

# BACCALAUREAT GÉNÉRAL

Session 2007

Série S Sciences de l'ingénieur

## ÉTUDE D'UN SYSTÈME PLURITECHNIQUE

Coefficient : 4

Durée de l'épreuve : 4 heures

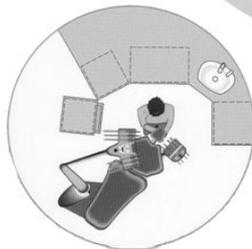
Sont autorisées les calculatrices électroniques.  
Aucun document personnel n'est autorisé.

Les réponses sont à donner sur les documents réponses et sur feuille de copie.  
Il est conseillé de traiter les différentes parties dans l'ordre.

**FAUTEUIL DE  
DENTISTE**



**Le Concept  
Airel  
Pacific**



© Copyright Airel

### COMPOSITION DU SUJET :

#### SOMMAIRE

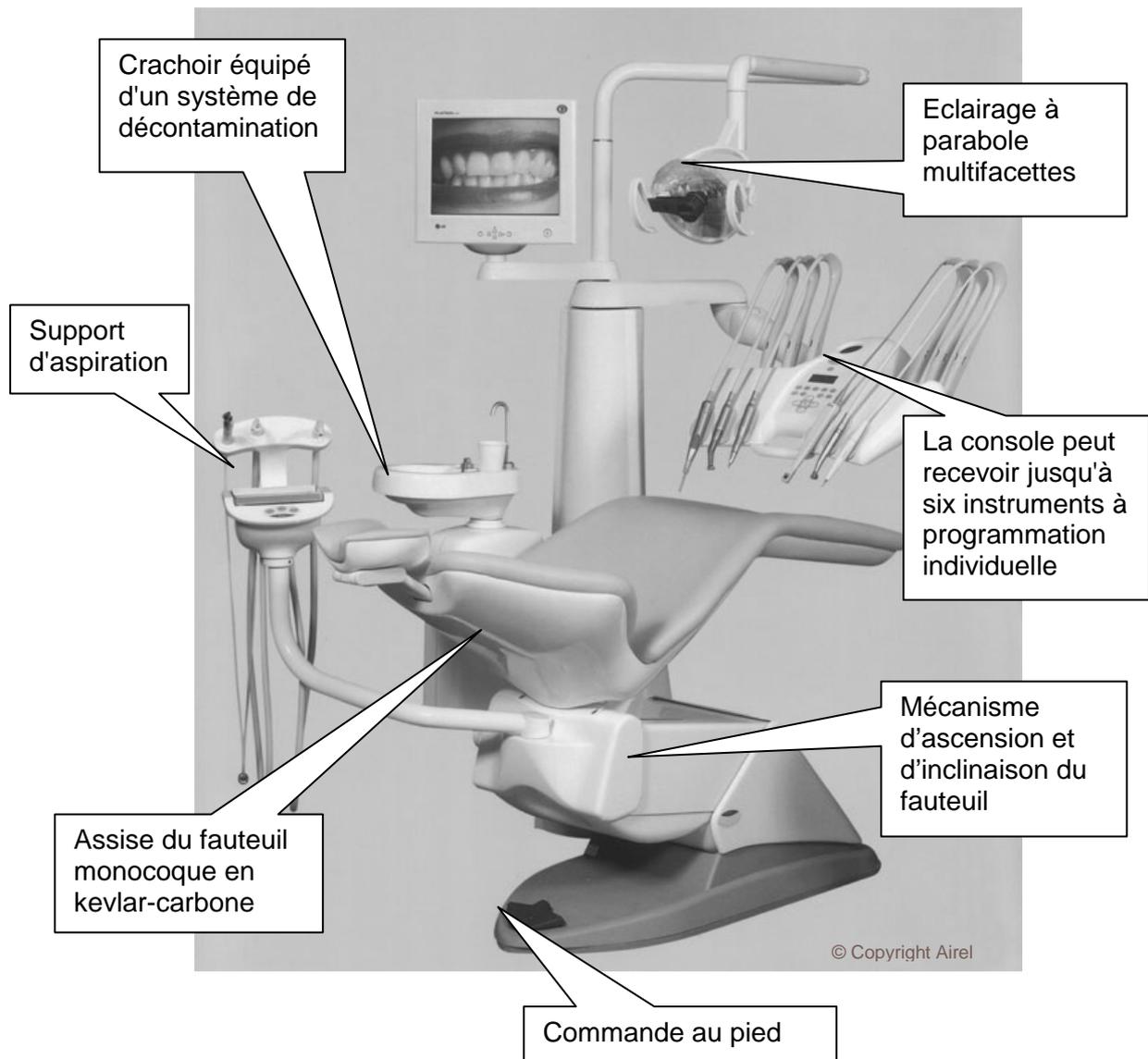
PRÉSENTATION DU SYSTÈME.....	de 2 à 4
TRAVAIL DEMANDÉ.....	de 5 à 11
Un dossier « DOSSIER TECHNIQUE ».....	DOCUMENT DT1 à DT 11
Un dossier « DOSSIER RÉPONSE ».....	...DOCUMENT DR1 à DR 8

### CONSEILS AU CANDIDAT

La phase d'appropriation du système passe par la lecture attentive de l'ensemble du sujet.  
Il est conseillé de consacrer environ 20 minutes à cette phase de découverte.

# PRÉSENTATION DU SYSTÈME

La chirurgie dentaire et ses spécificités opératoires nécessitent l'installation du patient dans une position couchée particulière (voir illustration ci-dessous). La société AIREL a donc développé un fauteuil d'opération ergonomique, véritable automate comportant toutes les commandes et les fonctions dont le praticien doit disposer, quelle que soit sa spécialité et ses contraintes opératoires.

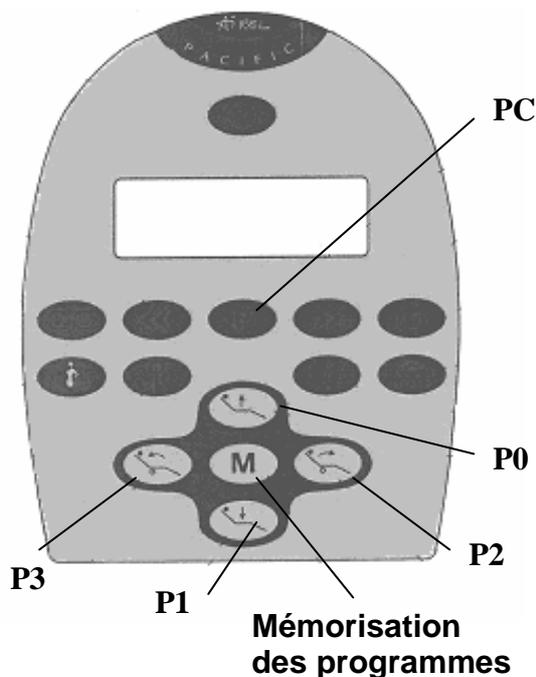


## DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

Le fauteuil est équipé de deux vérins électriques (Repérés 2a et 2b sur les documents techniques DT 8 et DT 9) qui vont permettre l'installation du patient dans une position couchée particulière. Lors de la mise en marche, deux bips sonores annoncent un bon fonctionnement de la platine. Le fauteuil peut se commander de trois endroits différents :

- commande au pied ;
- commande sur le clavier de la console, voir figure 1 ;
- commande sur le clavier du support aspiration.

**Figure 1 :**  
**Description partielle**  
**du clavier de la**  
**console**



Les boutons P0, P1, P2, P3 sont à double fonction, ils peuvent être utilisés de deux façons différentes.

**Contact maintenu** : fonction simple, le fauteuil se déplace dans le sens désiré.

**Simple impulsion** : fonction programmée, le fauteuil se déplace vers une position préprogrammée PGM-0, PGM-1, PGM-2, PGM-3.

Fonctions simples (contact maintenu sur la touche)

- **P0** Montée de l'assise du fauteuil monocoque. (vérin d'ascension 2a)
- **P1** Descente de la coque.
- **P2** Basculement de la coque vers le haut (retour en position assise du patient).
- **P3** Basculement de la coque vers le bas (allongement du patient, vérin d'inclinaison 2b).

Fonctions programmées (une impulsion sur la touche)

Le fauteuil est équipé d'une carte électronique permettant d'enregistrer 4 positions et de les rappeler au moment où le praticien le souhaite.

PGM-0 = Appel du programme 0 (Remise à zéro du fauteuil).

PGM-1 = Appel du programme 1.

PGM-2 = Appel du programme 2.

PGM-3 = Appel du programme 3.

## Procédure de programmation des boutons

Mettre le fauteuil dans la position souhaitée à l'aide du clavier de commande manuelle ou de la commande au pied. En maintenant M appuyé, presser l'un des quatre boutons P0, P1, P2 ou P3. Un signal sonore annonce alors l'enregistrement de la position.

### Remarques

- La mise en mémoire efface automatiquement un ancien enregistrement.
- Il est possible de reprogrammer les positions autant de fois que l'on désire.

### Position crachoir

- Une impulsion sur la touche PC remet la coque en position assise pour permettre au patient d'utiliser le crachoir, (PGM-PC1).
- Une autre impulsion sur PC bascule la coque de manière à se replacer dans sa dernière position de travail (PGM-PC2).

### Autres informations utilisées par rapport à l'équipement et à l'utilisation

**ARU** Arrêt d'urgence.

Une impulsion permet l'arrêt instantané du fauteuil.

**SPC** Sortie position crachoir.

Un relais s'enclenche pendant 5 secondes à l'appel de la position crachoir (permet le rinçage de la cuvette du crachoir).

### Capteurs utilisés sur le fauteuil de dentiste

- Capteurs de fin de course de sécurité : des micros contacts détectent les positions extrêmes des parties mobiles du dispositif mécanique. Ces contacts sont normalement ouverts.

Remarque : lorsqu'un micro contact est fermé le moteur s'arrête.

- Des capteurs à effet Hall (26) : intégrés aux moteurs des vérins électriques 2a et 2b (voir DT 7), ils envoient des informations relatives à la position du fauteuil.

## **ÉVOLUTION DES PERFORMANCES**

Dans sa configuration actuelle, le fauteuil permet de monter le patient (200 kg maximum) à une hauteur de 274 mm et à une vitesse de 55 mm/s.

En raison de nouvelles contraintes opératoires les praticiens souhaitent deux évolutions du produit :

- le patient doit pouvoir monter jusqu'à une hauteur maximale comprise entre 350 et 400 mm ;
- une vitesse d'ascension plus confortable de 45 mm/s.

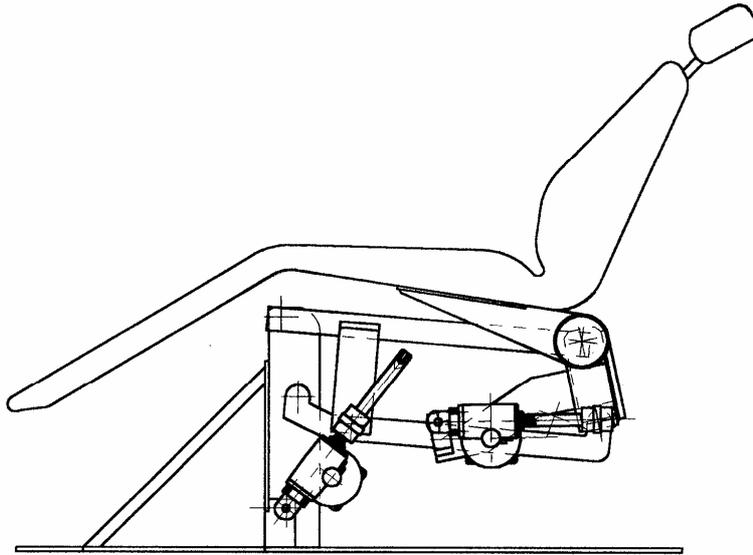
***Pour répondre à cette demande il serait souhaitable de pouvoir modifier simplement le produit déjà installé chez les praticiens, plutôt que de remplacer le fauteuil.***

***Le but de l'étude suivante est de trouver une solution à cette évolution.***

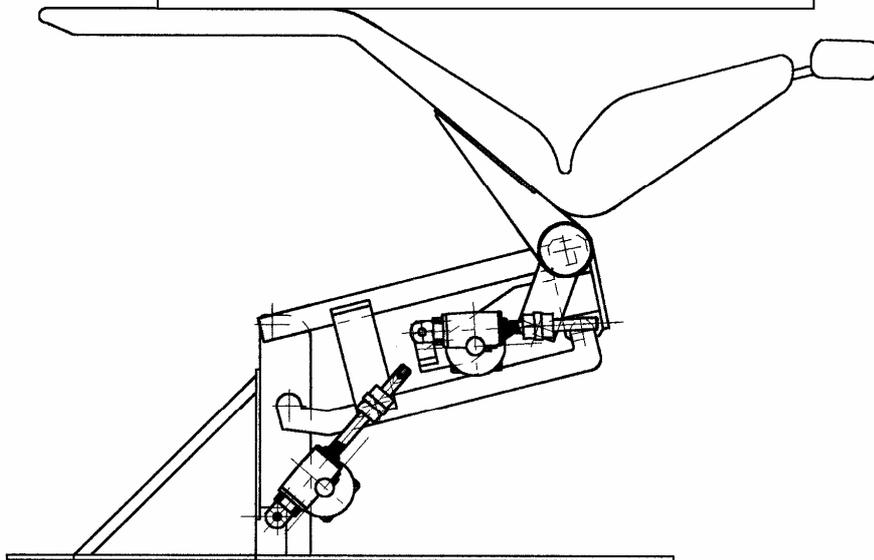
# TRAVAIL DEMANDÉ

## FAUTEUIL DE DENTISTE

SIÈGE EN BAS EN POSITION ASSISE



SIÈGE EN POSITION HAUTE ALLONGÉE



## 1) OBJECTIF

### IDENTIFIER LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU PRODUIT ACTUEL POUR LOCALISER LES POINTS À MODIFIER

## ANALYSE FONCTIONNELLE GLOBALE

### Question N°1 (répondre sur le document réponse DR 1 )

- ✎ En vous aidant des éléments relatifs au dossier de présentation, et du dossier technique **DT1**, compléter le document réponse **DR 1** actigramme A0.

## ANALYSE DE LA PARTIE STRUCTURELLE

L'étude de la partie opérative portera exclusivement sur le mécanisme d'ascension et d'inclinaison du fauteuil intervenant dans la fonction A4 : « Modifier la position du fauteuil » (diagramme A0, document réponse DR 1).

Le mécanisme d'ascension et d'inclinaison est défini par les documents DT 6, 7, 8, 9.

### Question N°2 (répondre sur le document réponse DR 1 )

- ✎ Compléter le diagramme FAST (document réponse **DR 1**) concernant la fonction principale **FS** : « **INCLINER LE FAUTEUIL** », en indiquant soit la fonction associée à un mécanisme, soit le mécanisme associé à une fonction.

### Question N°3 (répondre sur le document réponse DR 2 )

- ✎ En vous aidant de l'actigramme A2 document technique **DT 1**, identifier les fonctions **A21, A22, A23, A24, A25** en complétant les repères sur le schéma structurel du document DR2.

### Question N°4 (répondre sur le document réponse DR 3 )

Le mécanisme d'ascension et d'inclinaison peut se décomposer en 11 classes d'équivalence (groupes ou blocs cinématiques).

Pour simplifier l'étude, les vérins électriques 2a et 2b seront décomposés en trois parties distinctes (corps 2a ou 2b, vis 28a ou 28b et écrou 27a ou 27b). Voir documents DT 7, DT 8, DT 9.

- ✎ Compléter le graphe de liaisons, sur le document réponse **DR 3**, en indiquant les numéros des repères de pièces définissant les classes d'équivalence et en indiquant les liaisons manquantes entre les classes d'équivalence.

### Question N°5 (répondre sur le document réponse DR 3 )

Les mécanismes d'ascension et d'inclinaison sont identiques.

- ✎ À partir du graphe des liaisons, compléter sur le document réponse **DR 3** dans les zones entourées en trait mixte fin, le schéma cinématique du mécanisme en vous inspirant des symboles normalisés déjà utilisés.

**Question N°6 (répondre sur feuille de copie)**

- ☒ Au cours de la montée du patient, est-il nécessaire de piloter les deux vérins électriques en même temps pour maintenir le patient allongé ? Justifier votre réponse à partir du schéma cinématique.

**Question N°7 (répondre sur feuille de copie)**

- ☒ Un capteur à effet Hall permet de déterminer le nombre de tours du moteur. En vous aidant de la documentation technique **DT 4**, déterminer la nature du signal délivré par ce type de capteur (analogique, logique ou numérique).

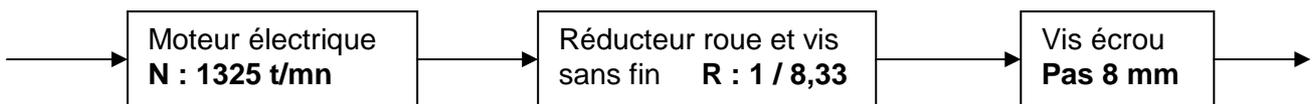
**Question N°8 (répondre sur feuille de copie)**

- ☒ Justifier le choix de ce type de capteur.

**Question N°9 (répondre sur feuille de copie)**

- ☒ Le défaut dû à la précision de lecture du capteur (26) est de 1 tour du moteur. Quelle est la valeur du défaut sur la position de l'écrou ?

**Hypothèse :** les liaisons sont parfaites



**Question N°10 (répondre sur feuille de copie)**

- ☒ En déduire le défaut de positionnement vertical du fauteuil.

**Hypothèses :** les liaisons sont parfaites, la course du fauteuil (274 mm) est proportionnelle à la course du vérin (118 mm)

## 2) OBJECTIF

### COMPLÉTER LES ALGORIGRAMMES POUR LA PHASE DE RÉGLAGE ET CELLE DE FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

#### Question N°11 (répondre sur le document réponse DR4)

Initialement le fauteuil est en position basse. Si le praticien souhaite programmer une position du fauteuil, il appuie sur la touche P0 du clavier. Lorsque la position est atteinte, il relâche la touche P0, puis mémorise la position en se référant à la procédure de programmation. En phase automatique, cette position sera atteinte en appuyant sur P1 (un compteur C permettra de connaître le nombre de tours du moteur).

Le capteur à effet Hall délivre **1 impulsion par tour** de moteur (la variable N est incrémentée de 1 à chaque tour du moteur).

PN1 correspond au nombre de tours nécessaire pour programmer le fauteuil en position P1.

- À l'aide de la documentation technique **DT2**, compléter sur le document réponse **DR 4** les algorigrammes de la phase de réglage et du fonctionnement en mode automatique (compléter les zones grisées).  
En déduire les algorithmes correspondants (répondre sur le document réponse **DR 4**).

## 3) OBJECTIF

### DETERMINER LE VÉRIN 2a ET VÉRIFIER LA PRÉCISION DU POSITIONNEMENT DU FAUTEUIL

#### Question N°12 (répondre sur le document réponse DR 5 et sur feuille de copie)

Sur le DR 5 le mécanisme d'ascension est représenté en position basse. La pièce 10, en traits mixtes fins, est représentée dans la position haute répondant à l'évolution du cahier des charges (hauteur maximale de 400 mm).

- Déterminer la nouvelle course du vérin.  
Tracer la position du point B correspondant à l'extrémité du vérin.

#### Question N°13 (répondre sur le document réponse DR 6 et sur feuille de copie)

- Déterminer l'effort sur l'écrou du vérin électrique dans la position la plus défavorable (fauteuil en position basse).

**Hypothèse** : la symétrie du mécanisme permet de considérer le problème comme plan, les liaisons sont parfaites, le poids des différentes pièces est négligeable.

**Données** : le poids du patient est appliqué en G ; intensité 2 000 N.

#### **Démarche à suivre** :

- étudier l'équilibre du vérin électrique (corps + vis écrou) ;
- effectuer l'inventaire des actions mécaniques ;
- après application du PFS que peut-on en déduire ?

- étudier l'équilibre de la pièce **10** ;
- effectuer l'inventaire des actions mécaniques ;
- après application du PFS, par une résolution graphique, en déduire l'effort que doit délivrer le vérin.

**Question N°14 (répondre sur le document réponse DR 7 et sur feuille de copie)**

- ☒ Déterminer la vitesse de l'écrou en fonction de la nouvelle vitesse souhaitée.

**Hypothèses :**

- le problème est plan ;
- l'ascension est assurée par le vérin d'élévation (2a) ;
- le vecteur « vitesse du patient » par rapport au sol est appliqué en G ; son support est indiqué sur le document DR7.

**Donnée :** la vitesse moyenne d'élévation est de 45 mm/s.

**Démarche à suivre :**

- déterminer le CIR de la pièce 10 dans son mouvement par rapport au bâti 1 ;
- en déduire la vitesse du point A appartenant à la pièce 10 par rapport au bâti ;
- écrire la loi de composition des vitesses au point A ;
- en déduire la vitesse de translation de l'écrou dans son mouvement par rapport à la vis.

**Question N°15 (répondre sur feuille de copie)**

On admettra que la vitesse de translation de l'écrou est de 17,5 mm/s et que l'effort du vérin est de 5 100 N.

- ☒ En consultant le tableau des caractéristiques des vérins **DT 10** et en fonction des caractéristiques précédentes, choisir le nouvel actionneur.

**Question N°16 (répondre sur feuille de copie)**

Il serait souhaitable que l'évolution du produit permette de réduire ce défaut de positionnement vertical à moins de 1 mm.

- ☒ Le défaut de positionnement vertical du fauteuil engendré par le nouvel actionneur est-il acceptable ?

#### 4) OBJECTIF

### VÉRIFIER LE DISPOSITIF DE SAUVEGARDE DES DONNÉES DES POSITIONS DU FAUTEUIL EN CAS DE COUPURE DU SECTEUR

Pour chaque patient, il convient de régler le fauteuil dans des positions particulières. Ces positions doivent être mémorisées et il ne doit pas être nécessaire de les reprogrammer en cas de coupure du secteur. On se propose d'analyser et de valider qualitativement et quantitativement la structure " Détecter une coupure d'énergie secteur ". Cette fonction délivre une information essentielle sur l'entrée  $\overline{xirq}$  de demande d'interruption de fonctionnement du microcontrôleur en cas de coupure.

#### Question N°17 (répondre sur votre copie)

En cas de coupure du secteur, le signal sur l'entrée  $\overline{xirq}$  déclenche la mémorisation des programmes des différentes positions du fauteuil.

- ✎ Pour quel niveau logique l'entrée  $\overline{xirq}$  est-elle active ?

#### Question N°18 (répondre sur votre copie)

Sachant que l'entrée  $\overline{xirq}$  est active dès la coupure secteur, on se propose de déterminer si le microcontrôleur reste quand même alimenté assez longtemps pour mémoriser la position du fauteuil.

- ✎ À l'aide de la documentation technique DT4 concernant le régulateur L7805, déterminer dans quelle plage de tensions doit se situer la tension d'entrée **Vin** afin que le régulateur puisse fournir une tension de sortie correcte, c'est-à-dire 5 V.

#### Question N°19 (répondre sur votre copie)

À la coupure secteur, la tension  $V_{in}$  à l'entrée du régulateur est de 24 V et le condensateur C 29 se décharge de 1 Volt toutes les 6  $\mu s$ .

- ✎ Déterminer la durée pendant laquelle le régulateur fournira une tension de sortie correcte (on supposera que  $V_{in}$  minimum est de 7,5 Volts).

#### Question N°20 (répondre sur votre copie)

- ✎ À l'aide du document technique DT5, déterminer le composant qui permet de mémoriser les quatre positions.

#### Question N°21 (répondre sur votre copie)

- ✎ À l'aide de la documentation technique DT3, déterminer la durée nécessaire pour mémoriser les quatre positions du fauteuil.  
Le microprocesseur est-il alimenté assez longtemps pour que L'EEPROM puisse mémoriser ces quatre positions ? Justifier.

## 5) OBJECTIF

### AMÉLIORER UNE SOLUTION CONSTRUCTIVE

#### Étude de la liaison entre l'écrou 27 et la pièce n°11

La cinématique de l'ossature impose la réalisation d'une liaison pivot entre la pièce 11 et l'écrou 27. L'écrou 27 est livré sous une forme cylindrique standard avec épaulement (voir document DT 7 et DR 8) et ne peut être modifié. Cette forme de l'écrou nous impose l'insertion d'une pièce intermédiaire 7 entre l'écrou 27 et la pièce 11. La liaison actuelle n'est pas satisfaisante (difficulté de mise en position des éléments, complexité des opérations de maintenance sur l'écrou ou le vérin), on se propose de l'améliorer.

**Cette nouvelle solution est ébauchée sur le document DR 8**

#### **Question N°22 (répondre sur le document réponse DR 8)**

- ✎ Identifier par coloriage sur les perspectives des pièces 7a, 7b, 27 :
  - En rouge, les surfaces qui réalisent la mise en position axiale de l'écrou 27 par rapport à l'ensemble 7.
  - En bleu, les surfaces qui réalisent la mise en position radiale de l'écrou 27 par rapport à l'ensemble 7.

#### **Question N 23 (Répondre sur le document réponse DR 8)**

- ✎ Compléter à main levée les perspectives et toutes les vues de la mise en plan de la liaison afin d'assurer le maintien en position de l'écrou 27 par rapport à l'ensemble 7.
- ✎ À l'aide du document **DT 11**, donner la liste des éléments standards utilisés.

#### **Cahier des charges de la liaison**

- La forme de l'écrou ne devra pas être modifiée (aucun usinage sur l'écrou).
- L'écrou doit être immobilisé par rapport à la pièce intermédiaire.
- La pièce intermédiaire 7 (réalisée en deux parties) doit être en liaison pivot par rapport à la pièce 11.
- L'écrou doit pouvoir être remplacé simplement.

✎ **Nota** : Une documentation sur des éléments standards est fournie en document technique annexe DT 11.