

OPTIMISATION D'UN PROCESSEUR GRAPHIQUE



Introduction

Une carte graphique est composée :

- De la partie processeur graphique
- De la mémoire vidéo
- D'un système de refroidissement
- De capteurs

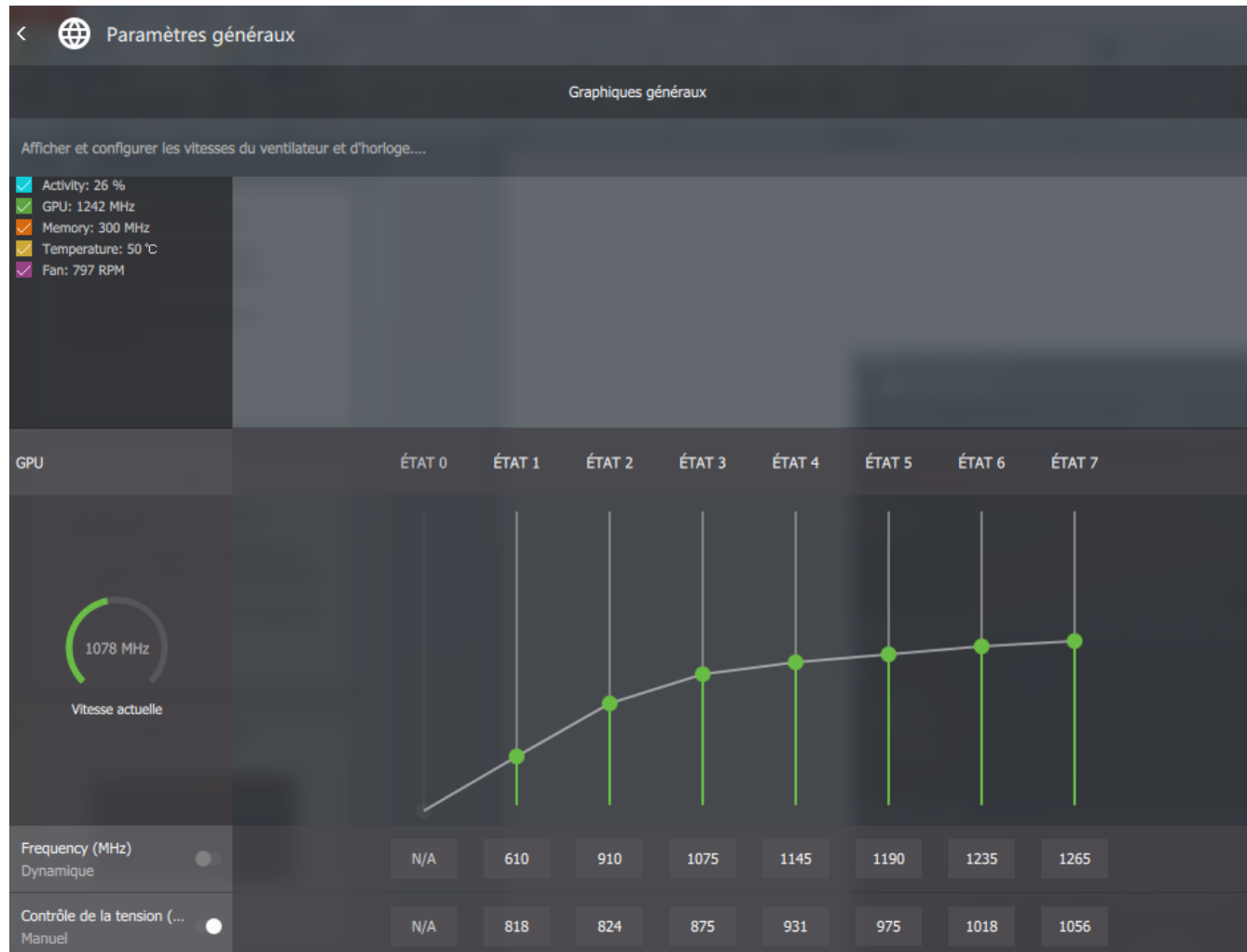


Sommaire

- I - Mise en place des conditions nécessaires à l'étude
- II- Modélisation de la consommation énergétique
- III - Optimisation appliquée

Logiciels utilisés :

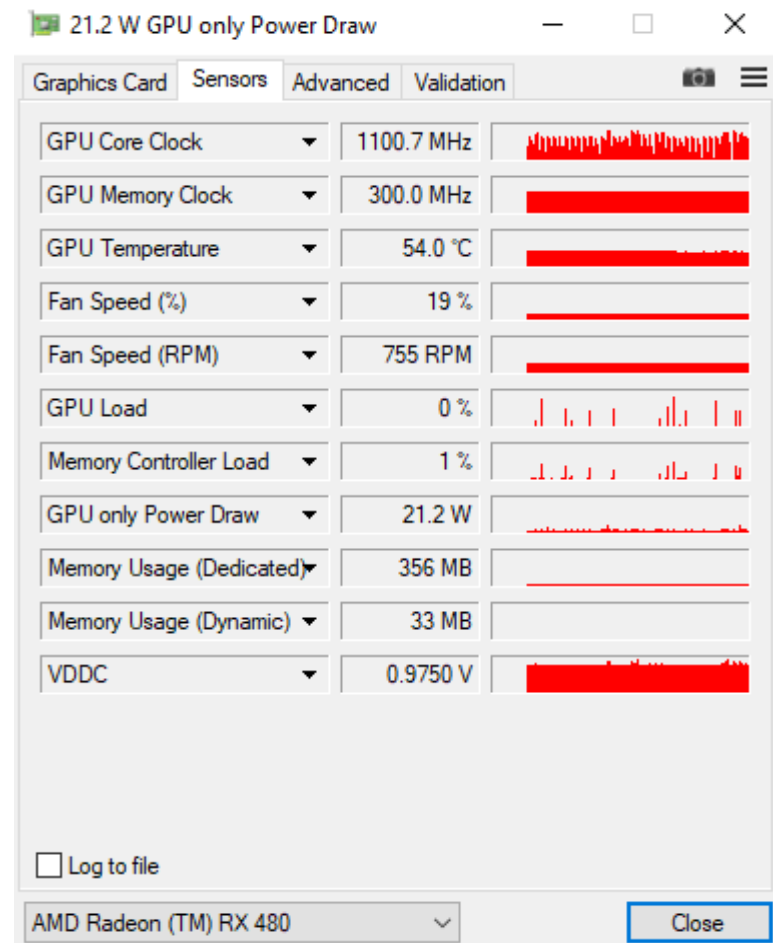
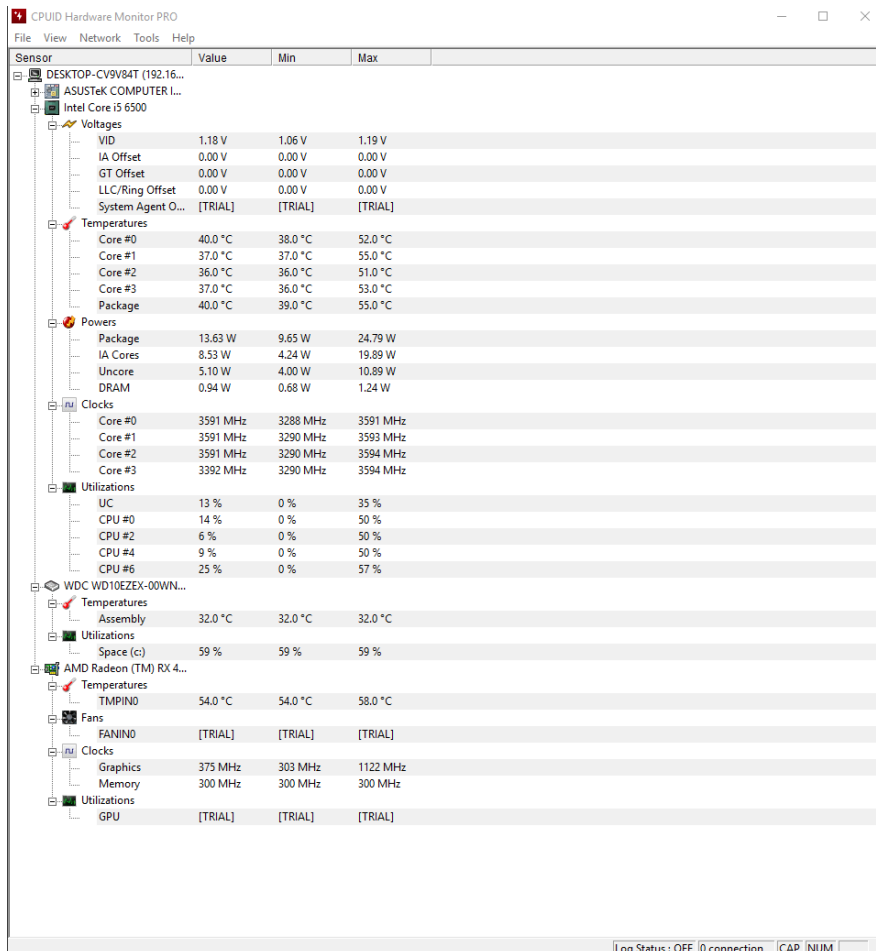
L'outil « Wattman » fourni par le fabricant



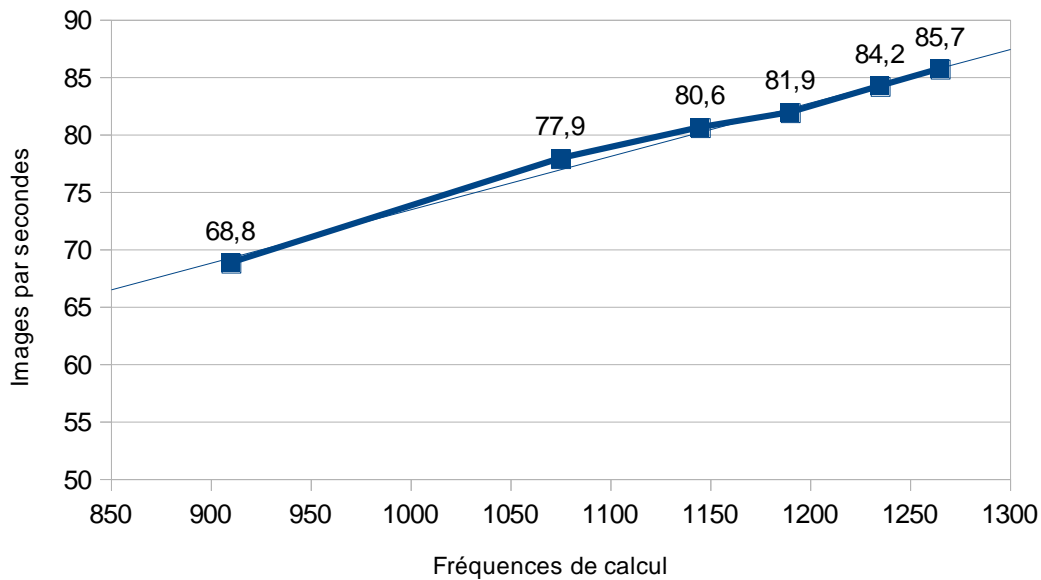
Benchmark de test pour carte graphique : Unigine Valley



Logiciels d'acquisition des grandeurs étudiées

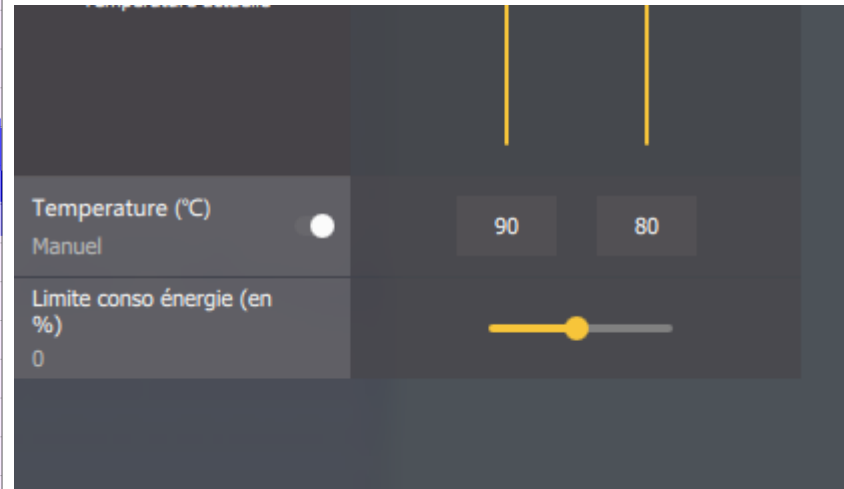
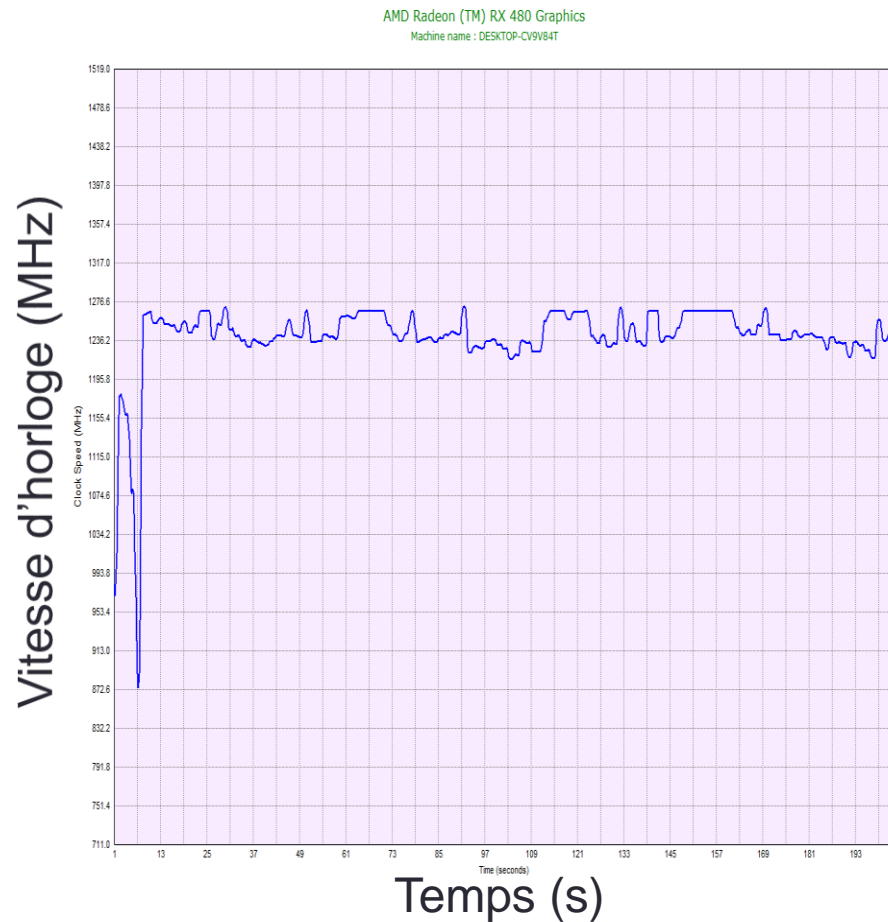


- Linéarité de l'évolution des performances en fonction de la fréquence de calcul du GPU

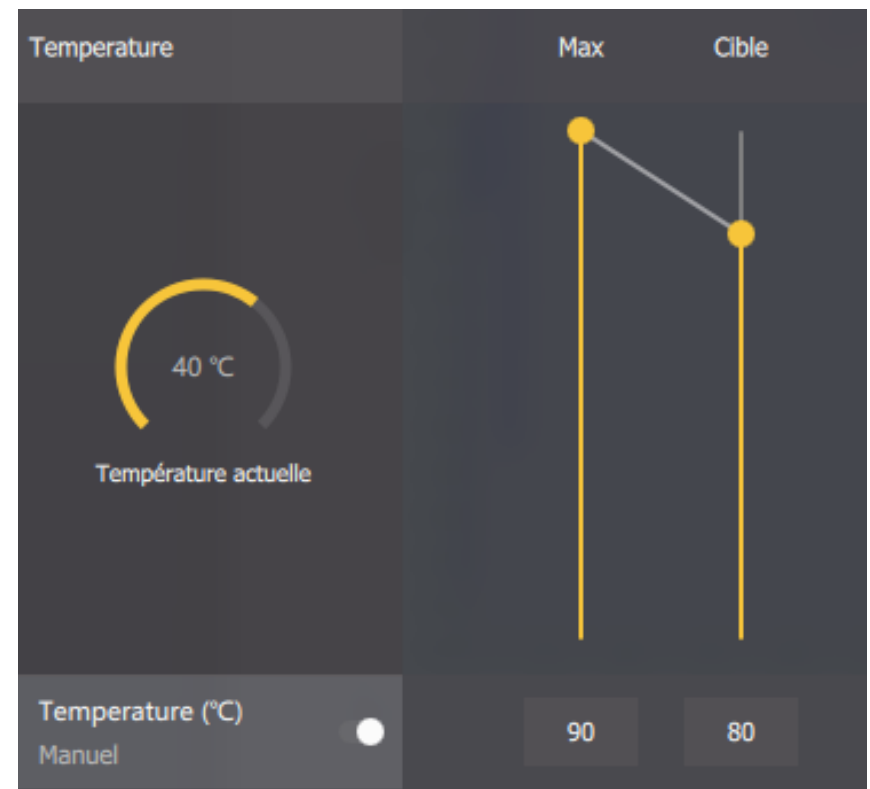


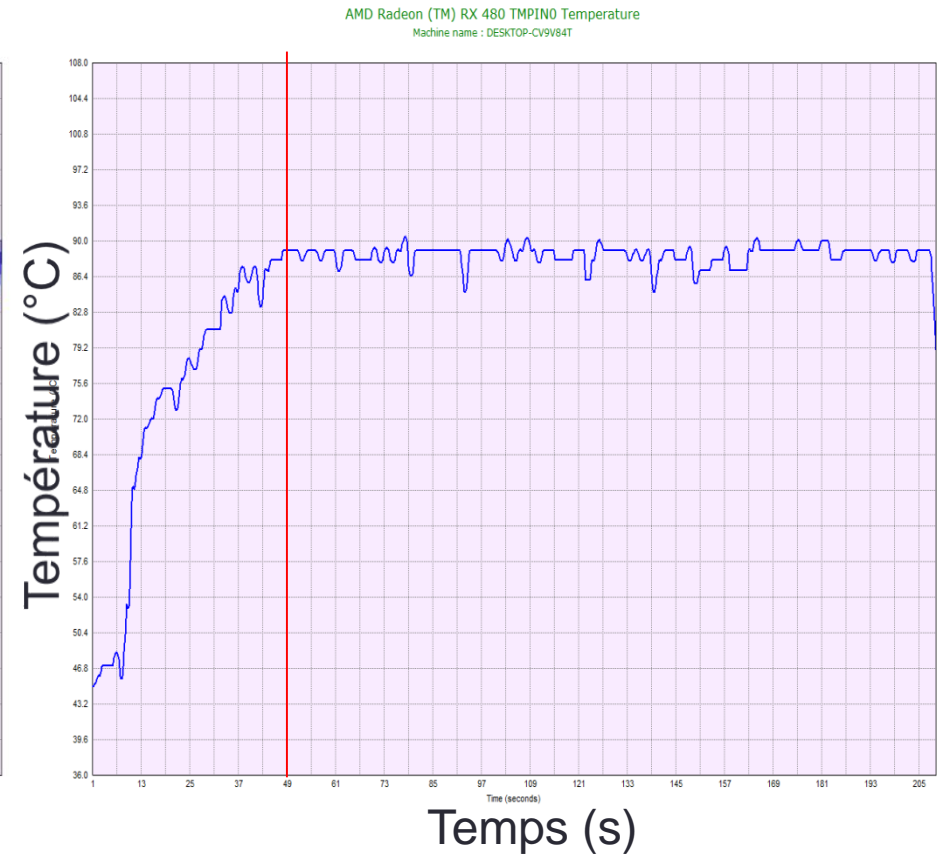
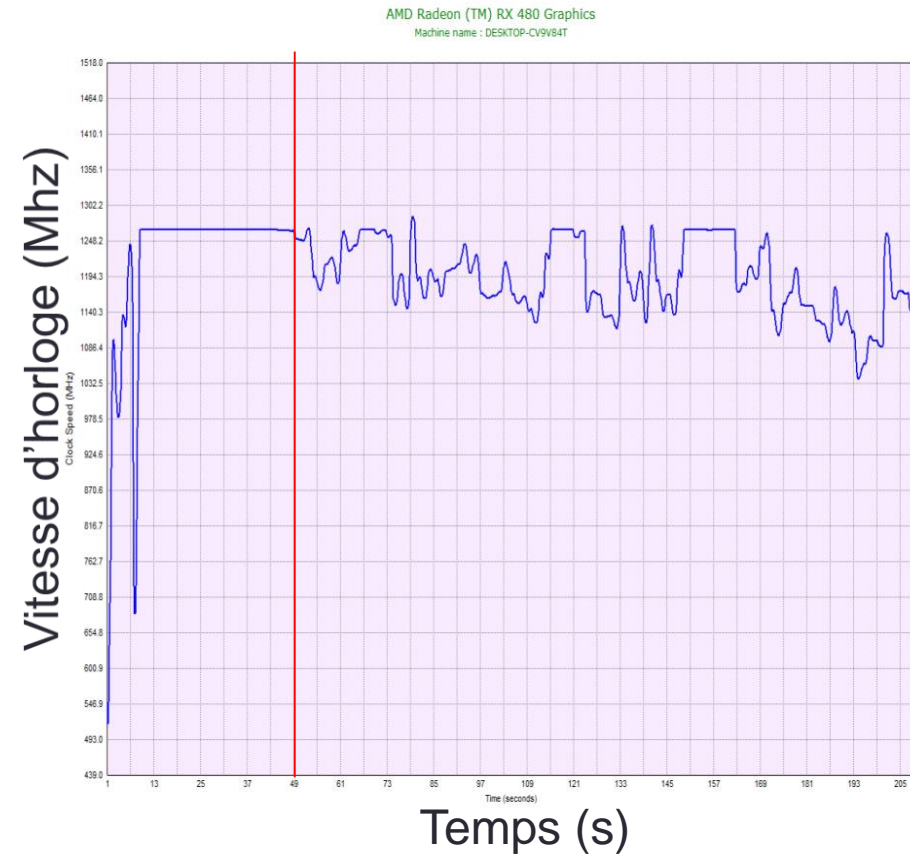
~ 0,9919

L'énergie consommée par défaut est ici insuffisante

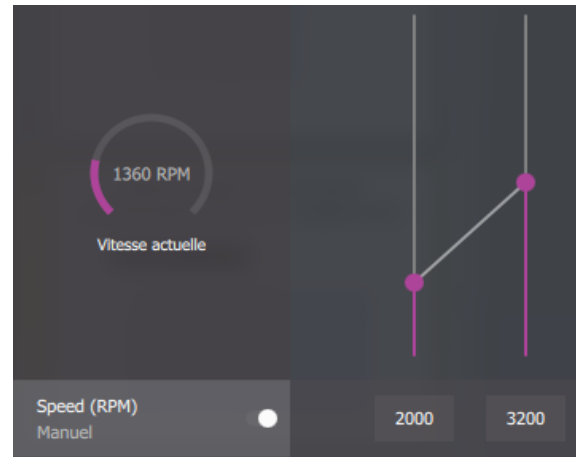


- Baisse de la fréquence de calcul afin de ne pas dépasser la température maximale

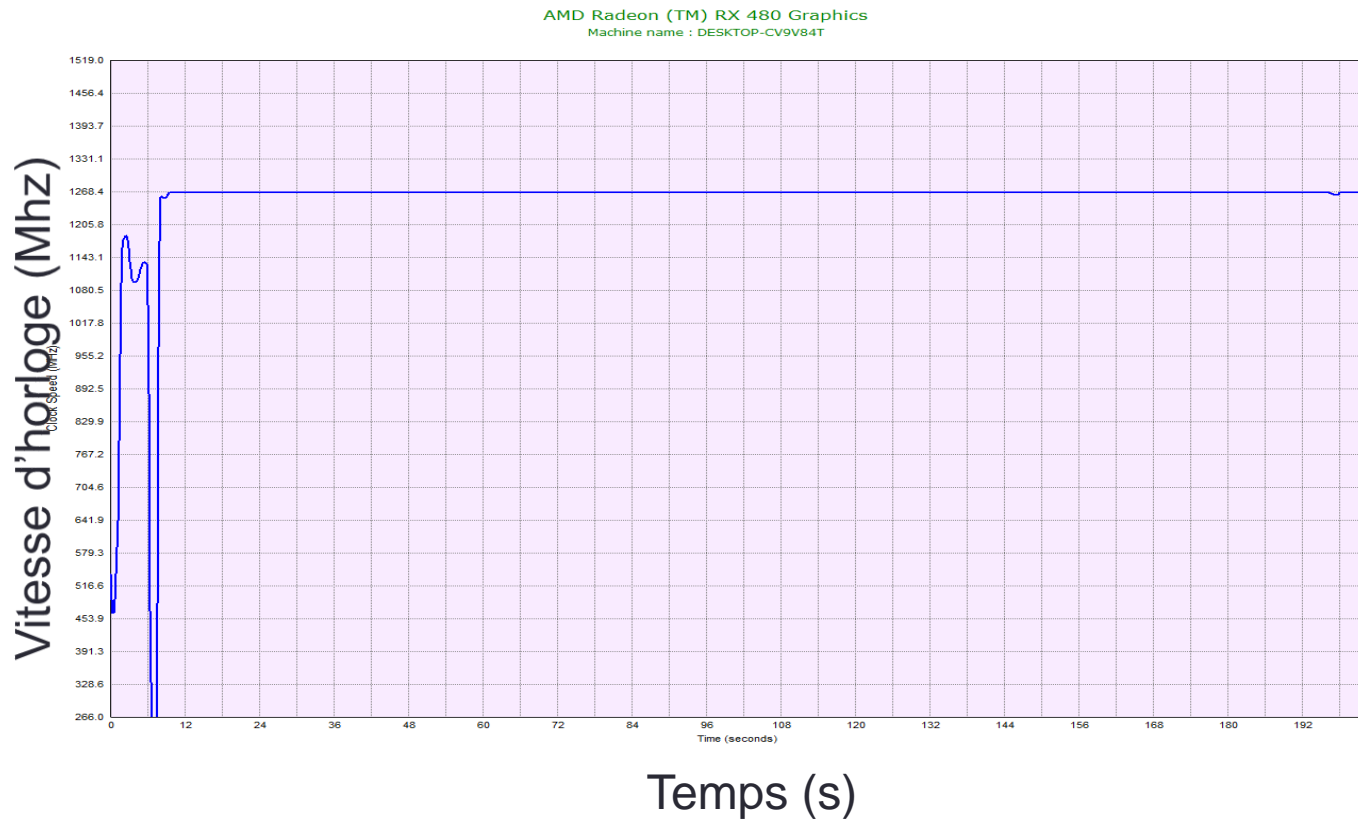




Après levage de la limite de consommation, pour $N = 3200$ tr/min



La fréquence cible a été atteinte.

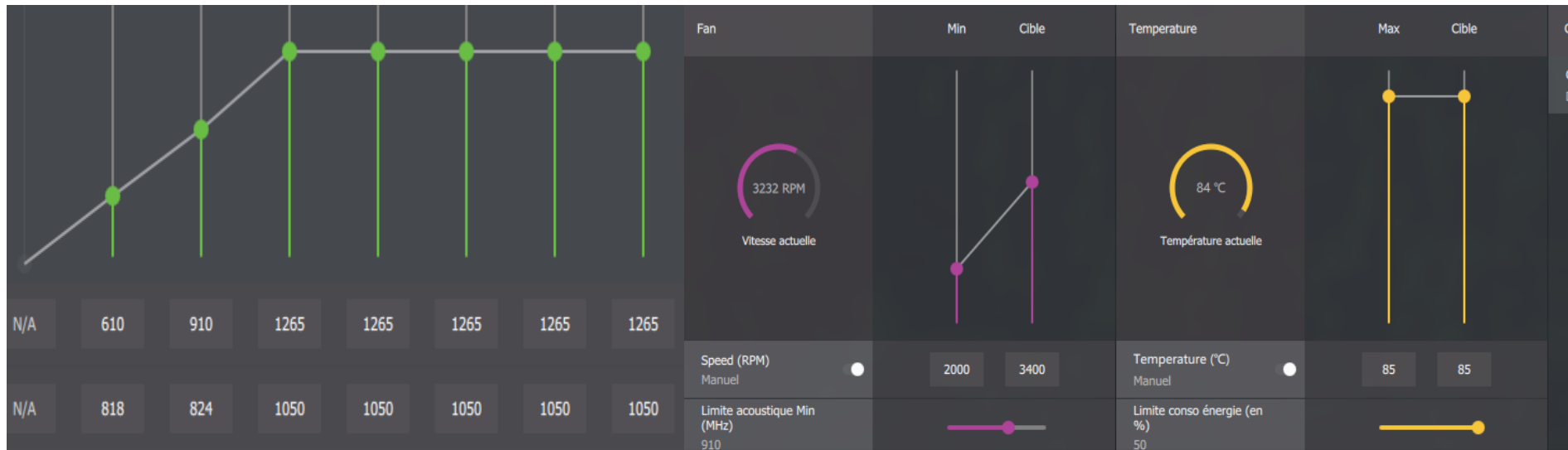


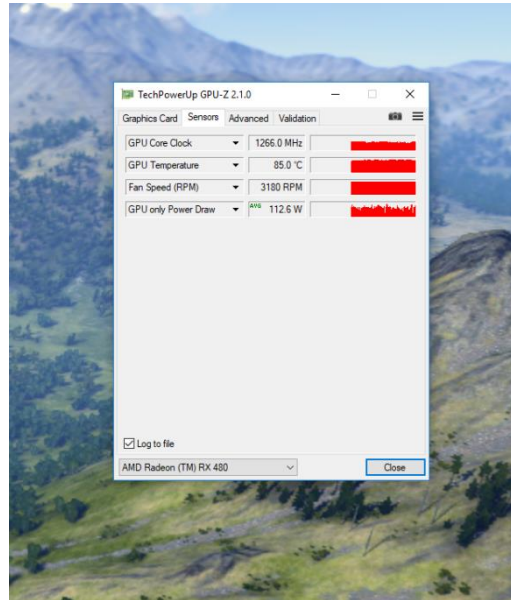
- Puissance électrique consommée :

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{dynamique}} + P_{\text{statique}}$$

$$= \alpha * f * V^2 + V * I_{\text{statique}} \quad (1)$$

- Nous relevons la puissance électrique consommée et le voltage à fréquence et température constantes 1265 MHz, à 85°C.



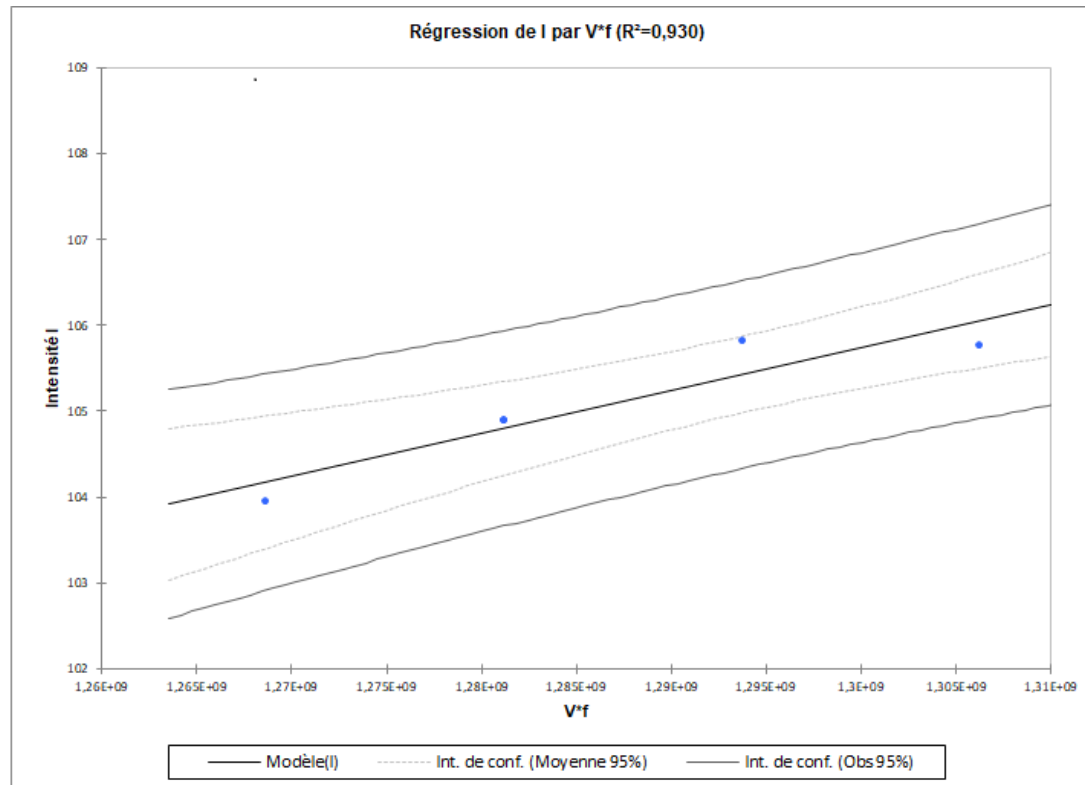


Watt	105	107	109	110	112
Volta ge	1010	1020	1030	1040	1050

Régression linéaire

Afin de trouver α et I , nous divisons (1) par V :

$$I = \alpha * f * V + I_{\text{statique}}$$



Nous trouvons : $I_{\text{statique}} \sim 40,74 \text{ A}$ et $\alpha \sim 5,00\text{E-}8 \text{ F}$

Donc $P_{\text{tot}} \sim 5,00\text{E-}8 * f * V^2 + 40,74 * V$ pour $T = 85^\circ\text{C}$

Optimisation du rendement énergétique à l'aide du Voltage

- Nous cherchons à avoir le meilleur rendement
Performance/Consommation :

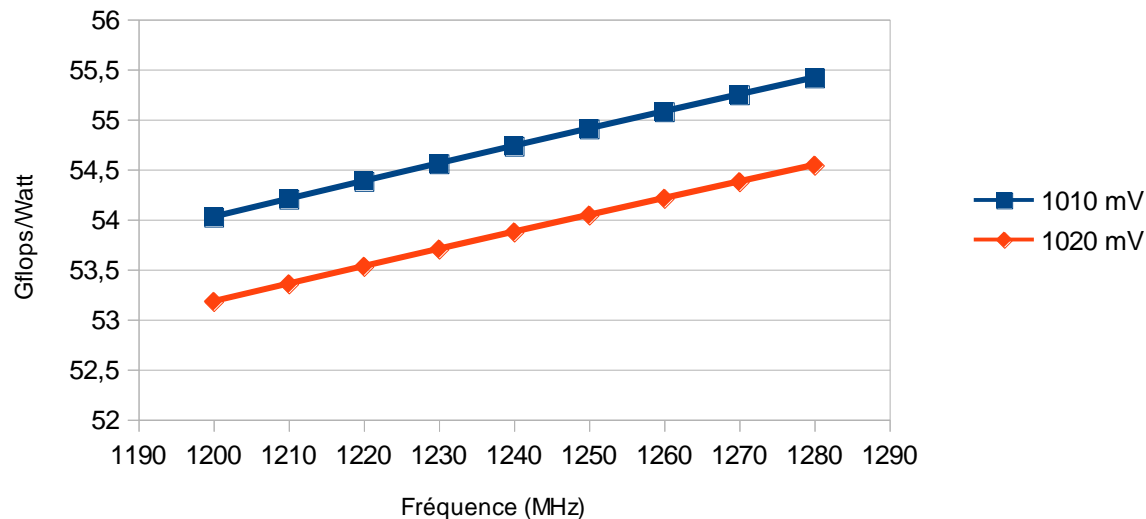
On pose $\eta = (2 \cdot N \cdot f) / (\alpha \cdot f \cdot V^2 + V \cdot I_{\text{statique}})$ en Flops/W

- N le nombre d'unités de calcul, ici $N = 2304$
- f la fréquence de calcul
- V le voltage utilisé
- I_{statique} le courant de fuite lié à la fermeture des transistors

On remarque que le rendement:

- Augmente avec la fréquence
- Diminue lors d'une augmentation de voltage

Evolution de l'efficacité énergétique par rapport à la fréquence



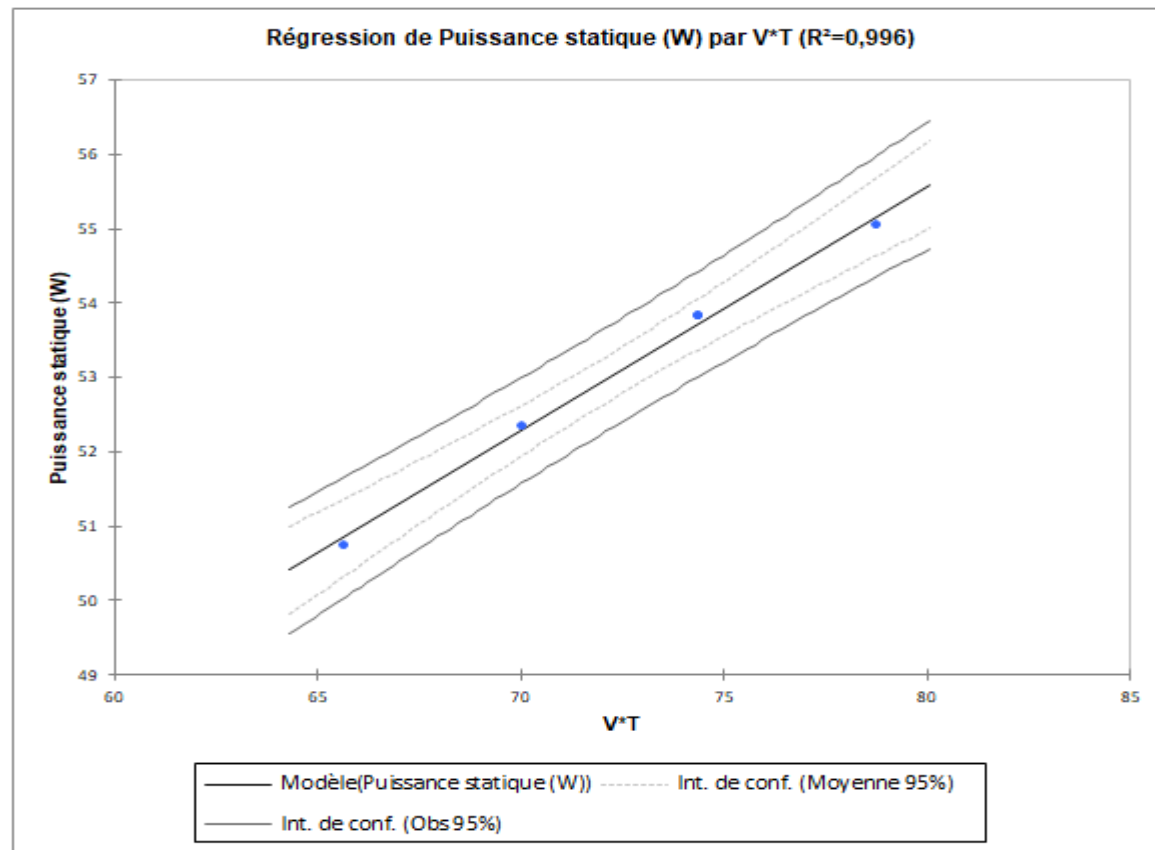
Soit $f = 1075 \text{ Mhz}$, $V = 875\text{mV}$

Température (°C)	90	85	80	75
Puissance statique (W)	55,05	53,85	52,35	50,75

Avec un modèle linéaire, nous cherchons β et δ tels que :

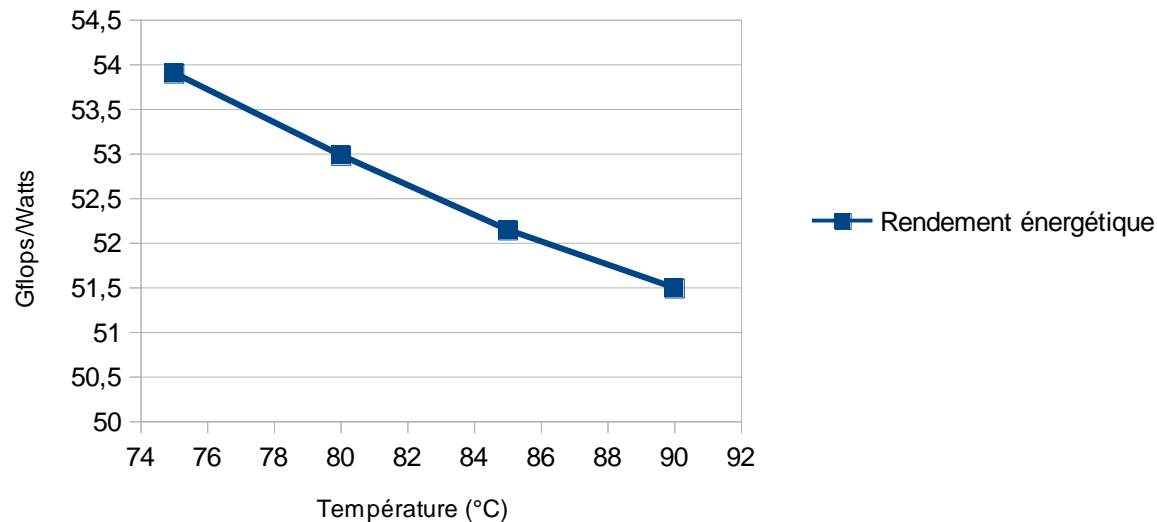
$$I_{\text{statique}} = \beta * T + \delta$$

- Nous trouvons par **régression linéaire** $\beta = 0,33$, $\delta = 29,24$



Influence de la température sur la consommation énergétique

Evolution du rendement énergétique en fonction de la température



$$\underline{P_{\text{tot}} \sim 5,00\text{E-}8 \cdot f \cdot V^2 + 0,33 \cdot T \cdot V + 29,24 \text{ W}}$$

Recherche des paramètres optimaux

Valeurs mesurées expérimentalement

Fréquences (MHz)	Voltages (mV)	Températures (°C)	Consommation (W)
1265	1056	90	113,5
1265	1012	90	108,7
1265	1012	80	105,5

Valeurs calculées d'après la formule trouvée

Fréquences (MHz)	Voltages (mV)	Températures (°C)	Consommation (W)
1265	1056	90	131,135552
1265	1012	90	124,073508
1265	1012	80	120,733908

- A fréquence constante, nous obtenons une diminution de

$$\left| \frac{113,5 - 105,5}{113,5} \right| \sim 6 \%$$

de la consommation énergétique

D'où une augmentation du rendement énergétique de 7%

Validation de la modélisation

Différentiel d'environ 13% entre les valeurs mesurées et calculées :

- α dépend de la fréquence
- β et δ sont issues d'un modèle linéaire qui est une approximation
- I_{statique} a été trouvé à 1075 MHz