

## LA CARTE GRAPHIQUE

Une carte graphique (carte vidéo) dans un ordinateur permet d'augmenter les performances en terme d'affichage. Elle se connecte sur un port d'extension AGP ou PCIe x16 (on peut trouver quelques cartes vidéo en ISA ou PCI). Elle peut posséder plusieurs sortes de connecteurs d'entrée/sortie pour relier l'unité centrale au moniteur, au téléviseur ou encore à un caméscope pour traiter une donnée vidéo analogique via un connecteur RCA (cinch).

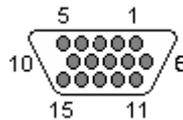
### Les connecteurs externes

#### Prise VGA



Le connecteur VGA (Video Graphics Array) est le connecteur bleu pour brancher le moniteur. Dans cette prise, il y transit plusieurs signaux **analogiques** : Les couleurs (rouge, bleu et vert), la synchronisation verticale et horizontale (pour que l'image soit droite) et la masse.

Il existe des connecteurs VGA version DDC (**Display Data Channel**) dont les signaux sont **numériques** et servent pour transmettre des informations sur le moniteur à l'unité centrale via un bus **I2C**. Il est donc nécessaire d'avoir trois contacts en plus qui sont l'horloge (SCL), la donnée (SDA) et la masse.



Connecteur femelle (Côté carte graphique)

Pins	Nom	Description
1	RED	Signal vidéo du rouge
2	GREEN	Signal vidéo du vert
3	BLUE	Signal vidéo du bleu
4		Non connecté
5	GND	Masse
6	RED_RTN	Retour du rouge
7	GREEN_RTN	Retour du vert
8	BLUE_RTN	Retour du bleu
9	+5V	Alimentation pour le DDC
10	GND	Masse
11		Non connecté
12	SDA	Bus de donnée de la trame I2C
13	Hsync	Synchronisation horizontale
14	Vsync	Synchronisation verticale
15	SCL	Bus d'horloge de la trame I2C

Il existe plusieurs normes d'affichage pour ce type de connecteur :

Format	Résolution		Pixel
	Largeur	Hauteur	
QVGA	320	240	76800
VGA	640	480	307200
SVGA	800	600	480000
XGA	1 024	768	786432
XGA+	1 152	864	995328
SXGA	1 280	1 024	1310720
SXGA+	1 400	1 050	1470000
UXGA	1 600	1 200	1920000
QXGA	2 048	1 536	3145728

## Le connecteur DVI



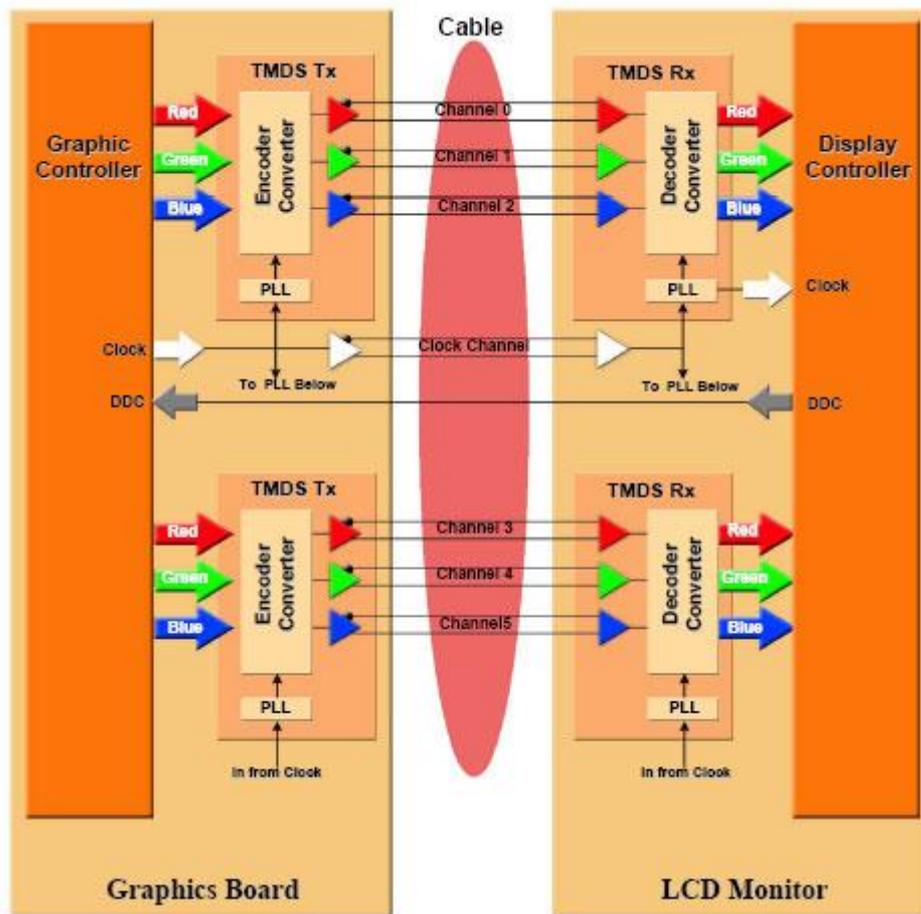
L'interface **DVI (Digital Video Interface)** envoie le signal vidéo en numérique évitant ainsi la conversion analogique-numérique. Cependant, il existe plusieurs types de DVI pour garder une transmission analogique afin d'adapter sur un port **VGA** (nécessite un adaptateur) :

**DVI-A** : Transmet uniquement un signal vidéo analogique, comme la **VGA**, il a les trois couleurs séparées et nécessite une synchronisation verticale et horizontale.

**DVI-D** : Le connecteur transmet seulement le signal vidéo en numérique. Les données numériques sont envoyées en utilisant le protocole appelé **TMDS**.

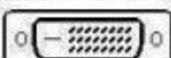
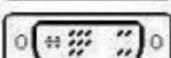
**DVI-I** : Le connecteur peut transmettre soit le signal analogique, soit le signal numérique **TMDS**, mais **pas simultanément**. Evidemment, les signaux numériques n'utilisent pas les mêmes broches que les signaux analogiques. Si on branche un écran qui propose une entrée numérique sur une **DVI-I**, il prendra en compte que les sorties digitales et ignore les analogiques.

En **DVI-D** ou en **DVI-I** mais pas en **DVI-A**, il peut y avoir deux canaux différents pour transmettre l'image. C'est le mode **single link** ou **dual link**. Ce mode permet d'avoir des images avec une plus haute résolution en doublant la bande passante : **165Mhz** en single, **330Mhz** en dual.



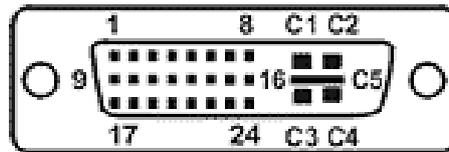
*Schéma d'une liaison DVI-D dual link entre la carte graphique et le moniteur*

Contacts utilisés des différents types de DVI :

-  DVI-I (DVI Digital & Analog) Single Link
-  DVI-I (DVI Digital & Analog) Dual Link
-  DVI-D (DVI Digital) Single Link
-  DVI-D (DVI Digital) Dual Link
-  DVI-A (DVI Analog)



Brochage d'une DVI (identique à tous les types) :



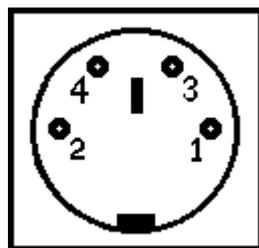
Pin	Signal	Description
1	Données 2 -	TMDS Digital Link 1 -
2	Données 2 +	Link TMDS numérique 1 +
3	données de masse 2 / 4	protection de masse
4	Donnée 4 -	TMDS Digital Link 2 -
5	Données 4 +	Link TMDS numérique 2 +
6	SCL	Horloge DDC
7	SDA	DDC données
8	Analog synchronisation verticale	
9	Données 1 -	TMDS Digital Link 1 -
10	Données 1 +	Link TMDS numérique 1 +
11	données de masse 1 / 3	protection de masse
12	Les données 3 -	TMDS Digital Link 2 -
13	Données 3 +	Link TMDS numérique 2 +
14	+5 V	L'énergie pour suivre veille
15	Messe	Retour à 14 et de synchronisation analogique
16	détection Hot plug	
17	Donnée 0 -	TMDS Digital Link 1 - et de synchronisation numérique
18	Données 0 +	Link TMDS numérique 1 + et de synchronisation numérique
19	données de masse 0 / 5	protection de masse
20	Donnée 5 -	TMDS Digital Link 2 -
21	Données 5 +	Link TMDS numérique 2 +
22	Messe de la veille	protection de masse
23	Horloge +	TMDS Horloge numérique + (liens 1 et 2)
24	Horloge -	Digital TMDSRelej - (liens 1 et 2)
C1	analogiques rouge	
C2	analogiques vert	
C3	analogiques Blue	
C4	Analog synchronisation horizontale	
C5	Motif (analogique)	Retour pour les signaux analogiques

## Le connecteur S-VIDEO

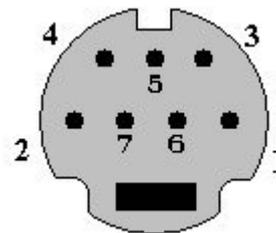
Ce connecteur est utilisé pour transmettre l'image sous forme de signaux **analogiques** vers un téléviseur. Le signal vidéo noir et blanc (**luminance**) est séparée du signal de la couleur (**chrominance**) réduisant les pertes de qualité du signal contrairement au composite (fiches « cinch » jaunes).

La chrominance reste en mode composite suivant le type de standard TV (PAL, NTSC). Le son n'étant pas véhiculé en travers ce type de connecteur, il est nécessaire de relier le son par un autre câble en sortie de carte son.

Il existe trois types de S-VIDEO : les **4 broches**, les **7 broches** et les **9 broches**. Je détaille ici seulement les 4 et 7 pins :



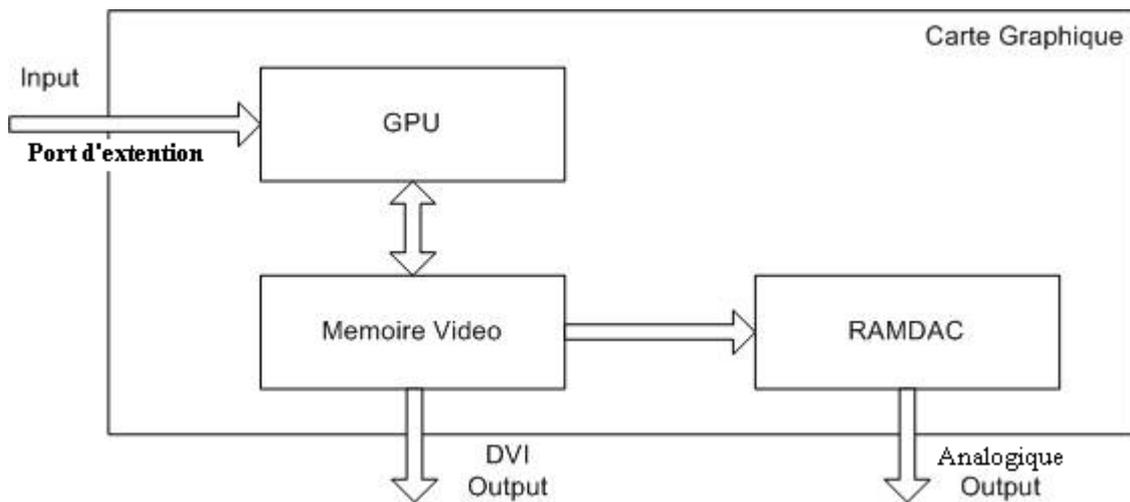
4 pins



7 pins

Broches	Fonctions	Descriptions
1	GND	Masse
2	GND	Masse
3	Luminance	Donnée analogique sur la lumière
4	Chrominance	Donnée analogique sur les couleurs bleu, rouge et vert
5		
6	Vidéo composite	Données analogique couleurs et lumière
7	GND	Masse

## Architecture d'une carte graphique



*Structure d'une carte graphique*

### Le GPU

Le GPU (Graphic Processing Unit) est le processeur de la carte graphique qui prend en charge tous les calculs **spécifiques à l'affichage**. Il libère le CPU de la carte mère et gère la transformation d'une pièce en 3D en rotation, en translation, calcul les éclairages, calcul les textures, les effets comme le brouillard...

### La mémoire vidéo

Le rôle de la mémoire vidéo sur une carte graphique est de charger les images traitées par le GPU comme les textures d'une pièce en 3D par exemple. Cette mémoire est partagée en 5 zones qui ont chacune une fonction précise :

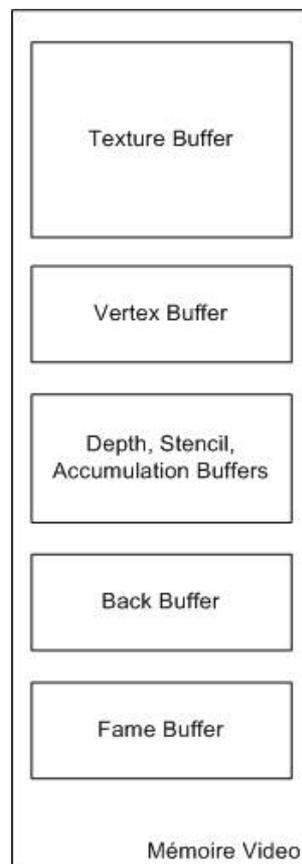
La **frame buffer** ou **color buffer** : Dans cette zone, est stocké l'image définitive de ce qui va être affichée au moniteur. Pour des applications bureautiques, c'est dans cette mémoire que va être stocker les données. L'écran visualise directement le contenu de cette zone. Si nous avons par exemple un affichage de 1 600 x 1 200 et que chaque pixel est codé sur 3 octets (1 octet pour chaque couleur bleu, rouge et vert) donc on aura  $1\ 600 \times 1\ 200 \times 3 = 5\ 760\ 000$ , environ 5,7 Mo de stockés dans cette mémoire.

Le **back buffer** : Cette zone stocke le rendu d'une scène en cours de création (quand on fait un rendu dans *Blender* par exemple). Une fois le rendu terminé, le **back buffer** devient le **frame buffer** et inversement. Cette méthode est appelée le **double buffering** et permet d'obtenir un affichage stable et net. Ces deux zones ont la même taille.

Le **depth, stencil et accumulation buffers** : Le **depth** permet d'afficher correctement les objets en perspective, c'est à dire qu'un objet lointain ne doit pas s'afficher devant un objet plus proche. Sa taille dépend de la précision du rendu. Le **stencil buffer** est utilisé dans toute sorte d'effet graphique comme les ombres par exemple. L'**accumulation buffer** est essentiellement utilisé pour les effets de flou en temps réel.

Le **vertex buffer** : Cette zone est réservée pour stocker les **vertices** des objets en 3D, sa taille est variable.

Le **texture buffer** : Cette zone mémoire stocke les textures utilisées sur une pièce. La taille de cette zone mémoire est très importante puisque les textures ont parfois un très grand format et les couleurs sont parfois codées sur 24 bits.



Il y a tout de même plusieurs types de mémoires vidéo, comme pour la RAM :

**VRAM** (Video RAM) : Conçues pour les cartes graphiques, elle est plus rapide que la DRAM et atteint une fréquence de 80Mhz pour un temps d'accès de 20-25 ns. Cette mémoire permet la lecture et l'écriture simultanée.

**WRAM** : C'est une amélioration de la VRAM, la bande passante est de 25% plus élevée, les transferts plus rapides, lecture et écriture simultanée.

**SGRAM** (Synchronous Graphique RAM) : C'est une adaptation de la SDRAM pour un usage graphique. Toutefois, on peut pas écrire et lire en même temps. Elle permet en revanche la récupération et la modification de données par bloc entier.

### Le RAMDAC

**RAMDAC** comme *Random Access Memory Digital Analogic Converter*. Ce circuit convertit les données numériques de la zone *frame buffer* de la mémoire vidéo en données analogiques pour les transmettre sur un moniteur dont les données entrantes sont analogiques.

La fréquence de fonctionnement du *RAMDAC* dépend de la résolution final et de la fréquence de rafraîchissement verticale :

$$\text{Hauteur} \times \text{Largeur} \times \text{Fréquence rafraîchissement} \times 1,32$$

Par exemple pour une résolution de **640x480** avec une fréquence de rafraîchissement de **60Hz**, on obtient  $640 \times 480 \times 60 \times 1,32 = 24\,330\,240$  Hz soit environ 24,5 Mhz.

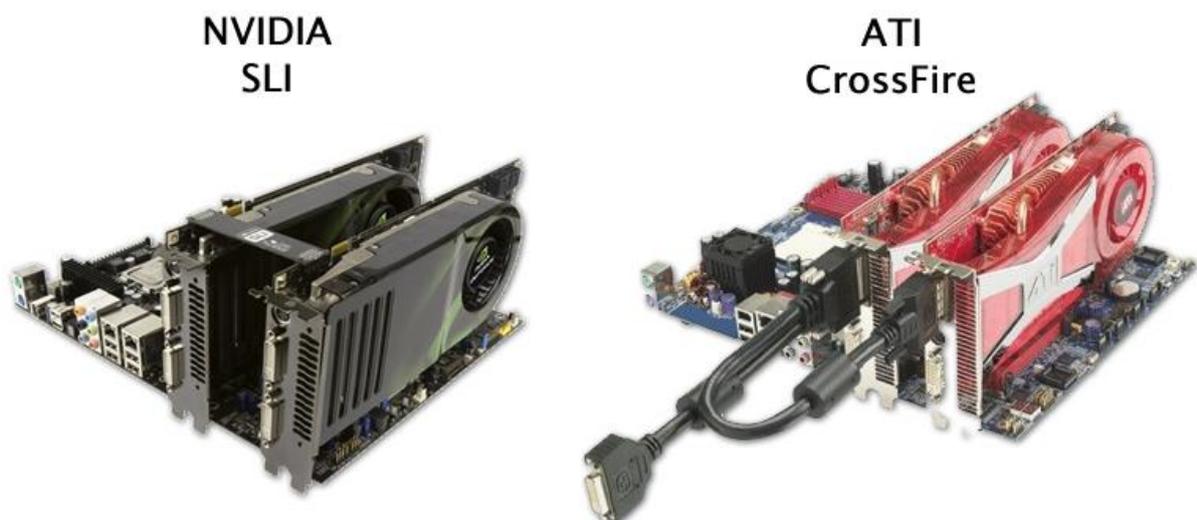
(Le 1,32 est l'inertie du canon à électron du tube cathodique du moniteur)

Sur certaines cartes graphiques, le *RAMDAC* est d'environ 400 Mhz mais servirait pour un écran de 160Hz en 1 600 x 1 200. Mais le *RAMDAC* n'est nécessaire que pour un CRT (*Cathode Ray Tube* ou tube cathodique) alors que maintenant nous avons des écrans plats qui exploitent directement les données numériques. Dans ce cas, le *RAMDAC* n'est pas utilisé puisque la sortie vidéo numérique est directement reliée à la zone *frame buffer* de la mémoire vidéo.

## Branchement SLI et CrossFire

Dans un ordinateur, il est possible de mettre plusieurs cartes graphiques afin qu'elles se partagent le travail et ainsi doubler les performances. On relie les cartes par un petit pontage comme on peut le voir sur la photo ou de les relier directement par un câble spécifique. Les cartes doivent être **identiques** (même marques, même taille de mémoire, même fréquences...).

On appelle ce branchement **SLI** (*Scalable Link Interface*) pour les cartes de marque *Nvidia* et **CrossFire** pour les cartes de marque *ATI*. Il faut s'assurer que la carte mère et les cartes graphiques acceptent ce branchement.



*Le nom du branchement dépend de la marque mais il y a aucune différence technique*