

# Imprimante multifonctions HP 2050 A

## DOSSIER TECHNIQUE



### Présentation de l'imprimante étudiée

L'imprimante multifonctions HP 2050A est un modèle grand public développée par l'entreprise Hewlett Packard pour l'ensemble du marché mondial. Son prix public conseillé en France est de 49 € mais on la trouve parfois à moins de 40 € lors des périodes de promotion. Les prix internationaux sont comparables.

Ce système multifonctions permet deux opérations distinctes :

- des **impressions** en noir et blanc ou en couleur de documents d'un format A4 maximum, dans des résolutions comprises entre 300 ppp et 1200 ppp (ppp = point par pouce, un pouce correspondant à 25,4 mm) : cette impression est réalisée par une tête à deux cartouches (une noire et une tricolore) déplacée sur toute la largeur du support à imprimer, celui-ci étant régulièrement translaté afin de permettre l'impression complète du document ;
- et des **numérisations** en noir et blanc ou en couleur de documents de format A4 maximum, dans des résolutions comprises entre 300 ppp et 1200 ppp avec export dans les formats jpg et tiff ou en impression directe : cette numérisation est réalisée par le déplacement sur toute la longueur du document d'un capteur CCD de la largeur d'un document A4.

Cette imprimante multifonctions peut être connectée à un ordinateur individuel par un câble USB et est alimentée par un transformateur relié au réseau électrique (110 à 220 V alternatif) et délivrant une tension continue de 30 V.

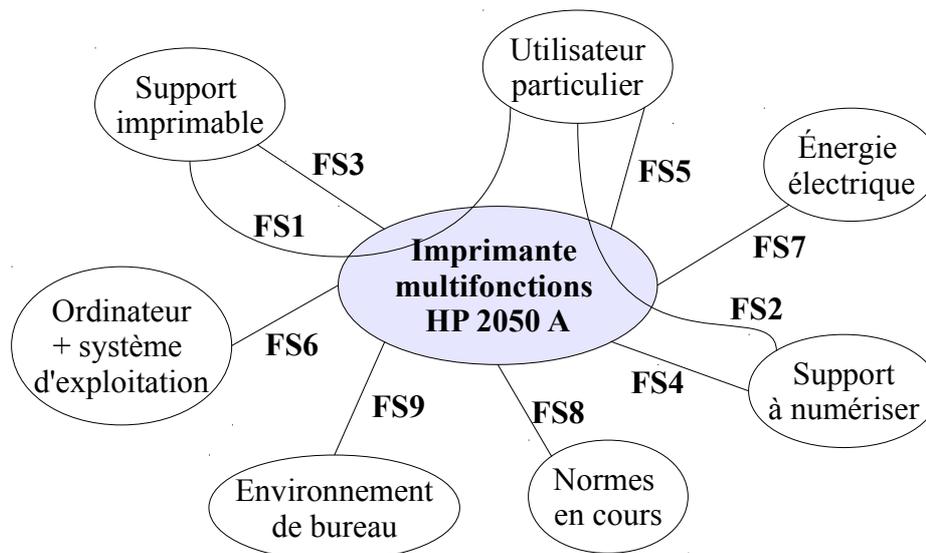
Pour information, elle est également proposée dans le commerce sous les deux autres références 1050A et 3050A : la version 1050A est moins rapide et a une résolution plus faible mais est moins onéreuse ; la version 3050A est identique à la version 2050A mais dispose d'une connexion sans fil par WiFi.

Les éléments de cette imprimante multifonctions sont fabriqués en Chine et assemblés en communauté européenne. Les cartouches sont fabriquées en communauté européenne et, comme la totalité des premiers prix, cette imprimante comporte un système de codage intégré aux cartouches, rendant l'utilisation de cartouches génériques impossible.

# Analyse fonctionnelle de l'imprimante multifonctions HP 2050A

## Analyse fonctionnelle externe

Le diagramme partiel des inter-acteurs de l'imprimante multifonction HP 2050A est fourni ci-dessous :



Les énoncés de ces fonctions de service sont les suivantes :

FSi	Énoncé des fonctions de service
FS1	Assurer une impression de qualité d'un document demandé par l'utilisateur pendant toute la phase d'utilisation des cartouches d'impression
FS2	Numériser tout support plan d'une taille maximale A4 (210 mm ×297 mm) avec le capot ouvert ou fermé (pour s'adapter aux documents épais type livre)
FS3	Adapter l'impression au support à imprimer (papier normal, papier photo, transparents, papier cartonné, etc.)
FS4	Adapter la zone de numérisation à la taille du document à numériser (arrêter la numérisation dans les zones où il n'y a pas de document)
FS5	Plaire à l'utilisateur (design, qualité des matériaux, facilité d'installation, prix de vente, durée de vie, bruit en utilisation normale, rapidité, etc.)
FS6	S'adapter à tous les systèmes d'exploitation classiques (fourniture de pilotes d'impression pour Microsoft Windows et Mac OS, impression autorisée par CUPS sous linux, etc.)
FS7	S'adapter au réseau électrique local (tension autorisée entre 110 et 220 V alternative et 50 Hz redressée et adaptée par un transformateur fourni)
FS8	Respecter les normes en cours du pays où l'imprimante est vendue et s'adapter à l'évolution des normes, particulièrement environnementale
FS9	S'adapter à un environnement de bureau (encombrement, masse et bruit particulièrement) et résister aux agressions associées (renversement de café, etc.)

Les fonctions FS1 et FS2 sont des fonctions d'usage (ou principales).

Les fonctions FS3 à FS9 sont des fonctions d'adaptations (ou complémentaires).

L'étude proposée porte particulièrement sur la fonction de service FS1.

## *Analyse fonctionnelle interne*

Pour réaliser l'impression et la numérisation d'un document, l'imprimante multifonctions HP 2050A comporte quatre axes distincts, un axe correspondant à une chaîne fonctionnelle asservie :

- l'axe 1 correspond au mouvement d'aller et retour de la tête d'impression sur la largeur du support à imprimer afin de balayer toute sa surface ;
- l'axe 2 correspond au décalage régulier du support à imprimer afin de présenter en vis-à-vis de la tête d'impression la nouvelle zone à imprimer ;
- l'axe 3 correspond à la gestion de l'éjection d'encre en direction de la feuille par les buses implantées sur le cartouches ; pour réaliser cette opération, le système comporte deux cartouches (une noir et blanc et une en trois couleurs) pouvant être changées indépendamment.
- et l'axe 4 correspond au mouvement de balayage du support à numériser par le capteur CCD associé au scanner situé dans le capot supérieur de l'imprimante multifonctions.

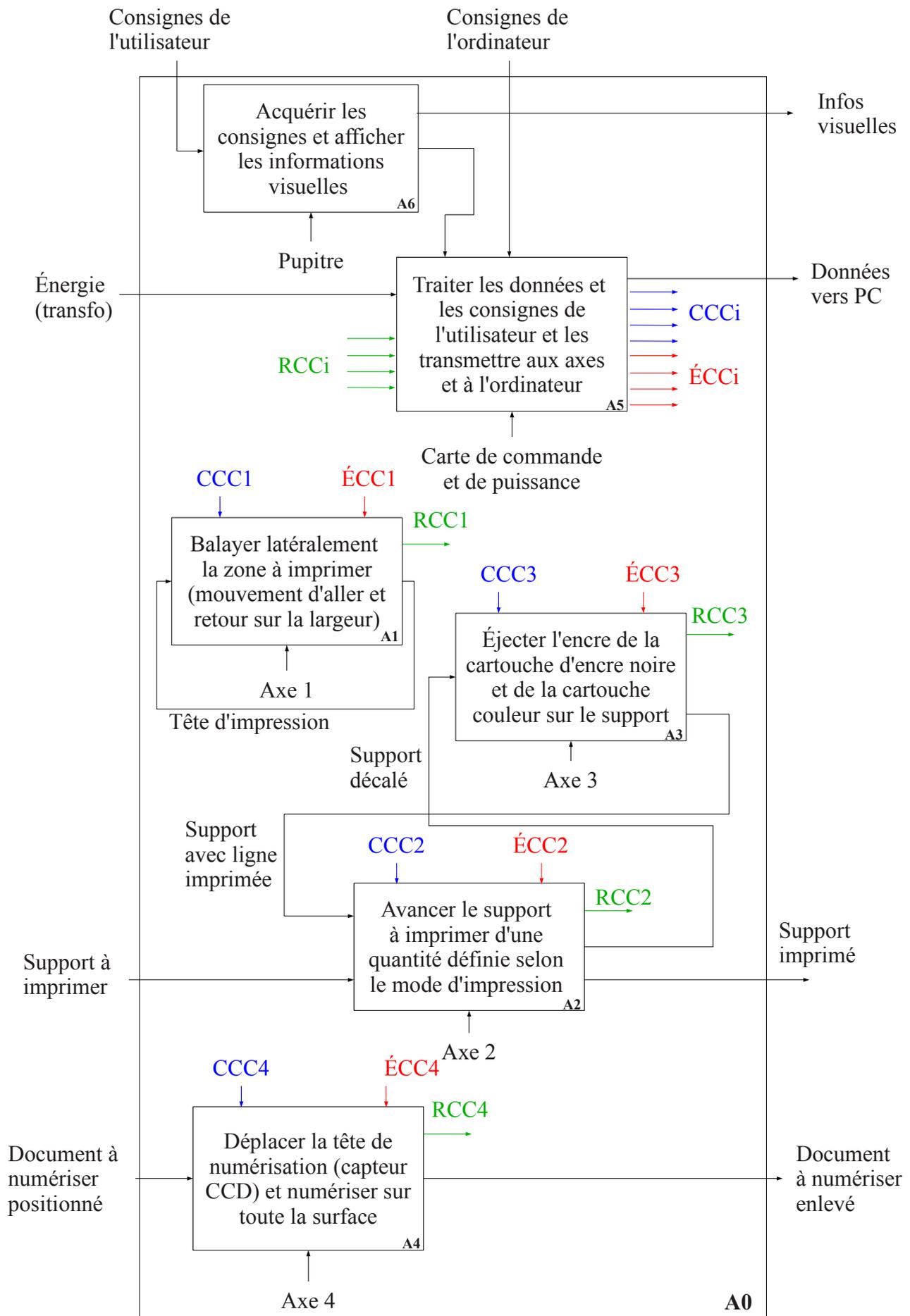
Les axes 1 à 3 sont utilisés pour l'impression et l'axe 4 est utilisé pour la numérisation d'un document.

Dans le cadre du sujet proposé, seul l'axe 1 sera étudié.

Le diagramme SADT de niveau A0 associé aux fonctions de service FS1 et FS2 est fourni page suivante.

Dans ce diagramme, quelques liens ont été mis de manière symbolique et en couleur pour faciliter la lecture :

- CCCi : commande de l'axe i par la carte de commande (i = 1, 2, 3 ou 4)
- ÉCCi : énergie de l'axe i envoyé par la carte de commande (i = 1, 2, 3 ou 4)
- RCCi : retour d'information de l'axe i à la carte de commande (i = 1, 2, 3 ou 4)

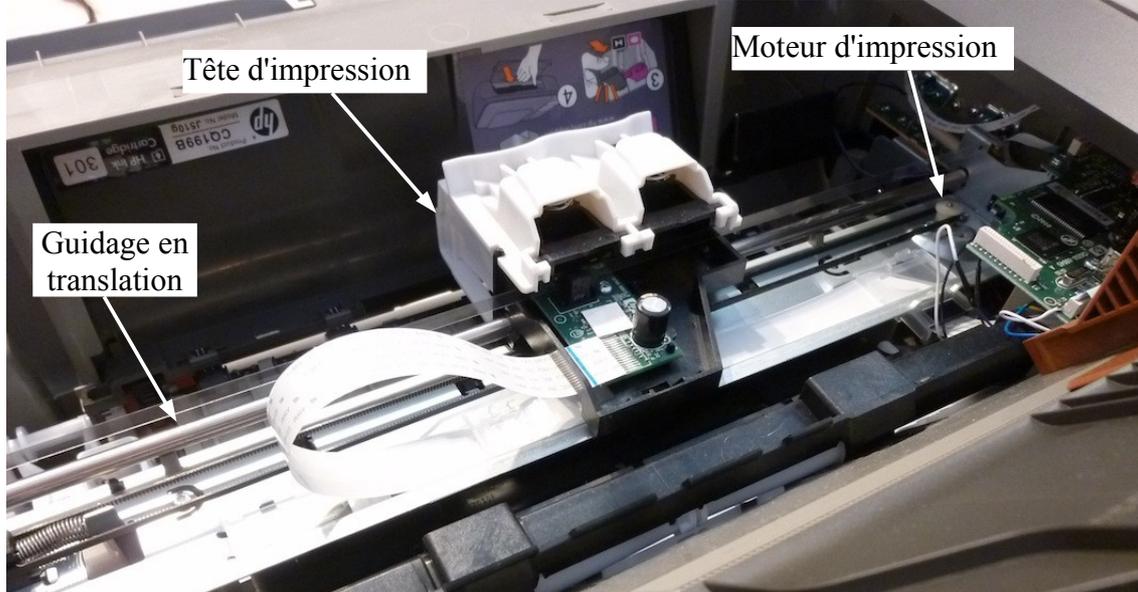


# Analyse structurelle de l'imprimante multifonctions HP 2050A

## Structure de l'axe 1

### Présentation

L'axe 1 correspond à la gestion de la mise en mouvement d'aller et retour de la tête d'impression sur la largeur de la feuille. Cet axe peut être facilement observé et manipulé sur l'imprimante [3] (démontée).



### Chaîne d'énergie de l'axe 1

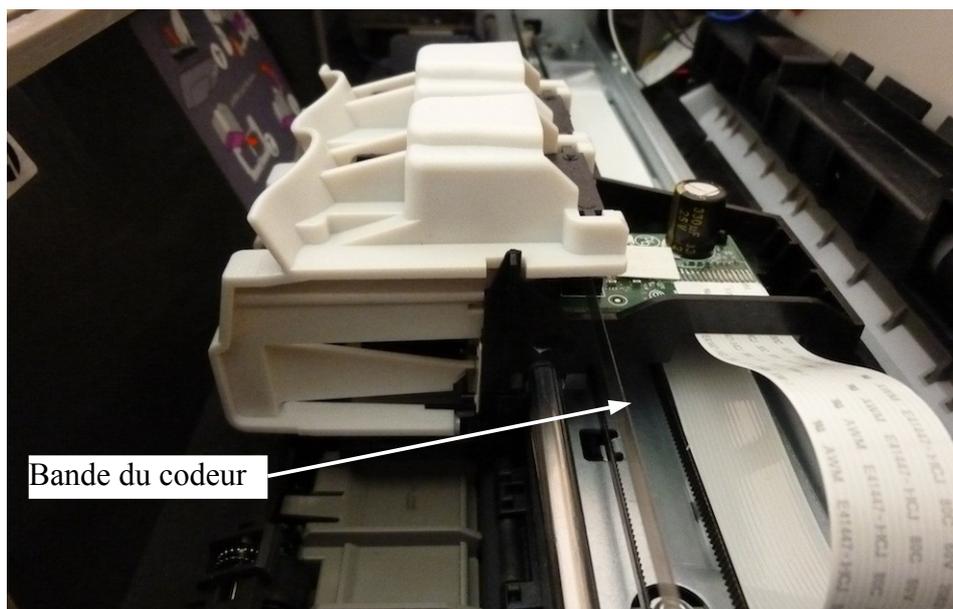
L'axe 1 est motorisé par un moteur à courant continu sur l'axe duquel un pignon est fixé. Ce pignon entraîne le support de la tête d'impression par une courroie crantée. Le rayon du pignon est  $r = 4$  mm.

La masse de la tête seule (zone noire guidée en translation + support d'accueil blanc) est de 80 g environ.

Les cartouches pleines pèsent environ 60 g. Les cartouches vides pèsent environ 40 g.

Les cartouches « longue durée » (non disponibles sur le poste) pèsent environ 80 g.

Le support de la tête d'impression est guidé en translation par rapport au bâti par plusieurs contacts surfaciques visibles sur la photographie ci-après.



Le moteur est alimenté par un hacheur à deux quadrants : dans le cas de l'imprimante [1] (instrumentée), ce hacheur est intégré à la carte de commande HP, et alimenté en 30V ; dans le cas de l'imprimante [2] (pilotee), ce hacheur se trouve sur la carte de pilotage et il est alimenté en 12V. La commande du hacheur dans le micro-contrôleur se fait en imposant la valeur d'un entier sur 11 bit : de 0 (0V) à 2048 (12V) et d'un bit de sens.

Les caractéristiques du moteur sont les suivantes :

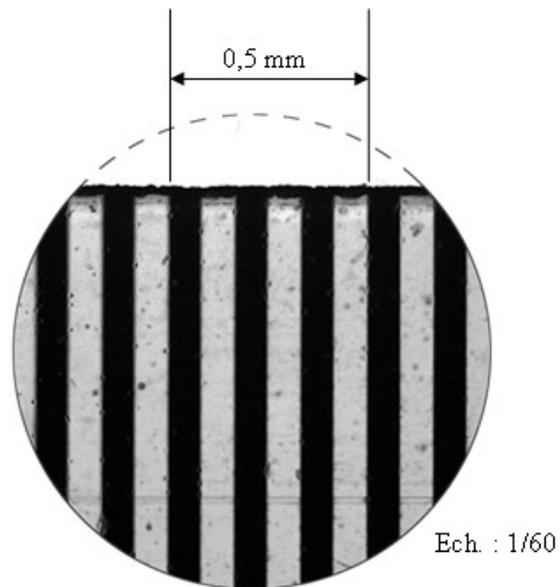
- Résistance du bobinage :  $R=10\ \Omega$
- Inductance du bobinage :  $L=20 \times 10^{-3}\ H$
- Constante de couple et de vitesse :  $K_c=0.02\ V.s.rad^{-1}=K_e=0.02\ N.m.A^{-1}$
- Moment d'inertie du rotor :  $J_m=4 \times 10^{-6}\ kg.m^2$
- Coefficient de frottement visqueux :  $f=2.8 \times 10^{-6}\ N.m.s.rad^{-1}$

### Chaîne d'information de l'axe 1

La mesure de la position de l'axe 1 est réalisée par un codeur optique incrémental composé d'une bande à barres sombres et claires (ou fentes) et deux fourches optiques décalées et placées en quadrature.

Sur la bande à barres, la distance entre deux fentes sombres est de  $1 / 150^\circ$  de pouce, ce qui correspond à une distance de 0,169 mm environ en deux barres.

L'information logique obtenue par les deux voies est directement traitée par la carte de commande fournie par HP (imprimante [1] instrumentée) ou par le microcontrôleur (imprimante [2] pilotée) et les ordres sont transmis au hacheur.



### Structure de l'axe 2

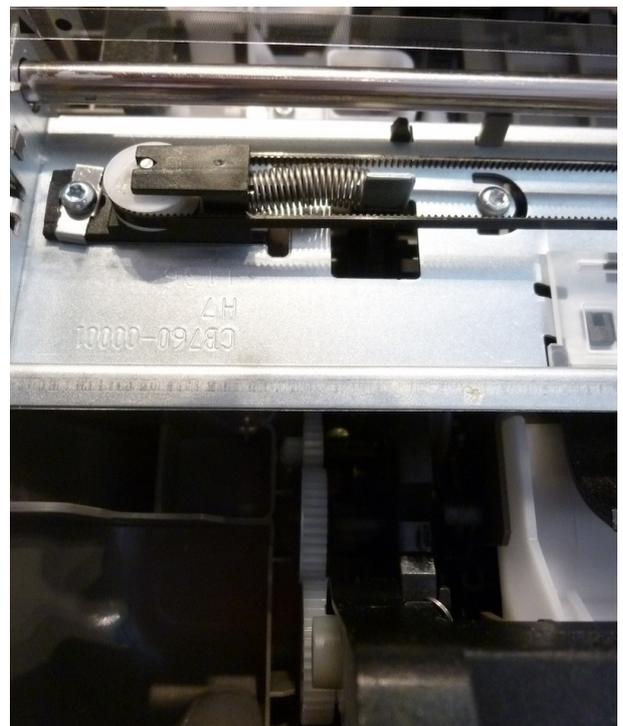
#### Présentation

L'axe 2 correspond à la gestion de l'avance régulière du support à imprimer.

#### Chaîne d'énergie de l'axe 2

L'axe 2 est motorisé par un moteur à courant continu sur l'axe duquel un pignon est fixé. Ce pignon entraîne, via un système poulie / courroie, la première tige d'entraînement du papier.

Les autres tiges d'entraînement ainsi que le système anti-retour sont entraînés à leur tour par les pignons visibles dans le fond de l'imprimante, sur le côté droit (voir photographie ci-contre).



## Engrenages

Le moteur de cet axe est identique à celui de l'axe 1. Il est alimenté par un hacheur à deux quadrants : dans le cas de l'imprimante [1] (instrumentée), ce hacheur est intégré à la carte de commande HP ; dans le cas de l'imprimante [2] (pilotée), ce hacheur se trouve sur la carte de pilotage.

### *Chaîne d'information de l'axe 2*

La mesure de la position de l'axe 2 est réalisée par un codeur optique incrémental constitué d'un disque à fentes sombres et claires et une fourche optique de type « mesure sinus ».

Le disque comporte 2500 fentes sur un tour et est visible sur le support moteur (c'est le disque sur lequel ont été collées les deux pastilles blanches).

L'information obtenue est directement traitée par la carte de commande fournie par HP (imprimante 1) ou par le microcontrôleur (imprimante 3) et les ordres sont transmis au hacheur.

### *Structure de l'axe 3 (non utilisé dans le cadre de ce sujet : pour information seulement)*

#### *Présentation*

L'axe 3 correspond à la gestion d'envoi de l'encre sur le support à imprimer.

#### *Chaîne d'énergie de l'axe 3*

La technologie utilisée dans les cartouches de l'imprimante HP 2050 A est du type « buse d'encre ». La gestion du débit est assurée par une technologie propriétaire.

#### *Chaîne d'information de la l'axe 3*

La connexion de la cartouche se fait avec un contact détachable et l'envoi d'information est codé, un décodeur étant inclus dans la cartouche : ce point permet alors de forcer l'utilisation de cartouches certifiées HP, les cartouches génériques ne pouvant comporter ce code.

### *Structure de l'axe 4 (non utilisé dans le cadre de ce sujet : pour information seulement)*

#### *Présentation*

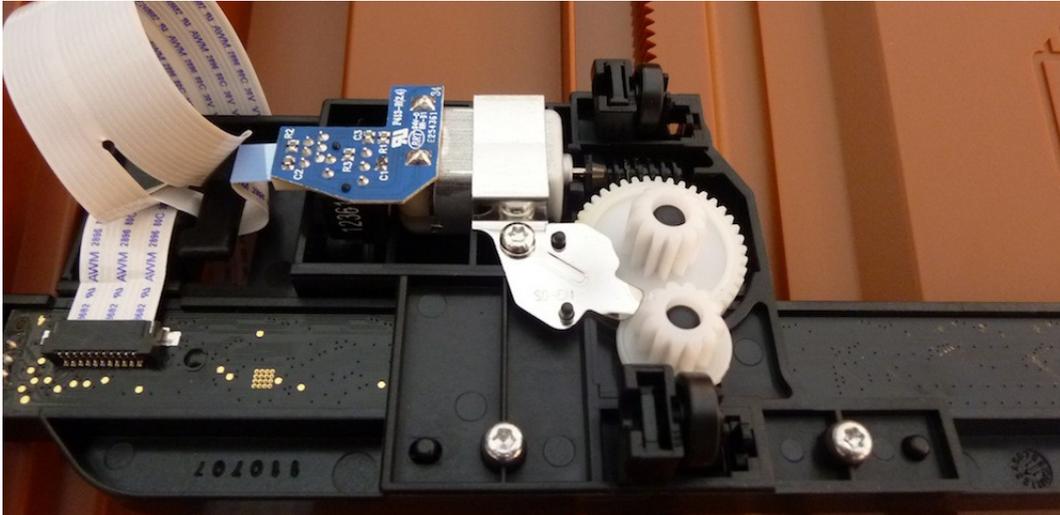
L'axe 4 correspond à la gestion de la mise en mouvement d'aller et retour de la tête de numérisation CCD sur la longueur de la vitre.

Cet axe peut être observé sous le capot sur l'imprimante [1] (instrumentée).



### *Chaîne d'énergie de l'axe 4*

L'axe 4 est motorisé par un moteur à courant continu sur l'axe duquel est fixé la vis d'un réducteur à roue et vis sans fin, celui-ci entraînant ensuite un train d'engrenages.



Le moteur est alimenté par un hacheur à deux quadrants : dans le cas de l'imprimante [1] (instrumentée), ce hacheur est intégré à la carte de commande HP ; dans le cas de l'imprimante [2] (pilotée), ce hacheur se trouve sur la carte de pilotage.

### *Chaîne d'information de la l'axe 4*

La mesure de la position de l'axe 1 est réalisée par un codeur optique incrémental réalisé par disque à fentes sombres et claires et une fourche optique. Ce disque comporte 100 fentes sur un tour.

L'information logique obtenue par la voie de mesure est directement traitée par la carte de commande fournie par HP (imprimante [1]) ou par le microcontrôleur (imprimante [2]) et les ordres sont transmis au hacheur.

## **Cahier des charges de l'imprimante HP 2050 A**

### *Performances selon les modes d'impression*

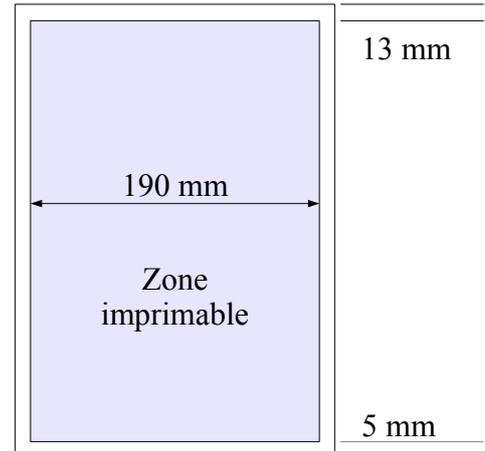
	<b>Brouillon</b>	<b>Normal</b>	<b>Optimal</b>	<b>Maximal</b>
Cadence maximale en pages par minute	20 en noir et blanc 16 en couleur	8 en noir et blanc 4 en couleur	5,5 en noir et blanc 2 en couleur	1 en noir et blanc 1 en couleur
Qualité visuelle relative	Suffisant pour du texte	Qualité ISO (idem laser) en noir et blanc Qualité supérieure au laser en couleurs.		Qualité photo, très supérieure au laser
Densité	300 ppp maxi	300 pp maxi	600 ppp maxi	1200 ppp maxi
Qualités papier	Tous papiers de grammage > 60 g + papier photo + transparents.			

## Taille de la zone d'impression

Les marges correspondent aux zones non imprimables.

Pour un document A4 (210 mm × 297 mm), et quel que soit le mode choisi, les marges imposées par l'imprimante sont les suivantes (voir ci-contre) :

- les marges supérieure et inférieure sont respectivement de 13 mm et 5 mm, ce qui correspond à une hauteur imprimable de 279 mm ;
- et les marges gauche et droite sont de 10 mm, ce qui correspond à une largeur imprimable de 190 mm.



## Cahier des charges pour la fonction de service FS1

L'énoncé de la fonction de service FS1 est : « Assurer une impression de qualité d'un document demandé par l'utilisateur pendant toute la phase d'utilisation des cartouches d'impression ».

Les critères associés à cette fonction de service sont les suivants :

CRITÈRES	NIVEAUX	FLEXIBILITÉ
Stabilité	Marge de gain : $MG = 10 \text{ dB}$	Valeur mini
	Marge de phase : $M\phi = 45^\circ$	Valeur mini
Précision	Erreur à une réponse en échelon de vitesse : $\epsilon_v = 0$	Aucune
	Erreur à une réponse en rampe de vitesse : $\epsilon_A < 10 \%$	Aucune
Robustesse	Angle maximal d'inclinaison pour l'impression : $16^\circ$	Conseillé
	Résistance aux chocs extérieurs équivalents à $14 \text{ m.s}^{-2}$	Conseillé
Amortissement	Dépassements à un réponse en échelon de vitesse : $D < 15 \%$	Impérative
	Dépassement à une réponse en rampe de vitesse : $D = 0 \%$	Conseillée

## ***Procédure de changement des cartouches***

### ***Accès aux cartouches sur l'imprimante [1] (instrumentée)***

Ne pas changer les cartouches sur cette imprimante. Si besoin, contacter l'interrogateur qui procédera à leur échange.

### ***Accès aux cartouches sur l'imprimante [2] (pilotée)***

Le capot ayant été retiré, l'accès est simple et il suffit alors de le décaler à la main par le dessus, ce qui permet d'accéder aux cartouches.

### ***Enlèvement et mise en place des cartouches***

Mettre le doigt sur la partie supérieure afin de faire basculer les cartouches et les extraire de leur support. Ne surtout pas forcer, la cartouche doit partir facilement.

Pour placer une nouvelle cartouche, faire l'opération inverse.