

Appareil de mammographie ¹

Un mammographe est constitué des éléments génériques suivants :

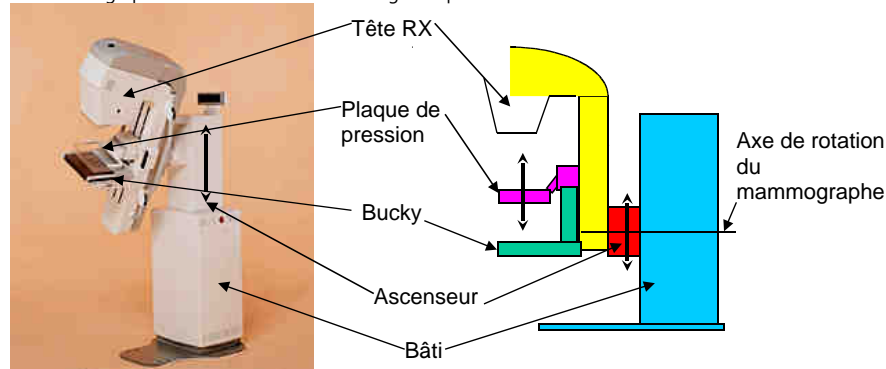


Figure 1.

- Un ascenseur en liaison glissière de direction verticale par rapport à la partie fixe du mammographe (bâti). Cette mobilité permet d'adapter le mammographe à la taille de la patiente.

L'ascenseur supporte les éléments suivants :

- La « tête RX » permet d'émettre les rayons X. Un collimateur permet de contrôler le faisceau afin d'optimiser le cliché. Le réglage angulaire de la tête RX est réalisé par un pivotement autour de l'axe de rotation du mammographe. La tête RX est donc en liaison pivot par rapport à l'ascenseur ;
- Le « bucky » sert de surface d'appui au sein et de support au film ou au capteur d'images. Il peut également recevoir le stéréotaxie permettant de réaliser une biopsie (prélèvement au niveau de la tumeur). Le réglage angulaire du bucky est réalisé par un pivotement autour de l'axe de rotation du mammographe. Le bucky est en liaison pivot par rapport à l'ascenseur ;
- La « plaque de pression » permet de comprimer le sein et de le maintenir en position afin d'avoir une meilleure qualité de l'image. Elle fait l'objet d'une liaison glissière par rapport au bucky.

A noter que les réglages angulaires des deux liaisons pivots sont indépendants. On peut, par exemple, faire tourner la tête RX sans faire tourner le bucky.

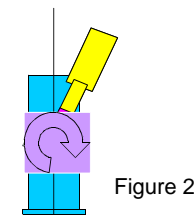


Figure 2

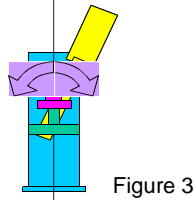


Figure 3

¹ Centrale MP 2004

Deux types d'examen radiologiques existent :

- Le « screening » consiste en la prise de plusieurs clichés du sein suivant différents points de vue indépendants . C'est le premier examen radiologique effectué sur un sein. En particulier, c'est la procédure utilisée lors des campagnes de dépistage systématique. En cas de diagnostic positif, l'examen de stéréotaxie peut être envisagé.
- La « stéréotaxie » consiste également en la prise de plusieurs clichés mais sans modifier le positionnement du sein sur le mammographe ni sa mise en pression. Les différentes vues 2D ainsi obtenues permettent d'identifier en 3D le positionnement précis de la tumeur. Les coordonnées de la tumeur sont alors communiquées au « stéréotaxie » afin de réaliser la biopsie avec précision. La chaîne image permet l'acquisition d'images numériques. Cette évolution technologique permet l'utilisation d'un logiciel capable de traiter l'image afin d'aider le radiologue dans la recherche des tumeurs de petites dimensions.

I.1. Étude de l'architecture du mammographe ISIS.

L'objectif de cette étude est l'identification de la structure cinématique du mammographe.

Question 1. Dans le cas d'un examen de type « screening », préciser le mouvement associé à la réalisation de chaque fonction technique FT1, FT2 et FT3. Pour chaque mouvement, indiquer si c'est une translation ou une rotation, la direction ou l'axe du mouvement, le (ou les solides) en mouvement relatif ainsi que le solide par rapport auquel il a lieu. Faire un tableau pour répondre à cette question.

Question 2. Par quel mouvement faut-il compléter la cinématique précédente pour que le mammographe permette également la réalisation d'un examen de type « stéréotaxie » ? Indiquer si c'est une translation ou une rotation, la direction ou l'axe du mouvement, le (ou les solides) en mouvement relatif ainsi que le solide par rapport auquel il a lieu.

Question 3. Tracer le schéma cinématique en perspective du mammographe « ISIS » qui permet de réaliser les deux types d'examen. Pour cela, commencer par reproduire le système d'axes de la figure 4.

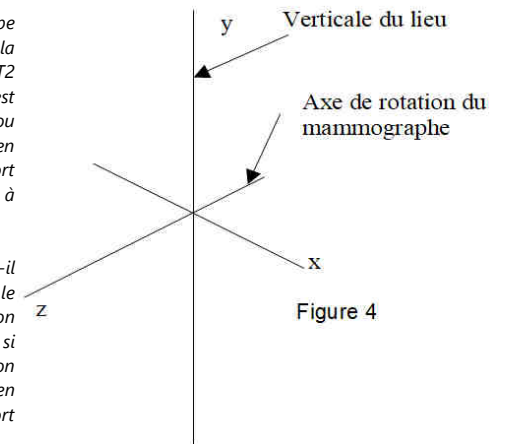


Figure 4

I.2. Analyse de la fonction de service FS111 et de FT1

Le mammographe doit être adapté à la taille de la patiente en faisant monter ou descendre l'ascenseur. La liaison glissière de l'ascenseur par rapport à la partie fixe du mammographe est réalisée par un guidage sur deux barres parallèles fixées sur le bâti. Le déplacement de l'ascenseur est obtenu à partir d'un moteur électrique qui entraîne en rotation une vis. La rotation de la vis entraîne ensuite l'écrou sur lequel est fixé l'ascenseur.

Un vérin à gaz permet d'assister le moteur lors de la montée de l'ascenseur par l'intermédiaire d'une poulie montée à l'extrémité de la tige du vérin à gaz et d'une courroie crantée. Une des extrémités de la courroie est fixée sur le bâti du mammographe et l'autre extrémité est liée à l'ascenseur.

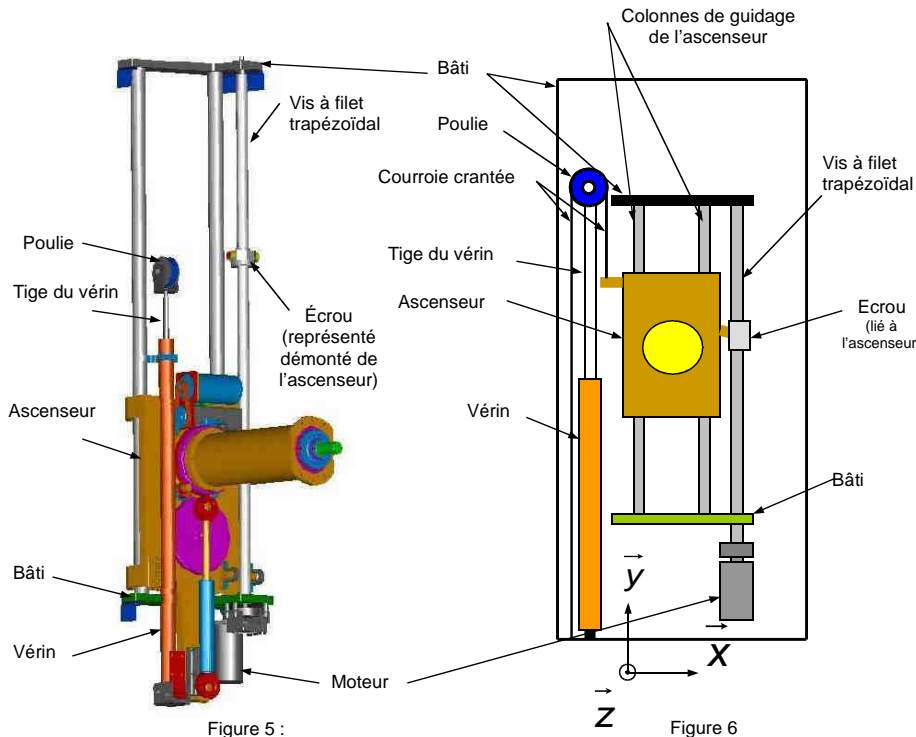


Figure 5 :
(la courroie crantée n'est pas représentée)

La figure 5 décrit la chaîne associée à la réalisation des fonctions techniques FT1 et FT2. Seuls les éléments intervenant dans FT1 sont repérés sur cette figure. La figure 6 représente le schéma de principe de la chaîne associée à la réalisation de la fonction technique FT1 «Faire monter ou descendre l'ascenseur».

Extrait du cahier des charges fonctionnel :

Fonction	Critères	Niveaux
FT1 :Faire monter ou descendre l'ascenseur	Amplitude du déplacement : respecter une course de réglage de la position	course = $0,8 \pm 10^{-3}$ m
	Ne pas stresser la patiente en déplaçant trop rapidement l'ascenseur	$V_R = 0,15 \text{ m s}^{-1}$
	Ne pas blesser la patiente lors de l'approche du bucky	$V_L = 0,02 \text{ m s}^{-1}$
	Atteindre rapidement la vitesse de déplacement rapide respecter la durée t_a	$t_a = 0,4 \text{ s}$
	Blocage de l'ascenseur en cas de panne électrique	Aucune tolérance sur cette sécurité
	Pas de collision avec la patiente lors du déplacement de l'ascenseur	Éléments de protection

1.3. Analyse de la solution retenue

L'objectif de cette analyse est l'identification de certaines contraintes induites par la solution retenue.

1.3.1 Etude du système de translation verticale $V = \{0 \cup 1 \cup 2\}$

Une représentation plane du système de translation est donnée ci contre. On considère que le système à l'équilibre.

Question 4. Tracer le graphe des liaisons du sous-ensemble V.

Question 5. Pour la boucle 0-1-2 puis 0-2 écrire les équations de fermeture cinématique et déterminer le degré de mobilité. Calculer sur chaque boucle d'hyperstatisme par la méthode globale.

Question 6. Pour la boucle 0-2 donner l'intérêt d'une telle association de liaison.

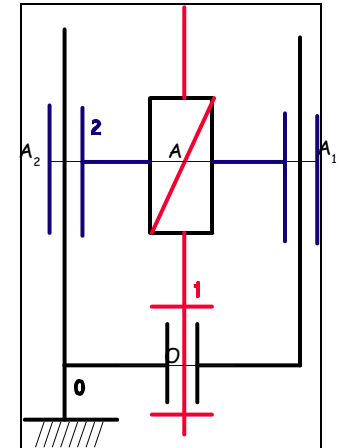
Question 7. Déterminer le degré d'hyperstatisme de l'ensemble V.

Les AM de 0 sur 1 se composent :

- Action de la liaison pivot entre bâti 0 et vis 1, $\{t_{0 \oplus 1}\}$
- Action du moto réducteur entre 0 et 1, $\{t_{M01 \oplus 1}\}$

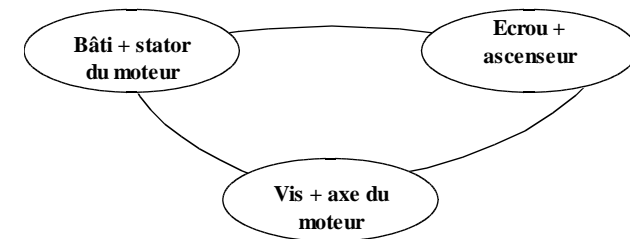
Question 8. Déterminer la relation entre le couple C01 et les actions mécaniques de pesanteur afin de maintenir le système à l'équilibre.

Question 9. Proposer un schéma cinématique isostatique représentant l'association de 2 liaisons en parallèle et tel que la liaison équivalente soit identique à celle trouvée en Q6.



1.3.2 Analyse technologique de la solution retenue

Maintenant, on limite la modélisation cinématique aux solides identifiés sur le graphe des liaisons ci-dessous.



Question 10. Désigner les trois liaisons. Établir le schéma cinématique montrant la transformation du mouvement de rotation de l'axe du moteur en translation de l'ascenseur.

Question 11. Proposer, sous forme de schéma cinématique, un autre principe de solution permettant de réaliser le mouvement vertical de l'ascenseur.

Question 12. On peut envisager de remplacer le système vis-écrou classique à contact directe par un dispositif vis-écrou à billes. Cette dernière solution technologique permet de rendre négligeable le frottement, mais elle n'a pas été retenue. Quel critère du cahier des charges incite à choisir le dispositif vis-écrou à billes ? Quel critère du cahier des charges conduit au rejet du dispositif vis-écrou à billes ?