicasaWeb** – Fait le lien avec la fameuse galerie d'images de Google. L'extension permet de se connecter à son compte, de parcourir ses images par dossier, par tag et de rechercher des personnes si vous avez accepté la reconnaissance faciale dans Picasa. Pratique pour quelqu'un qui centralise ses photos sur le Net. Toutefois, les fonctionnalités s'arrêtent à la simple lecture de ses dossiers. Bien qu'il soit possible de faire une recherche d'image sur le Web, il est impossible d'accéder aux albums

partagés. Par ailleurs, l'extension se montre un peu capricieuse lors d'un changement d'utilisateur.

*** YouTube** – YouTube est la plateforme de vidéos de référence, plébiscitée par une majorité d'internautes. C'est compréhensible puisqu'elle regroupe tout, depuis les clips musicaux, les trailers de films jusqu'aux sketches persos ou professionnels. Il y a même une quantité non négligeable de films et de séries complètes, notamment pour les dessins animés. Cette extension propose ainsi de parcourir cet énorme catalogue de deux façons : recherche brute ou exploration par catégorie. Principal inconvénient : la plupart du contenu est en anglais avec l'impossibilité de trier facilement par la langue. Pour ceux qui seraient rebutés, il existe un add-on Allocine sur le dépôt de XBMC Passion. Pour les sorties en salle, c'est la référence du moment.

*** XBMC Subtitles** – Un autre service agréable et pratique pour ceux qui sont friands de contenu en VO est l'extension XBMC Subtitles. Comme son nom l'indique, elle se charge de récupérer les sous-titres du film en cours sur différents sites en ligne. Par défaut, seul OpenSubtitles.org est activé. Il contient en effet une grande base de données et s'avère assez complet pour les langues courantes, *a fortiori* l'anglais. Toutefois, pour certains contenus plus rares (dessins animés notamment), il s'avérera nécessaire d'en sélectionner un autre plus spécialisé. L'outil gère d'ailleurs l'authentification sur les sites distants. De plus, il s'intègre parfaitement au player sous la forme d'une petite icône similaire à celle qu'on trouve au bas des vidéos YouTube.

fonctionnalités. Ces dernières sont d'ailleurs listées pour les skins les plus courantes sur le wiki officiel (cpc.cx/99I), allant du changement de la position des menus et de la police de caractères jusqu'au remaniement complet de l'interface avec l'ajout de fonds d'écran dynamiques. L'utilisateur expert pourra ainsi créer ses propres menus, ajouter des raccourcis vers les extensions de son choix, etc., un peu comme l'organisation du bureau sous Windows. Mais rassurez-vous : les solutions "clé en main" fonctionnent parfaitement. Pour se faire une idée, le plus simple est de visiter une galerie de screenshots (cpc.cx/99J). Le choix est vaste mais nous citerons tout de même trois skins parmi les plus plébiscitées : Aeon Nox, Glass Nox (dépôt XBMC Passion), Metropolis. Il est également possible de nommer Quark3 (<http://cpc.cx/99L>), conçue spécifiquement pour l'add-on PleXBMC (passerelle entre Plex et XBMC).

Ajouter la TV. Pour achever ce tour des fonctionnalités avancées, il est indispensable d'évoquer la télévision. XBMC se montre tout à fait capable de la gérer, mais la mise en œuvre s'annonce assez longue. Tout d'abord, le plus dur consiste à se procurer des flux TV de bonne qualité. Ils sont par exemple disponibles en basse résolution (240p) sur le Web et exploitables via une extension telle que XBMC Télé Fr. (<http://cpc.cx/99P>). Pour avoir droit à la HD, il existe deux méthodes : avec un tuner TV (TNT, satellite, etc.) ou l'iPTV (la TV par Internet). Cette deuxième solution consiste à récupérer les flux ADSL (ou fibre) qui vont vers le décodeur TV (Freebox player, Orange TV, SFR Evolution). La tâche peut varier du très simple chez Free (fichier .m3u disponible sur le boîtier serveur) à l'impossible chez Orange. La politique des FAI tend toutefois à bloquer ce genre de

Petit lexique du débutant

L'utilisation d'un mediacenter se fait souvent via un réseau local, ce qui implique la connaissance d'un certain nombre de termes qui reviennent continuellement.

SSH (Secure Shell) : protocole de communication sécurisé notamment utilisé pour prendre le contrôle d'une machine à distance sans avoir besoin d'écran. Sous Windows, le logiciel à utiliser est Putty.

NFS (Network File System) : protocole de partage des fichiers utilisé par les systèmes UNIX. **Samba** : logiciel qui permet aux systèmes UNIX de partager des données avec Windows.

ZeroConf : protocole qui simplifie la configuration des appareils connectés à un réseau.

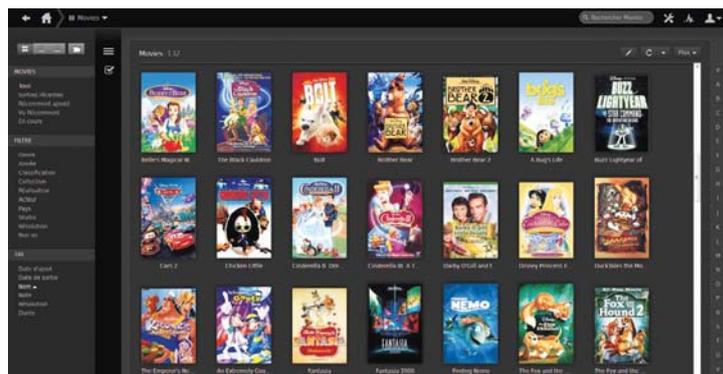
UPnP : technologie qui permet la découverte et le contrôle de périphériques via le réseau.

SAP : protocole d'envoi de flux vidéo sur un réseau local.

DLNA : standard d'interopérabilité qui permet la lecture, le partage et le contrôle d'appareils multimédias.

Une vie en dehors de XBMC ?

XBMC est de loin le mediacenter le plus utilisé. Comme nous l'expliquions précédemment, il est complet, multiplateforme et son système d'add-on permet de l'enrichir grandement. Pourtant, malgré sa gratuité et son excellence, il se voit encore concurrencé par une offre pléthorique de logiciels dont certains se démarquent d'ailleurs par des fonctionnalités originales et intéressantes. C'est le cas notamment de Plex et de MediaPortal, deux programmes qui, bien que semblables à XBMC, présentent des fonctions très différentes. Il était donc nécessaire de prendre quelques instants pour les présenter.



Plex

Plex est un autre géant parmi les portails multimédias. Il possède bien sûr une interface soignée qui permet de parcourir le catalogue de vidéos en images ; il gère d'ailleurs nativement la récupération de ces données relatives aux films. Ce qui le distingue particulièrement de XBMC est son fonctionnement reposant sur une architecture client/serveur composée du Plex Media Server (PMS) et du Plex Home Theater (PHT). La partie hôte centralise les fichiers et l'ensemble des flux : internet (IPTV, YouTube, Allocine, Replay, etc.) et télévision (Tuner, Satellite, etc.). Le contenu est ensuite streamé aux clients qui peuvent se trouver sur n'importe quelle plateforme (TV connectée, PC portable, tablette, smartphone). L'utilisateur peut ainsi passer d'un média à l'autre en continuant à regarder le même film, arrêter pour reprendre au même endroit, de chez lui comme de l'extérieur. Le serveur se charge d'adapter le flux vidéo à la connexion réseau (LAN, Wi-Fi, 3G) et au support (home cinema en 1080p, smartphone en 320p). Cette opération nécessite un transcodage toutefois assez lourd, notamment pour la HD. Il est donc indispensable que le serveur soit doté au minimum d'un CPU double cœur à 2 GHz, une formalité pour un PC de 2014 puisque n'importe quelle machine récente à 200 euros fait l'affaire haut la main. Toutefois, cela disqualifie d'office tous les produits à base d'ARM et une bonne partie des Atom. Ainsi, malgré le support d'une grande partie des NAS dont le célèbre FreeNAS, seuls ceux équipés d'un

x86 aussi puissant qu'un Core i3 sont réellement exploitables. En revanche, côté client, la donne est heureusement tout autre : il est possible de se contenter d'un simple Raspberry Pi ou, comme dit plus haut, d'une TV connectée Samsung ou LG par exemple. Le lecteur multimédia peut alors accéder à l'ensemble des contenus et bien sûr d'une interface digne de ce nom qui affiche de belles images contextuelles ainsi qu'une pléthore d'informations. C'est là toute la force du système Plex !

Il est donc avant tout un serveur de streaming. Son talon d'Achille demeure le client sur PC, le Plex Home Theater. Une alternative consiste alors à utiliser XBMC qui dispose pour le moment d'un lecteur plus stable et de davantage d'options de configuration. Pour effectuer le lien avec le serveur Plex, il suffit d'ajouter l'add-on PlexXBMC et après quelques minutes d'efforts, tous les contenus du PMS sont disponibles. Le meilleur des deux solutions fusionne et le résultat obtenu se révèle très convaincant pour ceux qui aiment accéder à leur bibliothèque multimédia, où qu'ils se trouvent. Bien évidemment, logique que tout cela ait un coût. Contrairement à XBMC, Plex n'est pas open source, ce qui ne l'empêche pas d'être en grande partie gratuit. Les développeurs se rémunèrent en fait de deux façons : par la vente des applications pour iOS et Android et par les abonnements premium qui donnent, entre autres, un accès anticipé aux nouveautés. Au final, il n'est pas obligatoire de payer mais le faire ne revient pas très cher compte tenu du service rendu.

MediaPortal

Le deuxième concurrent sérieux de XBMC est MediaPortal. Sa différence réside dans le support de Windows uniquement. Inutile d'espérer l'installer sur un Raspberry Pi ou toute autre plateforme ARM donc, il faut nécessairement être équipé d'un processeur x86 et posséder une licence Microsoft de Windows 7 ou supérieur. Passé ce prérequis, MediaPortal se présente comme un mediacenter complet, gratuit et open source. Tout comme Plex, il repose sur une architecture client-serveur qui permet là encore de streamer du contenu, comme la TV, sur différents postes. Les deux composants peuvent toutefois être très bien installés sur une même machine. De plus, outre cet aspect technique, ce concurrent se démarque avant tout par sa gestion avancée de la télévision : visionnage en direct, programmation des enregistrements, gestion des flux IPTV de l'ADSL, support d'une grande partie des cartes tuner (satellite, TNT), etc. Cette solution est donc à prendre sérieusement en considération par ceux qui voudraient profiter pleinement et librement des programmes TV. Côté pratique, MediaPortal est aussi simple à mettre en œuvre que n'importe quel logiciel Windows : suivant, suivant, OK. La configuration demande cependant du temps ; comptez une bonne heure (voire plus) en fonction de la complexité de l'installation. Les médias sont scannés, tagués automatiquement, tout comme les chaînes TV disponibles via les cartes tuner. Toutefois, il reste toujours une touche de finition manuelle indispensable et fastidieuse pour lisser les accros. Mais le résultat final obtenu en vaut clairement la chandelle et une fois tout en place, c'est un régal à utiliser.

Piloter son mediacenter

Une fois que tout est configuré, le moment le plus agréable reste celui où, assis dans le canapé, la zapette à la main, il est possible de parcourir son catalogue de films à la recherche du programme de la soirée. Hell Yeah ! Avec un médicenter, de nombreux périphériques peuvent servir de télécommande : clavier, manette de console, smartphone ou encore tablette. Plusieurs situations sont possibles en fonction de l'installation (depuis la télévision récente qui supporte le HDMI-CEC jusqu'au vidéoprojecteur relié en DVI sur le PC) et chacune d'elles appelle une solution différente. Nous avons donc sélectionné un ensemble de périphériques adaptés au contrôle d'un mediacenter.



HDMI-CEC

L'HDMI-CEC fait partie des normes HDMI 1.2a et supérieures. Le CEC (Consumer Electronics Control) est un protocole utilisé par les équipements reliés en HDMI qui permet de transmettre les commandes d'un appareil à l'autre. Concrètement, cela signifie qu'une même télécommande peut piloter à la fois le téléviseur, mais également le lecteur DVD, l'ampli du salon et le médicenter. Bien sûr, il est indispensable que tous les éléments de la chaîne soient reliés et compatibles, mais quand c'est le cas, la cinquantaine de touches de sa télécommande prend tout son sens.

La télécommande de la TV

Grundig CCCP-1973

Le moins cher et le plus rapide pour piloter son mediacenter est d'utiliser la télécommande de sa TV. Pour cela, il convient tout d'abord de relier les deux éléments en HDMI et de vérifier que la TV soit compatible HDMI-CEC. Du côté de XBMC, OpenELEC supporte nativement le protocole. Quand toutes les conditions sont remplies, il est possible de surfer dans les menus de son mediacenter, lancer un film, le mettre en pause, en utilisant les touches de la télécommande de sa TV. Nous avons fait le test avec un modèle de chez Samsung livré avec une Smart TV et l'ensemble est fonctionnel immédiatement sans devoir configurer quoi que ce soit. Les boutons multimédias sont reconnus ainsi que les fonctions des menus et options. Toutefois, cela ne se vérifie que pour le Raspberry Pi. Dans le cas d'un PC, il est souvent nécessaire d'utiliser un adaptateur HDMI CEC (<http://cpc.cx/9bx>).



Combo clavier/souris

KeySonic KSK-3201 RF - 30 €

Il peut être agréable de disposer d'un petit clavier discret et compact pour effectuer certaines tâches sur son mediacenter. Pour cela, le KSK-3201 RF de KeySonic fait parfaitement l'affaire. Guère plus grand qu'une enveloppe standard, il inclut l'ensemble des touches d'un clavier Azerty ainsi qu'un petit trackball qui fait office de souris. L'usage se révèle un peu différent d'une souris classique, mais en fin de compte, presque tout se fait par le clavier dans l'interface d'XBMC. D'ailleurs, les raccourcis multimédias fonctionnent même si ce point ne s'avère pas indispensable. Au final, ce petit ensemble proposé par KeySonic rend de bons services notamment lors de la phase de configuration. Et même si, en dehors de ces opérations particulières, XBMC n'a pas besoin d'un clavier pour être manipulé, le clavier pourra vous rendre de fiers services pour d'autres usages (navigation et autres).



Télécommande et récepteur IR

Antec Veris Multimedia Station E-Z

Un combo récepteur infrarouge/télécommande peut être utile pour ceux qui, pour diverses raisons, n'ont pas la possibilité d'utiliser le CEC (voir encadré). Antec propose ainsi un récepteur infrarouge muni d'un système d'attache qui fait parfaitement l'affaire. Sur les deux systèmes que nous avons testés (OpenELEC, Windows 7), le Veris Multimédia Station E-Z est pris en charge sans configuration préalable. La minuscule télécommande qui l'accompagne s'avère réactive et dispose de l'ensemble des touches indispensables. Son seul défaut est d'ordre esthétique : elle fait pâle figure face à un modèle de chez Samsung ou devant celle de la Xbox 360. Par ailleurs, le capteur est un peu volumineux par rapport à sa fonction. Toutefois, malgré ces reproches, ce produit Antec fonctionne bien et a le mérite d'être disponible facilement sur le Net.



Manette de jeu

Microsoft Xbox 360 Controller

Placer un PC dans son salon permet bien plus que le simple visionnage de films, par exemple le jeu vidéo même si évidemment, il n'est pas question de concurrencer une Xbox One ou une PS4 avec un Raspberry Pi. Toutefois, que ce soit pour jouer en retro-gaming avec une petite plateforme ARM ou à des titres plus évolués avec un CPU x86, il convient de se doter d'une manette digne de ce nom et de préférence sans fil. Oubliez l'effroyable Logitech F710 dont le récepteur est vraiment insupportable tant il est faible et dont l'ergonomie laisse à désirer. L'idéal reste encore une fois la manette de la Xbox 360 en attendant que celle de la Xbox One dispose enfin d'un récepteur et de pilotes compatibles.



La télécommande du futur

À l'exception de la correctrice en chef de *Canard PC Hardware*, tout le monde dispose désormais en permanence et à portée de main d'une formidable télécommande avec écran large tactile et boutons infinis : son smartphone ou sa tablette. Grâce à un logiciel spécifique, ils peuvent contrôler un mediacenter, permettant de se passer complètement de la télécommande traditionnelle. C'est fluide, c'est beau, c'est moderne et c'est indispensable !

Le rôle d'une tablette en tant que télécommande est double. Tout d'abord, elle remplit le rôle de base avec des boutons virtuels et l'intérêt apparaît immédiatement lorsqu'il est question de taper du texte ou de rentrer une adresse IP. Mais il y a mieux encore : lorsque l'écran large et en couleur se voit

exploité pleinement pour visualiser du contenu multimédia. L'interface du mediacenter peut ainsi être reproduite en taille réduite et optimisée pour l'appareil. Le résultat s'annonce vraiment impressionnant, du moins lors de la phase de découverte. Car pour tout vous avouer, l'émerveillement s'estompe assez vite devant cette débauche de technologie qui n'a finalement pas grand intérêt : voir un film sur son smartphone ou sa tablette par l'intermédiaire d'un mediacenter ne sert à rien. Les possibilités de contrôle sont en revanche intéressantes sur le long terme. Il reste agréable de pouvoir surfer depuis son canapé, parcourir sa bibliothèque numérique, lire les diverses informations du film pour enfin le lancer. Nous avons choisi trois applications gratuites qui reflètent bien toutes les possibilités offertes par l'outil.

1. Yatse (Android)

Yatse accomplit le tour de force d'être gratuit et bien meilleur que la version officielle. Cette application simule une télécommande et permet surtout de parcourir le contenu multimédia. Il est ainsi possible de faire défiler ses films sur un mur d'images. L'interface est très réactive et un enfant de quatre ans peut la manier sans difficulté. De plus, les commandes sont transmises rapidement sans aucune latence visible. Enfin, d'un point de vue technique, précisons que la communication se fait par le réseau Wi-Fi et qu'il est donc indispensable que les deux appareils se trouvent sur le même réseau.



2. Official XBMC Remote (iOS)



Sur iOS, la meilleure application gratuite est celle distribuée par l'équipe officielle, un peu moins belle que Yatse mais néanmoins très intéressante. Peu de choses à dire, elle fonctionne exactement de la même façon que cette dernière (émulation de touches, exploration de la médiathèque en images) et reste efficace. Disponible pour iPhone, iPad et également iPod touch, l'Official XBMC Remote affiche joliment l'ensemble du contenu de son HTPC même sur un écran de petite taille. Il est d'ailleurs très appréciable que ce dernier ne se voit pas mangé par un bandeau publicitaire comme sur les app concurrentes. Malheureusement, l'application a tendance à ramer avec un vieil iPhone 4 sous iOS 7.

3. L'interface web de XBMC (All)

XBMC peut également se piloter via une interface web. Celle-ci regroupe joliment l'ensemble du contenu multimédia réparti dans les différentes rubriques. Il faut toutefois que celui-ci soit classé puisqu'il n'est pas possible d'accéder à la liste des fichiers ni d'ajouter un nouveau répertoire. À part ce détail parfois gênant, l'affichage reste clair et sobre. On peut d'ailleurs le modifier via le principe habituel des extensions. Un clic permet d'accéder à la description du film, un second le lance sur le mediacenter. Pratique pour lancer un film pour ses enfants depuis son PC sans avoir à se déplacer ; les parents apprécieront !



La configuration de XBMC

Pour pouvoir être contrôlé à distance, XBMC nécessite l'activation de certains services. Pour cela, rendez-vous dans les paramètres et activez : Système > Paramètres > Services. Passez en mode Avancé (option en bas à gauche), puis allez dans UPnP et cochez la première option (Partager les médiathèques...). Ensuite, dans Serveur Web, autorisez le contrôle et définissez éventuellement un utilisateur et un mot de passe. Attention toutefois à ne pas laisser un accès à cette machine depuis Internet. Le serveur web n'est pas particulièrement sécurisé. Enfin, dans Télécommande, autorisez les programmes distants à prendre le contrôle et activez le Zeroconf. C'est fini, vous pouvez maintenant piloter votre mediacenter depuis un navigateur web ou un smartphone via une des applications dédiées.

Cigarette Électronique

Peur des vapeurs ?

La France compte aujourd'hui 16 millions de fumeurs. La moitié d'entre eux décéderont des suites de leur tabagisme. Incontestablement, la cigarette est un fléau que ni les hausses successives de prix ni les campagnes de sensibilisation ne sont parvenues à endiguer. Et les divers substituts nicotiques disponibles sur le marché (patches et autres gommes) n'ont pas vraiment fait preuve d'une efficacité exceptionnelle dans le sevrage tabagique. Pour toutes ces raisons, de nombreux espoirs reposent sur la cigarette électronique. Certaines la présentent comme le nouveau Saint-Graal dans la lutte contre le tabac, d'autres se montrent plus réservés. Une chose est sûre : le marché de l'e-cigarette est pour l'heure un véritable Far West où s'affrontent lobbies et vraies-fausses vérités. Une bonne raison d'enquêter...

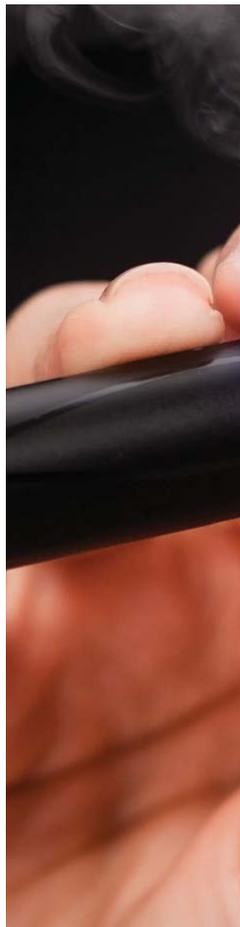
L'histoire débute en 1963 aux États-Unis lorsque Herbert Gilbert, gros fumeur, invente un dispositif sans combustion et sans tabac cherchant à imiter une cigarette avec de la vapeur aromatisée. Un brevet est déposé en 1965 mais le produit n'est finalement jamais commercialisé. Il faut dire qu'à l'époque, le cow-boy Marlboro symbolise l'idéal masculin et la dangerosité du tabac est loin d'être reconnue à l'unanimité. Lorsque le corps médical commence à émettre des doutes, la première réaction des industriels du tabac est de chercher à les minimiser. À partir de 1972, le doute n'est cependant plus permis ; les pouvoirs publics commencent à exiger la présence de messages de santé publique sur les publicités pour les cigarettes. On voit alors apparaître les premières cigarettes "légères", annoncées – à tort – comme moins nocives pour la santé. Durant les années 80, l'ampleur des maladies liées au tabac ne cesse de croître, tout comme la pression sur les fabricants de cigarettes. R.J. Reynolds, n° 2 mondial, dépense alors des centaines de millions de dollars pour tenter de mettre au point une cigarette moins nocive. Deux prototypes apparaissent en 1988 (*Premier*) et 1994 (*Eclipse*) et sont commercialisés à petite échelle... avant d'être rapidement abandonnés : le goût de charbon brûlé produit par la vaporisation d'un mélange de tabac et de glycérol n'est visiblement pas au goût des utilisateurs. Il faudra ensuite attendre 2000 pour que Hon Lik, un pharmacien chinois touché par la mort de son père d'un cancer du poumon, ne planche sur une nouvelle approche. Au départ, il

imagine une solution de nicotine diluée dans du propylène glycol et vaporisée à l'aide d'un module piézoélectrique à la manière des humidificateurs modernes. La plupart des produits nocifs dus à la combustion du tabac sont alors éliminés. En 2001, Hon Lik modifie l'atomiseur en utilisant une simple résistance chauffante, donnant ainsi naissance à la cigarette électronique moderne. Lancée commercialement en Chine en 2004, elle sera exportée dans le monde entier deux ans plus tard.

Les ravages du tabac sont tels qu'il est moralement délicat d'interdire purement et simplement l'e-cigarette

Guerre des lobbies. Une fois la technologie perfectionnée et les e-liquides parfaitement au point, les ventes décollent lentement à partir de 2009 pour exploser à partir de 2012. Depuis, la courbe de croissance est exponentielle et le marché s'agrandit de jour en jour, représentant déjà plusieurs milliards de dollars en 2013. En France uniquement, il serait d'environ 100 millions d'euros. Ce business est pour l'heure extrêmement lucratif vu les marges démentielles pratiquées : il n'est pas rare que le prix de vente représente 10 fois le prix d'achat, en particulier pour les e-liquides (voir encadré page suivante). Devant ce raz-de-marée, de nombreux lobbies s'affrontent. Celui des

fabricants de tabac, de loin le plus puissant, manœuvre en coulisses pour tenter au maximum d'étouffer dans l'œuf cette concurrence émergente qui pourrait bien lui grignoter très rapidement de grosses parts de marché. À l'inverse, le lobby anti-tabac (*Smoke Free Partnership*) qui regroupe diverses associations, en particulier de lutte contre le cancer, demeure farouchement opposé à tout ce qui ressemble de près ou de loin à une cigarette et voit d'un très mauvais œil sa version électronique. La Ligue contre le Cancer entend ainsi "dissuader l'utilisation de ce produit et recommander son retrait du marché tant que sa réglementation n'est pas clarifiée". Dans le bureau d'à côté, le lobby des industries pharmaceutiques est aussi à la manœuvre et cherche d'une façon ou d'une autre à compenser le manque à gagner sur les substituts nicotiques traditionnels. C'est d'ailleurs lui qui a cherché à faire classer la cigarette électronique comme médicament afin de s'en arroger le monopole. Peine perdue : l'Union Européenne n'a finalement pas – encore ? – accédé à cette demande. À l'étage en dessous, le lobby des buralistes bataille ferme devant les tribunaux pour se voir reconnaître l'exclusivité de la vente d'e-cigarettes, "produit dérivé du tabac" selon leurs arguments. Enfin, au bout du couloir, un lobby des fabricants d'e-cigarettes et produits associés (ECITA – *Electronic Cigarette Industry Trade Association*) a rapidement vu le jour

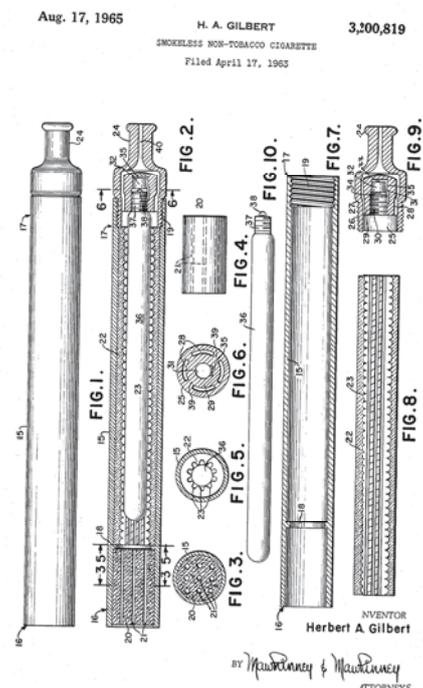




pour défendre ses intérêts auprès de nos députés. L'ensemble donne un micmac incompréhensible où chacun tente de parler plus fort que le voisin.

Paralysie publique. Devant ce brouhaha, les pouvoirs publics semblent incapables d'adopter une position claire et cela à l'échelle mondiale. Le Brésil, le Canada, Israël et la Thaïlande l'interdisent par exemple totalement. La Finlande et l'Australie ne l'autorisent que si elle est dépourvue de toute nicotine. Au Royaume-Uni, en Autriche et en Malaisie, elles sont considérées comme des médicaments et nécessitent parfois une ordonnance. Enfin, de nombreux autres pays hésitent et enchaînent les volte-face. C'est par exemple le cas des États-Unis qui a d'abord cherché à l'interdire en 2009 avant de revenir sur sa décision (il est même désormais légal de l'utiliser pour fumer du cannabis dans certains cas), puis d'hésiter à nouveau récemment. L'Europe a aussi été incapable de trancher clairement. Après de longs débats, le Parlement Européen s'est finalement mis d'accord en décembre dernier avec les États membres de l'UE pour encadrer ce marché. Le taux de nicotine sera limité à 20 mg/ml,

les cartouches à 2 ml, des avertissements sanitaires se verront apposés sur les emballages et la cigarette électronique ne sera pas – de base – associée à un médicament. Les choses auraient pu être assez claires si le Parlement n'avait pas laissé dans le même temps une liberté d'application contradictoire aux États. Ceux-ci peuvent par exemple toujours décider de la classer comme médicament et d'interdire ou d'autoriser la présence d'arômes. En France, aucune décision n'a encore été prise : à défaut d'être officiellement un "produit du tabac", qui la réserverait aux buralistes, ou un "médicament", qui la cantonnerait aux pharmacies, l'e-cigarette est un produit de consommation courante. En fin de compte, ces hésitations des agences sanitaires ont toutes la même origine : le recul est encore trop faible pour que les scientifiques disposent de données fiables et nombreuses quant au risque sanitaire exact. Le principe de précaution inciterait à patienter quelques années de plus, le temps qu'un volume conséquent d'études soient publiées, mais voilà : les ravages du tabac sont tels que si une solution crédible existe réellement, il est moralement délicat de l'interdire purement et simplement.



Le premier brevet pour une cigarette électronique est vieux de plus de 50 ans !

Le vrai prix d'une e-cigarette

Lors de la réalisation de cette enquête, nous avons pu obtenir directement du fabricant chinois la BOM (*Bill of Materials* – nomenclature) d'un modèle standard très courant d'e-cigarette. Celle-ci liste l'intégralité des pièces utilisées ainsi que leur coût "brut" et permet donc de connaître le prix de fabrication. La batterie au lithium de 650 mAh revient ainsi à 1,02 \$, l'électronique embarquée à 0,35 \$, l'ensemble des pièces plastiques à 0,28 \$, le corps métallique à 0,17 \$ et l'emballage à 0,09 \$, soit un total de 1,91 \$ pour un produit complet en sortie d'usine. En rajoutant la marge du fabricant et les frais de port vers l'Europe, un tel modèle est donc probablement vendu à moins de 3 \$ (2,2 €) aux grossistes. Ceux-ci la revendaient encore 40 € il y a quelques mois. Aujourd'hui, les prix se sont écroulés : on la trouve à 10 €, ce qui fait tout de même une marge impressionnante. Mais cela n'est rien par rapport aux e-liquides. Le propylène glycol de qualité pharmaceutique vaut en effet environ 10 € le litre, la glycérine 8 € et la nicotine liquide aux alentours de 35 €. Un liquide classique 70/30 à 12 mg/ml revient donc à $0.7 \times 10 + 0.3 \times 8 + 0.012 \times 35 =$ moins de 10 € le litre. Une fois rajouté le coût d'un éventuel arôme, du flacon de 10 ml standard et de l'emballage, le prix de revient pour le revendeur est d'environ... 20 centimes ! Aujourd'hui, le tarif public moyen se situe aux alentours de 5 ou 6 €...

L'e-cigarette mise en pièces

Une usine à gaz bien huilée...

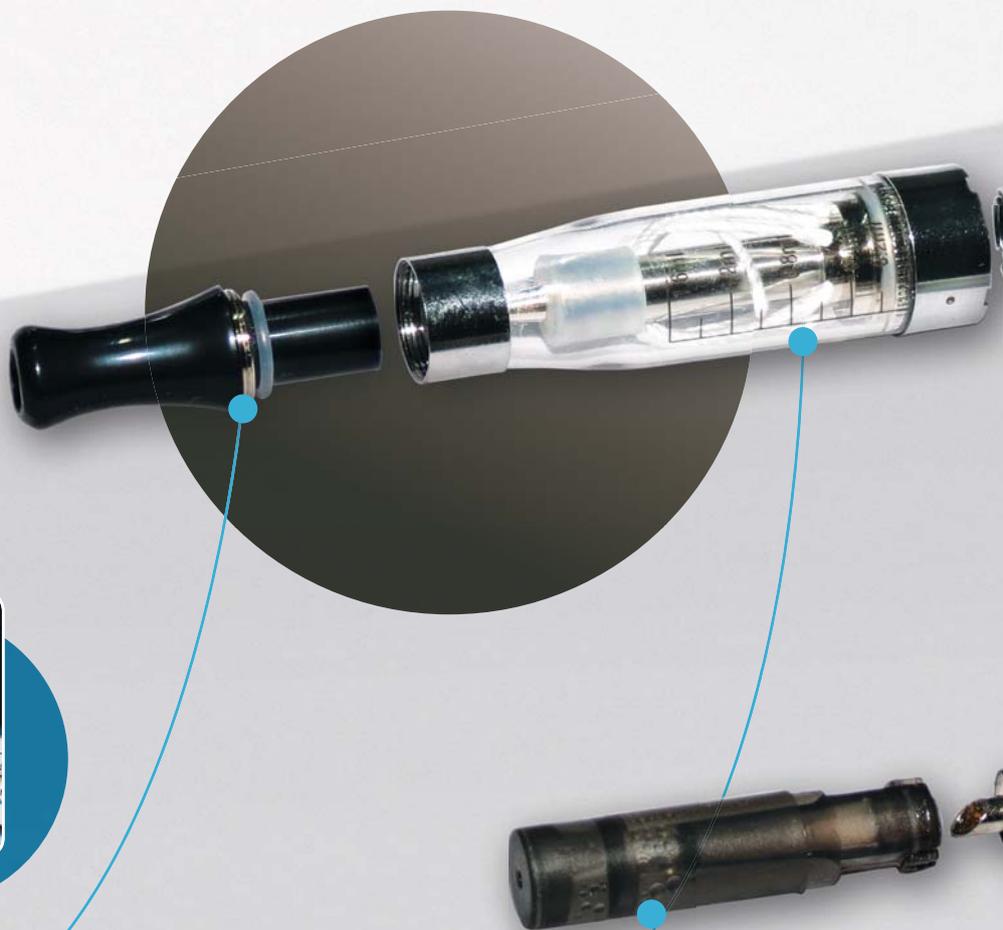
Bien qu'il existe des dizaines – voire des centaines – de modèles différents, tous fonctionnent sur le même principe. Nous avons choisi de décortiquer deux modèles qui se distinguent par leur aspect extérieur et par leur mode d'allumage. Le premier nécessite l'appui sur un bouton et a une forme imposante alors que le second s'active automatiquement à l'inspiration et se présente sous la forme d'une cigarette habituelle.

La puissance de l'atomiseur qui produit la vapeur est directement liée à sa résistance. Nous

avons d'ailleurs déjà largement expliqué cette formule dans notre initiation à l'électronique.

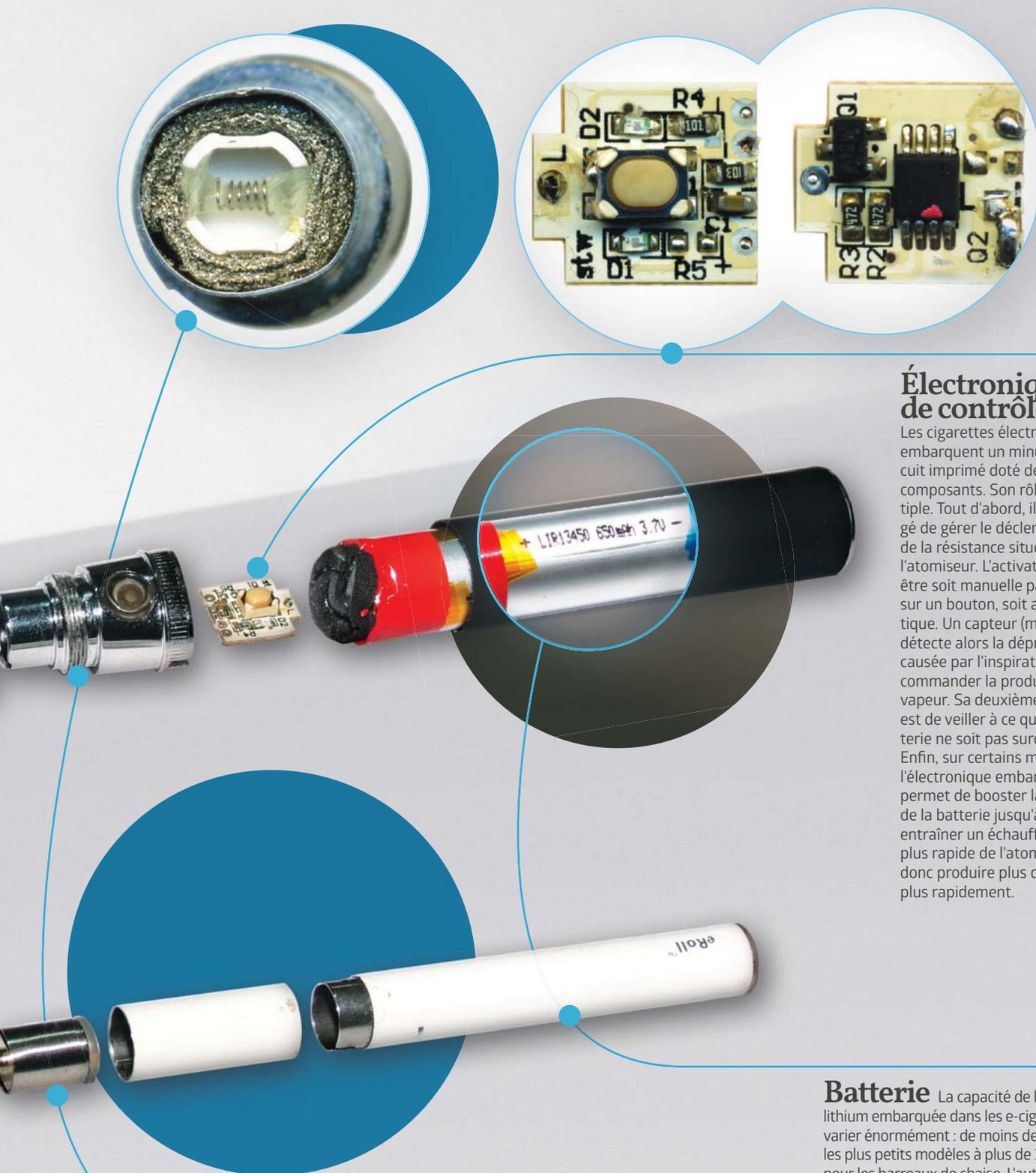
$U = R * I$ et $P = U * I$ donc la Puissance P est égale à la tension de la batterie U au carré divisée par la résistance ($P = U^2/R$).

La tension de la batterie étant fixe (3,7 V le plus souvent pour une batterie au lithium), plus la résistance est faible et plus la puissance sera grande. Sur notre modèle de test, nous avons relevé une valeur de 2,5 Ω , ce qui est extrêmement faible. Lors de l'activation, l'atomiseur consomme ainsi 1,5 ampère ($I = U/R = 3,7/2,5$) sur la minuscule batterie. Il existe toutefois encore pire puisque des atomiseurs "Low Resistance" qui affichent 1,7 voire 1,5 Ω sont disponibles pour produire plus de fumée. À ce niveau, il existe un risque certain de surchauffe pour la batterie si sa qualité n'est pas optimale ou si elle n'est pas parfaitement contrôlée par l'électronique embarquée.



Embout L'embout constitue la partie terminale de la cigarette électronique. C'est par son intermédiaire que le vapoteur aspire la fumée. Il s'agit d'un cylindre en plastique qu'il convient de nettoyer – voire de remplacer – régulièrement par mesure d'hygiène. Dans certains cas, l'embout est solidaire du réservoir. Sa conception est cruciale : mal conçu, il peut laisser l'e-liquide (toxique) entrer en contact avec la bouche de l'utilisateur.

Réservoir Le réservoir contient l'e-liquide. Il a une capacité variable selon les modèles, entre 0,5 ml pour les plus petits et jusqu'à 5 ml pour les plus gros. Il peut être totalement indépendant du reste ou ne constituer qu'un seul bloc (non démontable) avec l'atomiseur. On parle dans ce cas de "Cartomiseur". Ces derniers peuvent alimenter leur atomiseur interne de deux façons différentes : soit directement par le biais d'un petit canal, soit en utilisant une mèche à la manière des lampes à huile.



Électronique de contrôle

Les cigarettes électroniques embarquent un minuscule circuit imprimé doté de quelques composants. Son rôle est multiple. Tout d'abord, il est chargé de gérer le déclenchement de la résistance située dans l'atomiseur. L'activation peut être soit manuelle par appui sur un bouton, soit automatique. Un capteur (micro-valve) détecte alors la dépression causée par l'inspiration pour commander la production de vapeur. Sa deuxième fonction est de veiller à ce que la batterie ne soit pas surchargée. Enfin, sur certains modèles, l'électronique embarquée permet de booster la tension de la batterie jusqu'à 5V pour entraîner un échauffement plus rapide de l'atomiseur et donc produire plus de fumée, plus rapidement.

Atomiseur L'atomiseur est le composant principal d'une cigarette électronique. Il est constitué d'une résistance chauffante en spirale conçue pour atteindre la température nécessaire à la vaporisation de l'e-liquide. La vapeur produite n'est en fait ni une vapeur ni une fumée mais un aérosol, un brouillard constitué de microgouttelettes. D'un point de vue technique, l'atomiseur n'est pas très différent du filament d'une ampoule bien que la température atteinte soit très largement inférieure : environ 200° en fonctionnement normal. À sec, il peut atteindre les 800° et rougeoier.

Batterie La capacité de la batterie au lithium embarquée dans les e-cigarettes peut varier énormément : de moins de 100 mAh pour les plus petits modèles à plus de 3 000 mAh pour les barreaux de chaise. L'autonomie dépend évidemment de la capacité. Un modèle standard de 650 mAh permettra ainsi environ 500 bouffées*. La qualité de la batterie est un point crucial pour assurer la sécurité de l'ensemble. Une batterie mal gérée ou surchargée peut surchauffer voire exploser.

* Une batterie de 650 mAh peut fournir 0.65 A pendant 1 heure. Sa tension est de 3.7 V et avec une résistance de 2.5 Ω, l'intensité se monte à 1.5 A ($I=U/R$). Elle peut donc fournir 1.5 A pendant $1.5/0.65 = 0.43$ heure ou 25 minutes. Une bouffée étant en moyenne de 3 secondes, son autonomie sera de $(25 \times 60)/3 = 500$ bouffées.



E-liquide : la composition en question

Molécules et particules

Soyons directs. Au cours de nos entretiens avec tous les scientifiques que nous avons interrogés, une impression générale s'est dégagée : la cigarette électronique s'avère dans l'écrasante majorité des cas beaucoup moins nocive que le tabac. Si elle est bien conçue, utilisée correctement et que l'e-liquide respecte les normes, sa toxicité pourrait même être quasi nulle. Cela dit, l'e-cigarette reste loin d'être anodine : non seulement elle peut induire des comportements pernicious, mais l'absence de régulation des e-liquides pose un réel problème de santé publique. Prêts ? Sortez les becs Bunsen !

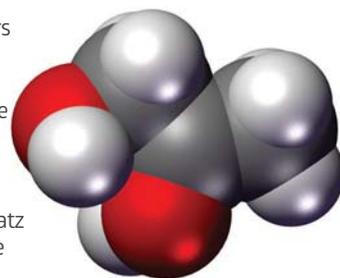
La question de l'impact sur la santé de la cigarette électronique s'est posée dès sa commercialisation. Bien que conçue pour lutter contre les ravages du tabac, il était impossible de lui donner un blanc-seing sanitaire sur cette seule bonne intention. Aujourd'hui, les scientifiques sont quasi unanimes pour dire qu'ils ne disposent

Le propylène glycol est une substance bien connue depuis longtemps, biodégradable et faiblement toxique.

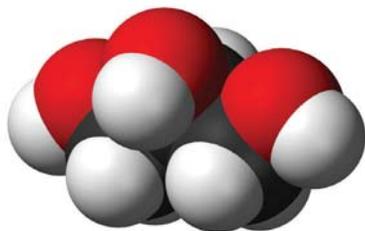
ni du recul nécessaire ni des études suffisantes pour se prononcer de manière ferme et définitive. Malgré tout, un premier consensus émerge déjà : selon toute vraisemblance, l'e-cigarette s'avère beaucoup moins dangereuse pour la santé que la cigarette classique. Reste désormais à placer précisément le curseur entre la totale innocuité – ce qu'elle n'est pas – et la toxicité très importante de la fumée de tabac. Pour mieux comprendre pourquoi il est si difficile au corps médical et aux autorités sanitaires de trancher pour l'instant, il faut se plonger dans la composition des e-liquides.

Propylène Glycol (PG) Le composant principal de la plupart des liquides pour e-cigarette est le propylène glycol (propane-1,2-diol), un liquide incolore et inodore issu de la pétrochimie. Il est omniprésent dans l'industrie avec plus d'un million de tonnes produites par an. Ses usages sont extrêmement variés : il fait office de solvant dans l'industrie pharmaceutique, d'intermédiaire dans la fabrication du polyester, d'antigel dans l'aéronautique ou de solvant émulsifiant dans les peintures à eau. Ce listing peut faire peur au premier abord – certains l'ont d'ailleurs érigé en épouvantail – mais il n'en est rien : le propylène glycol est une substance bien connue depuis longtemps, biodégradable et dont la toxicité est considérée comme extrêmement faible par les autorités sanitaires. Il est d'ailleurs abondamment utilisé

dans les cosmétiques comme conservateur et même dans l'industrie alimentaire comme additif. Il porte alors le numéro E1520 et sert d'humectant ou d'émulsifiant. C'est également le composant de base utilisé dans les fumigènes de spectacle (discothèque entre autres). Une fois chauffé, il génère un abondant brouillard (aérosol) constitué de microgouttelettes. C'est exactement le même procédé qui s'applique à l'e-cigarette. Monté en température par l'atomiseur, il se vaporise et crée l'ersatz de fumée observé. À noter que, contrairement à ce que certains marchands affirment pour ne pas effrayer la clientèle, il ne s'agit que marginalement de "vapeur d'eau" mais bien en majorité de vapeur de propylène glycol. Enfin, de par sa provenance, le PG ne peut évidemment pas être "bio".



Glycérine (GV)



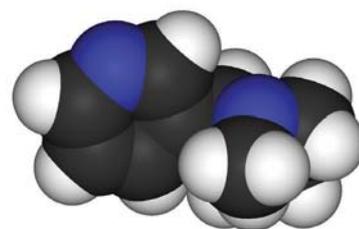
Le propylène glycol a de nombreuses qualités mais il est irritant à forte dose et la quantité de vapeur qu'il dégage était au départ jugée insuffisante à cause des capacités de chauffe limitées des premiers atomiseurs. Les fabricants ont donc rapidement trouvé une parade pour produire une "fumée" plus dense et plus douce : la glycérine végétale. Issue des huiles de noix de coco ou de palme, elle est également bien connue, considérée comme peu toxique, inodore, incolore et très économique. On la retrouve aussi un peu partout, des suppositoires jusqu'aux aliments (E422). Si son innocuité par ingestion en faible quantité ne fait presque plus aucun doute, l'absorption par inhalation est plus rarement étudiée. Il faut dire qu'avant la cigarette électronique, personne ne sniffait du glycérol. Il existe toutefois un problème notable

avec la GV par rapport au propylène glycol : lorsqu'elle est chauffée, elle finit par se dégrader et former de l'acroléine, une substance toxique et extrêmement irritante. Pour l'anecdote, l'armée française en a d'ailleurs amplement bombardé les tranchées allemandes lors de la Première Guerre mondiale. Pendant longtemps, certains fabricants d'e-cigarette ont affirmé qu'il était impossible que l'atomiseur atteigne la température de 290° nécessaire à la dégradation de la glycérine. Toutefois, depuis environ un an, la présence d'acroléine dans la vapeur semble avoir été démontrée à plusieurs reprises. La résistance chauffante a donc visiblement la capacité d'atteindre une telle température et de dégrader la glycérine en acroléine. Un mauvais usage – ou une mauvaise conception – de la cigarette électronique peut donc mener à la production de ce composé toxique. Toutefois, nul besoin de s'alarmer : non seulement les taux relevés restent très loin de ceux d'une cigarette, mais la graisse de votre côte de bœuf se transforme également en acroléine une fois sur le barbecue. Il n'en demeure pas moins qu'un e-liquide composé à 100 % de glycérine sous le seul prétexte qu'il peut être labellisé "bio" (ou que le nom de "propylène glycol" fait peur) est une aberration.

Nicotine

Contrairement aux deux produits précédents, la nicotine est un alcaloïde classé comme poison mortel. Il doit donc être impérativement étiqueté "Très toxique" et "Dangereux pour l'environnement". La nicotine était d'ailleurs un produit phytosanitaire utilisé comme pesticide jusqu'à son interdiction en France en 2009. La dose létale fait l'objet d'un débat puisqu'elle oscille entre 40 mg et 1 000 mg (1 gramme). Avec un e-liquide dosé à 18 mg/ml, il faudrait donc en ingérer entre 3 et 55 millilitres pour que l'issue soit fatale. En France, il est interdit de proposer un produit contenant plus de 20 mg/ml de nicotine sans autorisations de mise sur le marché (AMM), c'est-à-dire sans qu'il soit reconnu par les agences sanitaires comme médicament. C'est pour cette raison que les e-liquides se limitent à 18 mg/ml. Outre ces charmants effets secondaires, la nicotine entraîne également une dépendance en agissant sur la neurotransmission cérébrale : elle crée une sensation agréable en stimulant la production de dopamine – un neuromédiateur responsable du plaisir – dans le cerveau. À sa décharge, il faut noter que la nicotine n'a pas d'effet cancérigène reconnu ; ce sont les autres substances toxiques contenues dans la fumée de cigarette (en particulier le goudron) qui provoquent le cancer du poumon et non la nicotine en elle-même.

Reste à parler de sa production. La nicotine provient du tabac. Dans sa version non-synthétique, elle peut être extraite principalement de trois façons : par hydrodistillation ou par CO₂ supercritique – elle est alors très pure – ou par solvant, en particulier à l'aide d'hydroxyde de sodium (soude), de chlorure de méthane (dichlorométhane) et/ou d'hexane. Ces produits étant franchement toxiques, si ce dernier type d'extraction est utilisé, il est crucial que l'on n'en retrouve pas sous forme de résidus dans l'extrait final.



Arômes et alcool

Les arômes sont ajoutés aux e-liquides pour leur donner un goût particulier. Certains cherchent à imiter la "saveur" de la cigarette, d'autres à donner une note fruitée ou mentholée. Leur composition exacte n'est que rarement donnée par les fabricants qui se réfugient sous le "secret industriel". Il s'agit pourtant là d'une des principales sources de contamination possibles de l'e-liquide. Comme pour la nicotine, les extraits aromatiques utilisés sont parfois obtenus à l'aide de solvants et la problématique des résidus indésirables est donc la même. Beaucoup de fabricants insistent sur le caractère "alimentaire" des arômes utilisés. Pourtant, certains scientifiques que nous avons interrogés pointent le fait que

cette appellation repose sur des études liées à l'ingestion de ces substances et non à leur inhalation. La réaction immunologique des cellules pulmonaires n'aurait par exemple pas fait l'objet d'études poussées. De même, certains composés aromatiques sont connus pour être des précurseurs de composés clairement dangereux comme le formaldéhyde qui peuvent se former lors de l'échauffement. Enfin, on trouve également la présence d'éthanol (alcool) dans certains e-liquides afin d'augmenter la sensation de "hit" (la contraction de la gorge au passage de la fumée bien caractéristique de la cigarette et recherchée par les vapoteurs).





5 e-liquides analysés

... et des résultats qui posent question

Vous le savez : chez *Canard PC Hardware*, on ne fait pas les choses à la légère. C'est pourquoi nous avons fait analyser cinq e-liquides achetés au hasard dans le commerce par un laboratoire indépendant. L'objectif n'était évidemment pas de publier un résultat exhaustif (il en existe des centaines) mais bien d'obtenir un aperçu de la composition de différents types d'e-liquides : français, bio, sans nicotine, arôme exotique, etc.

Très tôt dans la réalisation de cette enquête, il nous est apparu indispensable de faire procéder à des tests poussés sur les e-liquides. Tout d'abord, il convenait de s'assurer que le dosage de la nicotine était bien conforme à celui figurant sur l'étiquette. Dans le passé, plusieurs tests ont montré que ce n'était pas toujours le cas, même si la situation semble s'être normalisée depuis. Ensuite, nous avons étudié les analyses déjà publiées par les associations de consommateurs (60 millions et Que Choisir) ainsi que par d'autres organismes indépendants. Plusieurs questions se sont alors posées. Fallait-il par exemple procéder à une analyse des e-liquides directement ou de la vapeur produite par l'e-cigarette ? Si nous avions choisi cette dernière solution, il aurait fallu passer par une méthodologie spécifique : les machines à fumer classiques ne sont pas adaptées. Mais rapidement, il s'est avéré que l'analyse des e-liquides était une bonne solution. Dans une cigarette classique, la combustion du tabac modifie en effet totalement la composition chimique. Or, de l'avis de certains experts, il n'existe *"théoriquement aucun changement chimique entre la 'vapeur' et l'e-liquide"*. Seules de *"faibles variations chimiques"* comme la déshydratation du glycérol en acroléine peuvent se produire

à haute température dans des conditions particulières. En partant de ce postulat, l'analyse est donc pertinente puisque l'e-liquide sous sa forme quasi-inchangée se retrouve bien dans les poumons de l'utilisateur. Sous réserve évidemment qu'il n'ait pas fait un mauvais usage de la cigarette électronique (surchauffe).

Nous avons donc voulu connaître la liste des composés chimiques présents dans les e-liquides. Mais il est vite apparu que les choses n'étaient pas si simples : en chimie, on ne peut trouver que ce que l'on cherche. C'est pourquoi deux analyses effectuées selon des méthodologies différentes peuvent mettre en évidence certains composés dans un cas et pas dans un autre. Nous avons choisi de faire procéder à une analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse. Le liquide est d'abord chauffé à 280° afin d'en faire évaporer le maximum de composants puis les molécules sont séparées afin de définir leur structure. Cela permet d'obtenir une analyse qualitative et d'identifier les principales substances présentes. L'indication quantitative n'est toutefois pas représentative car elle n'est calculée que sur la fraction "volatile" du produit ; celle qui s'est vaporisée à 280° dans notre cas. De même, certaines molécules ne sont pas prises en compte ; c'est le

cas de l'eau dans la méthodologie qui a été utilisée ici. Si un liquide contient par exemple 10 % d'eau et 80 % de glycérine, le taux brut de glycérine obtenu pourra être par exemple d'environ 88 %. Il s'agit

donc d'une *"indication relative (...) et les pourcentages ne peuvent pas être interprétés comme une concentration exacte"*. Pour avoir une valeur exacte, il faut ensuite procéder à un dosage au cas par cas... ce que nous avons fait sur les conseils de l'expert du laboratoire en cas de détection d'un composé "anormal". Les résultats des tests nous donnent donc : la composition des e-liquides, une valeur indicative de concentration sur la partie volatile, la concentration exacte de la nicotine et éventuellement d'une autre substance suite à un test spécifique (voir texte).

Labs & Co.

Le laboratoire de *Canard PC Hardware* ne disposant évidemment pas de compétences en chimie, nous avons fait réaliser ces tests par des spécialistes de ce type d'analyse, les laboratoires Verger à Gouvieux (60). Ceux-ci sont reconnus devant les tribunaux puisqu'ils réalisent régulièrement des analyses toxicologiques pour la justice. Son responsable, M. Verger, qui a validé les tests, est par ailleurs expert judiciaire auprès de la Cour d'Appel d'Amiens. Les résultats complets des analyses seront probablement mis en téléchargement sur notre site web à une date ultérieure.

Les résultats

Rappel : les résultats dans la ligne "Résultats d'analyses" sont une indication relative des différentes substances retrouvées par GC-MS dans la fraction volatile, dans des conditions opératoires données. Les substances sont indiquées par ordre décroissant de concentration dans cette fraction volatile. L'eau éventuellement présente dans le mélange n'est pas mentionnée.

SOLEMEESTER
75020 - PARIS (BAL 62)

Huile pour vapoteur :
Date de fabrication :
DLUO :
N° de lot :

BULLETIN D'ANALYSES
GLYCERINE BIOLOGIQUE CAMEL
Non indiqué
2015
Non indiqué

* Résultat quantitatif de la nicotine par HPCL contre un étalon certifié

ANALYSE A EFFECTUER	METHODE D'ANALYSE	RESULTAT QUANTITATIF (%)	THEORIE (%)
Dosage Nicotine	HPLC	1,76	1,90

* Résultats qualitatifs de la fraction volatile des huiles pour vapoteur dans des conditions définies

ANALYSE A EFFECTUER	METHODES D'ANALYSES	RESULTATS QUALITATIFS EN POURCENTAGE RELATIF
Ethanol	GC-Masse	0,143
Dichloromethane		
Hexane		
Propylène glycol		
Glycérine		

Halo Purity - Tribeca (États-Unis) 18 mg/ml

La marque "Halo" est probablement l'une des plus vendues et sa déclinaison "Tribeca" (saveur tabac) est très répandue. Elle est produite sur le sol américain et distribuée en France par de nombreux revendeurs. Première constatation : l'étiquetage n'est pas conforme. Le pictogramme "Dangereux pour l'environnement" rendu obligatoire par la présence de nicotine n'y figure pas et la mention "T: Toxique" devrait être "T+: Très toxique". Le pourcentage de nicotine présent dans le mélange est en revanche tout à fait correct : 1,74 % mesuré pour 1,8 % annoncé. Pour le reste, Halo ne communique pas sur la composition exacte de ses produits. Nous y avons retrouvé une large majorité de PG et une minorité de GV, probablement un mélange 75/20. La saveur est issue au moins en partie de l'éthyl-maltol qui donne une odeur de caramel et de fruits cuits. On note la présence de traces de dichlorométhane et d'hexane – que nous retrouverons systématiquement dans tous les produits – qui proviennent vraisemblablement de l'extraction des arômes et/ou de nicotine. Globalement, outre le problème d'étiquetage, cet e-liquide très populaire dispose donc d'une composition assez rassurante.



Composition

annoncée :

Propylène glycol, glycérine, arômes alimentaires, nicotine

Dosage de nicotine :
17,4 mg/ml

Résultats d'analyses :

Propylène glycol, glycérine, nicotine, dichlorométhane, éthyl-maltol, ethanol, hexane

Conceptarôme - Caramel Bio (France) 19 mg/ml

Nous avons ensuite sélectionné un e-liquide spécifié "bio" et fabriqué en France, de la marque Conceptarôme. À noter pour commencer que le terme "fabriqué en France" signifie la plupart du temps "assemblé en France" : les produits chimiques de base proviennent le plus souvent d'autres pays comme l'Angleterre pour le PG ou l'Inde pour la nicotine. L'étiquetage est ici aussi insuffisant pour les mêmes raisons que le produit de Halo. Le dosage effectué montre un taux de nicotine conforme à 10 % près aux mentions de l'étiquette. Le seuil réglementaire des 20 mg/ml n'est pas dépassé. Comme annoncé, l'e-liquide est quasi-exclusivement constitué de glycérine même si on y trouve encore quelques traces de propylène glycol. Dichlorométhane et hexane sont également de la partie, mais à l'état de résidus. Il demeure toutefois une aberration : le fait de n'utiliser que de la glycérine augmente très largement la température nécessaire à l'évaporation du liquide. Or, c'est justement avec une telle surchauffe que le glycérol se dégrade en acroléine, un composé toxique. Le bio n'a décidément pas toutes les vertus...



Composition

annoncée :

Glycérine bio, eau, arômes alimentaires.

Dosage de nicotine :
17,6 mg/ml

Résultats d'analyses :

Glycérine, nicotine, dichlorométhane, propylène glycol, hexane, 1,3-Dioxane-2-Methanol

Plug n' Vape - Beer (Pays-Bas) 16 mg/ml

Nous voulions à l'origine tester un arôme "Bière" afin de vérifier la présence ou non d'éthanol. Le site internet clopentstock.com nous ayant envoyé un produit périmé (DLUO au 05/01/2014 pour une commande passée le 02/02/2014), ce sera l'occasion de tester la dégradation d'un e-liquide dans le temps. Côté étiquetage, si la signalétique réglementaire est bien présente, l'étiquette semble "générique" et fait référence à des extraits (vanille, cacao...) que nous n'avons pas retrouvés dans le produit. Autre problème, le propylène glycol n'est pas indiqué clairement mais simplement sous le code de son additif alimentaire (E1520). Les résultats de l'analyse montrent une forte concentration de PG, un peu de GV, des traces de dichlorométhane deux fois supérieures à celles des deux précédents e-liquides ainsi que de faibles taux d'éthanol et d'isobutanol présents dans la bière. Le taux de nicotine est conforme à la valeur annoncée et malgré le dépassement de la DLUO, aucune substance réellement inquiétante n'est mise en évidence.



Composition

annoncée :

E1520, extraits de tabac, extraits de vanille, extrait de cacao, glycérol

Dosage de nicotine :
15,8 mg/ml

Résultats d'analyses :

Propylène glycol, glycérine, dichlorométhane, nicotine, éthanol, isopentanol, hexane



Plug n' Vape - Premium Piña Colada (Pays-Bas) 16 mg/ml

L'objectif était ici de tester un e-liquide annoncé comme sans nicotine afin de s'assurer qu'il n'en contenait réellement pas. Et sur ce produit, c'est effectivement le cas. On retrouve majoritairement de la glycérine (!), de l'éthanol et de l'acétate d'éthyle qui signale bien la présence d'un peu de rhum. En revanche, le taux très élevé (16 %) de dichlorométhane (DCM) qui est apparu sur la fraction volatile nous a interpellés. Comme nous l'avons expliqué, la valeur quantitative obtenue par spectrométrie de masse n'est pas toujours représentative et peut être très largement influencée par divers paramètres comme la volatilité du produit. Or, le DCM est justement très volatil. Pour en avoir le cœur net, nous avons commandé un dosage spécifique sur cet e-liquide. Le résultat montre une valeur de 3 115 ppm (partie par million) soit 0,31 % du total ou encore 3,1 g/kg. Impossible pour nous d'interpréter cette valeur quant à son impact sur la santé, mais il demeure possible de la mettre en perspective avec les normes actuelles. En inhalation, l'INRS donne une valeur maximale d'exposition pour les risques professionnels de 180 mg par m³ d'air en moyenne sur 8 heures. Avec 3,1 mg/ml, il faudrait donc inhaler au moins 58 ml de cet e-liquide par m³ d'air (~2 h de respiration normale) pour parvenir à la dose maximale, ce qui est plus qu'improbable. Reste que la densité de la vapeur du DCM est 3 fois plus élevée que l'air et, de par son caractère très volatil, il se concentrera probablement dans la vapeur générée par la première inspiration. Et il s'agit là d'une valeur issue de l'exposition professionnelle. La présence de ce DCM – un solvant utilisé pour l'extraction organique –

sur un e-liquide qui ne contient pas de nicotine montre qu'il est vraisemblablement un résidu des arômes présents. Or, beaucoup de fabricants vantent le caractère "alimentaire" des arômes utilisés dans leurs produits. Une directive européenne (2009/32/CE) spécifie justement les "teneurs maximales en résidus dans la denrée alimentaire en raison de l'utilisation de solvants d'extraction dans la préparation des arômes". Pour le DCM, elle est de 0,02 ppm (0,02 mg/kg) avec une exception notable pour le thé dont la teneur peut atteindre 5 ppm. Le taux mesuré ici est donc 600 fois supérieur à celui d'une qualité "alimentaire". On peut donc légitimement s'interroger sur ce type d'allégation pour les autres produits.



Composition annoncée :

E422 (76 %), eau (15,2 %), noix de coco, ananas, rhum, vanille (8,8 %)

Dosage de nicotine :
0,0 mg/ml

Dosage de dichlorométhane :
3 115 ppm (3,1 g/kg)

Résultats d'analyses :
Glycérine, dichlorométhane, propylène glycol, éthanol, acétate d'éthyle, hexane.

VapShop - Super Skunk (France) 18 mg/ml

Certains fabricants proposent des arômes cannabiques, "Space cake" et même "champignon hallucinogène". Le Super Skunk est par exemple une variété de cannabis, particulièrement riche en THC, développée dans les années 70. Retrouve-t-on cette substance active dans cet e-liquide ? Évidemment non. On y trouve en revanche une liste de composés aromatiques longue comme le bras qui cherche avec plus ou moins de succès à en imiter le goût : alpha-pinène, camphène, cedrol, Isovanilline, Ethyl Citrate et bien d'autres jusqu'au poétique 2-(4-Formyl-2-Méthoxy-Phénoxy)-Acétamide. Le taux de dichlorométhane remonté dans les résultats est également très élevé (15 %) mais nous n'avons pas fait procéder à un dosage précis par manque de temps. Impossible en conséquence d'en déduire quoi que ce soit sur la concentration finale bien que le fabricant parle ici d'arômes "naturels alimentaires". Le dosage de la nicotine est conforme. L'étiquetage utilise la nouvelle signalétique SGH qui sera obligatoire en 2015 mais le pictogramme "Danger pour l'environnement" n'est pas présent. Reste à savoir si ce produit ne tombe pas sous le coup de l'article L.3421-4 du code de la santé publique qui réprime toutes les incitations, directes ou indirectes, à la consommation de stupéfiants, mais c'est une autre question...



Composition annoncée :

Propylène glycol, glycérine végétale, arômes alimentaires, eau, alcool, nicotine

Dosage de nicotine :
16,9 mg/ml

Résultats d'analyses :
Propylène glycol, dichlorométhane, glycérine, nicotine, etc.

Une régulation attendue

La santé avant tout !

La cigarette électronique expose vraisemblablement le fumeur à un risque sanitaire bien plus faible que celui du tabac, mais cela ne saurait faire oublier que son innocuité n'est pas nulle pour autant. À l'heure où le vapotage devient un phénomène de société, il paraît urgent que les pouvoirs publics s'emparent de la question et proposent une législation spécifique stricte. L'autorégulation montre clairement ses limites et les fabricants sont parfois plus obnubilés par les juteux profits issus de ce nouvel eldorado que par la santé du consommateur...



Les autorités sanitaires, le corps médical et les politiques sont actuellement tiraillés au sujet de l'e-cigarette. D'un côté, le risque est difficile à évaluer à cause du manque d'études sérieuses et de l'absence de recul suffisant sur la question ; de l'autre, les bienfaits potentiels dans la lutte contre le tabagisme sont évidents. Une régulation devient pourtant de plus en plus pressante à mesure que le nombre de vapoteurs augmente. À défaut, une partie des fabricants profite de ce flou réglementaire pour distiller la bonne parole sur les forums et les réseaux sociaux : certains interprètent les textes de loi à leur sauce, promettent monts et merveilles aux consommateurs à grands coups de "Bio" ou de "Made in France" et n'hésitent pas à utiliser un argumentaire douteux qui ne repose sur aucune base scientifique. Le but est toujours le même : rassurer le consommateur et le pousser à acheter. Tout cela est d'ailleurs facilité par la collusion qui règne parfois entre fabricants et leaders des grosses communautés de vapoteurs. Or, paradoxalement, l'opacité reste de mise sur certains points. Peu de fabricants ont par exemple accepté de nous fournir la composition exacte des fameux "arômes naturels alimentaires", la plupart se retranchant derrière une "clause de confidentialité".

De quoi cacher un loup ? Peut-être. Nous avons pu constater lors de nos analyses que cette fameuse appellation "alimentaire" n'était parfois qu'un leurre, avec des taux de solvants résiduels très largement supérieurs aux normes en vigueur dans ce domaine. De manière plus générale, la présence

Espérons que le législateur agira dans un intérêt de santé publique et ne cédera pas aux divers lobbies gravitant autour de l'e-cigarette

de ces arômes représente désormais la principale inconnue des e-liquides actuels, alors que le taux de nicotine et la qualité du PG/VG ne semblent plus souffrir des aléas d'autrefois. Pour que la cigarette électronique puisse acquiescer ses lettres de noblesse dans la lutte contre le tabac, il convient qu'une législation limite au maximum la nocivité et les polluants résiduels des e-liquides. Leur fabrication devrait être réservée à des entreprises sérieuses disposant du matériel, des compétences et de la traçabilité adéquats. Il est invraisemblable que n'importe qui puisse s'improviser fabricant d'e-liquides en remplissant des flacons de n'importe quoi (en provenance de n'importe où) dans le fond d'un garage poussiéreux.

Reste une autre problématique : la cigarette électronique apparaît certes comme un substitut efficace et bien moins nocif que la cigarette pour un fumeur, mais qu'en est-il de l'aspect incitatif vis-à-vis des non-fumeurs ? L'impression qu'il est désormais possible de s'offrir un "shoot" de nicotine sans danger est bien réel chez certains d'entre eux, sans compter que l'e-cigarette devient peu à peu un objet de mode. Le risque de créer une dépendance

à la nicotine qui peut ensuite mener au tabagisme n'est donc pas à écarter, même si le nombre de cas semble anecdotique pour l'instant. Bref, sur ce point aussi, une réglementation s'impose. Reste à espérer que le législateur n'agira que dans un intérêt de santé publique et ne cédera pas aux lobbies du tabac, des buralistes, de l'industrie pharmaceutique ou des fabricants d'e-cigarette...

Jungle Cig

Nous avons pu le constater au fil de cette enquête : les lobbies qui s'affrontent sur le sujet de l'e-cigarette sont puissants et agressifs. Bien plus que ceux que nous avons côtoyés dans notre dossier sur les ondes électromagnétiques. Les menaces à peine voilées n'ont pas manqué, tout comme les mises en garde de certains de nos confrères sur les désagréments qui nous attendraient "inévitablement" lors de la publication. S'interroger sur la cigarette électronique serait-il un péché ? Sans aucun doute pour certains fabricants. L'un d'eux nous a d'ailleurs tenu un discours qui résume bien la situation : "Émettre un doute ? Procéder à des analyses ?? Vous n'y pensez pas ! Vous allez jeter la suspicion alors qu'il faut laisser les gens vapoter librement pour les protéger des méfaits du tabac !" La rengaine est systématique : quiconque s'interroge sur la cigarette électronique se voit aussitôt asséner la veuve, l'orphelin et le cancer du poumon. Derrière ces bons sentiments, on ne peut s'empêcher de penser que les fabricants cherchent à protéger leurs bénéfices au moins autant que la santé de leurs clients...

L'avis de Grand Maître B,

avocat à la cour

Dans une économie de marché, tout se vend et tout s'achète, ou presque. Certains produits sont cependant interdits à la vente – ou sévèrement réglementés – en raison de la menace qu'ils représentent pour l'environnement, pour la santé publique ou pour la sécurité des personnes. Tanks, ecstasy et uranium ne sont ainsi pas en vente libre : leur utilisation présente un risque bien trop important pour autrui. Mais la situation peut parfois être plus complexe et je vais ici me concentrer sur la réglementation des produits potentiellement dangereux pour la santé humaine.

Si c'est dangereux, c'est interdit ?

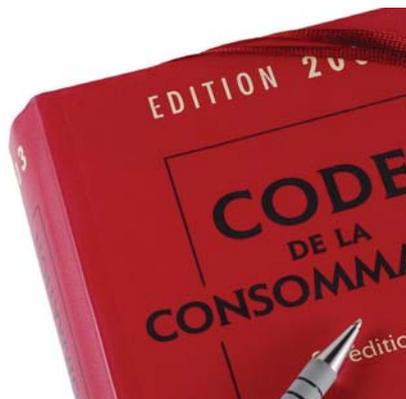
En un mot : non. Tout produit dangereux pour la santé n'est pas forcément interdit. On trouve des produits dangereux dans des médicaments, dans des dissolvants ou de la colle, dans des piles, etc. En Europe et en France, des législations spéciales encadrant certains produits. Par exemple, les denrées alimentaires sont sévèrement réglementées au niveau de l'étiquetage afin d'alerter le consommateur. L'article R. 112-9 impose par exemple des mentions comme "teneur élevée en caféine" ou "contient de la réglisse, les personnes souffrant d'hypertension doivent éviter une consommation excessive". Les produits cosmétiques font également l'objet d'une réglementation spéciale, notamment en matière d'étiquetage (Article R. 5131 4, 5° du Code de la santé publique). Des textes spéciaux concernent également les produits pharmaceutiques (article R. 5132-18 du Code de la santé publique), les produits du tabac (article L. 3511-6 du même Code), les vêtements, les jouets, les cheminées, les escabeaux...

Mais même un produit de consommation courante qui n'entre dans aucune législation spéciale se doit de respecter un principe général consacré à l'article L. 221-1, qui dispose que "les produits et les services doivent, dans des conditions normales d'utilisation ou dans d'autres conditions raisonnablement prévisibles par le professionnel, présenter la sécurité à laquelle on peut légitimement s'attendre et ne pas porter atteinte à la santé des personnes". Donc, premier constat, quoi que vous vendiez à un consommateur, que ce soit une boîte de thon à la catalane, un tournevis ou un vapoteur, vous devez vous assurer que ce produit respecte les normes relatives à la sécurité et à la santé des personnes.

Autocontrôle. C'est sur le producteur du produit que pèse une obligation d'auto-contrôle. Ainsi, l'article L. 221-1-2 dispose que : "Le producteur fournit au consommateur les informations utiles qui lui permettent d'évaluer les risques inhérents

à un produit pendant sa durée d'utilisation normale ou raisonnablement prévisible et de s'en prémunir, lorsque ces risques ne sont pas immédiatement perceptibles par le consommateur sans un avertissement adéquat. (...) - Le producteur adopte les mesures qui, compte tenu des caractéristiques des produits qu'il fournit, lui permettent :

a) De se tenir informé des risques que les produits qu'il commercialise peuvent présenter ; b) D'engager les actions nécessaires pour maîtriser ces risques, y compris le retrait du marché, la mise en garde adéquate et efficace des consommateurs ainsi que le rappel auprès des consommateurs des produits mis sur le marché. Ces mesures



peuvent notamment consister en la réalisation d'essais par sondage ou en l'indication sur le produit ou son emballage d'un mode d'emploi, de l'identité et de l'adresse du producteur, de la référence du produit ou du lot de produits auquel il appartient."

Bien, mais au cas où le produit est fabriqué en Chine par exemple, acheté par un Français et vendu en France ? Pas de problème, puisque, aux termes de l'article L221-1, il est précisé qu'on "entend par : 1° "Producteur" : a) Le fabricant du produit, lorsqu'il est établi dans la Communauté européenne et toute autre personne qui se présente comme fabricant en apposant sur

le produit son nom, sa marque ou un autre signe distinctif, ou celui qui procède à la remise en état du produit ; b) Le représentant du fabricant, lorsque celui-ci n'est pas établi dans la Communauté européenne ou, en l'absence de représentant établi dans la Communauté européenne, l'importateur du produit ; c) Les autres professionnels de la chaîne de commercialisation, dans la mesure où leurs activités peuvent affecter les caractéristiques de sécurité d'un produit ; 2° "Distributeur" : tout professionnel de la

chaîne de commercialisation dont l'activité n'a pas d'incidence sur les caractéristiques de sécurité du produit. Les producteurs et les distributeurs prennent toutes mesures utiles pour contribuer au respect de l'ensemble des obligations de sécurité prévues au présent chapitre".

En outre, l'article L.212-1 vient figoler le tableau en précisant que : "Dès la première mise sur le marché, les produits doivent répondre aux prescriptions en vigueur relatives à la sécurité et à la santé des personnes, à la loyauté des transactions commerciales et à la protection des consommateurs. Le responsable de la première mise sur le marché d'un produit est donc tenu de vérifier que celui-ci est conforme aux prescriptions en vigueur." Bref, à partir du moment où vous mettez sur le marché un produit destiné à des consommateurs (que vous soyez importateur, fabricant, vendeur, etc.), il vous incombe de veiller à ce qu'il ne les mette pas en danger. Si votre produit ne contient aucun produit nocif, par exemple, si vous vendez des cartes postales, pas de souci. Mais si le produit que vous mettez sur le marché est destiné à être introduit dans un corps humain, il faut s'interroger sur la présence de substances nocives.

Nocif ? L'article L.1342-2 du Code de la santé publique nous explique que les substances se classent en 15 catégories. On va considérer par exemple comme "très toxiques" les "substances et mélanges qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en très petites quantités, entraînent la mort ou nuisent à la santé de manière aiguë ou chronique" ; comme "toxiques" les "substances qui nuisent à la santé de manière aiguë ou chronique", etc. L'intérêt de cette classification est (selon l'article L. 221-2) multiple : soit prévenir le consommateur par un étiquetage réglementé des risques qu'il prend en consommant le produit, soit définir les emballages qui permettent le transport et la vente des produits dangereux, soit interdire carrément la vente du produit en considération de sa dangerosité.

Selon l'article L.1342-1 du Code de la santé publique, "les importateurs ou utilisateurs en aval qui mettent sur le marché des mélanges classés comme dangereux en raison de leurs effets sur la santé ou de leurs effets physiques établissent une déclaration unique comportant toutes les informations pertinentes sur ces mélanges, notamment leur composition chimique (...)". Ces déclarations se font par exemple auprès d'organismes agréés chargés de la toxicovigilance via une fiche type, la fameuse FDS (Fiches de Données Sécurité).

Il y a donc des listes de substances soit interdites à la vente, soit dont la vente est réglementée, et ces listes varient en fonction de la destination du produit qui les contient. Par exemple, placer de la soude dans du jus d'orange est interdit (ou, pour le dire de façon plus juridique, la vente d'un produit qui implique une ingestion directe de soude est interdite), tandis que la soude peut être présente en grande quantité dans un flacon de débouche-évier dont l'emballage est en revanche réglementé, afin de permettre d'éviter les fuites, et qui doit comporter une étiquette très claire sur le fait que toute ingestion ou inhalation prolongée est potentiellement mortelle. L'Europe a établi plusieurs classifications des agents chimiques quant à leurs dangers. Ainsi, concrètement, le dichlorométhane est un produit chimique classé comme potentiellement cancérigène, mutagène et toxique pour la reproduction. Il faut un étiquetage très précis pour signaler sa présence dans un produit et bien sûr, il faut que celle-ci soit indispensable au produit ou dans des quantités suffisamment faibles pour ne pas présenter de risques.

Autre exemple, dans un produit du tabac, on peut placer 1 mg de nicotine par cigarette. Dans un médicament (comme un patch), c'est une autre réglementation qui s'applique et il n'y a pas de limite absolue à la dose de nicotine qu'il peut contenir. Pour les produits de consommation courante, c'est-à-dire qui ne relèvent d'aucune réglementation spéciale, c'est la règle générale qui s'applique et on ne peut donc pas placer plus d'1 mg par ml de nicotine sans le mentionner sur l'étiquette.

Et pour les vapoteurs ? Si vous m'avez suivi jusqu'ici, vous aurez compris que jusqu'à maintenant, les vapoteurs n'étant ni des produits alimentaires, ni du tabac, ni des médicaments, ils ne sont concernés par aucune loi spéciale ; leur commercialisation et la vente des liquides qui les accompagnent relèvent donc de l'obligation générale de sécurité. Cela signifie que l'importateur, le fabricant ou le vendeur doivent s'assurer que le liquide qui est destiné à être chauffé pour être inhalé ne contient aucune substance nocive pour le corps humain.



S'il s'avère que des substances inhalées par le consommateur sont simplement potentiellement dangereuses et que ce dernier n'en est pas informé, voire qu'elles sont très toxiques et que par conséquent elles ne devraient pas être vendues, alors il s'expose à des risques civils et pénaux. Tout d'abord, un produit qui contient des éléments toxiques dangereux pour la santé humaine sera considéré comme défectueux dès lors qu'il "n'offre pas la sécurité à laquelle on peut légitimement s'attendre" (article 1386-4 du Code civil).

Si le produit vendu est destiné à être introduit dans un corps humain, il faut s'interroger sur la présence de substances nocives

Un produit est donc défectueux par ce qu'il est susceptible de causer un dommage au consommateur. Par exemple, l'insuffisance d'informations sur les risques de l'utilisation d'un produit peut le rendre défectueux. En conséquence, le produit défectueux implique une responsabilité, en premier lieu du producteur (selon l'article 1386-1 du Code civil) mais aussi des personnes impliquées dans la distribution du produit. Cela permet à la victime d'un produit défectueux fabriqué par exemple en Chine, d'agir contre le vendeur français et de demander la réparation de son préjudice. La responsabilité est donc civile, mais elle peut être pénale, quand le producteur/

vendeur a coupablement ignoré la dangerosité de son produit (l'article 221-6 du Code pénal concerne l'homicide involontaire et les articles 222-19 et 222-20 du code pénal visent les atteintes involontaires à l'intégrité de la personne).

Sachant que le seul fait de mettre en danger la vie d'autrui, même si concrètement personne n'a été blessé ou tué, du seul fait de n'avoir pas respecté la réglementation ou simplement l'obligation légale de prudence, peut impliquer une condamnation (l'article 223-1 du Code pénal sanctionne le fait d'exposer "directement autrui à un risque immédiat de mort ou de blessures de nature à entraîner une mutilation ou une infirmité permanente par la violation manifestement délibérée d'une obligation particulière de sécurité ou de prudence imposée par la loi ou le règlement"). Également, les infractions de tromperie, de fraude et de falsification peuvent punir un fabricant ou un vendeur d'un produit qui ne correspond pas aux normes.

En conclusion, même si l'Europe se penche sur les vapoteurs et qu'une norme viendra les concerner directement, soit pour les rattacher à une catégorie existante (alimentaire, tabac, médicament...), soit pour les traiter à part, il n'en reste pas moins que les fabricants/vendeurs de produits destinés à être inhalés doivent respecter l'obligation légale de prudence et de sécurité qui s'applique à tous les produits de consommation courante et vérifier qu'aucune substance nocive ne soit vendue aux consommateurs.

Sauf mention contraire, tous les articles de loi cités dans ces pages font référence au Code de la Consommation.

Initiation à l'électronique

Capteurs et actionneurs **Partie 3**

Un montage électronique est presque toujours conçu pour agir sur des actionneurs (en sortie) en fonction des informations reçues par des capteurs (en entrée). Entre les deux, on trouve une logique de traitement qui – modernité oblige – est généralement constituée d'un microcontrôleur programmable. Nous allons maintenant rentrer dans le vif du sujet et voir comment interfacer les différents types de capteurs et actionneurs. Comme pour les parties 1 et 2, nous procéderons de manière très peu académique : apprendre l'électronique dans la joie, tel est notre credo.



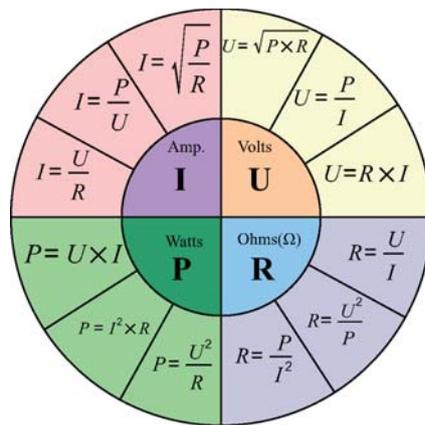
Dans les deux numéros précédents, nous avons vu les bases théoriques de l'électronique, les principales lois fondamentales ainsi que les composants actifs et passifs. Il est désormais temps d'entamer la partie pratique. Un circuit électronique a pour but de réaliser une action conditionnée à la réception d'un signal physique. Par exemple : allumer une ampoule lorsque la luminosité ambiante passe en deçà d'un seuil prédéterminé. Avant l'arrivée des microcontrôleurs *low cost*, il était d'usage de réaliser ce type de montage avec des composants passifs et quelques circuits intégrés basiques. Une telle approche a encore un sens économique aujourd'hui lorsqu'il s'agit de produire un circuit imprimé à l'échelle industrielle mais pour le hobbyiste, l'utilisation d'un microcontrôleur simplifie très largement la tâche pour un coût dérisoire. Intéressant également, leur caractère reprogrammable offre de nombreuses possibilités d'évolution sans qu'il soit nécessaire de retoucher au reste du circuit. Il existe toutefois sur le marché des milliers

L'utilisation d'un microcontrôleur simplifie très largement et à bas coût la tâche du hobbyiste

de modèles différents : certains utilisent du 5 V, d'autres du 3.3 V, leurs caractéristiques électriques sont diverses et variées, tout comme leurs fonctionnalités, leurs vitesses ou encore leurs capacités électriques. C'est pourquoi il est souvent indispensable d'intercaler quelques composants d'adaptation entre un capteur/actionneur et tel ou tel type de microcontrôleur.

Gare au secteur !

Beaucoup de montages électroniques ont pour but de commander un appareil électrique qui fonctionne sur le secteur EDF. Vous êtes majeur et vacciné et vous savez prendre vos responsabilités. C'est bien. Je vous épargne donc le laïus habituel sur la dangerosité de la haute tension et les risques d'électrocution bien réels si vous faites n'importe quoi. Malgré tout, je vais tout de même exiger une petite vérification indispensable avant de vous laisser poursuivre votre lecture. Transportez-vous donc avec ce magazine jusqu'à votre compteur électrique. Là, localisez votre disjoncteur différentiel. Si votre installation n'est pas trop moisie, il est plus gros que les autres et c'est le premier de chaque rangée de disjoncteurs en partant de la gauche. Il comporte une valeur exprimée



Les tables de la loi, à lire et relire !

I/O Mais avant de revenir plus en détail sur les moyens de faire fonctionner ensemble ces composants, attardons-nous sur la définition des entrées/sorties. Sur les entrées d'un microcontrôleur, on connecte donc un capteur. Le plus simple d'entre eux est le bouton ou l'interrupteur standard. Il génère un signal électrique (court-circuit ou circuit ouvert) qui peut être interprété par le programme interne. Il existe toutefois un vaste éventail de capteurs bien plus évolués : de lumière, de tension, de courant, de proximité, de température, d'humidité, d'inclinaison, de vitesse, de poids, etc. La quasi-totalité des grandeurs physiques peuvent en fait être facilement mesurées à l'aide du capteur approprié. Une fois reçue par le microcontrôleur, celui-ci pourra interagir avec le monde extérieur par le biais d'un actionneur connecté à l'une de ses sorties. Le plus simple d'entre eux est constitué par une diode électroluminescente (LED) qui fait office de voyant mais là aussi, l'éventail de possibilités est très large. Il est par exemple possible de commander des appareils de forte puissance (ampoule, moteurs...) ou d'afficher des informations sur un écran LCD. Dans tous les cas, pour faire fonctionner un capteur ou un actionneur et savoir comment le connecter

en mA (généralement 30 mA) ainsi qu'un petit bouton souvent marqué "Test" ou "T". Appuyez dessus. Si si, allez allez. Bon. Si tout s'est bien passé, vous devez être dans le noir sans électricité. Désolé. J'aurais pu vous prévenir avant, mais vous n'auriez pas appuyé ; il y a toujours une bonne excuse pour ne pas faire ce test indispensable (le microonde à remettre à l'heure, le cadre photo à réinitialiser,...) alors qu'il doit pourtant être effectué régulièrement pour la sécurité de tous. Cette vérification est d'autant plus essentielle si vous envisagez de concevoir un montage électronique relié au secteur. Vous pouvez maintenant réenclencher le disjoncteur différentiel en relevant son interrupteur principal. Que la lumière soit. P.-S. : Si rien ne s'est passé après l'appui sur le bouton Test et que vous ne comprenez pas de quoi je parle, fuyez votre logement et appelez le premier électricien disponible afin qu'il vienne remettre tout cela aux normes.

Foir'fouille En commençant à triturer des montages électroniques, vous allez rapidement avoir besoin de composants. Pour les acheter, il existe diverses pistes : Selectronic propose par exemple la plupart des composants courants à des prix raisonnables. Conrad dispose d'un catalogue plus grand, mais les frais de port sont excessifs. Il existe aussi plusieurs boutiques spécialisées dans les plateformes de développement électroniques (Arduino, Raspberry...) comme Lextronic, Gotronic ou encore Hackspark. Si toutefois vous vous mettez plus sérieusement à la tâche, les sites d'électronique professionnels offrent un choix extrêmement vaste (plusieurs centaines de milliers de références) et des prix intéressants. Farnell est le plus polyvalent et propose un très large éventail de datasheets mais Mouser et Radio Spares peuvent également constituer des solutions de repli. Méfiez-vous toutefois des frais de port et des minimums de commande que certains sites exigent.

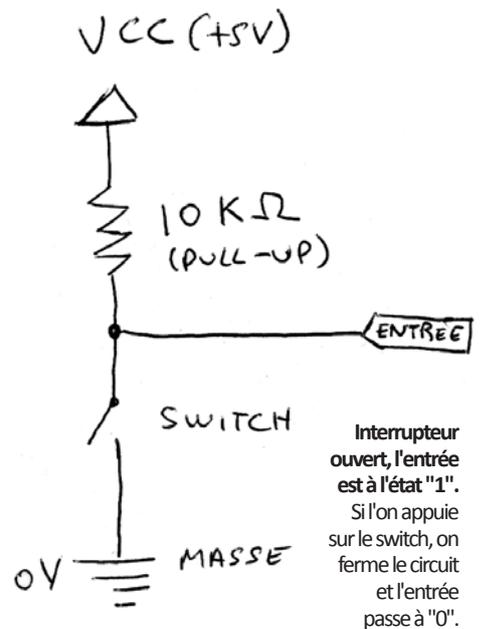
au microcontrôleur, il faudra impérativement lire les spécifications techniques indiquées dans le datasheet correspondant.

Règle d'or. J'en profite dès à présent pour vous livrer la seule et unique règle qu'il convient de toujours avoir à l'esprit lorsque vous commencerez à assembler des composants électriques : vous devez **toujours** avoir une idée précise de l'intensité du courant (en milliampères) qui va circuler dans **toutes** les parties de votre circuit. Sans quoi vous détruirez rapidement le microcontrôleur et la plupart des puces annexes. Il faut savoir qu'il n'existe aucune sécurité électrique sur la plupart des composants : à la moindre surtension ou surintensité, ils grillent immédiatement et cela bien avant que vous n'ayez senti une odeur de brûlé ou remarqué la moindre surchauffe. La même chose s'applique sur les plateformes de développement comme Arduino, Raspberry Pi ou Beagle-Bone. La plupart des connexions externes de ces cartes sont reliées directement au fragile microprocesseur embarqué sans aucune interface. Si vous appliquez plus de 5 V sur un Arduino ou plus de 3.3 V sur un Raspberry Pi, ou encore si vous connectez à l'une des sorties un composant qui consomme plus que quelques dizaines de mA, vous détruirez la carte presque à coup sûr. Et dans le pire des cas, il arrive qu'elle continue à fonctionner de manière erratique, ce qui garantira des heures de galère incompréhensible. En cas de doute, il convient de toujours intercaler une résistance (généralement de 1 à 10 kΩ) pour limiter le courant et d'observer le comportement général de l'ensemble. Si un composant se met à chauffer exagérément, quelque chose ne tourne pas rond. Dans tous les cas, n'oubliez pas que la loi d'Ohm est très simple et permet de respecter la règle d'or dans la plupart des cas. $U = R \times I$, $I = U / R$.

Les entrées

Pour tout bien capter...

Les entrées d'un microcontrôleur permettent d'y connecter des capteurs afin d'acquérir une information. Elle peut être de deux types : numérique ou analogique. Dans le premier cas, le signal détecté se traduira par un "0" ou un "1" logique alors que dans le second, il pourra prendre l'une des nombreuses valeurs d'une large gamme. Comprendre le fonctionnement des entrées est particulièrement important pour bien débiter en électronique. Nous allons d'abord voir les caractéristiques de ces deux principales familles avant de passer à des exemples pratiques.



Entrées numériques

Les entrées numériques servent à connecter des capteurs simples comme des interrupteurs, des boutons poussoirs, mais également des capteurs de fermeture ou d'intrusion. Ceux-ci renvoient un signal binaire (on/off). En clair, le programme qui s'exécute sur le microcontrôleur va "lire" la valeur d'une entrée sous la forme d'un unique bit de donnée. Si l'entrée est connectée à la masse (0 V), la valeur correspondante sera un "0" logique. Au contraire, si elle est reliée à la tension d'alimentation (VCC), on récupérera un "1" logique. Lors de l'utilisation d'une entrée numérique, il convient de ne jamais dépasser cette tension VCC sous peine d'endommager le microcontrôleur. Si celui-ci est

alimenté en +3.3 V et que vous appliquez sur l'une de ses entrées numériques une tension de +5 V, vous le détruisez presque instantanément. L'inverse est par contre possible puisque ces entrées disposent d'une tension de seuil indiquée clairement dans le datasheet du composant, généralement sous les appellations VIL (Voltage Input Low) et VIH (Voltage Input High). Sur l'ATmega328 (qui équipe l'Arduino Uno), on trouve par exemple une valeur VIL de -0.5 V à $0.3 \times VCC$ et VIH de $0.6 \times VCC$ à $VCC + 0.5$. Vu que la puce est alimentée en +5 V, une tension comprise entre -0.5 V et 1.5 V sera considérée comme un "0" logique alors qu'une tension entre 3 V et 5.5 V sera interprétée comme un "1". Entre ces deux valeurs, c'est le hasard et il convient de ne pas s'y aventurer.

Pull'em all. Les entrées d'un microcontrôleur sont de type "haute impédance", ce qui signifie que leur résistance interne est très élevée, comme si une résistance de très forte valeur était connectée aux broches. Elles ne prélèveront donc qu'une infime quantité de courant sur le signal d'entrée et il ne sera pas nécessaire de rajouter une autre résistance en série. Il y a toutefois un effet pervers induit : lorsque l'entrée n'est connectée à rien (à un interrupteur ouvert par exemple), le bruit électrique ambiant est suffisant pour générer des valeurs aléatoires. Il est donc indispensable de "forcer" la valeur d'une entrée au repos à un état logique connu par l'intermédiaire d'une résistance dite "pull-up" (si elle est connectée à VCC) ou plus rarement "pull-down" (si elle est reliée à la masse).

De cette façon, l'état au repos de l'entrée est connu et ne fluctuera pas. Une valeur de 10 kΩ est le plus souvent parfaitement adaptée. Maintenant que vous connaissez la base des résistances de rappel, j'en viens au meilleur : la plupart des microcontrôleurs (dont l'ATmega328) disposent de pull-up internes activables logiquement.

Protection++ Je vous expliquais ci-contre que vu les caractéristiques haute impédance des entrées, il n'était pas nécessaire d'intercaler une autre résistance juste avant. Mais si vous êtes très maladroit, en installer tout de même une de 100 Ω peut être judicieux. Pourquoi ? Imaginons que vous vous trompiez dans le code du microcontrôleur, que vous configurez l'entrée en question comme une sortie, que vous lui appliquez l'état "1" (soit +5 V) et que vous pressez le bouton. Dans ce cas, vous créez un court-circuit franc qui risque d'entraîner la mort prématurée de votre montage. À vous de voir si vous êtes assez maladroit pour enchaîner ces trois erreurs ou pas...



ATmega48PA/88PA/168F

28. Electrical Characteristics

28.1 Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-55°C to +150°C
Voltage on any Pin except RESET with respect to Ground	-0.5V to $V_{CC} + 0.5V$
Voltage on RESET with respect to Ground	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage	6.0V
DC Current per I/O Pin	40.0 mA
DC Current V_{CC} and GND Pins	200.0 mA

NOTICE: Stresses beyond those listed under Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress condition and the device should not be operated under these conditions. Exposure to absolute maximum conditions for extended periods may affect device reliability.

28.2 DC Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 1.8V$ to $5.5V$ (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min.	Typ.	Max.
V_{IL}	Input Low Voltage, except XTAL1 and RESET pin	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	-0.5 -0.5		$0.2V_{CC}^{(1)}$ $0.3V_{CC}^{(2)}$
V_{IH}	Input High Voltage, except XTAL1 and RESET pins	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	$0.7V_{CC}^{(1)}$ $0.6V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$ $V_{CC} + 0.5$
V_{IL1}	Input Low Voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 1.8V - 5.5V$	-0.5		$0.1V_{CC}^{(3)}$
V_{IH1}	Input High Voltage, XTAL1 pin	$V_{CC} = 1.8V - 2.4V$ $V_{CC} = 2.4V - 5.5V$	$0.8V_{CC}^{(3)}$ $0.7V_{CC}^{(2)}$		$V_{CC} + 0.5$ $V_{CC} + 0.5$
V_{IL2}	Input Low Voltage, address pins	$V_{CC} = 1.8V - 5.5V$	-0.5		$0.1V_{CC}^{(3)}$

Entrées analogiques

Si les entrées numériques sont parfaites pour traiter un signal binaire, il est souvent nécessaire d'acquérir une information nettement plus complexe. Pour cela, on utilise une entrée analogique, capable de convertir une tension électrique variable en une valeur numérique précise à l'aide d'un ADC (convertisseur analogique/numérique). La tension maximale mesurable est constituée par une référence fixe de grande stabilité et de grande précision que l'on applique sur l'une des broches du microcontrôleur (VRef). Évidemment, cette tension ne peut en aucun cas être supérieure à la tension d'alimentation (VCC) de la puce sous peine – une fois de plus – de tout griller. Lorsque les exigences en termes de précision ne sont pas très importantes, il est possible de configurer l'ADC interne pour utiliser la tension d'alimentation comme référence (VRef = VCC). Le nombre de "paliers" de tension, c'est-à-dire le nombre de valeurs numériques possibles, est défini par le nombre de bits de l'ADC. On parle ainsi d'ADC 8 bits, 10 bits, 12 bits et plus si affinités. Vous n'avez rien compris à ce que je viens d'écrire ? Bon. Prenons un exemple clair.

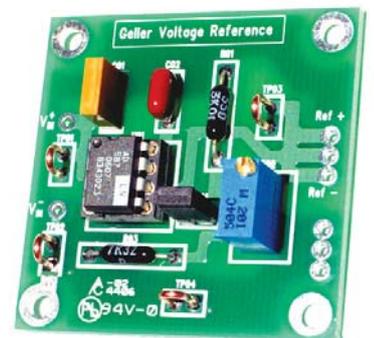
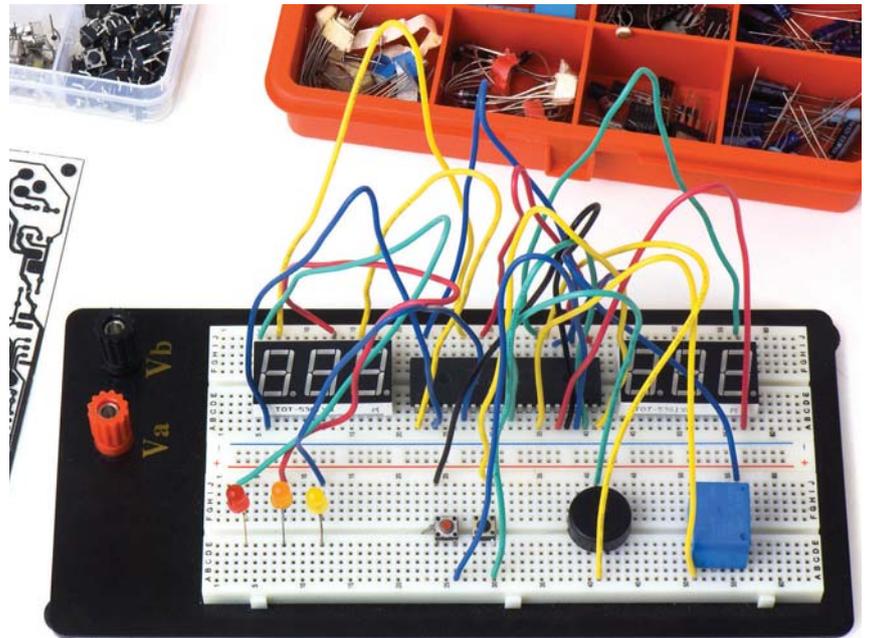
Faisons simple... Imaginons que vous souhaitiez mesurer la température d'une pièce pour allumer un appareil lorsqu'elle passe sous une valeur prédéterminée. Il vous faut donc un capteur capable de fournir l'information voulue (la température) au microcontrôleur sous la forme d'une tension. Imaginons que les caractéristiques dudit capteur soient de 100 mV (0.1V) par degré Celsius (100 mV/°C). Si l'air ambiant est à 25 °C, celui-ci délivrera donc une tension de

Plus le nombre de bits est important, plus la précision est grande

2.5 V (100 mV x 25 °C). Et à 30 °C, de 3 V. Facile ! Vous connectez ensuite la sortie de ce capteur à une entrée analogique et vous configurez en software le convertisseur A/D pour que la référence de tension (VRef) soit connectée aux 5V de l'alimentation VCC de l'ensemble. La puce que vous avez choisie dispose d'une précision de 10 bits. Cela nous fait donc $2^{10} = 1024$ valeurs possibles entre la masse et VRef, soit entre 0 V et 5 V. Les "paliers" de tension mesurables seront alors d'environ 5 mV (5/1024). Si la température ambiante est de 25 °C et que la tension appliquée à l'entrée est de 2.5 V, vous récupérez une valeur brute de $1024/5 \text{ V} * 2.5 \text{ V} = 512$. Il est d'ailleurs

logique que vous récupériez une valeur à mi-chemin entre 0 et 1024 puisque votre tension se situe exactement à mi-chemin entre 0 et 5 V. Imaginons maintenant que le capteur baigne dans un air à 30 °C. Il renverra donc une tension de 3 V qui sera lue comme $1024/5.0 * 3.0 = 614$. En fait, la tension exacte se situera quelque part entre 614 et 615, soit entre 2.998 (5/1024*614) et 3.003 (5/1024*615). Une précision excellente. En revanche, si votre microcontrôleur dispose d'ADC à 8 bits (soit $2^8 = 256$ possibilités), alors la précision sera un peu moindre : entre 153 (2.988V – 29.88 °C) et 154 (3.008V – 30.08 °C).

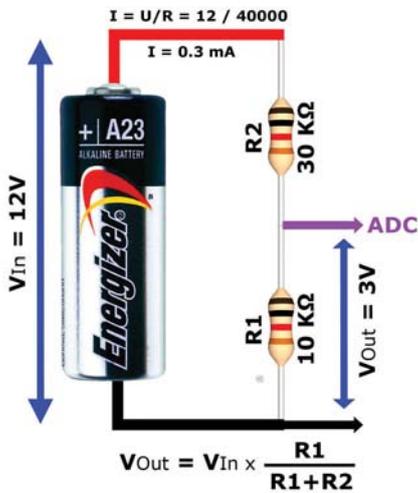
Dans cet exemple, on comprend difficilement l'intérêt d'un ADC 10 ou 12 bits vu le faible écart au final. En pratique toutefois, il est bien présent puisque la valeur réelle des capteurs est souvent plus proche de 10 mV (voire de 1 mV) par unité que de 100 mV. Or, si l'on reprend les calculs précédents avec 10 mV/°C, on obtient une précision de 0.5 °C maximum en 10 bits et seulement 2 °C en 8 bits. Et si le capteur offre une sortie de 1 mV/°C, on peut encore diviser la précision par 10, ce qui rend obligatoire l'utilisation d'un ADC d'au moins 12 bits. Heureusement, la plupart des microcontrôleurs récents disposent d'ADC à 10 ou 12 bits. Les précisions supérieures (16, 18 et jusqu'à 24 bits) sont accessibles via des composants externes mais ceux-ci sont particulièrement complexes à exploiter. À noter enfin qu'il n'est généralement pas problématique de dépasser la tension VRef sur une entrée pour peu que l'on ne dépasse jamais VCC.



Précision++ Même si la précision de base des convertisseurs ADC s'avérera souvent de base bien suffisante pour ce que vous aurez à en faire, les références de tension sont des puces simples à utiliser qu'il peut parfois être intéressant d'utiliser. Leur stabilité est très largement supérieure à celle du +5 V ou du +3.3 V des alimentations classiques et leurs valeurs nominales sont pensées pour simplifier les calculs. Les références de tension les plus courantes utilisent par exemple 1 024 V ou 4 096 V, ce qui les rend parfaitement adaptées aux ADC de 10 et 12 bits avec des paliers de 1 mV tout rond. Toutefois, avant de considérer l'utilisation d'une telle référence, vérifiez bien que la précision du capteur est capable d'en tirer parti.

Capteur de tension

Pont diviseur



À première vue, mesurer une tension brute avec une entrée analogique pour s'en servir de voltmètre est un jeu d'enfants puisqu'il suffit d'y connecter le signal directement. Certes. Mais il faut tout de même prendre certaines précautions. Tout d'abord, bien vérifier que la masse est commune entre la source à mesurer et celle du microcontrôleur. Sans quoi des boucles de masse apparaîtront et ruineront l'ensemble. Ensuite, il faut évidemment veiller à ce que la tension appliquée au microcontrôleur ne dépasse pas VCC, soit généralement 5 V. Comment faire pour mesurer une tension supérieure malgré tout, par exemple une batterie 12 V ? Simple ! Le pont diviseur est là pour ça. Il consiste à faire transiter une fraction du courant à mesurer par deux résistances (R_1 et R_2) puis de connecter l'entrée analogique au point milieu (voir schéma). La relation entre la tension d'entrée (V_{in}) et celle qui sera mesurée en sortie (V_{out}) par l'entrée analogique s'écrit ainsi : $V_{out} = V_{in} * (R_1 / (R_1 + R_2))$. Si vous souhaitez mesurer une valeur d'environ 12 V avec une marge de sécurité suffisante sur un microcontrôleur alimenté en 5 V, il faudra donc utiliser un pont diviseur par 4. Une résistance R_1 de 10 K Ω et R_2 de 30 K Ω feront parfaitement l'affaire. Avec une tension de 12 V appliquée à l'entrée du pont diviseur, on obtiendra $12 * (10 / (30 + 10)) = 12 * 0.25 = 3 \text{ V}$ en sortie. Une valeur parfaitement compatible avec l'entrée analogique.

Capteur de proximité

Maxbotix EZx

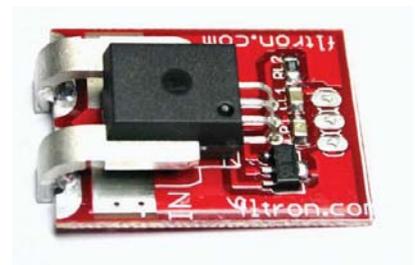


Juste pour le plaisir et pour vous montrer l'étendue des possibilités, je vous présente également ce capteur de proximité par ultrason (environ 25 euros). Il s'alimente avec une tension comprise entre 2.5 et 5 V, consomme très peu d'énergie et permet de mesurer la distance qui le sépare d'un objet avec une grande précision : environ 2.5 cm jusqu'à 6 mètres ! Sa sortie est extrêmement simple à exploiter puisqu'elle est étalonnée à 10 mV/pouce (2.54 cm). Comme beaucoup de capteurs évolués, la série EZ de Maxbotix dispose également d'une sortie sous la forme d'un bus de communication RS232 (voir encadré) mais l'utilisation d'une simple entrée analogique permet de ne pas surcharger le microcontrôleur en dialogues inutiles.

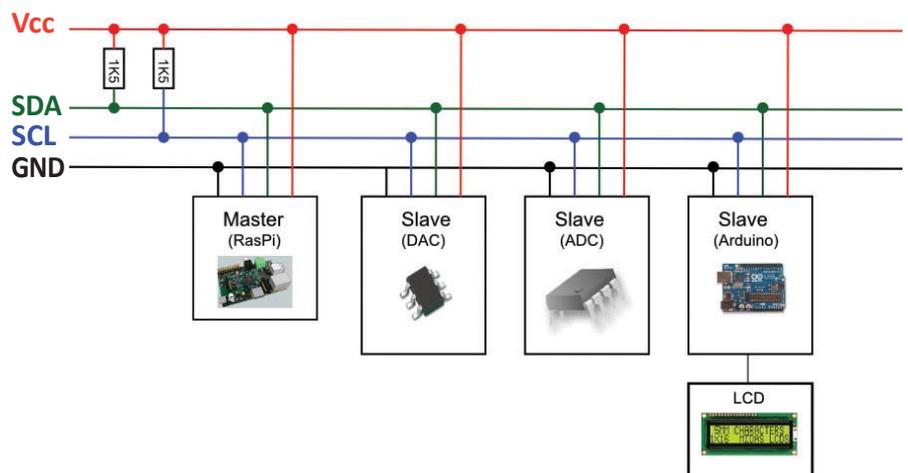
Capteur de courant

Shunts

Le courant électrique (pour la charge ou décharge d'une batterie par exemple) est l'une des grandeurs physiques les plus compliquées à mesurer correctement. Il n'existe pas beaucoup de possibilités : soit un capteur à effet Hall qui souffre de nombreux désavantages (cher, peu précis...) soit une bonne vieille résistance de très faible valeur. Au passage d'un courant, une tension va apparaître logique à ses bornes selon la loi d'Ohm, $U = R * I$. Faites passer un courant de 7 ampères dans une résistance de 0.1 Ω et vous obtiendrez une tension de 0.7 V à ses bornes. Facile ? En fait pas du tout car il convient de surmonter deux problèmes majeurs. Tout d'abord, cette tension est à ses bornes, c'est-à-dire qu'elle n'est pas référencée à la masse et que pour la mesurer avec un ADC, il faut la référencer de nouveau à la masse en utilisant un AOP monté en comparateur. Ensuite, l'échauffement de la résistance sera rapide et très important : la loi de Joule (voir Canard PC Hardware n° 19) nous dit que $P = U * I$ donc notre résistance devra dissiper $0.7 * 7 = 4.9 \text{ watts}$! Bonne nouvelle : il existe des solutions toutes faites avec AOP intégré pour moins de 10 euros. Si vous devez mesurer un courant, utilisez-les sans hésiter.



L'heure du bus Outre les entrées numériques et analogiques que nous venons de décrire, il existe une autre méthode d'échange de données entre un capteur et un microcontrôleur : le bus de communication. On trouve par exemple les protocoles 1-Wire, I2C ou SPI pour les plus courants, qui ne sont pas sans rappeler le bon vieux RS232 des anciens ports série. Ces bus de communication sont utilisés pour transmettre rapidement un grand flux de données et souvent capables de gérer plusieurs dizaines de périphériques simultanément. Leur mise en œuvre s'annonce toutefois nettement plus complexe et nous en parlerons éventuellement plus tard dans une partie "avancée", une fois que l'initiation sera terminée.



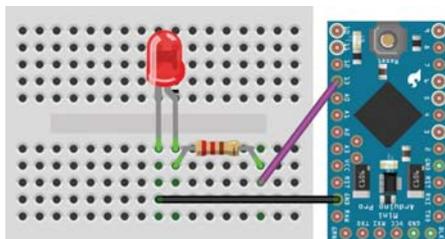
Les sorties

Ou comment commander aux éléments...

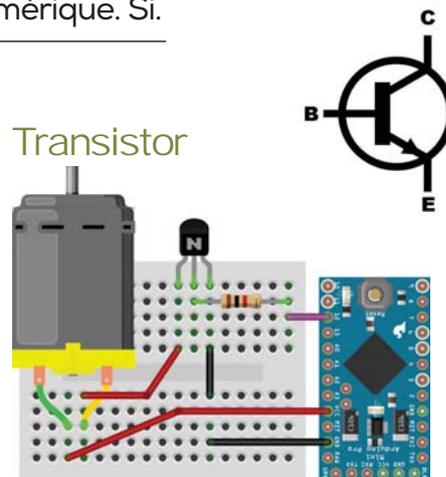
Capter des informations, c'est bien, mais pour qu'un montage ait un sens, il faut également qu'il puisse influencer physiquement sur des éléments extérieurs. Un microcontrôleur est un minuscule composant qui ne dispose que de très faibles capacités en termes de commande. Heureusement, grâce aux interfaces adaptées dont nous allons vous présenter le principe ici, il est possible de contrôler un voyant, un écran LCD, une ampoule, un moteur ou même un tractopelle à l'aide d'une simple sortie numérique. Si.

Connexion directe

Il n'existe que très peu de composants qui peuvent être contrôlés directement par la sortie d'un microcontrôleur sans autre forme de procès. Le courant disponible ne dépasse pas les quelques dizaines de milliampères et toute surcharge entraîne la destruction de la sortie, voire de toute la puce. Les modèles d'ATMEL ou de Microchip (entre autres) disposent de sorties généralement spécifiées à 40 mA, mais nous vous déconseillons fortement de les charger à plus de 20 mA. L'ensemble de la puce est également limitée : même si chaque sortie peut fournir jusqu'à 40 mA, l'ensemble des



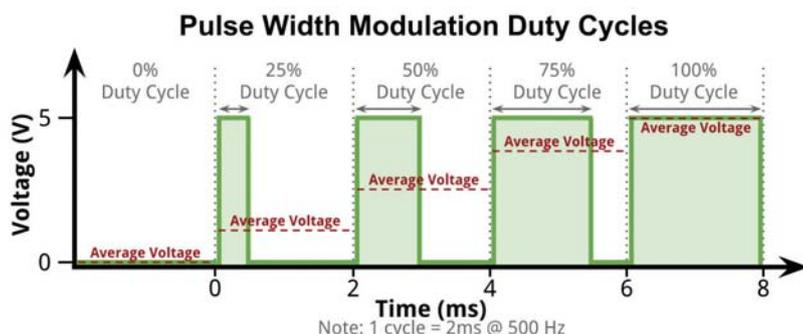
sorties ne peut déborder plus de 200 mA et c'est déjà beaucoup. Le seul composant que l'on peut raisonnablement connecter directement reste une vulgaire LED qui fera office de voyant ; sa consommation se situe aux alentours de 20 mA. Évidemment, comme vous avez scrupuleusement suivi avec attention les parties précédentes de cette initiation, vous savez qu'il est impératif de limiter le courant qui circulera dans la LED (et accessoirement dans la sortie du microcontrôleur) à l'aide d'une résistance. Pour calculer sa valeur, vous devez connaître la tension disponible sur la sortie à l'état "1" (VCC), la tension V_f de la diode (généralement 1.9 V pour une LED rouge) et son courant maximum (I_f , disons 20 mA). Toutes ces données sont disponibles dans le datasheet. Comme $R = U / I$, la valeur de la résistance R se calcule ainsi : $R = (VCC - V_f) / I_f = 155 \Omega$. Comme vous êtes quelqu'un de raisonnable, vous choisirez une résistance de 180 ou 200 Ω pour limiter le courant qui circulera dans la LED.

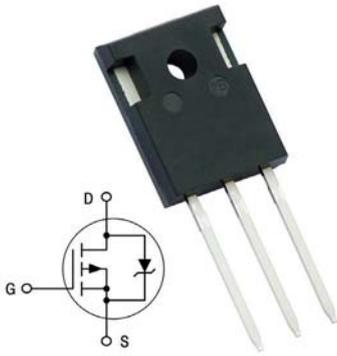


Transistor

Le transistor est le composant le plus courant pour permettre à une sortie numérique de commander un courant beaucoup plus important. Nous l'utiliserons ici en régime de commutation : en saturant sa *base* avec quelques mA, les broches *collecteur* et *émetteur* se mettent à conduire le courant, jusqu'à plusieurs ampères selon le modèle. On peut donc utiliser le transistor comme un interrupteur électrique dont l'état (*On* ou *Off*) dépend de celui de la sortie numérique. La base du transistor se commande par un courant qui circule librement entre la base et l'émetteur. Comme pour la LED, il est donc indispensable d'utiliser une résistance qui va limiter ce courant. Problème : le calcul du courant (et donc de la valeur de la résistance) nécessaire pour saturer complètement la base d'un transistor et ainsi le rendre complètement passant est assez compliqué à réaliser. Non seulement il dépend de multiples facteurs fixes liés à la construction, mais l'intensité du courant à commander rentre aussi en ligne de compte. Je vous offre donc un pro-tip : pour les transistors NPN les plus courants de type 2N2222, utilisez une résistance de 1 k Ω ; elle fera l'affaire dans la plupart des cas et ne nécessitera que 5 mA sur la sortie numérique (5/1000). Toutefois, j'ai encore mieux à vous proposer : oubliez le transistor bipolaire de grand-papa et passez au MOSFET !

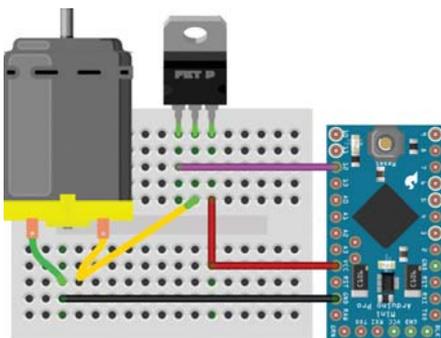
Sortie analogique ? Vous noterez que nous ne parlons ici que de sorties numériques. Théoriquement, il existe aussi des sorties analogiques obtenues à l'aide d'un DAC (convertisseur numérique/analogique). Leur usage est très limité en pratique et il est rarissime qu'un microcontrôleur dispose de telles sorties. Les modèles récents embarquent toutefois un ersatz de sorties analogiques nommé "PWM" (Pulse Width Modulation) : il s'agit en fait de faire varier très rapidement (et automatiquement) une sortie numérique de 0 à 1, et inversement, à une fréquence variable. À l'aide de quelques composants externes (condensateurs, résistances), on peut alors simuler grossièrement une sortie analogique. Reste que concrètement, les circuits qui nécessitent un DAC sont très peu nombreux. Les sorties PWM utilisées nativement permettent cependant quelques montages intéressants, par exemple pour faire varier la vitesse d'un ventilateur.



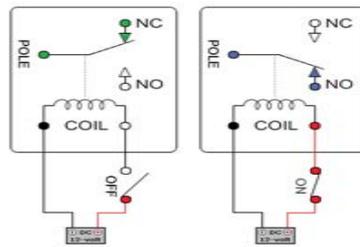


MOSFET

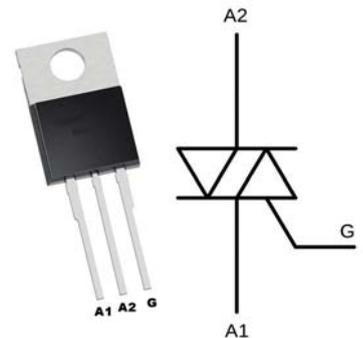
Le MOSFET (Metal–Oxide–Semiconductor Field-Effect Transistor) a tout d'un transistor classique et coûte à peine quelques centimes plus cher. Il dispose toutefois d'un immense avantage : sa base (*gate* - grille) n'est plus commandée avec un courant mais avec une tension. En clair, vous n'avez pas à calculer ni à vous soucier du courant (extrêmement faible) qui va circuler par sa grille. Pour peu que vous lui appliquiez une tension suffisante, le MOSFET commutera à l'état passant. Cette tension est notée dans le datasheet sous l'appellation VGS (Gate-Source Voltage) et se situe le plus souvent aux alentours de 2-4 V maximum. On ne peut donc pas faire plus simple : connectez directement la grille du MOSFET à la sortie numérique et vous pourrez commander une forte charge très facilement. Alors évidemment, certains esprits chagrins vous recommanderont d'intercaler tout de même une résistance, pour protéger le microcontrôleur au cas où le MOSFET viendrait à défaillir ou bien pour éviter une surcharge temporaire à la commutation due à la présence d'une capacitance parasite au niveau de la grille. Baste ! Selon nous, elle n'est nécessaire qu'aux plus paranoïaques ou pour certains types bien particuliers de MOSFET. Si vous le souhaitez vraiment, une valeur de 1 K Ω fera l'affaire.



Relais



Certaines charges électriques ne peuvent être commandées par des transistors classiques ou des MOSFET. Soit parce qu'elles utilisent un courant alternatif, soit parce qu'elles ne partagent pas une masse commune avec le microcontrôleur. Pour commander l'allumage d'une ampoule électrique connecté au secteur EDF par exemple, il est impossible d'utiliser les techniques décrites précédemment. Un bon vieux relais – qui garantit une isolation totale avec le reste du circuit – est alors une solution idéale. Il s'agit en fait d'un interrupteur mécanique commandé par un électroaimant. Celui-ci se commande via un courant électrique relativement faible. "Relativement" car il dépasse souvent les 100 mA et il est donc impossible de le relier directement à une sortie numérique. Pour utiliser un relais, il faudra donc impérativement le commander par l'intermédiaire d'un transistor (ou mieux, d'un MOSFET). L'électroaimant commandera alors à son tour l'activation du relais. À noter – sans paranoïa cette fois – qu'il est souvent indispensable de connecter une diode aux bornes de l'électroaimant pour éviter que des surtensions parasites ne viennent endommager le microcontrôleur. Certains relais embarquent toutefois une telle diode en standard.



Triac

Le Triac est la version électronique du relais. Il est beaucoup plus rapide et permet lui aussi de commander une charge alternative. C'est le composant idéal pour faire un variateur de lumière par exemple. En commutant très rapidement des cycles d'allumage/extinction, il peut faire varier l'intensité lumineuse très efficacement. Vu qu'il est généralement prévu pour être connecté au secteur EDF, il convient impérativement de respecter des règles de sécurité fondamentales. Tout d'abord, contrairement au relais, il ne fournit pas l'isolation électrique obligatoire entre la haute tension et le microcontrôleur. Il faut donc le commander avec un optocoupleur, qui "casse" la liaison électrique et isole les deux parties en transférant l'information On/Off via un flux lumineux. Il se gère en fait comme une LED (il en intègre une) côté commande et comme un transistor côté sortie. Je ne vous en dirai pas plus ici : en tant que débutant, il n'est pas raisonnable de jouer avec un Triac et avec de la haute tension. Si vous devez contrôler un appareil haute tension, familiarisez-vous d'abord avec les relais.



Les Box ADSL

Du simple modem aux Mini-PC

La France est un pays à part dans le monde de l'ADSL : la guérilla économique livrée par Free depuis 2002 a provoqué une concentration rapide des acteurs du milieu, puis de féroces batailles commerciales. Pour se différencier de leurs concurrents, les fournisseurs d'accès ont donc considéré très tôt les "Box" comme leur principal cheval de bataille, à tel point qu'en l'espace de 10 ans, les vieux modems USB sont devenus des plateformes multimédias évoluées et multifonctions.

1999 | Alcatel 1000

Netissimo – Wanadoo – Les débuts de l'ADSL

Les débuts de l'ADSL datent de 1999. France Télécom propose alors "Netissimo", sa première offre grand public dont le débit atteint les 512 kbit/s. De quoi multiplier par 10 le débit par rapport au RTC de l'époque, sans compter que la connexion est alors illimitée et non plus facturée à la durée. Il faut alors compter, par mois, 265 francs (environ 40 euros) pour la ligne ADSL, 135 francs (environ 2 euros) pour l'accès internet par Wanadoo et enfin 45 francs (environ 7 euros) pour la location du modem Alcatel 1000. Surnommé "la boîte à chaussures", celui-ci se connecte au PC via un port Ethernet RJ45 à l'aide d'un filtre-maître ADSL installé en tête de ligne. Le protocole utilisé est alors le PPTP, similaire à celui des réseaux VPN.



2001 | Sagem F@st 800 / Speedtouch USB

Free – Club Internet

Club Internet est alors le principal concurrent de France Télécom sur l'ADSL puisqu'il propose ses offres dès le lancement en 1999. Les modems évoluent et adoptent l'USB pour plus de facilité d'installation. À l'époque, il existe deux marques de DSLAM incompatibles (le modem ADSL situé à l'autre bout de la ligne) : Alcatel et ECI. Les fabricants utiliseront donc le plus couramment l'infâme Alcatel SpeedTouch USB (la "raie manta") ou le Sagem F@st 800 selon le type de matériel de l'abonné. Le filtre-maître ADSL est alors abandonné et il convient d'installer des "filtres" classiques sur chaque appareil. Ces deux modems (mais en particulier l'Alcatel) souffriront de problèmes de drivers et de nombreux dysfonctionnements dus à une implémentation bancale de l'USB sur les chipsets de l'époque.



2002 | Freebox v1

Free

L'année 2002 marque le début des ennuis et la fin des plantureux bénéfices pour la plupart des FAI. Free lance son offre ADSL "Triple Play" (Internet + TV + téléphone) à 30 euros par mois, tout inclus. Les premières Freebox sont installées dans quelques foyers français à partir du mois de septembre. Cette première version reste évidemment assez sommaire par rapport aux box actuelles, mais l'essentiel est déjà là. Elle est équipée d'un SoC RC32355 d'IDT constitué d'un CPU (architecture MIPS) à 150 MHz et de multiples contrôleurs embarqués (Ethernet, l'USB, ATM pour l'ADSL et TDM pour la téléphonie). On y trouve également un chipset ADSL Dynamite d'Alcatel et un Omega STI5518 pour decoder les flux MPEG2. Les premières Freebox ne disposaient pas de Tuner TV et le flux vidéo provenait uniquement de l'ADSL.



1999

2000

2001

2002



France Télécom lance l'ADSL en France



Bug des Mayas qui annoncent la fin du monde dans 12 ans

C-1 diffuse Loft Story en live

Free annonce la première vraie box

2004 | Neufbox Trio 3

Neuf Telecom

(Trio2), Neuf Telecom se lance dans le Triple Play en 2004 avec la Trio 3. Celle-ci se connecte en Ethernet à un décodeur externe (NetBox 6600) qui permet de recevoir la TV par ADSL. Au lancement, la Trio3C est perçue comme bancale car prévue pour se connecter au PC uniquement en USB. Un support Wi-Fi est également prévu par le biais d'une carte

Après les deux premières "Box" sorties en 2002 (Tout9) et 2003

PCMCIA externe, mais la configuration initiale exigera la connexion en USB. Neuf corrigera rapidement ce problème avec la Trio3D, dotée d'un second port Ethernet "générique" pour le PC et d'un mode routeur. Jusqu'au lancement de la Neufbox en 2007, le FAI accumulera un retard technique certain par rapport à ses concurrents. Le rachat par SFR un an plus tard en sera la conséquence directe.



2004 | Livebox

Orange



Avec deux ans de retard sur Free, Orange propose en septembre 2004 sa première Livebox. Il s'agit d'un boîtier complet qui com-

prend deux ports USB, l'Ethernet, un connecteur RJ11 pour le téléphone et une connectivité sans fil (Wi-Fi et Bluetooth), le tout piloté par un Linux. Cet ensemble fait ainsi office de modem, de routeur et de passerelle pour la VoIP. La partie télévision est en revanche déportée sur un décodeur externe. De nombreux problèmes avec les premières Livebox viendront du manque d'homogénéité du parc. Orange sous-traite en effet la fabrication à deux constructeurs, Sagem et Thomson/Inventel, qui produisent plusieurs types de Livebox et de décodeurs sous le même nom mais avec des architectures matérielles et logicielles totalement différentes.

2004 | Freebox v3/v4

Free



Les Freebox V3 et V4 n'apporteront pas énormément de nouveautés au niveau des fonctionnali-

tés puisque le seul ajout notable sera le support du Wi-Fi 802.11 b/g par le biais d'une carte PCMCIA amovible. Le design est par contre revu pour être plus compact et les composants internes évoluent. Le SoC principal est remplacé par un Conexant CX82310 à 168 MHz (V3) puis le Broadcom BCL6348 à 255 MHz sur la V4. Ceux-ci adoptent l'architecture ARM qui offre une meilleure compatibilité avec le Linux embarqué. La Freebox V4 disposera également d'un port USB et du support de l'ADSL2+. Un afficheur frontal "2x 7 segments" fait également son apparition. Il permet de diagnostiquer les problèmes et affiche l'heure en fonctionnement normal. Cela est une révolution.

2005 | AOLBox

AOL



La AOL Box se distingue de ses camarades par un design original carré qui place en son centre un AOL-phone. Il s'agit d'un

téléphone DECT conçu par Thomson qui dispose d'un son HD et d'un large écran couleur. Bien sûr, il n'y a pas de petites économies chez AOL et ce combiné est vendu en option pour 65 euros. Aussi, les radins ou les peu fortunés devront se contenter d'un simple cache-misère pour ne pas laisser apparaître un trou béant. Toutefois, il leur sera également possible d'attacher à la base n'importe quel appareil compatible avec la norme DECT GAP. Enfin, concernant la partie modem-routeur, il s'agit d'un matériel Inventel D5213 qui utilise le même CPU Broadcom que la Freebox v1. Ses caractéristiques sont semblables à celles d'une Livebox (USB, Ethernet, port RJ11), mais il ne faudrait pas compter sur le Wi-Fi qui, là encore, est une option.

2003



Telecom Italia lance Alice ADSL



Michael Knight a déjà 4 ans de retard

2005

Cegetel et Neuf fusionnent

2004

2006 | ClubInternet.Box

Club Internet

Club Internet fut l'un des grands acteurs du début de l'Internet français et avait en théorie tout pour devenir l'un des leaders de l'ADSL. Malheureusement, le FAI a préféré dépenser des millions en slogan foireux ("*L'Internet puissance vous !*"), en logo ridicule (le "Cube") et en publicités louches plutôt que d'investir dans une box digne de ce nom. La Club Internet Box sortie en 2006 n'était qu'une version repackagée du modem Hitachi/Tecom AH4021, un produit de qualité médiocre souffrant de nombreux bugs de firmware. Le décodeur TV.Box, basé sur le système Microsoft TV, s'avérait pourtant performant : il disposait d'une gestion des flux vidéo innovante qui permettait une réactivité du zapping similaire à ce qui se faisait en analogique. Il est hélas arrivé bien trop tard sur le marché à cause de nombreux errements mal gérés en interne. Un gâchis.



2006 | Freebox v5 et Freebox HD

Free

Free poursuit le renouvellement continu de son parc de modems avec une politique d'innovation très active. Cette cinquième mouture est surtout marquée par l'apparition du boîtier HD dédié à la télévision. Dans sa première révision, la Freebox HD se présente comme un magnétoscope numérique doté d'un processeur SMP8635 à 300 MHz reconnu pour ses performances de décodage vidéo haute définition (720p et 1080p). Et comme à son habitude, Free place la barre très haut pour ses concurrents : Wi-Fi MIMO, TV HD, Tuner TNT, entrées et sorties vidéos multiples, HDD. Le boîtier modem/routeur n'est pas non plus négligé. Il intègre désormais un switch Ethernet quatre ports et gère lui aussi le Wi-Fi MIMO, qui peut être utilisé (avec des résultats aléatoires) pour transmettre le signal TV. Enfin, la téléphonie Wi-Fi est rendue possible via le protocole SIP.



2007 | Neufbox 4

Neuf Telecom



Après trois ans de (pas toujours) bons et loyaux services, Neuf remise sa vieille NeufBox Trio 3D et dévoile une nouvelle box aux formes arrondies et aux allures de néons tuning. Les adeptes de boules à facettes seront heureux de disposer d'un éclairage d'appoint dans leur salon grâce à l'énorme logo bleu "n9uf" rétroéclairé en permanence. Niveau fonctionnalités, le Wi-Fi est désormais géré en natif, la box dispose de ports USB maîtres pour y connecter des unités de stockage (NAS rudimentaire) ou une imprimante et elle se voit dotée d'une fonction Hotspot. Cela permet entre autres de rejoindre la communauté FON, un service de partage de réseaux sans-fil très répandu à l'époque. Enfin, côté hardware, la plateforme est conçue autour d'un SoC MIPS Broadcom BCM6358 à 300 MHz, de 32 Mo de RAM et 8 Mo de Flash. Pour le boîtier TV, seule son apparence reste inchangée, l'intérieur est remanié et il gagne le support de la HD et une prise HDMI.

2008 | Bbox

Bouygues Telecom



En octobre 2008, Bouygues Telecom décide de rentrer sur le marché de l'ADSL et lance sa première offre Triple Play avec la Bbox. Fabriquée par Thomson, il s'agit du modèle TG757 légèrement modifié pour l'occasion. Ce boîtier est une passerelle Wi-Fi dédiée à la VoIP qui supporte l'ADSL2+ et dont l'équipement est très similaire à celui de ses concurrents : 4 ports Ethernet, de l'USB 2.0 et une gestion du partage multimédia. Par ailleurs, il va de pair avec la Set Top box, un décodeur TV du même fabricant qui comporte un disque dur de 120 Go, de l'HDMI, un tuner TNT HD et l'ensemble de la connectique propre à un magnétoscope numérique moderne. La Bbox sera également fabriquée plus tard (2010) par Sagem sur la base du F@st 3504, qui équipe aussi quelques clients d'Orange et de Numericable.

2008 | Neufbox v5

SFR



La Neufbox v5 garde le même design que la version précédente, mais abandonne le noir au profit du blanc. Ses principales améliorations techniques résident dans un hardware nettement plus puissant (processeur Octeon Plus CN5000F Dual-Core 64 bits à 400 MHz, 128 Mo de DDR2 et 16 Mo de Flash), un support du Gigabit Ethernet (Broadcom BCM5395), de la fibre optique (BCM5482) ainsi que du Wi-Fi 802.11n (Atheros). Le boîtier possède également un port d'extension PC Card inutilisé, un bouton programmable et deux ports USB host comme sur la version précédente. Bref, la Neufbox v5 n'apporte pas vraiment de révolution par rapport à la Neufbox 4 et il faudra attendre encore trois ans pour voir arriver sa remplaçante siglée SFR.



Wanadoo devient Orange

2006

2007

Neuf rachète Club Internet

2008

Free rachète Alice ADSL

2009 | Livebox 2

Orange

La Livebox 2 d'Orange change radicalement de design pour abandonner le format du livre ouvert et adopter celui du pavé rectangulaire. Si cette deuxième mouture adopte les standards de l'époque (Wi-Fi 802.11n, quatre ports Ethernet, USB host), elle demeure nettement en deçà des box concurrentes : le gigabit Ethernet est absent, tout comme les fonctions de configuration avancées. Concernant le boîtier TV, Orange

continue de multiplier allègrement les références : en cinq ans, pas moins de neuf modèles différents se sont côtoyés, un cauchemar à maintenir pour les techniciens du groupe ! Pire, la Livebox 2 est unanimement reconnue comme l'une des pires box existantes lors de son lancement. Les problèmes matériels (surchauffe) et logiciels (firmwares archi-bugés) se sont enchaînés au point de rendre fous certains utilisateurs.



2010 | Box Evolution (anciennement Neufbox Evolution) SFR

La box "Evolution" de SFR est une déception lors de son lancement en 2010. Techniquement, elle est très en retard par rapport à la FreeBox et dispose d'un hardware qui n'a rien d'impressionnant. À vrai dire, il est même difficile de lui trouver une évolution notable par rapport à la NeufBox v5. Seul le décodeur TV évolue en réalité nettement : il embarque désormais un disque dur de 250 Go et s'avère capable de gérer un flux 1080p ainsi que la 3D. Hélas, celui-ci demeure l'un des décodeurs les plus bugués que nous ayons vus. Pour couronner le tout, les améliorations de firmware semblent ne pas vraiment être une priorité chez SFR puisque de nombreux bugs de la première heure sont toujours présents 3 ans plus tard. Le décodeur de la Box Evolution a d'ailleurs été la risée du Net à cause de son menu en simili-3D qui laguait (et lague toujours) effroyablement. GG !



2010 | Freebox v6 Révolution Free

Free marque un grand coup en décembre 2010 en inaugurant la Freebox Révolution, un ensemble "Server + Player" résolument innovant. Côté serveur, l'ensemble comporte deux SoC, un Marvell 88F6281 à 1,2 GHz (accompagné de 512 Mo de RAM) en charge des fonctionnalités NAS et de l'interface et un Broadcom BCM6368 à 400 MHz dédié à l'ADSL. Un switch réseau 4 ports Gigabit Ethernet est présent, tout comme un disque dur de 250 Go, un port eSATA et 3 ports USB. Free a également inclus le support du Wi-Fi 802.11n, une base DECT et un port SFP pour une connexion optique. Le second boîtier (Player) dédié à la TV n'a pas non plus été négligé, bien au contraire. Il s'agit en fait d'un Mini-PC x86 doté d'un CPU Atom à 1,2 GHz, d'un IGP Intel GMA 500 et de 1 Go de RAM. Il dispose d'un lecteur Blu-ray (une révolution pour l'époque), d'un tuner TNT HD et d'une interface graphique évoluée. Si les premiers firmwares souffraient de nombreux bugs, Free a rapidement corrigé le tir.



2012 | La Box by Numericable

À contre-courant du marché, Numericable a décidé de ne fournir qu'un seul boîtier pour le modem et les fonctions multimédias. Ce choix, fait pour des raisons techniques, n'en demeure pas moins assez contraignant pour l'utilisateur : celui-ci doit se contenter du Wi-Fi ou faire courir un câble Ethernet jusqu'à la TV. Techniquement, la Box se place au même niveau matériel que la Freebox Révolution : on y trouve un Atom à 1.2 GHz et 1 Go de RAM pour la partie Multimédia/TV et un Broadcom 3383 à 500 MHz pour la gestion réseau. Le boîtier tout-en-un est également doté d'un disque dur de 500 Go, d'un lecteur Blu-ray 3D, du Wi-Fi double bande et évidemment de Gigabit Ethernet. Spécificité : Numericable intègre aussi pas moins de 4 tuners, ce qui permet d'enregistrer deux chaînes et d'en visionner deux autres (une en grand, l'autre en PIP par exemple) simultanément.



2009

Neuf Cegetel devient SFR

2011

OVH se lance dans l'ADSL

2012

Darty ADSL est dépecé par Bouygues

2013

Free promet la fibre à 1 Gbit/s



2012 | Bbox Sensation Bouygues Telecom

Après Numericable, c'est au tour de Bouygues Télécom de dévoiler sa nouvelle box capable de rivaliser avec la Freebox. Dans la lignée de ses concurrentes, la Bbox Sensation propose un modem-routeur ADSL haut de gamme couplé à un boîtier multimédia semblable à un HTPC. Arrêtons-nous sur ce dernier, le plus intéressant. Encore une fois, il bénéficie d'un processeur Intel Atom cadencé à 1,2 GHz équipé de 1 Go de RAM, qui gère toutes les fonctionnalités Mediacenter, permet de surfer sur le Net, etc. La connectique est celle d'un magnétoscope numérique moderne avec USB, lecteur de cartes et sorties numériques (HDMI, audio, etc.). Seule l'absence d'un lecteur Blu-ray la démarque de ses concurrentes.



2013 | Livebox Play Orange

Depuis le 7 février 2013, Orange dispose lui aussi d'une box moderne qui lui aurait coûté une fortune à développer. Pour tenter de rattraper son retard sur ses concurrents, le géant des télécoms n'a pas fait les choses à moitié, quitte à tomber dans le superflu. La partie modem est équipée d'un écran OLED monochrome, d'un contrôleur Wi-Fi double bande (2,4 GHz, 5 GHz), de quatre ports Ethernet Gigabit et supporte jusqu'à cinq téléphones. La partie décodeur (Livebox Play TV) se rapproche également de ce qui se fait de mieux actuellement. Comme ses concurrentes, c'est un Mini PC x86 doté d'un Atom CE4257 à 1,2 GHz, d'un double tuner TNT et d'un disque de 320 Go. La mesquinerie habituelle d'Orange ne donne cependant accès qu'à 80 Go, le reste est en option payante ! Enfin, la connectique audio et vidéo est complète et même la télécommande a été soignée : clavier azerty, pointeur, gyroscope et stick joystick.





Pour tester des CPU ou des GPU, il y a du monde. Par contre, lorsqu'il s'agit d'expliquer les tenants et les aboutissants de technologies mort-nées ou les bienfaits de l'urine de mammouth comme fluide caloporteur dans un système de watercooling, ah, là ma bonne dame, il n'y a plus personne. Eh bien si ! Il y a la Page du Doc'. Pleine d'élucubrations verbeuses, de digressions prolixes, d'anecdotes futiles et autres coups de gueule plus ou moins intéressants sur des sujets passionnants ou, plus souvent, sans aucun intérêt...

Quoi de neuf Docteur ?

> Hystérie collective

Ruée vers l'or : les vendeurs de pioches font fortune

C'est avec horreur que j'ai récemment réalisé qu'une de mes affirmations péremptives préférées, que je vous répète à longueur de numéro, n'était plus vraie. Dès lors, je me dois de rectifier mon erreur : non, les alim' de 1 000, 1 200 ou 1 500 watts ne servent pas à rien. Depuis quelques semaines, elles sont même tellement demandées que les stocks sont vides chez la plupart des revendeurs. La faute à la nouvelle Titan Black de Nvidia ? Aux FX-9590 d'AMD ? Aux Xeon 16 cœurs d'Intel ? Du tout. La faute aux bitcoins. Les néo-prospecteurs d'or virtuel ont en effet besoin d'une énorme puissance électrique pour alimenter les très gourmandes Radeon HD 7950/7970 largement utilisées pour "miner" facilement. Les marques d'alimentation – qui désespéraient jusque-là de vendre un jour les 5 pièces

qu'ils gardaient en stock – ont démultiplié la cadence et se frottent les mains. D'autres fabricants de matériel leur ont également emboîté le pas dans l'espoir de récupérer une part du gâteau. Asrock propose par exemple une carte mère spécialement dédiée au mining de monnaies virtuelles : l'H81 Pro BTC (60 €). Elle est dotée d'un chipset H81 ultra-low cost mais dispose de 6 ports PCI Express pour y connecter les fameuses Radeon. Pourtant, ce matériel PC spécifiquement dédié au minage est déjà largement dépassé par les ASIC, des puces uniquement conçues pour cet usage : en termes de rendement, elles s'avèrent 10 à 100 fois supérieures. La seule solution à l'heure actuelle pour miner avec des composants de PC sans que le gain ne soit inférieur à la facture d'électricité est... de ne pas payer l'électricité. Étrangement,



un vendeur de Castorama me confiait récemment que les connecteurs vampires – qui permettent de se relier sauvagement à un réseau électrique sous tension – étaient très demandés en ce moment. Le Far West je vous dis...

> Condoléances

Adieu Windows XP



Le 8 avril 2014 est une date à marquer d'une pierre blanche. C'est en effet ce jour-là que Microsoft arrête officiellement le support de Windows XP. Plus de mise à jour, plus de rustines de sécurité, plus de corrections de bugs, plus rien. Alors bien sûr, on peut tout de même féliciter l'ogre de Redmond pour avoir assuré le support pendant presque 13 ans, mais tout de même. À l'instar des teams de hackers qui attendent qu'Apple sorte une nouvelle version d'iOS pour dévoiler les failles qui permettent de le jailbreaker, nul doute que des pirates malintentionnés attendent avec impatience le 9 avril pour s'attaquer aux centaines de millions d'utilisateurs qui utilisent toujours Windows XP. De multiples failles ont probablement déjà été trouvées et

il suffit désormais d'attendre tranquillement la date fatidique pour s'assurer qu'elles ne seront plus jamais corrigées. Dès lors, Windows XP deviendra très rapidement une cible privilégiée des spammeurs et autres diffuseurs de malwares divers. Le gouvernement irlandais en est bien conscient et se trouve dans une fâcheuse posture : la migration vers un OS plus récent ne sera pas achevée sur l'ensemble de son administration avant la fin de l'année. Pour pallier ce problème, un accord a été trouvé pour que Microsoft continue d'offrir un support particulier pendant une année supplémentaire. Coût pour le contribuable irlandais : 3,3 millions d'euros. Même après sa mort, Windows XP continue décidément de rapporter gros...



> Big Sister

Arnaque aux sentiments

Connaissez-vous Riccardo Zacconi. Non ? Moi non plus. Sa société (*King.com*) sera pourtant cotée en Bourse avec une capitalisation d'environ 7 milliards de dollars au moment où vous lirez ces lignes. Que propose donc Riccardo comme service pour engranger autant de brouzoufs ? Une technologie révolutionnaire ? Une innovation majeure ? Une création intellectuelle originale ? Non. Riccardo propose *Candy Crush Saga*, un petit jeu de réflexion digne d'un *Columns* sur Mega-drive. À première vue, on peut se dire que les financiers sont de nouveau dans l'euphorie et que la bulle est de retour. Cette valorisation boursière démentielle n'est d'ailleurs pas sans rappeler le rachat de WhatsApp par Facebook pour presque 20 milliards de dollars (*sic*). J'ai d'ailleurs lu de nombreux commentaires d'économistes qui expliquent par le détail tout le ridicule de la situation. La plupart citent l'exemple du fiasco de Zynga – qui produit *Farmville* sur Facebook et s'est effondré en Bourse – pour prédire le même sort à *King.com*. Peut-être. Mais j'ai tout de même le sentiment que ces économistes n'ont jamais joué à *Candy Crush Saga*. S'ils l'avaient fait, ils auraient sûrement réalisé que King ne propose pas que du vent : il y a une "secret sauce" dans ce jeu, un ingrédient spécial sans lequel il ne rapporterait pas 1,5 million de dollars de bénéfices par jour. Vous avez bien lu. *Candy Crush Saga* est un jeu de réflexion qui joue sur la frustration pour provoquer un achat impulsif. Prenons un exemple. Vous êtes à la fin d'un niveau particulièrement difficile sur lequel vous galérez depuis 2 heures. Vous y êtes presque, il ne vous reste qu'une case à éliminer, mais voilà : vous êtes à court de mouvements autorisés et il va donc falloir tout recommencer depuis le début. Sauf si vous achetez pour 0,99 € ou 1,79 € quelques mouvements supplémentaires "bonus" ou autres "sucettes-marteaux". Tentant, non ?

Rage'n Pay. Le principe de jouer sur la frustration de la défaite pour faire payer le chaland n'a rien de nouveau : il est utilisé dans les casinos depuis la nuit des temps. Mais il existe pourtant une énorme différence entre une machine à sous et le jeu de Riccardo, qu'on ne devine qu'après y avoir joué pendant des jours. Une machine à sous dispose certes d'un coefficient de redistribution obligatoire qui fausse le hasard, mais elle n'adapte pas son comportement à la façon de jouer de l'utilisateur. Or, c'est exactement ce que fait *Candy Crush Saga*. Le jeu dispose d'algorithmes extrêmement évolués qui



Le but ultime.

cherchent à faire croire au joueur que sa partie est régie (au moins en partie) par le hasard alors que ce n'est absolument pas le cas. Chaque action (temps de réflexion, comportements précédents...) est scrupuleusement analysée et une réponse adaptée lui est donnée par l'algorithme. Le but ultime étant évidemment de maximiser la frustration pour déclencher un achat. Cela n'est pas aussi simple qu'il y paraît puisqu'il convient toutefois de ne jamais dépasser la limite où le joueur jettera l'éponge définitivement. Une bonne méthode lorsque vous êtes bloqué trop longtemps dans *Candy Crush Saga* reste de lancer une partie "à blanc" en faisant n'importe quoi et en jouant vite comme si vous étiez excédé. Il est fort probable que le "hasard" soit plus conciliant par la suite... sauf si le jeu détecte que vous l'avez fait exprès.

Foule sentimentale. Rapidement, on se prend donc à jouer avec l'algorithme du jeu en feignant telle ou telle humeur

afin de le pousser à réagir comme on le souhaite. Mais croyez-moi, le travail effectué à ce niveau par *King.com* est réellement impressionnant. Le jeu devine quasiment à coup sûr ce que vous êtes en train de faire et n'hésite pas à vous laisser sciemment tricher ou contourner certaines limitations pour mieux vous manipuler ensuite. Et si la société vaut aujourd'hui des milliards, c'est en partie pour cet algorithme plutôt que pour le jeu en lui-même. Imaginez le potentiel d'une telle technologie appliquée à un site de vente ou à de la publicité ? Amazon – qui utilise l'analyse comportementale depuis des années déjà – pourrait par exemple en tirer la quintessence et générer de plantureux bénéfices. Mais il y a tout de même là-dessous un problème éthique sur lequel le législateur devra rapidement se pencher : jusqu'à quel point peut-on laisser les vendeurs utiliser ces techniques avancées de manipulation mentale assistée par ordinateur ?

LA GRILLE DE SYLVESTER STAND-ALONE

Horizontalement

1. Argent totalement virtuel.
2. Relancer la machine. Encre de liseuse (si l'on peut dire).
3. Forme impersonnelle. Reste à payer. Programme d'arrière-plan.
4. Toile informative. Appli de covoiturage. Bière phonétique.
5. Logiciel bouffeur de ressources, parfois à supprimer d'urgence.
6. Commémorée. Célèbre organisme de formation professionnelle.
7. Énervée au plus haut point. Du matin. Système de fond.
8. Accessoire de tuning PC. Porte logique dans Minecraft. Abréviation de téléphone.
9. 701 romain. Toile pas toujours très propre. Un mode de boot permet de l'éviter.
10. Offre TV de Numericable. Plateforme d'Intel pour PC portables.
11. Système de réduction du bruit. Composant vif de PC.
12. Moteur de recherche en sur-régime. Autoportrait numérique.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

Verticalement

- I. Téléthon des internautes.
- II. Bride. Une discipline familière de Canard PC Hardware.
- III. L'ytterbium dans le tableau périodique. Devise virtuelle.
- IV. Baladeur numérique. Se dit d'un "art" dématérialisé qui utilise la technologie internet pour "créer" des

- "œuvres" (les "guillemets" justifiant leur prix prohibitif...).
- V. Agglomérer des plantes ou des éléments organiques (au hasard, des poils...). L'aluminium pour simplifier.
- VI. Petit office du tourisme. Logiciel libre. Déteste au plus haut point après avoir

- été énervée au plus haut point (voir plus haut).
- VII. Appareil multimédia.
- VIII. Fournisseur de Livebox. Console Nintendo.
- IX. Vaporette.
- X. Roulé sous les aisselles asiatiques. À la fin des noms de domaine de premier niveau. Centre de recherche en

- technologies langagières.
- XI. Mayonnaises à l'ail. Jeu d'infiltration sous-titré "The Dark Project".
- XII. Présente à la naissance. Définit le logiciel libre d'accès.
- XIII. Exakelvin abrégé. Code à pixels assez proche d'un mots croisés...



Canard PC Hardware trimestriel, paraît tous les 3 mois Est édité par Presse-Non-Stop SAS au capital de 86 400 euros.

Immatriculée au RCS de Paris sous le n° 450 482 872.

Président : Jérôme Darnaudet

Associés : Jérôme Darnaudet, Domisys, Gandi, Ivan Gaudé, Pascal Hendrickx, Olivier Peron et Michael Sarfati

RÉDACTION

14 rue Soleillet - BAL 62 - 75020 Paris
Tél : 01 43 49 42 27

Directeur de publication : Jérôme Darnaudet

Directeur de la rédaction : Ivan Gaudé

Rédacteur en chef : Samuel Demeulemeester

Ont participé à ce numéro : Olivier Alirol, Samuel Demeulemeester, Cécile Fléchon, Donatien Maillé et Olivier Peron

Secrétaire de rédaction : Sonia Jensen

Logo : Didier Couly

Premier redacteur graphique : Jean-Ludovic Vignon

Rédacteurs graphiques : Thomas Rainfroy et Marie Lemaire

PUBLICITÉ

Denis (denis@canardpc.com)
Tél : 01 43 49 42 27

Imprimé par : CPI Aubin Imprimeur
Diffusion : PRESTALIS

Commission paritaire : 0615 T 90441

ISSN : N° 2264-4202

Tous droits réservés

Numéro 20, prix unitaire : 5,90 €
Date de parution : 22 mars 2014

Les indications de prix et d'adresses données dans les pages rédactionnelles du magazine le sont à titre informatif, sans but publicitaire. Magazine garanti naturel, 100 % Bio, sans dichlorométhane, acroléine ou éthylène glycol. Fumer ce magazine tue.

SOLUTIONS - Horizontalement : 1. Cryptomonnaie, 2. Rebooter, Eirik, 3. On, Dû, Daemon, 4. Web, Filtre, 5. Inflation, 6. Fête, Cegos, 7. Ulcère, AM, OS, 8. Néon, XNOR, Tph, 9. DCI, Net, échec, 10. ITNT, Centre, 11. NR, Barrette, 12. Google, Seife, / Verticalement : I. Crowdfunding, II. Règne, Électro, III. Yb, Bitcoin, IV. Pod, Néon, TBG, V. Touffer, Al, VI. OT, LL, Exéc, VII. Mediactent, VIII. Orange, NES, IX. E-cigarette, X. Nem, Com, CRTL, XI. Aïolis, Thieff, XII. Innée, Open, XIII. EK, Flashcode.



MATERIEL.NET
Votre spécialiste High-Tech

DÉCOUVREZ LES NOUVEAUX SSD

crucial

M550

SSD CRUCIAL 2,5"



**FAITES PLUS,
PLUS RAPIDEMENT !**

www.materiel.net

INFORMATIQUE - TV - HIFI - HOME CINÉMA - PHOTO NUMÉRIQUE - TÉLÉPHONIE - JEUX VIDÉO

Plus de 13 000 produits sélectionnés - 12 agences en France - Financez votre achat sur 3 à 60 mensualités à partir de 100 €