

Overclocking - Le Rodage

Le Rodage, un sujet plutôt polémique ...

Qui n'a jamais entendu parlé de rodage ? Pas celui du moteur de votre voiture, mais celui de votre processeur, bien entendu ! Sur le forum OC'ing de Hardware.fr, dès que le sujet est abordé, on pourrait se croire en plein " death match ", et les coups de " rail gun " volent bas. Il y a le camp des pour et celui des contre, c'est plutôt fun à observer.

Ca fait des mois que l'on entend parler de ça, et personne n'a encore sérieusement abordé le sujet, faute de disposer des informations nécessaires ou par peur du ridicule ? Des centaines de témoignages semblent confirmer que " ça " existe et que c'est efficace, mais beaucoup d'autres viennent casser ce bel enthousiasme.

Alors, qui a raison ? ? ?

Nous, chez Hardware.fr, on aime pas trop croire aux rumeurs. On préfère tester et donner des résultats. Et si on ne comprend pas les résultats, on se creuse la tête pour trouver la solution, et c'est ce qu'on a fait pour comprendre ce qui se passait dans le cœur d'un processeur qui semble devenir plus stable avec le temps. Donc, voici quelques éléments qui nous conduisent à vous dire que le Rodage, c'est du sérieux et qu'on peut y trouver une explication.

Un CPU qui est plus "stable" quand il a tourné ?

Quand vous achetez un processeur (Intel ou AMD, il n'y a pas de différence), le processeur a été testé par le constructeur, et vous savez tous que suivant le résultat du test, on lui colle une étiquette de processeur haut de gamme ou d'entrée de gamme. Si le processeur passe parfaitement les tests les plus poussés, on aura un PIII 600, alors que ceux qui n'atteignent pas ce niveau seront estampillés PIII 450, par exemple. Et quand il y en a qui ne passent pas la barre minimum du test, ils se retrouvent à la poubelle !

Ca, c'est l'aspect technique des choses, mais suivant les besoins du marché, Intel ou AMD peuvent commercialiser des processeurs qui ont passés les tests haut la main sous un label de processeur d'entrée de gamme. C'est pour cette raison que quelques PIII 450 sont en réalité des PIII 600 dont Intel a diminué le coefficient multiplicateur. Chez vous, si vous testez votre processeur de manière poussée, vous constatez en général qu'il peut être OC'é jusqu'à une certaine limite. Avec un peu de chance, certains peuvent être franchement poussés (Celeron 366 PPGA, PIII 450, etc...), si on tombe sur une bonne série, mais il y a une limite qu'il est impossible de dépasser sans changer la tension ou le système de refroidissement.

Et pourtant, au bout de quelques semaines, si vous refaites le test sans avoir apporté la moindre modification à votre config, il n'est pas rare de constater que le processeur est devenu stable à une fréquence supérieure ou qu'il nécessite une tension moins importante. J'en ai fait l'expérience avec plusieurs processeurs (Celerons 300a, 333 et 366 PPGA), et je ne suis pas le seul. Si vous consultez le Forum OC'ing de Hardware.fr, il y a une tonne de messages qui le confirment. Et aussi quelques témoignages d'échecs, c'est vrai.

Méthode pour roder son processeur

Bon, l'idée, c'est que si le processeur s'améliore avec le temps, on peut accélérer le vieillissement. Un processeur, ce n'est pas comme le vin, ce sont les heures de vol qui comptent et pas la date du calendrier. Avant d'attaquer les explications, voici ce qu'il est recommandé de faire quand on veut essayer de roder son processeur :

- Sélectionner la fréquence la plus élevée à laquelle votre processeur reste 100% stable.

- Utiliser un (ou des) programmes qui font travailler votre processeur à fonds, du calcul intensif ou de la 3D, par exemple.
- Contrôler que la température du processeur n'est pas trop élevée : elle ne doit pas dépasser les 60°C, même si les limites théoriques estiment que le processeur peut supporter plus.
- Si la température reste peu élevée (moins de 40/45°C), vous pouvez augmenter la tension jusqu'à un maximum de 2.3 v, de manière à faire chauffer encore plus le processeur, sans jamais dépasser la limite des 60°C.
- Si tout se passe bien, laisser tourner votre PC pendant des heures, voire des jours entiers. Le rodage ne se fait sentir qu'au bout d'un temps assez long. Vous pouvez vous y reprendre à plusieurs reprises si vous le souhaitez (le faire tourner pendant la nuit).

Le rodage nécessite de faire fonctionner son processeur, mais pas forcément de faire tourner son disque dur ou son CD ROM. Eviter d'utiliser les benchmarks du style Winstone, qui ne se concentrent pas uniquement sur le processeur. Le mieux, c'est faire tourner en boucle la démo d'un jeu 3D bien balaise, dans le style de Quake II (ou autre, on n'est pas sectaires). Les benchs 3D comme 3Dmax 99 sont assez bien adaptés, eux aussi, mais le choucho du rodage, c'est Prime95, qui réalise une suite de calculs intensifs pendant plusieurs heures. L'avantage des applis 3D, c'est que tout est utilisé : CPU, FPU, processeur de la carte AGP (oui, elle aussi, on peu la roder), etc ...

Et au bout de quelques jours, vous aurez peut être la chance de bénéficier des effets du rodage. Il ne se produira peut être rien, mais il n'y a que très peu de chance que vous rencontriez un problème, si vous avez bien respecté nos indications (la température et la tension). Très peu de chances, car la théorie montre que cela peut avoir un effet néfaste sur la durée de vie de votre processeur, mais ne vous alarmez pas, lisez ce qui suit ...

Tension, température et ... électro-migration

Au cœur de votre processeur, il y a quelques millions de transistors qui travaillent, et le passage d'un courant dans un transistor crée de la chaleur. Multipliez ça par le nombre de transistors et par la fréquence de fonctionnement (quelques centaines de millions de commutations par seconde), et vous obtenez la puissance que votre processeur dégage, qui est exprimée en Watts. Intel et AMD donnent des indications précises sur le dégagement maxi de leurs processeurs, qui est de 18,6 W pour un Celeron 300a, mais qui peut atteindre le double sur un PIII 600 ou un Athlon.

Il y a une formule assez efficace pour déterminer la chaleur que dégage un processeur OC'é, qui à été proposée par un ingénieur en électronique de Singapour travaillant chez Lucent Technologies (anciens labos d'ATT), où il s'occupe de la conception des circuits intégrés : Matrix. Son principe de calcul est basé sur le fonctionnement des circuits CMOS (les processeurs de nos PC sont des circuits CMOS) et peut être résumé par la formule suivante :

$$\text{Puissance dégagée} = \text{fréquence (Mhz)} \times \text{tension (v)} \times \text{tension (v)} \times \text{constante.}$$

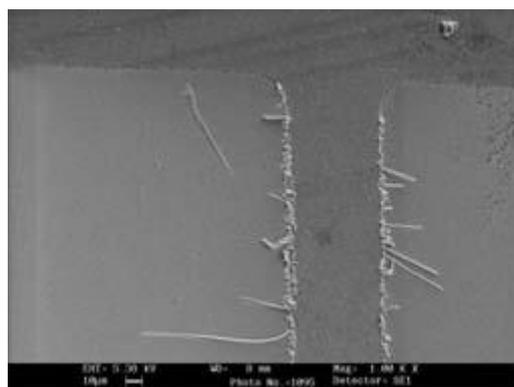
La constante est ce qui est le plus dur à déterminer, mais par comparaison des processeurs Intel de la gamme Celeron, Matrix à pu l'estimer à 0,0155. Ce qui nous donne pour un Celeron 366 OC'é à 550 Mhz à une tension de 2.0 v le résultat suivant : $550 \times 2.0 \times 2.0 \times 0,0155 = 34,1 \text{ W}$. Cette constante doit être ajustée selon le type de processeur (architecture, finesse de gravure, etc...) et on peut constater que les progrès réalisés dans la qualité de fabrication peuvent la réduire. Chez les plus récents processeurs de Intel, il semble qu'elle doive être ajustée à la baisse.

Cette méthode empirique est assez intéressante, car elle montre bien l'impact de la fréquence de fonctionnement et surtout celui de la tension de fonctionnement du processeur : passer d'une tension de 2.0 v à 2.5 v augmente de 50% la chaleur dégagée par votre processeur ! Et la chaleur, c'est l'ennemi du processeur. Bien entendu, parce que la chaleur augmente l'instabilité de ce dernier (c'est bien pour ça qu'on vous parle des meilleurs radiateurs sur ce site), mais aussi parce avec le temps, elle peut détériorer celui-ci.

Ce phénomène est bien connu en électronique et s'appelle " électro-migration ". Pour simplifier les choses, quand vous faites passer un courant dans un conducteur, donc à travers les microscopiques

pistes métalliques gravées sur circuit intégré, des électrons se déplacent dans le métal et peuvent " arracher " des atomes quand ils rentrent en collision avec eux. Vous imaginez que cela n'est pas très bon pour un processeur, dont les pistes sont actuellement gravées en 0.25 microns. Et puis, ces atomes ne disparaissent pas dans la nature, ils peuvent naviguer et se retrouver sur une autre piste, où ils créeront un joli court circuit !

Voici quelques belles images du genre de dégâts que peut engendrer l'électro-migration (détérioration ou rupture du métal, accumulation d'atomes), que j'ai copiées sur le site de Matrix. Cette galerie des horreurs, ça fait froid dans le dos ...



Mais la bonne nouvelle, c'est que grâce aux progrès réalisés par l'industrie de l'électronique, l'électro-migration est aujourd'hui bien maîtrisée, pour les processeurs utilisant l'aluminium comme composant. Elle met des années avant de se manifester, et la vie d'un processeur peut être estimée à environ 25 ans. Seulement, soumis à une forte chaleur, le processus s'accélère, et la durée de vie de votre beau Celeron va être raccourcie. J'entends des cris : " raccourcie de combien ??? " Suffisamment de temps pour que votre processeur fasse figure d'antiquité quand il finira par lâcher.

Mais, dites, je vous ai indiqué les risques, donc n'essayez pas de rôder votre processeur à 3,0 v, ou il vous claquera rapidement entre les doigts.

Le rodage expliqué

Bon, vous connaissez les risques du rodage, mais comment expliquer le phénomène ?
Vu ce que je vous indique ci-dessus, on peut penser que le seul effet est de détériorer le processeur, non ?

Pour trouver la réponse, j'ai encore fais appel à Matrix, et voici une traduction de la réponse qu'il m'a envoyée :

Le rodage (aussi appelé Burn-in en anglais) est source de confusion quand on l'emploie dans le cas d'un micro processeur.

Dans l'industrie électronique, un produit qui sort des chaînes est supposé avoir une durée de vie de quelques années. Mais cela n'est pas toujours possible quand celui-ci présente la moindre imperfection. Par prévention et souci de qualité, les constructeurs soumettent les micro processeurs à un test de sélection appelé Burn-in, qui consiste à leur faire subir des conditions extrêmes, en terme de température et de tension de fonctionnement. On connecte un certain nombre de processeurs sur une carte et on les soumet à un signal de environ 100 KHz à 10 Mhz, la masse étant connectée à de puissants condensateurs. Les processeurs sont soumis à ces conditions extrêmes de température et de tension pendant 48 à 120 heures.

Ce procédé détruit et écarte les processeurs dont la qualité est insuffisante, et qui n'ont pas supporté le test. Ceux qui sont écartés auraient pu fonctionner normalement pendant quelques années, mais pas aussi longtemps qu'il serait souhaitable. A l'opposé, ceux qui ont supporté le test pourront fonctionner pendant de nombreuses années, soit environ 25 ans selon les standards de l'industrie électronique.

Ce procédé de test n'est pas habituellement utilisé pour les composants des produits grand public, tels que ceux qu'on rencontre dans les calculatrices, les radios, voire certains composants des PC, car leur durée de vie est généralement courte, et qu'ils ne sont pas utilisés dans des conditions de fonctionnement extrêmes. Le Burn-in est habituellement réservé aux produits destinés aux applications militaires ou aéronautiques.

Dans le cas de l'OC'ing, le Burn-in n'est ni destiné à augmenter la durée de vie des processeurs, ni à écarter les mauvais. Le rodage est en réalité un procédé que nous appelons " Annealing " dans notre jargon, dont voici l'explication :

Un circuit intégré est constitué de couches de métal déposées sur un substrat de silicium. On réalise des contacts entre la couche métallique et le silicium pour faire des transistors. Ces contacts doivent avoir une faible résistance [électrique], mais parfois, le contact peut être défectueux, pour des raisons liées à l'efficacité du procédé de fabrication, et le transistor doit supporter une résistance trop élevée. Cela peut entraîner une modification de la tension de commutation du transistor. L'Annealing est un procédé directement appliqué à l'usine, qui consiste à porter les processeurs à une température élevée, de manière à réduire (cure) ces imperfections et à obtenir des contacts de meilleure qualité.

Donc, quand tu utilises le terme rodage, c'est en réalité d'Annealing dont il s'agit.

Note que cela n'est pas toujours efficace à 100% : mon Celeron 300a OC'é à 464 Mhz n'a jamais voulu monter plus haut, même après des jours de " rodage " ☹ "

Matrix

Bon, voici une explication claire qui répond à pas mal de questions. Et surtout, on comprend mieux pourquoi quelques processeurs échappent à toute tentative d'amélioration, même après un rodage

poussé. De l'autre côté, un processeur qui échoue aux tests de qualification de Intel pourrait parfaitement les passer s'il y avait une " session de septembre ". Et qui en profite ? Et bien c'est vous. Suffit d'avoir un peu de chance.

Mais c'est inutile de me demander comment distinguer la perle rare dans un lot de processeurs, il n'y a aucun moyen, et vous aurez forcément besoin de quelques jours de rodage pour découvrir ses réelles possibilités en matière d'OC'ing.

Pour finir, j'ai eu l'occasion d'entendre dans de très rares occasions qu'après une longue période de fonctionnement, un processeur OC'é avait " rétrogradé " et n'était plus aussi stable qu'avant. Si cela est exact, on peut certainement en imputer la faute à l'électro-migration (quelques atomes qui vont se coincer au mauvais endroit, là où il existait une faiblesse ?). Mais je n'ai pratiquement jamais entendu quelqu'un se plaindre que son processeur avait grillé dans des conditions d'utilisation " normales ", mêmes si ce ne sont pas exactement celles que recommandent les fondeurs ;). Si vous avez un Processeur ou une carte qui a grillé, faites bien la différence entre l'électro-migration et les autres causes (électricité statique, court circuit, etc...).

Liens & Remerciements

Un grand merci à Matrix, dont les compétences ont éclairé ce modeste article. Son site regorge d'informations sur le sujet, et vous y trouverez beaucoup d'autres détails que je n'ai pas indiqués :

<http://homex.s-one.net.sg/member/matryx>

Pour faciliter votre rodage, voici quelques sites sur lesquels on peut télécharger les softs dont je vous ai parlés :

- La page de téléchargement de " 3 fingers ", plein de démos de QII, Half Life, etc... Et LA démo qui tue : Crusher, pour QII

<http://www.ve3d.net/3Fingers/stuff/benchmark.htm>

- Une page pour charger Prime 95 :

<http://www.mersenne.org/prime.htm>

- Le site de 3Dmark, dont la version complète du logiciel est malheureusement payante :

<http://www.3dmark.com/>

- Un petit freeware qui teste la stabilité de votre processeur et le fera tourner autant que nécessaire (un peu moins efficace que Prime 95, vu la température du processeur, mais il utilise la FPU) :

<http://www.saunalahti.fi/jv16/>

Enfin, j'adresse un mea culpa à tous ceux qui pourront noter une imperfection ou une éventuelle erreur dans cet article. Je ne suis pas ingénieur en électronique, et vos corrections seront les bienvenues. Mais le sujet est défloré et le débat ouvert :)