

Le sujet repose dans sa globalité sur l'implantation
du banc de musculation Add Abd Air-Compact dans une salle,
depuis les réglages dus à la mise en service jusqu'à son utilisation

Sommaire

Objectifs

temps conseillé

Présentation générale du système

Page 2

30 min

Etude A

Analyser le système afin d'identifier la structure permettant d'assurer la conformité entre la charge réelle et la consigne.

page 6

20 min

Etude B

Caractériser l'effort musculaire contrôlé sur chacune des jambes (régler, afficher et équilibrer).

page 11

1 h 10 min

Etude C

Définir les paramètres de la chaîne d'acquisition du capteur de pression permettant l'étalonnage du banc (mise en service et maintenance).

page 14

1 h 40 min

Etude D

Améliorer l'utilisation du système et gérer les performances de l'utilisateur.

page 19

1 h 20 min

Les différentes parties décrites ci-dessus sont indépendantes, il est néanmoins conseillé de les traiter dans l'ordre proposé.

Il est à noter que la qualité de rédaction de la copie sera prise en compte dans la notation.

1 – Présentation générale du système :

Technologie... Innovation... Performance. Design Corporel dispose d'une gamme d'équipements musculaires performante de dernier cri. Le banc de rééducation abducteur - adducteur représente le nouveau concept forme (voir page 3).

Aux commandes de cette machine nouvelle génération, le système électropneumatique apporte tout le confort, le silence et la sécurité recherchés par les clients les plus exigeants.

Grâce à sa ligne très compacte, ce système aide le corps à évoluer très précisément dans les mouvements, facilités par les différents réglages d'amplitude et de charge.

Muni en série d'une console électronique basse tension, l'appareil se règle au kilogramme près et gère automatiquement répétitions et séries. Il permet ainsi aux néophytes une concentration maximale dans leurs mouvements. Parfaitement géré par la console électronique, le travail musculaire, plus précis et affiné, devient alors régulier et progressif.

Quel que soit son mode de fonctionnement, le système oppose un effort à l'action de l'utilisateur.

La rééducation fonctionnelle est la plus douce possible car contrôlée de façon analytique (mesure et gestion des performances), protégeant ainsi les muscles et les articulations. Le tout dans un design particulièrement soigné.

Vue d'ensemble figure 1 (page 3).

Caractéristiques générales :

- Alimentation 24 Vdc
- 1 entrée pression de 0 à 700 kPa
- Réglage et affichage de la charge
- Sélection du sens de l'effort
- Fonction cadenceur

Fonctions spécifiques :

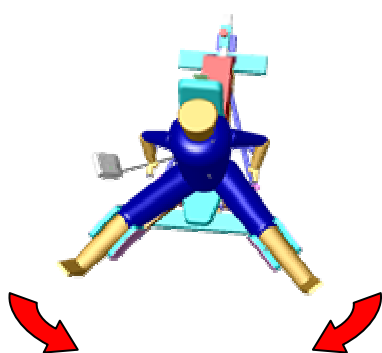
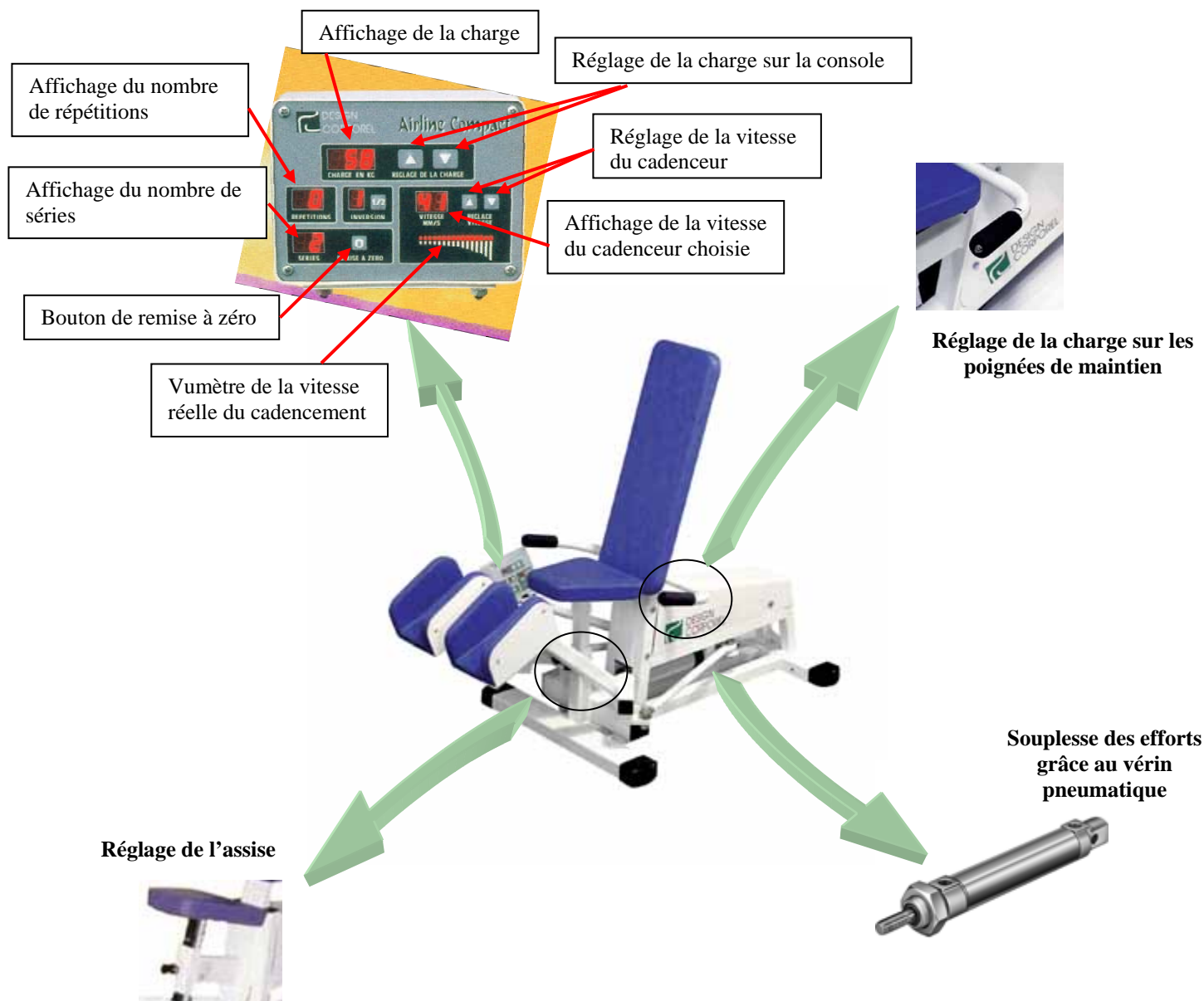
- Les produits de la gamme Air-Compact sont munis en série d'une console électronique basse tension à fonctions multiples (figure n°1 : page 3) :
 - Réglage et affichage de la charge au kilogramme près
 - Gestion automatique des répétitions et des séries
- Le réglage de la charge pourra s'effectuer directement depuis les poignées de maintien (photo 1), permettant ainsi un réglage encore plus précis, sans interrompre l'exercice.



- Photo 1 : Poignée de maintien -

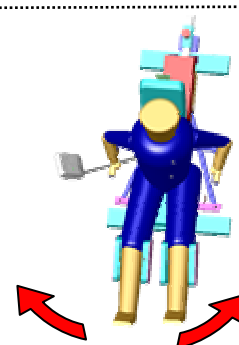
- Cet équipement peut recevoir en option des butées de réglage d'amplitude pour la rééducation.

- Figure 1 : vue d'ensemble du banc de musculation Add Abd Air-Compact -



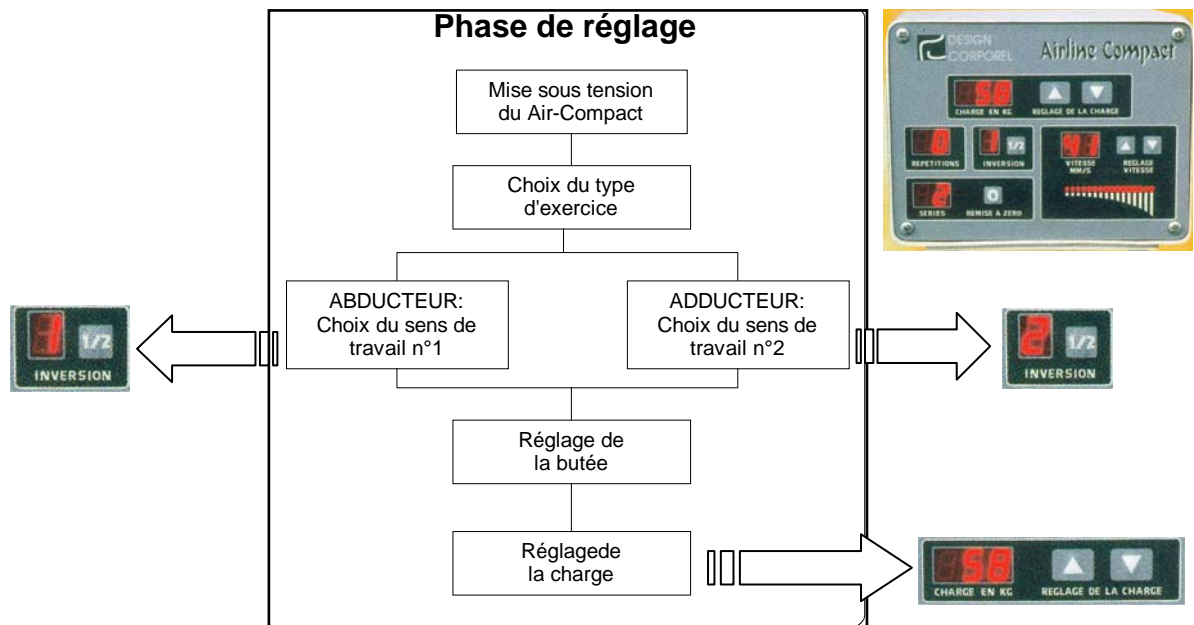
Adducteurs – Muscles dont la contraction provoque le rapprochement des membres inférieurs. Pendant l'exercice, le bassin bien fixé, les adducteurs sont tonifiés et peuvent être étirés (stretching).

Abducteurs - Muscles dont la contraction provoque l'écartement des membres inférieurs. Pendant l'exercice, les moyens Fessiers responsables du parfait équilibre du bassin sont tonifiés en parfaite harmonie.



2 – Description du procédé d'utilisation

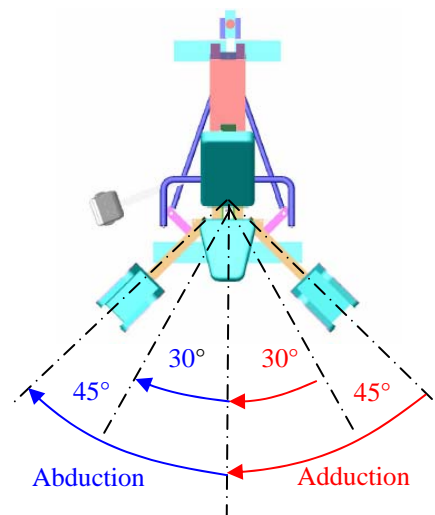
Le banc de musculation *Add Abd Air-Compact* permet de travailler les abducteurs et les adducteurs. Dans les deux cas il faut impérativement respecter le protocole suivant :



3 – Principe de tonification des muscles abducteurs et adducteurs

Physiologiquement, l'abduction et l'adduction de la hanche ont une amplitude de 45°.

En tonification musculaire, l'amplitude utile diffère selon le mouvement considéré. L'adduction se fait sur les 30 derniers degrés et l'abduction se fait sur les 30 premiers degrés.

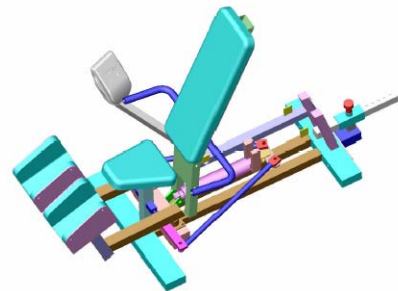
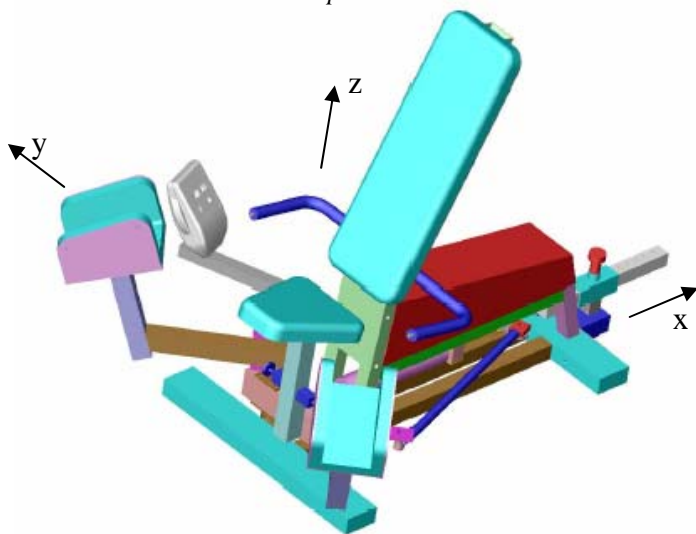


La façon de travailler et la charge sont également différentes :

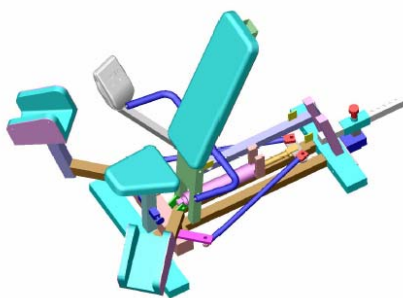
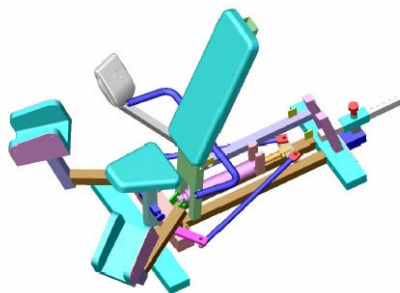
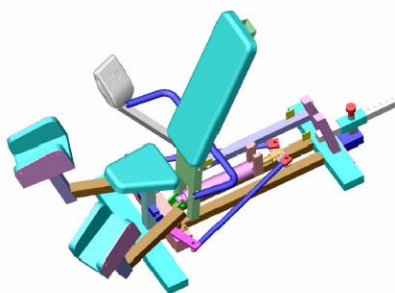
- adduction : charges faibles ; séries courtes, rapides mais nombreuses,
Ex : 3 séries rapides de 10 répétitions en faisant évoluer la charge de 3 à 5 kg,
- abduction : charges plus lourdes ; séries prolongées mais peu nombreuses,
Ex : 10 mouvements tenus 6 secondes en faisant évoluer la charge de 4 à 7 kg.

- Annexe 1 : Mise en situation du banc *Abd Add Air-Compact* -

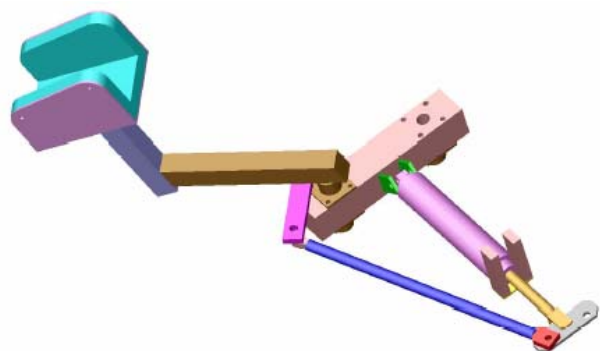
- Ensemble *Abd Add Air-Compact* -



- Banc en évolution -

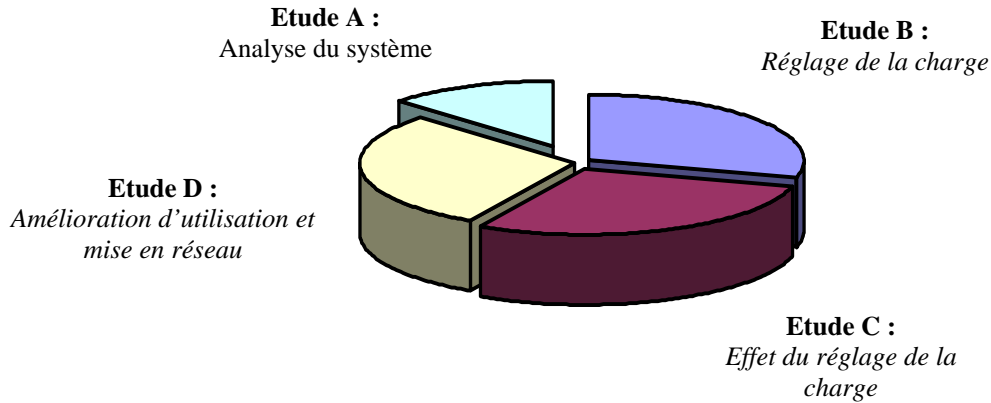


- Sous ensemble *SE1* -



ETUDE DU SYSTEME

Le sujet repose dans sa globalité sur l'implantation du banc *Add Abd Air-Compact* dans une salle de musculation, depuis les réglages dus à la mise en service jusqu'à son utilisation.



Etude A :

L'objet de cette étude est d'analyser le système afin d'identifier la structure permettant d'assurer la conformité entre la charge réelle et la consigne.

Les annexes 2 et 5 fournissent respectivement le diagramme structurel (page 7 et 10) et le schéma structurel du banc de musculation Add Abd Air-Compact (page 10).

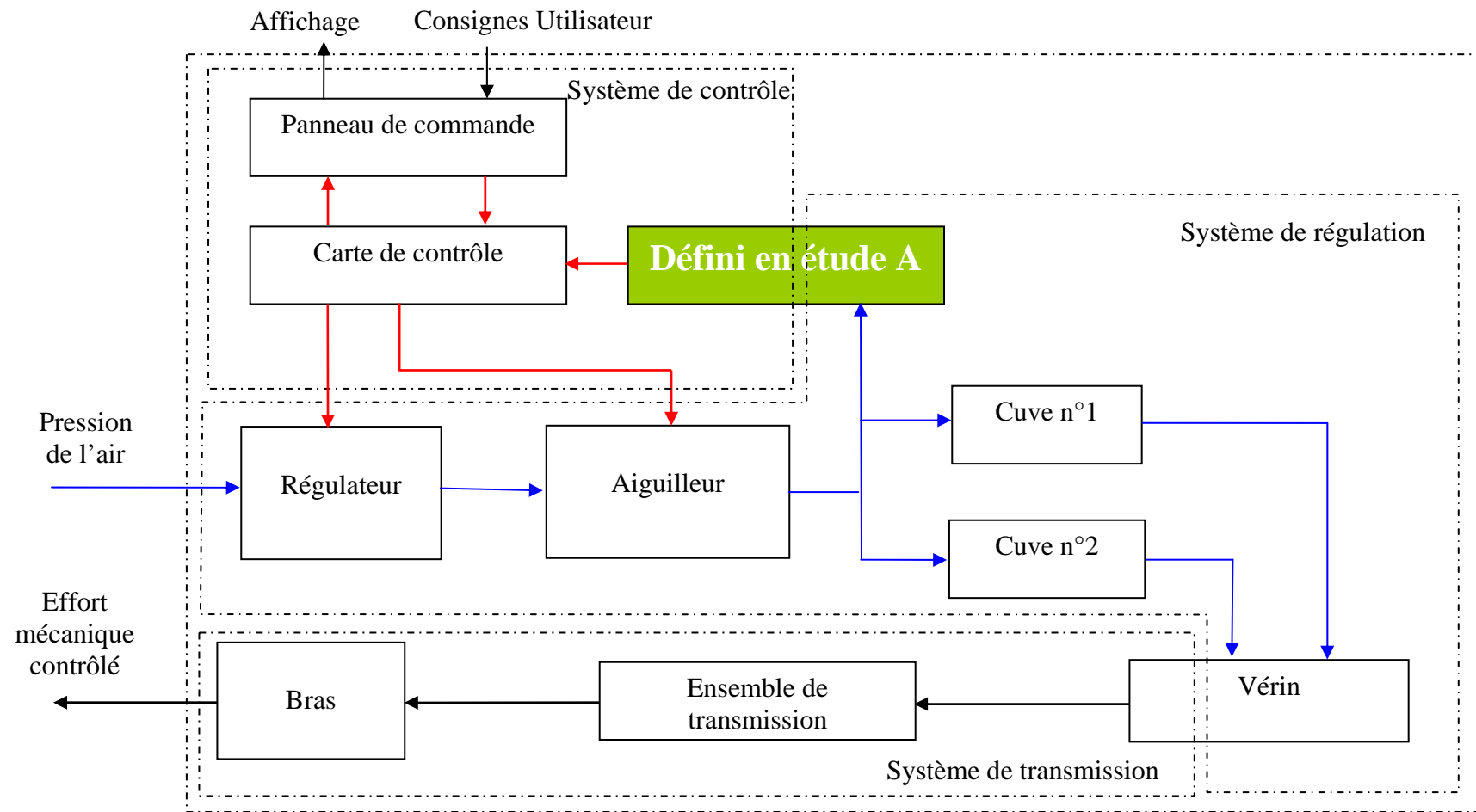
Question A.1 :

En vous aidant de la présentation générale, énoncer en quelques lignes (10 maximum) le principe de fonctionnement du banc de musculation *Add Abd Air-Compact*.

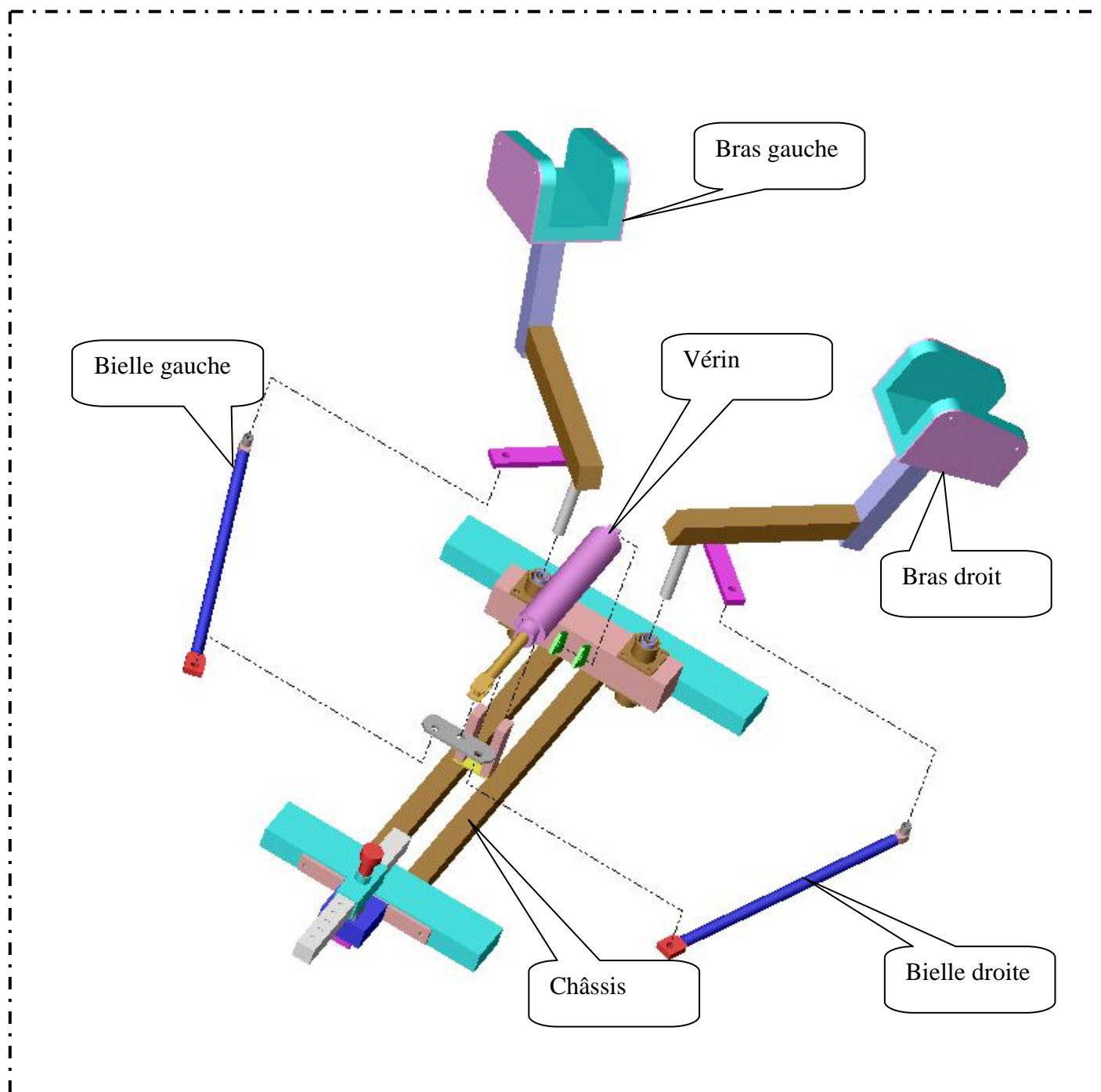
Question A.2 :

A l'aide des annexes 2 et 5, nommer le constituant qui fait le lien entre les systèmes de contrôle et de régulation.

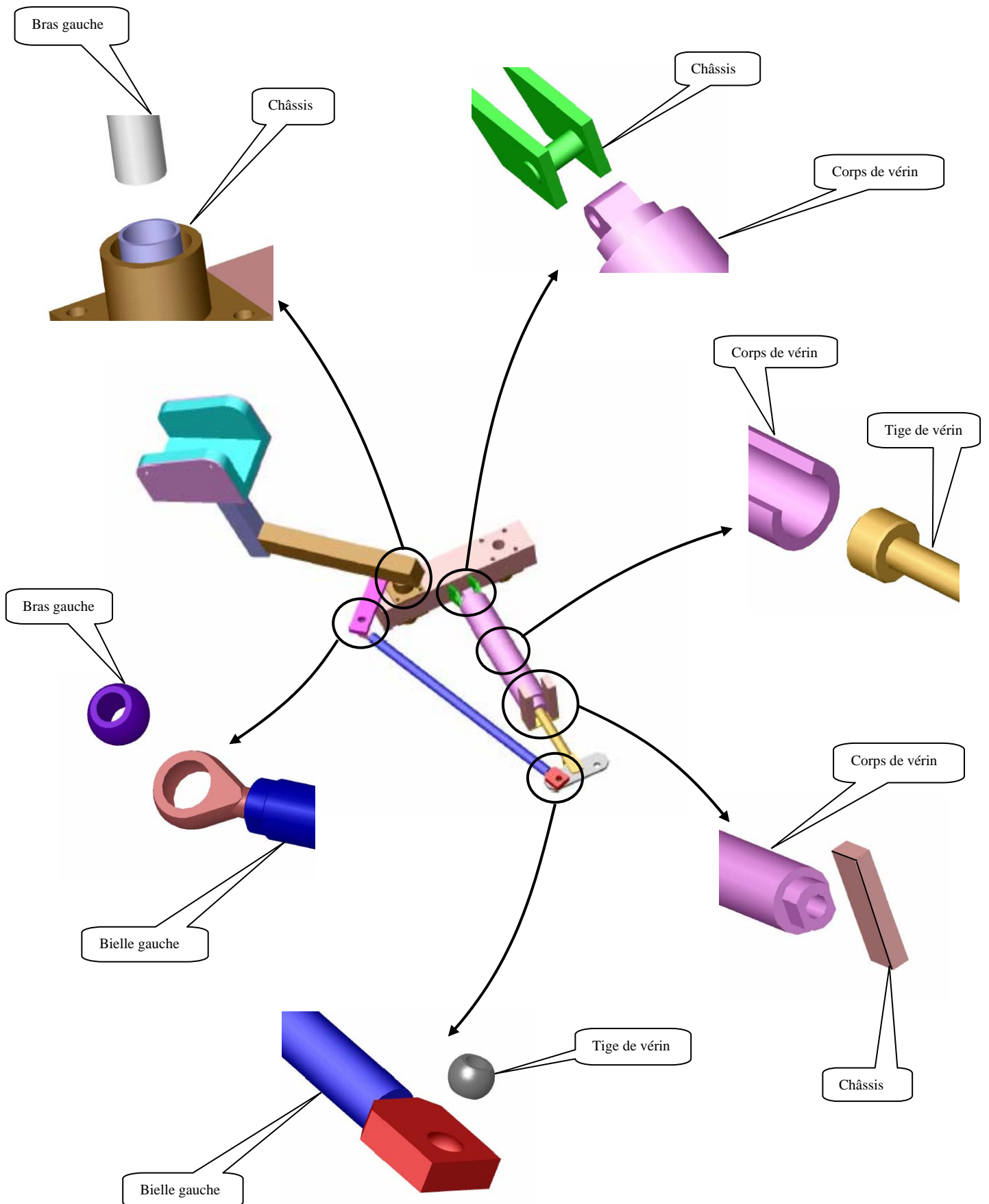
ANNEXE 2 : structure du banc Add Abd Air-compact



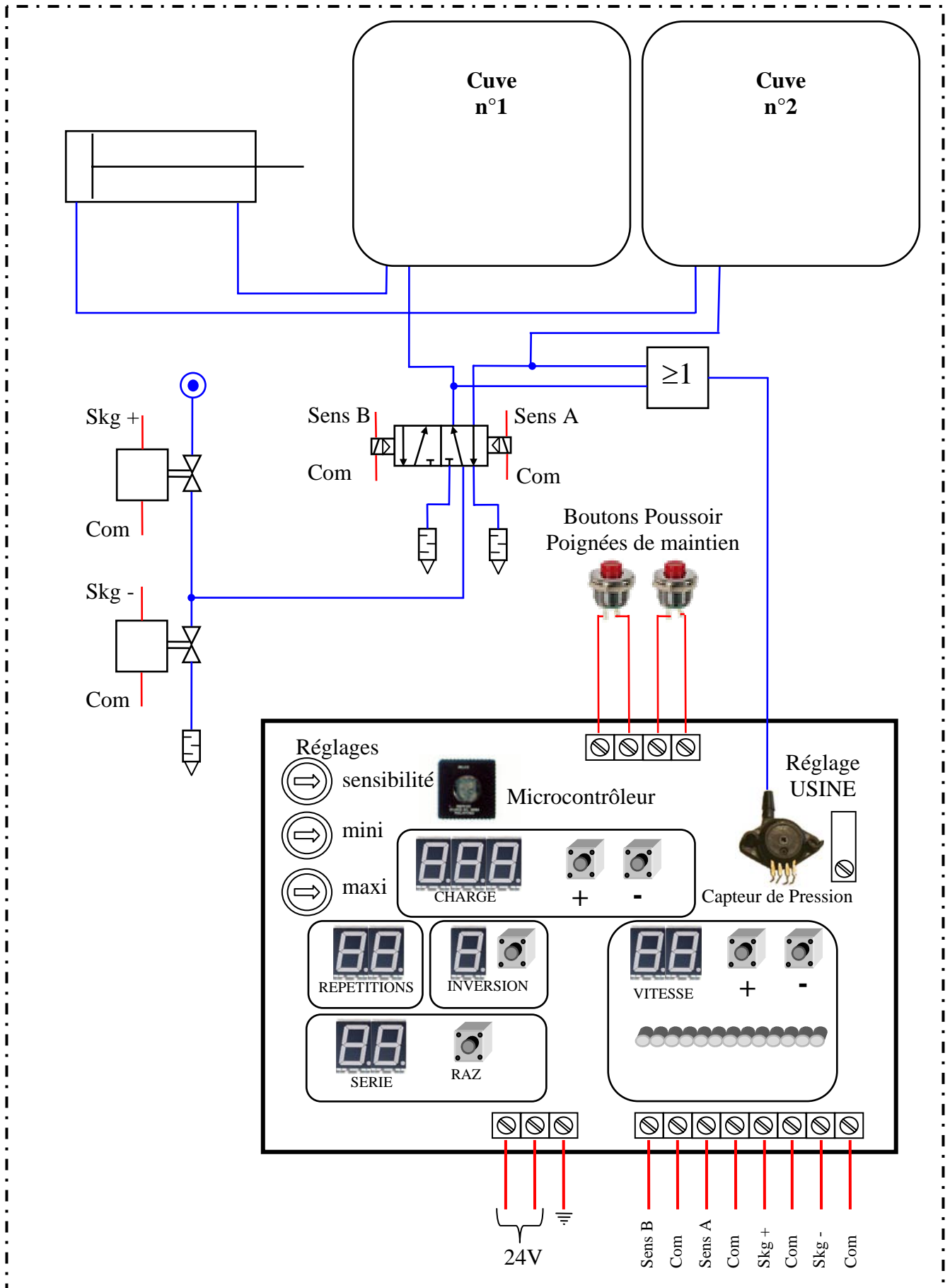
- Annexe 3 : Vue éclatée du banc de musculation *Add Abd Air-Compact* -



**- Annexe 4 : Visualisation des surfaces de contact entre les blocs
cinématiquement équivalents du sous-ensemble SE1 -**



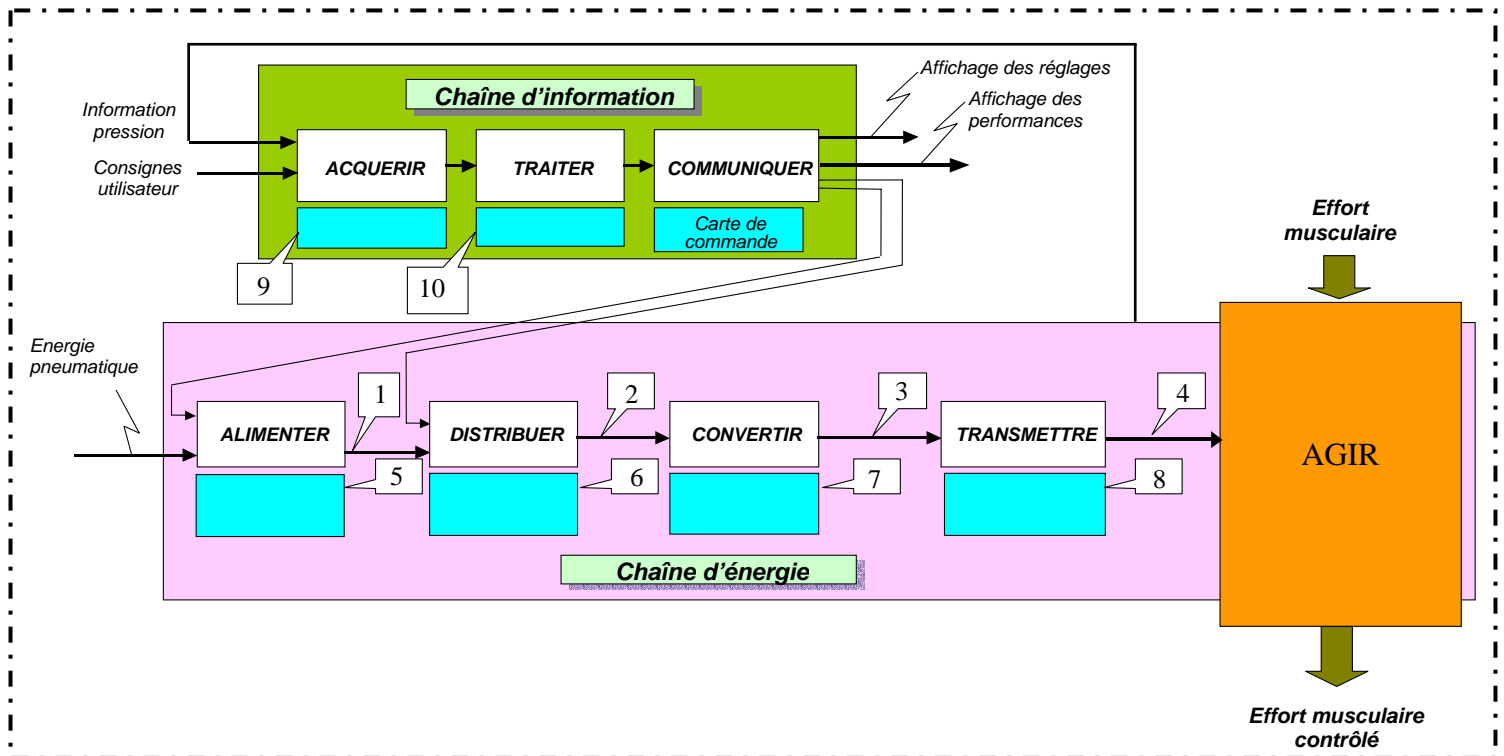
- Annexe 5 : Schéma structurel du banc Add Abd Air-Compact –



Etude B :

L'objet de cette étude est de caractériser l'effort musculaire contrôlé sur chacune des jambes (régler, afficher et équilibrer).

La figure 2 et l'annexe 5 (page 10) fournissent respectivement l'organisation fonctionnelle ainsi que le schéma structural du banc Add Abd Air-Compact.



- Figure 2 : organisation fonctionnelle du banc Add Abd Air-Compact -

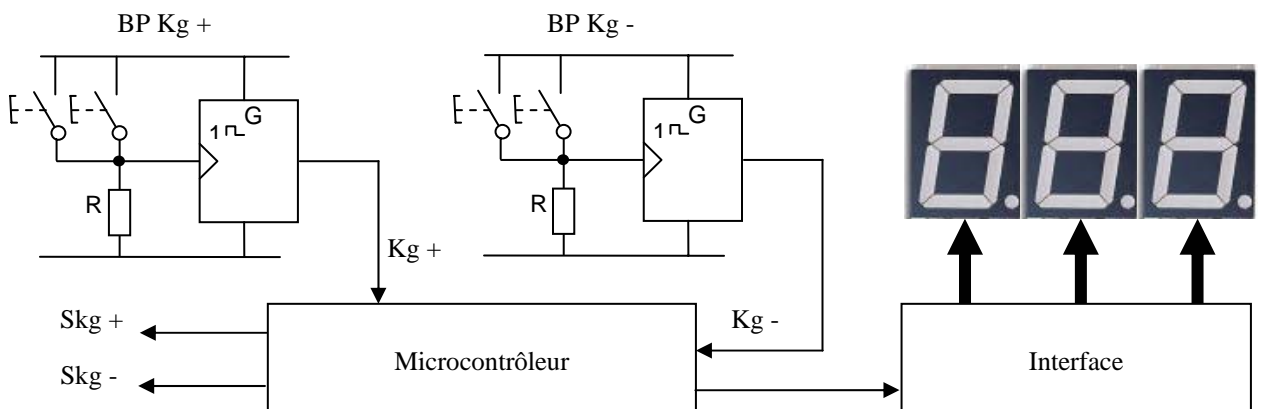
Question B.1 : (répondre sur copie)

A l'aide du schéma d'organisation fonctionnelle du banc Add Abd Air-Compact (ci-dessus), donner les solutions constructives associées aux fonctions ainsi que les flux d'énergie manquants (identifiés par les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10).

Question B.2 :

A l'aide du schéma structural (annexe 5 page 10) expliquer le principe de fonctionnement du mécanisme, préciser le sens de déplacement des pièces principales (voir repère annexe 1 page 5) ainsi que les éléments sous pression pour les deux modes de fonctionnement. Il est recommandé de faire des schémas accompagnés d'explications (maximum 10 lignes).

❖ En agissant sur les boutons poussoirs présents sur le pupitre ou sur les poignées de maintien, l'utilisateur règle la charge. Le schéma suivant représente la solution retenue pour éliminer les rebonds des boutons poussoirs :



- Figure 3 : Schéma de principe d'affichage de la charge -

Question B.3 :

Représenter l'algorithme correspondant au réglage de la charge (Kg+, Kg-), sachant que l'incréméntation ainsi que la décrémentation de l'affichage doit se faire sur un front, ainsi qu'au contrôle de la pression d'air (Skg+, Skg-).

❖ L'affichage de la valeur de charge est géré par le microcontrôleur. Voici la description du procédé :

- convertir la variable Valeur_Charge (variable réglée par les boutons poussoirs Kg+ et Kg- du pupitre et qui représente le réglage de la charge) en son équivalent Décimal Codé Binaire (DCB) :
exemple : Valeur_Charge = 028₍₁₀₎ = 0000 0010 1000_(DCB)
Centaine Dizaine Unité
- convertir les trois parties Centaine (C), Dizaine (D) et Unité (U) en leur équivalent 7 segments :
exemple : partie U = 1000 \Rightarrow segment g f e d c b a
Partie U = 0 1 1 1 1 1 1
- envoyer à l'afficheur des UNITES le code partie U au format 7 segments.
- envoyer à l'afficheur des DIZAINES le code partie D au format 7 segments.
- envoyer à l'afficheur des CENTAINES le code partie C au format 7 segments.

Remarque : l'interface placée entre le microcontrôleur et les afficheurs permet de mémoriser l'affichage jusqu'au rafraîchissement de celui-ci.

Question B.4 :

En vous aidant de l'exemple ci-dessous, trouver les codes permettant d'afficher les chiffres de 1 à 9.

Tableau_7seg(0) = \$7E ;assignement de la valeur hexadécimale 7E dans la case 0 du tableau
Tableau_7seg(1) = \$... ;assignement de la valeur hexadécimale ... dans la case 1 du tableau

❖ *Durant l'effort l'utilisateur ne peut pas garantir un effort égal sur les deux bras du banc. L'architecture du banc Add AbdAir-Compact doit tenir compte de cette dissymétrie des efforts appliqués par l'utilisateur. De ce fait, elle implique l'utilisation de contacts supplémentaires assurant au vérin pneumatique d'évoluer dans le plan de symétrie de la machine.*

Encart : liaison hyperstatique ou isostatique

Le principe de l'isostatisme consiste à mettre en œuvre les zones de contact entre 2 pièces strictement nécessaires et suffisantes pour ne laisser subsister que le degré de liberté souhaité pour la liaison. Si la liaison n'est pas isostatique, elle est dite hyperstatique.

En général, pour un mécanisme, le degré d'hyperstatisme h se calcule traditionnellement de 2 manières différentes :

Méthode N°1 :

$$6.p - N_s + h = ds$$

avec p nombre total de pièces excepté le bâti
 N_s nombre total d'inconnues statiques des liaisons
 ds degré de mobilité du mécanisme
 (ici $ds = 2$, loi cinématique d'entrée/sortie + rotation de la bielle gauche autour de son axe)

Méthode N°2 :

$$h = m + 6.\gamma - N_c$$

avec γ nombre total de cycles indépendants dans le graphe de structure
 N_c nombre total d'inconnues cinématiques des liaisons
 m degré de mobilité du mécanisme
 (ici $m = 2$, loi cinématique d'entrée/sortie + rotation de la bielle gauche autour de son axe)

Question B.5 :

En vous aidant des annexes 1 (page 5), 3 (page 8) et 4 (page 9), proposer un schéma d'architecture spatial du sous-ensemble SE1 (représentation normalisée). En déduire son degré d'hyperstatisme.

L'hyperstatisme de la solution retenue par le concepteur est dû à la nature du contact entre l'étrier et le corps de vérin. Justifier l'existence de ce contact.

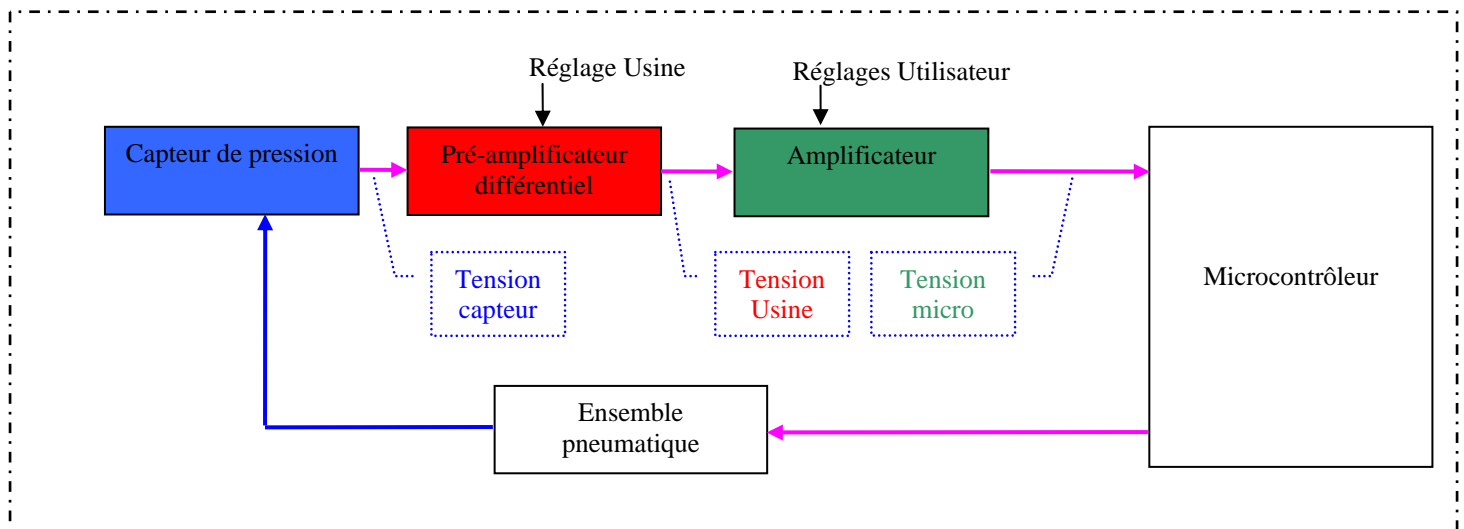
Etude C :

L'objet de cette étude est de définir les paramètres de la chaîne d'acquisition du capteur de pression permettant l'étalonnage du banc (mise en service et maintenance).

La figure 5 et les annexes 3 et 7 (page 8 et 18) fournissent respectivement un schéma de principe du contrôle de pression, une vue éclatée du banc de musculation et un schéma structural du contrôle de pression.

Il existe 2 réglages successifs, un effectué en usine et le second réalisé par le technicien de maintenance avant son installation.

❖ Le contrôle de la charge se fait par l'intermédiaire d'un capteur de pression Motorola MPX 700. Ce capteur doit être placé dans un montage électronique dont le schéma de principe est représenté ci-dessous :



- Figure 5 : Schéma de principe du contrôle de pression-

❖ Afin de rendre compatible le signal du capteur avec ceux du microcontrôleur, des réglages doivent être effectués sur le montage électronique. Le premier réglage est réalisé en usine et les oscillogrammes de l'annexe 7 représentent le signal Usine que l'on doit obtenir.

Question C.1 :

En vous aidant des oscillogrammes « réglage usine » (annexe 7 page 18), donner la relation liant la tension fournie par le pré-amplificateur différentiel avec celle issue du capteur de pression.

Question C.2 :

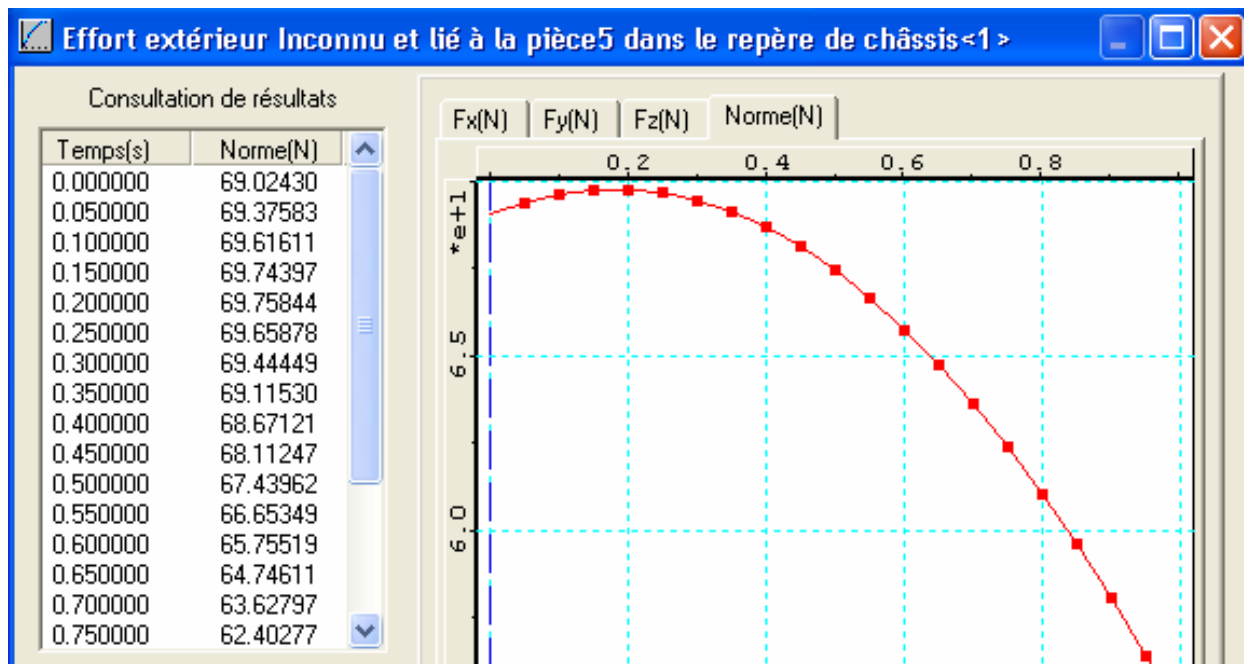
En vous aidant de l'annexe 6 (page 17), donner l'équation reliant la pression p de l'air présent dans le corps du vérin et l'effort maximal exercé par l'utilisateur sur l'un des 2 bras. On demande une relation sous la forme :

$$F_{\text{utilisateur}} = k \cdot p \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} k \text{ est un coefficient à déterminer,} \\ F_{\text{utilisateur}} \text{ est donnée en Newton,} \\ p \text{ est donnée en Megapascal.} \end{array}$$

Hypothèses d'étude :

- On néglige les frottements au contact entre les pièces.
- Les plans $(O ; \vec{x}, \vec{y})$ et $(O ; \vec{x}, \vec{z})$ sont des plans de symétrie du mécanisme aussi bien du point de vue géométrique que du point de vue des efforts qui lui sont appliqués.
- Dans le plan d'étude $(O ; \vec{x}, \vec{y})$, les liaisons en A,B,C,D,E et F sont des articulations.
- Les efforts exercés par l'utilisateur sont modélisables par des vecteurs forces \vec{F}_u et \vec{F}'_u appliqués en G et H dont les supports sont tracés sur l'annexe 6 (page17).

Leurs normes sont obtenues par simulation informatique :



- le diamètre du piston est de 50 mm.

Question C.3 :

En vous aidant de l'annexe 6 (page 17), déterminer la course utile de la tige du vérin afin que l'utilisateur effectue ses exercices d'adduction et préciser les références du vérin choisi en utilisant les données constructeur suivantes :

Indications de commande pour vérin de base (sans fixation)				
Série	Symbole	Ø du piston	Type	Références Code article
double effet avec amortissement réglable pour détection magnétique		32	AZ5032/....	PA 58300-....
		40	AZ5040/....	PA 59220-....
		50	AZ5050/....	PA 60300-....
		63	AZ5063/....	PA 61240-....
		80	AZ5080/....	PA 62140-....
		100	AZ5100/....	PA 63040-....
A compléter par la course (en mm)			(en mm 4 chiffres)	
Coursessstandard: 0025, 0050, 0080, 0100, 0125, 0160, 0200, 0250, 0320, 0400, 0500				

❖ *Des réglages doivent être effectués par le technicien chargé de la maintenance afin d'optimiser l'affichage (obtenir un affichage fidèle à la charge) :*

- *Régler la résistance variable « mini » afin d'afficher la valeur 000 pour le banc à vide (sans effort)*
- *Régler la résistance variable « maxi » afin d'afficher la valeur correspondante à une charge connue.*

Données de l'étude :

- Le microcontrôleur utilise son convertisseur analogique numérique interne pour convertir la tension représentative de la pression de l'air.
- Caractéristiques du convertisseur :
 - convertisseur 8 bits
 - tension pleine échelle de 5V
 - pas de progression de 19,6 mV
- Le microcontrôleur pilote des afficheurs 7 segments de façon à afficher de la valeur 000 à la valeur 255.
- La console électronique utilisée par le banc permet un réglage maximum de la charge de 255 Newton.
- La salle est à une température ambiante de +25°C.

Hypothèses de l'étude :

- On supposera que *Effort Utilisateur = 400* . *Pression de l'air*,

où *Effort Utilisateur* est donné en Newton,
Pression de l'air est donnée en Megapascal.

Question C.4 :

Calculer les coefficients A et B (annexe 7 page 18), issus de la relation liant la tension Usine et la tension Microcontrôleur afin d'afficher la valeur exacte de la charge.

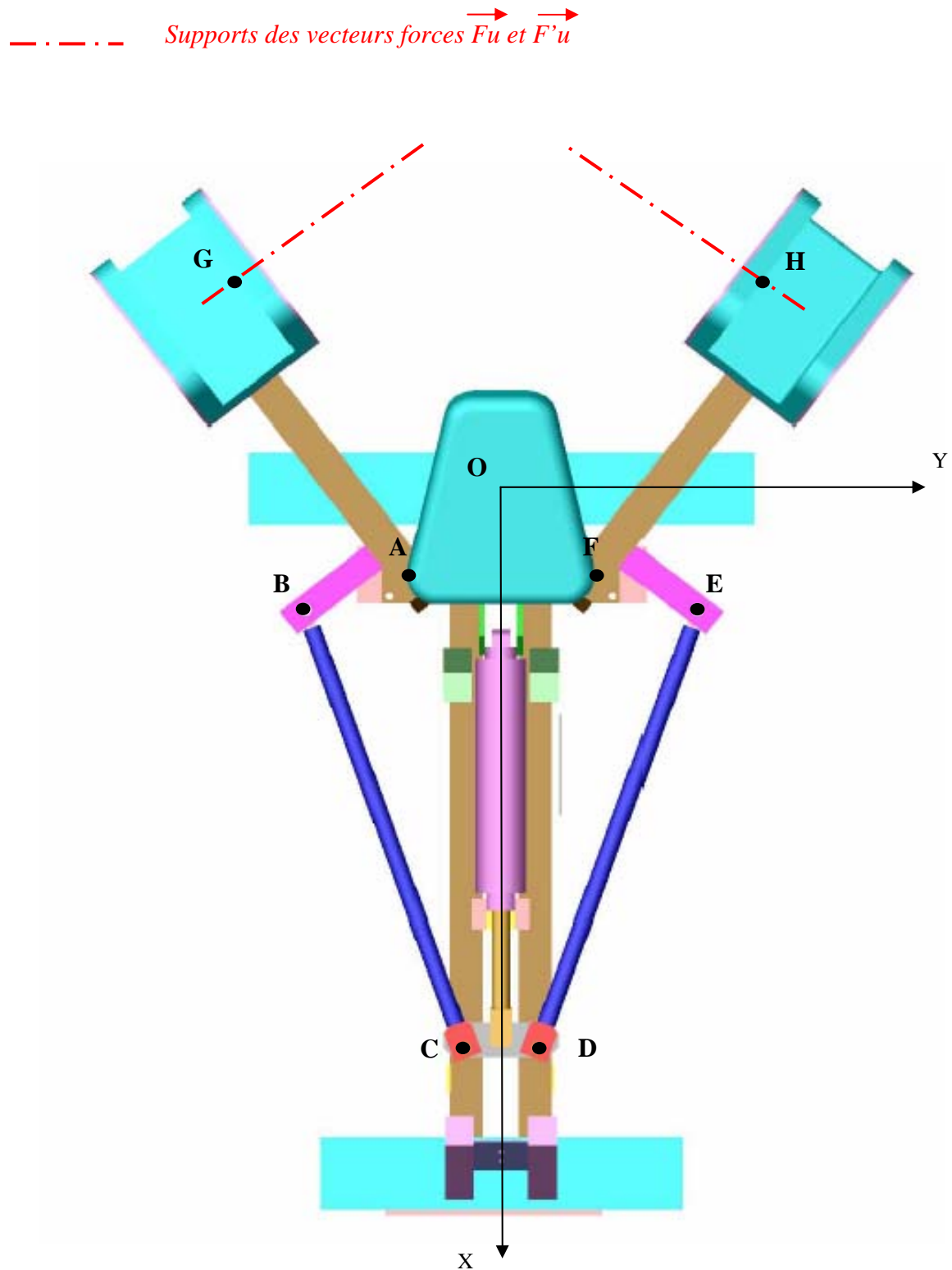
Question C.5 :

Quelle est l'influence, sur le système étudié, des coefficients A et B calculés précédemment.

Question C.6 :

Proposer un mode opératoire afin de régler correctement le système..

- Annexe 6 : Vue de dessus du banc de musculation *Add Abd Air-Compact* -



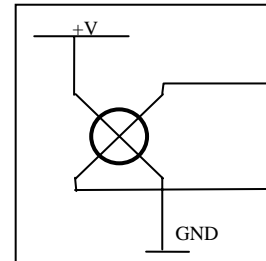
Echelle géométrique :

$1\text{ mm} \Leftrightarrow 8,6\text{ mm réels}$

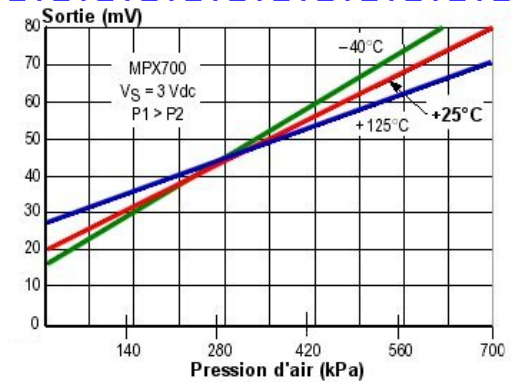
A partir des données fournies sur cette figure, le candidat reproduira sur sa copie les éléments nécessaires à toutes déterminations graphiques.

Annexe 7 : Schéma structurel du contrôle de pression

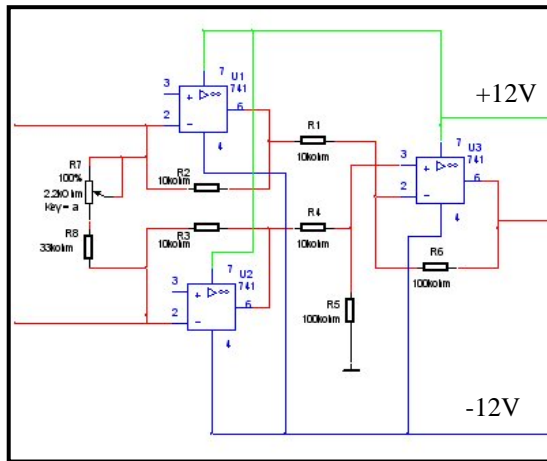
Capteur de pression Motorola MPX 700



Tension
capteur



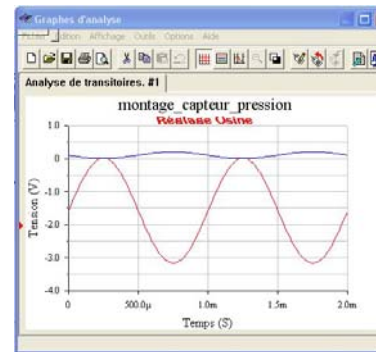
Pré-Amplificateur différentiel



Tension
capteur

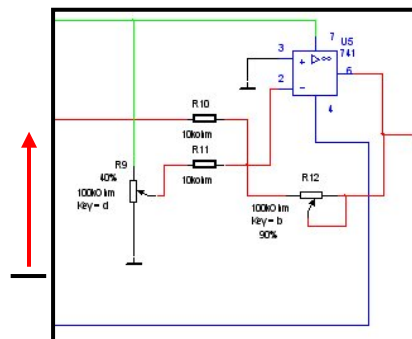
Tension
Usine

« Réglage usine »



Temps (ms)	Capteur (mV)	Usine (V)
0,00	98	-1,55
0,01	96	-1,52
0,01	92	-1,45
0,02	86	-1,36
0,04	75	-1,19
0,07	55	-0,86
0,15	21	-0,32
0,25	0	0,01
0,35	17	-0,27
0,45	66	-1,05
0,55	128	-2,03
0,62	168	-2,65
0,68	192	-3,04
0,75	200	-3,17
0,80	194	-3,08
0,86	178	-2,83
0,93	141	-2,23
0,99	103	-1,64
1,04	73	-1,15
1,09	45	-0,71
1,13	28	-0,43
1,17	12	-0,18
1,25	0	0,01
1,32	10	-0,15

Amplificateur



Tension
Usine

Tension
microcontrôleur

$$\text{Tension microcontrôleur} = A \times \text{Tension Usine} + B$$

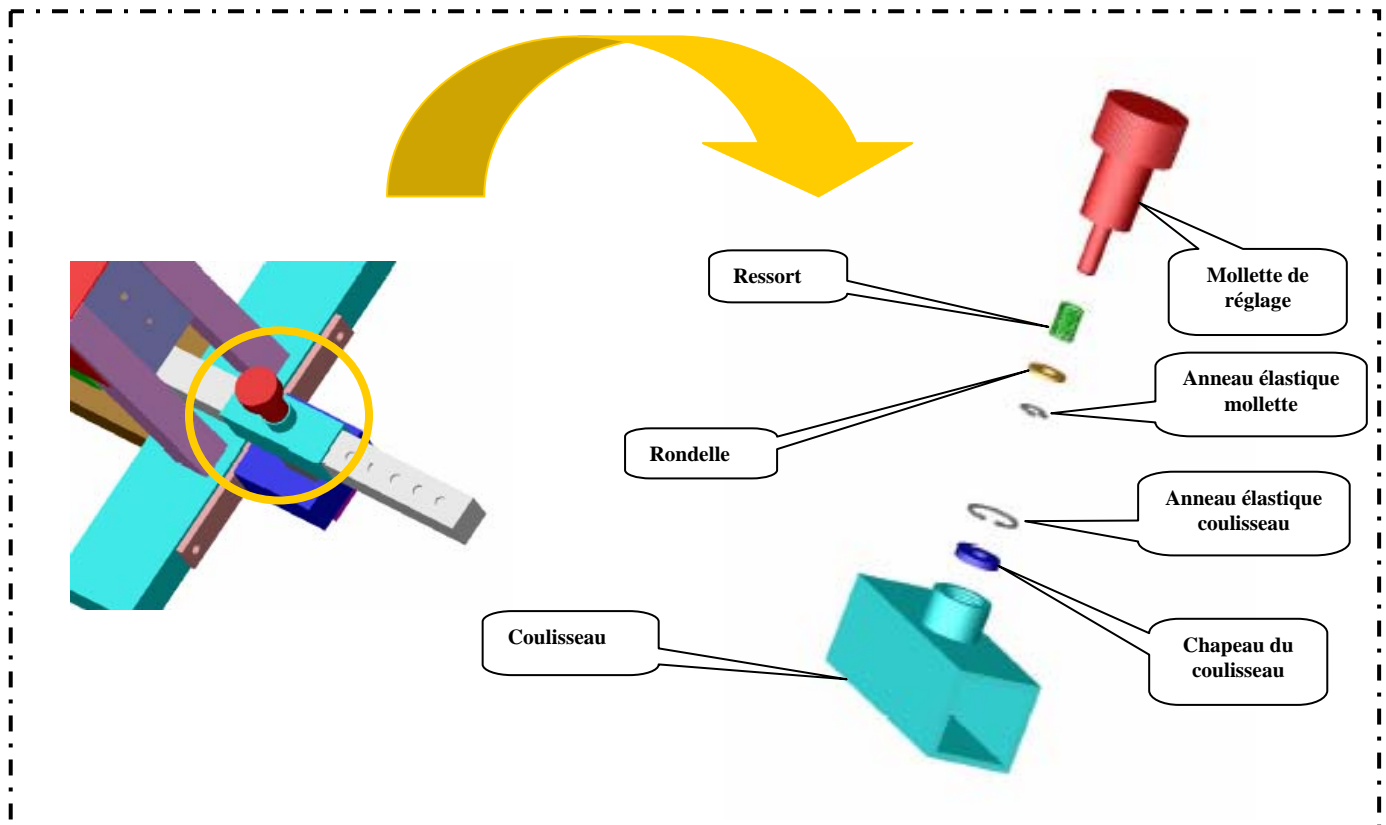
Étude D :

L'objet de cette étude est d'améliorer la mise en place avant l'utilisation du système et la gestion des performances de l'utilisateur.

❖ *Le banc Add Abd Air-Compact doit tenir compte des contraintes fortes suivantes :*

- *le réglage systématique de l'amplitude des mouvements pour chaque changement d'utilisateur,*
- *la gestion des performances de chaque utilisateur.*

Le réglage de l'amplitude de l'adduction et de l'abduction se fait par l'intermédiaire d'une butée (voir figure 6).



- Figure 6: butée de réglage -

Question D.1 :

Donner l'ordre de montage des pièces de la butée de réglage (sous la forme d'un graphe de montage par exemple) en lui associant un schéma technologique. Expliquer en quelques lignes (4 à 5 lignes) les tâches à effectuer par l'utilisateur pour réaliser le réglage de la butée, en précisant le rôle des différentes pièces qui la constituent.

❖ *La solution actuelle impose à l'utilisateur de manipuler le coulisseau et la mollette de réglage simultanément. On cherche donc à améliorer l'ergonomie de ce mécanisme.*

Question D.2 :

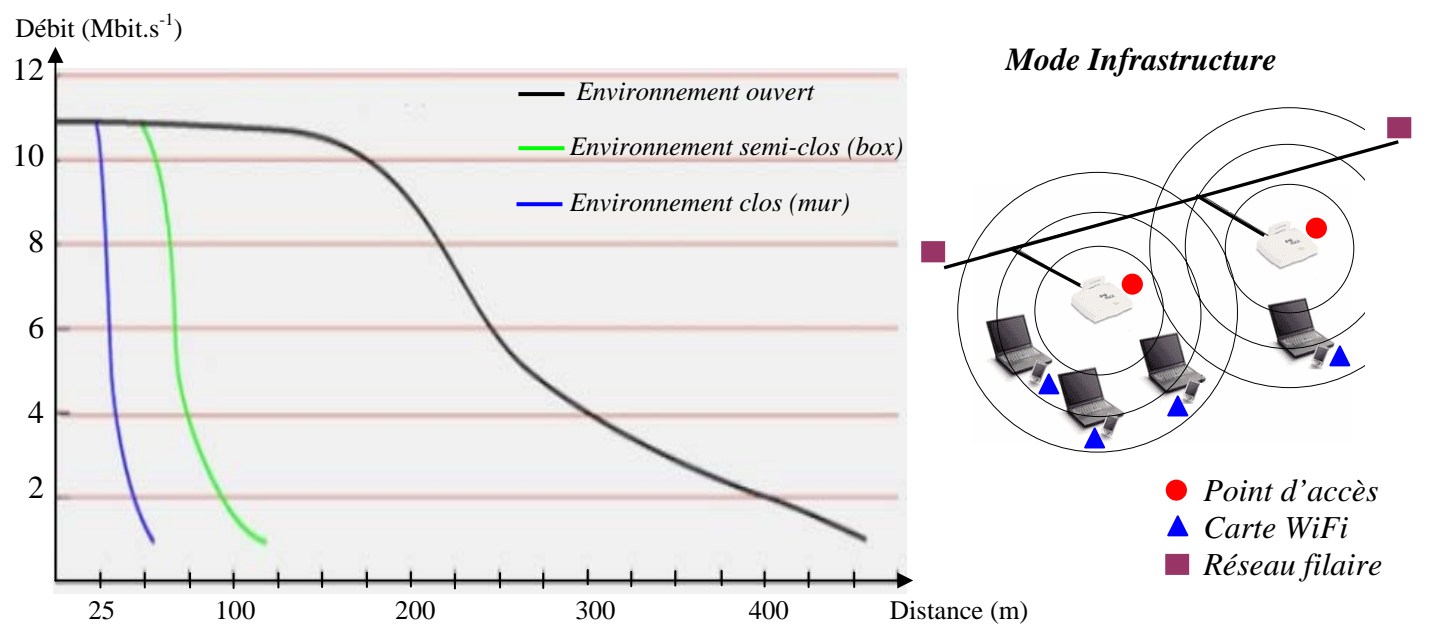
À l'aide d'une représentation en perspective à main levée et/ou d'un texte expliquant vos intentions, proposer une solution qui intègre les deux contraintes fortes suivantes :

- garder le même principe de liaison complète temporaire,
- maintenir dans sa position la mollette de réglage afin de dissocier la manipulation de celle-ci de celle du coulisseau.

❖ Le complexe sportif utilise la technologie Wi-Fi permettant de créer un réseau local sans fil, d'un débit de 11 Mbits.s⁻¹, avec des points d'accès en mode infrastructure afin de se connecter à un réseau filaire (voir figure ci-dessous).

Afin de transmettre les performances de l'utilisateur, la mise en œuvre d'un programme centralisé permet :

- d'une part d'assurer le suivi et la traçabilité du programme de travail ou de rééducation de chacun,
- et d'autre part, de configurer le banc sur le lequel les exercices seront effectuées en relation avec la progression de travail ou de rééducation.

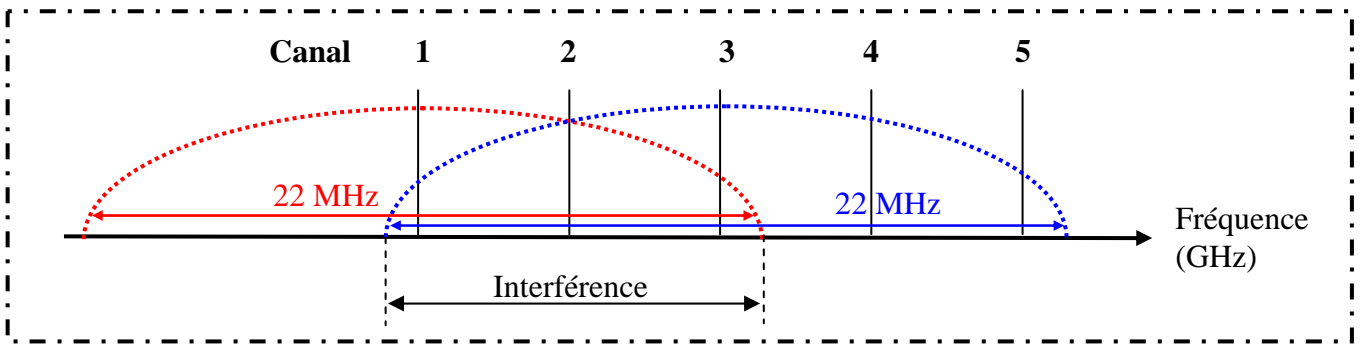


- Figure 7 : variations de la bande passante en fonction de la distance au point d'accès -

❖ Dans le standard 802.11b (Wi-fi), la bande de fréquences a été découpée en 14 canaux séparés de 5MHz. La France n'exploite que les canaux 1 à 13. Voici les fréquences associées aux 14 canaux :

Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fréquence (GHz)	2.412	2.417	2.422	2.427	2.432	2.437	2.442	2.447	2.452	2.457	2.462	2.467	2.472	2.484

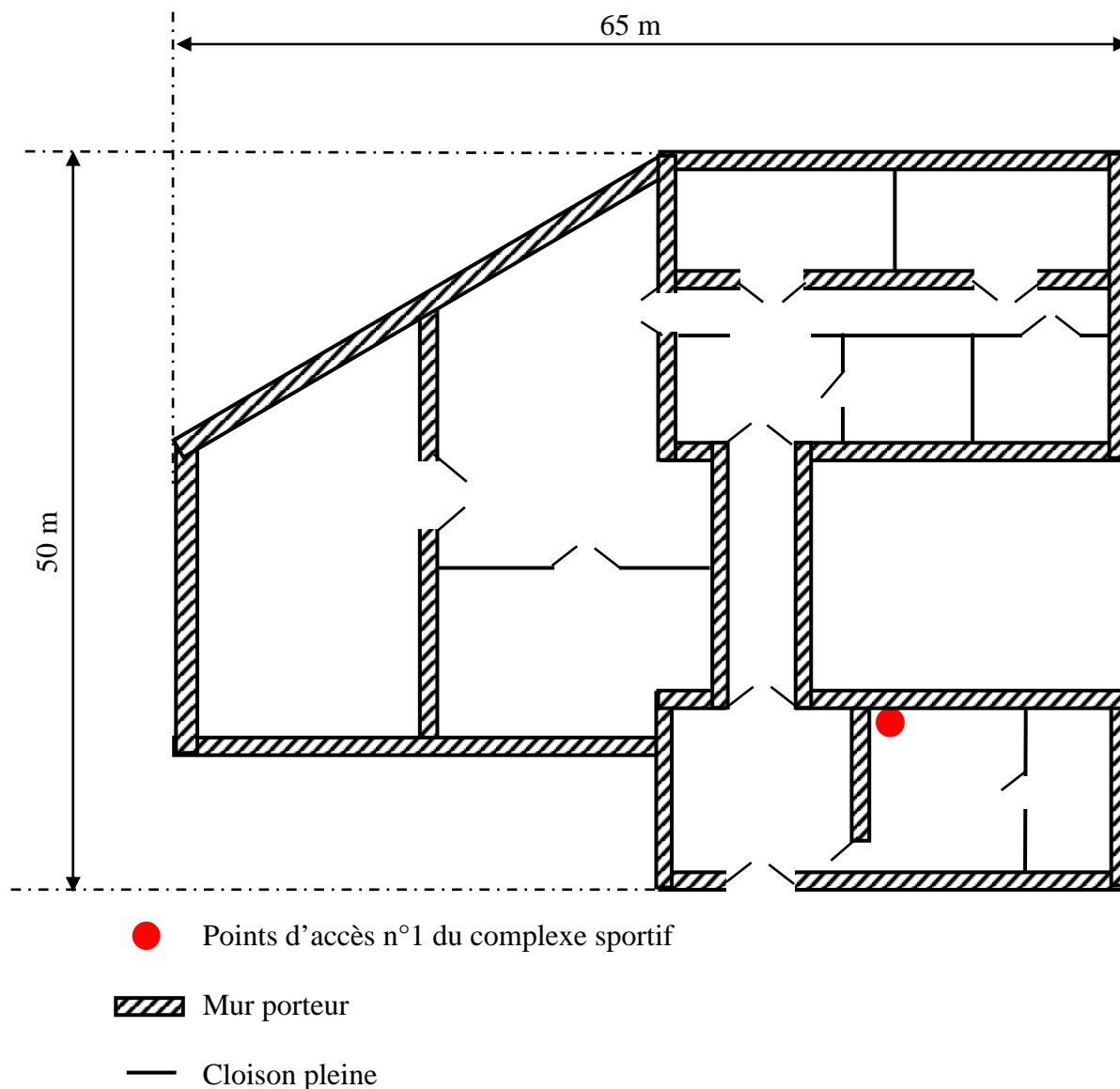
❖ Pour un débit correct de 11 Mbits/s, il est nécessaire de transmettre sur une bande de 22 MHz par rapport à la fréquence du canal.



- Figure 8 : interférence de transmission entre 2 canaux trop proches -

Question D.3 :

Placer le minimum de points d'accès afin que tous les appareils des différentes salles du complexe sportif soient couverts à un débit maximal et donner les différents canaux possibles pour éviter les interférences entre les points d'accès sachant que le point d'accès n°1 a pris le canal 1. Proposer une méthode pour centraliser toutes informations au point d'accès n°1.



Question D.4 :

Si l'on déplace le banc *Add Abd Air-Compact* dans le complexe sportif et qu'il doit transmettre ses informations à un autre point d'accès, doit-on changer sa configuration matérielle et/ou logicielle, expliquer pourquoi ?