



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2024

## SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

**Ingénierie, innovation et développement durable**

### ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Durée de l'épreuve : **4 heures**

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.*

*L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.*

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 38 pages numérotées de 1/38 à 38/38.

**Constitution du sujet :**

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| <b>Partie commune (durée indicative 2h30)</b>    | 12 points |
| <b>Partie spécifique (durée indicative 1h30)</b> | 8 points  |

**Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.  
Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

**Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.**

**Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.**

**PARTIE COMMUNE (12 points)**

# **Complexe International Multisports et Escalade C.I.M.E.**



- **Présentation de l'étude et questionnaire**..... pages 3 à 12
- **Documents techniques**..... pages 13 à 21
- **Documents réponses** ..... pages 23 à 25

## ***Mise en situation***

Afin de poursuivre sa démarche de développement du sport, et singulièrement, de l'handisport dans l'Aube, le Département a construit le Complexe International Multisports et Escalade (CIME) sur la Technopole de l'Aube en Champagne.

Ce nouveau pôle d'excellence d'une superficie de 5000 m<sup>2</sup> est doté de l'équipement d'escalade fixe le plus important du territoire national et d'une aire d'évolution multisports adaptée au handisport.

Ce complexe sportif s'inscrit pleinement dans la stratégie territoriale développée autour des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024.

Le bâtiment CIME comporte une aire de compétition d'escalade regroupant les trois disciplines (difficulté, bloc, vitesse) au travers d'une Structure Artificielle d'Escalade (SAE) de niveau international d'une hauteur de 18 mètres.



Pour la construction de ce complexe, l'utilisation de matériaux à haute performance énergétique et respectueux de l'environnement est privilégiée. Afin de limiter l'impact environnemental, les circuits courts d'approvisionnement ont été favorisés permettant ainsi de minimiser la quantité de dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère.

Le fait d'accueillir les équipes pour des stages d'entraînement ou des compétitions sportives permet de dynamiser l'économie locale (hébergement, restauration, tourisme...).

Conçu en lien avec le milieu sportif, cet investissement constitue un atout précieux pour l'attractivité durable du territoire.

### *Le complexe sportif « CIME » permet :*

- de développer la pratique de l'escalade dans l'Aube ;
- d'organiser des compétitions et accueillir des stages d'entraînement pour différentes équipes nationales ou internationales ;
- de développer et pérenniser la pratique du sport chez les Auboisiens, même après les Jeux Olympiques de Paris 2024 ;
- d'encourager la pratique du handisport de haut niveau.

L'espace du bâtiment « CIME » est réparti de la façon suivante :

- une halle sportive principale comprenant une aire d'escalade pour l'échauffement des sportifs de tous niveaux, les épreuves de différentes disciplines lors des compétitions, et des entraînements simultanés;
- une aire d'évolution sportive 44 m x 24 m (1056 m<sup>2</sup>) pour la pratique multisports, dédiée particulièrement au handisport ;
- des tribunes pouvant accueillir jusqu'à 500 personnes (350 m<sup>2</sup>), offrant aux spectateurs des conditions optimales pour assister aux compétitions sportives, comprenant 50 places adaptées aux personnes à mobilité réduite et 20 places équipées pour la presse ;
- pour les événements internationaux dans le domaine de l'escalade, la capacité d'accueil des spectateurs sera complétée par des installations de sièges sur l'aire d'évolution multisports, portant ainsi le nombre de places assises à 3000 ;
- des installations supplémentaires de 350 m<sup>2</sup> sont prévues pour les vestiaires, les sanitaires et les douches, facilitant le changement de tenue des sportifs et offrant des casiers pour le stockage de leurs équipements. Des zones distinctes sont aménagées pour les sportifs et les arbitres, le tout étant accessible aux personnes à mobilité réduite.

## **Travail demandé**

### **Partie 1 : comment le projet du complexe sportif « CIME » s'inscrit-il dans une démarche de développement durable ?**

---

**Objectif :** positionner le complexe sportif « CIME » dans le cadre du développement durable ; choisir un mode de transport des athlètes à la fois économique et respectueux de l'environnement.

#### Question 1.1

Mise en situation

DT1

**Identifier** pour chacun des trois piliers du développement durable, un argument inscrivant la construction et l'exploitation du complexe sportif dans :

- une démarche environnementale ;
- une démarche sociétale ;
- une démarche économique.

#### Comparaison des impacts environnementaux et économiques de plusieurs modes de transport.

Dans cette partie, nous allons comparer les impacts environnementaux et économiques liés à l'utilisation d'un car ou d'un van électrique pour transporter la délégation d'athlètes de Troyes au Bourget.

En effet, si les entraînements de la délégation se font sur le site du « CIME » à Troyes, les compétitions d'escalade s'effectuent au Bourget. La distance par route entre Troyes et Le Bourget est de 186 km. La délégation est constituée de 91 personnes (athlètes, entraîneurs et staff médical).

On se propose, à l'aide du tableau ci-dessous, de comparer pour le transport de la délégation entre Troyes et Le Bourget :

- le coût en énergie ;
- la consommation d'énergie primaire ;
- l'émission de gaz à effet de serre (GES).

|                                                        |                                                                                   |                                                                                    |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Modes de transport                                     |  |  |
| Type de véhicule                                       | Car                                                                               | Van électrique                                                                     |
| Énergie                                                | Gazole                                                                            | Électricité                                                                        |
| Consommation moyenne                                   | 30,5 l pour 100 km                                                                | 20,8 KW·h pour 100 km                                                              |
| Émissions de gaz à effet de serre en phase utilisation | 1409 g Eq CO <sub>2</sub> / km                                                    | 0 g Eq CO <sub>2</sub> / km                                                        |
| Nombre de places                                       | 61                                                                                | 7                                                                                  |
| Coût                                                   | 1,9 euros par litre                                                               | 0,2062 euro par kW·h                                                               |
| Consommation en énergies primaires                     | ?                                                                                 | 0,71 kWhep·km <sup>-1</sup>                                                        |

Question 1.2 | **Calculer** la consommation en litres pour le car et en kW·h pour le van électrique lors d'un trajet entre Troyes et Le Bourget.

Question 1.3 | **Calculer** le nombre de car(s) requis puis le nombre de van(s) électrique(s) nécessaire(s) pour assurer le déplacement de la délégation entre Troyes et Le Bourget, en arrondissant à l'unité supérieure.  
En **déduire** le coût en euros pour les deux modes de transport sur le trajet entre Troyes et Le Bourget.

On considère:

- 1 litre de gazole est équivalent à 9,82 kWh. l<sup>-1</sup> ;
- le rendement de la transformation en raffinerie pour obtenir du gasoil est de 94%.
- 1 kWhep correspond à 1 kW·h d'énergie primaire.

Question 1.4 | **Calculer** la consommation en énergie primaire par kilomètre (kWhep·km<sup>-1</sup>) pour le trajet en car entre Troyes et Le Bourget.  
En **déduire** la consommation en énergies primaires par passager (kWhep·km<sup>-1</sup>) pour les deux modes de transport.

Question 1.5 | **Calculer** la consommation en énergies primaires (kWh) pour les deux modes de transport afin d'assurer le déplacement de la délégation entre Troyes et Le Bourget.

Question 1.6 | **Conclure** en considérant les divers critères évalués tels que le coût énergétique, la consommation d'énergie primaire et les émissions de gaz à effet de serre (GES) en phase d'utilisation.  
**Identifier** le mode de transport le plus économique et respectueux de l'environnement.  
**Citer** d'autres facteurs qui auraient pu favoriser ou qui favoriseront la réduction des impacts environnementaux liés au transport.

## Partie 2 : comment choisir, dans une démarche d'éco-conception, les matériaux afin de réduire l'impact environnemental de la construction du bâtiment « CIME » ?

**Objectif** : valider le choix du matériau d'un des poteaux de la structure porteuse du bâtiment « CIME ».



Figure 1 : visuel du bâtiment "CIME"

La structure du bâtiment « CIME » (figure 1 ci-dessus) repose sur une ossature en bois lamellé collé. Ce matériau est réalisé en collant des planches de bois en longueur et en épaisseur ce qui permet d'obtenir des éléments de charpente plus massifs et plus longs que ceux réalisés avec du bois massif.

Les planches constituant la pièce de charpente sont collées dans le sens du fil du bois.

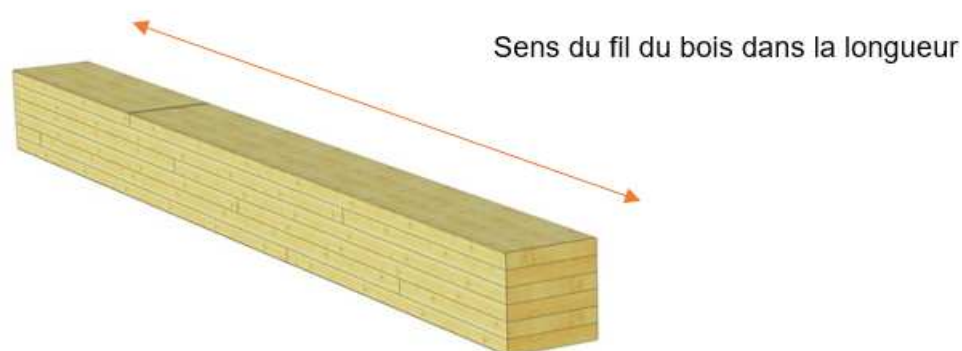


Figure 2 : pièce de charpente en lamellé collé

Question 2.1 | Un poteau a une longueur de 12 m. **Justifier**, à l'aide du document DT2, pourquoi le choix s'est porté sur une ossature en bois lamellé collé plutôt que sur du bois massif.

L'étude porte sur un poteau porteur de la structure. Nous allons vérifier, dans une démarche d'éco-conception, pourquoi le bois a été choisi par le bureau d'étude structure.

Nous allons le comparer au béton armé et à l'acier au niveau des caractéristiques de performances mécaniques et sur des critères d'éco-conception. Chaque matériau amènera une section différente au poteau (voir document réponses DR1).

Afin de simplifier l'étude, nous considérerons que le poteau est uniquement soumis à un effort de compression (le flambement et les sollicitations de flexion dues aux charges climatiques ne seront pas abordés ici). La figure 3 ci-dessous schématise le cas étudié.

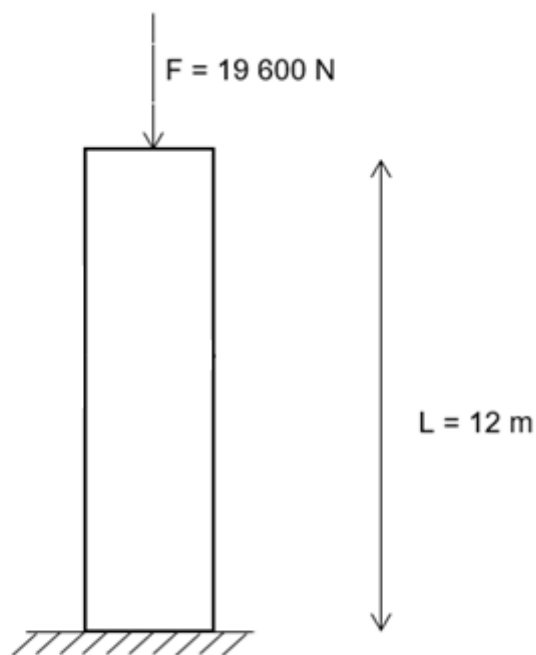


Figure 3 : modélisation des efforts du poteau

Question 2.2 | Sur le document réponses DR1, **calculer** le volume et la masse du poteau pour chaque matériau (bois, béton armé, acier).

La contrainte en compression est donnée par la relation suivante :

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Avec :

- $\sigma$  : la contrainte en compression en MPa ;
- $F$  : la force appliquée sur le poteau en N ;
- $S$  : la section du poteau en  $\text{mm}^2$ .

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question 2.3<br>DR1        | Sur le document DR1, <b>calculer</b> la contrainte ( $\sigma$ ) en MPa pour chacun de ces matériaux sans oublier de prendre en compte le poids propre du poteau.                                                                                                                                            |
| Question 2.4<br>DR1        | Avec un coefficient de sécurité de 2 et en utilisant les données du tableau du document réponses DR1, <b>vérifier</b> la performance des matériaux en termes de résistance mécanique.<br><b>Expliquer</b> pourquoi la résistance mécanique n'est pas le seul critère de choix d'un matériau pour un poteau. |
| Question 2.5<br>DR1<br>DR2 | <b>Classer</b> sur le document réponses DR2, les matériaux étudiés en fonction des critères établis dans l'étude précédente.                                                                                                                                                                                |
| Question 2.6<br>DR2        | <b>Justifier</b> le choix du matériau du poteau retenu par le bureau d'étude en vérifiant qu'il s'agit du meilleur compromis en termes de masse, de performances mécaniques et de bilan carbone.                                                                                                            |

Le document réponses DR1 présente également des caractéristiques autres que mécaniques des trois matériaux étudiés.

### Partie 3 : comment assurer efficacement le renouvellement d'air dans le bâtiment « CIME » ?

---

**Objectif :** vérifier si la centrale de traitement de l'air (CTA) est adaptée au bâtiment « CIME ».

#### Les menaces potentielles pour la santé dans les salles multisports

Plus l'exercice est intense, plus il y a besoin d'air pour respirer. Comme le montrent certaines études, plus il y a de monde, plus les niveaux de pollution de l'air augmentent. Les sources de cette mauvaise qualité de l'air intérieur peuvent être diverses : les occupants, les produits chimiques utilisés par les agents de nettoyage, les matériaux de construction ou encore lors d'une défaillance du système de chauffage, de ventilation et de filtration de l'air.

Dans les salles d'escalade, les grimpeurs respirent un air contenant des particules fines, principalement constituées de magnésie. Pendant les heures de pointe, la concentration totale de particules mesurée dans la salle d'escalade atteint des niveaux de pollution par la poussière similaires à ceux observés dans des locaux industriels.

Le choix pour le renouvellement de l'air s'est porté sur une solution centrale de traitement d'air (CTA) réversible, englobant la ventilation, le chauffage, et le rafraîchissement.

On rappelle que la salle multisports est équipée de tribunes pouvant accueillir jusqu'à 500 personnes. Pour des événements internationaux dans le domaine de l'escalade, la capacité d'accueil des spectateurs est complétée par des installations de sièges sur l'aire d'évolution multisports, portant ainsi le nombre de places assises à 3000.

|                            |                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question 3.1<br>DT3<br>DR3 | Sur le document réponses DR3, <b>calculer</b> le volume d'air neuf nécessaire dans les différents cas d'utilisation de la salle multisports et <b>indiquer</b> le volume d'air renouvelé retenu. |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

La solution technique retenue devra minimiser l'utilisation de caissons de filtration tout en assurant le renouvellement d'air de  $60\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , pour compenser les pertes de charge.

|                     |                                                                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question 3.2<br>DT4 | <b>Déterminer</b> la référence du modèle des caissons de filtration afin d'en minimiser le nombre. <b>Indiquer</b> le nombre de caissons installés. |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Une vitesse de circulation d'air trop élevée dans les conduits de ventilation peut entraîner une nuisance sonore perturbante pour les spectateurs, mais surtout pour les sportifs à déficience visuelle.

Les conduits de ventilation et les caissons de filtration choisis ont pour dimensions internes en millimètre : 2550 x 935 (L x H).

|                     |                                                                                                                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question 3.3<br>DT5 | <b>Calculer</b> la vitesse du fluide dans un caisson. <b>Justifier</b> si l'équipement est susceptible de perturber les rencontres sportives. |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

La magnésie est de l'oxyde (ou hydroxyde) de magnésium. La magnésie se présente sous la forme d'une poudre blanche que l'on obtient par calcination de magnésium. Cet élément chimique est utilisé par les sportifs pour augmenter l'adhérence de leurs mains. Les particules typiques de magnésie, comme on les trouve dans la poussière des salles d'escalade, ont une dimension inférieure à 10 micromètres. Le filtre ne doit pas entraîner une perte de charge supérieure à 100 Pa.

|                     |                                                                |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| Question 3.4<br>DT6 | <b>Choisir et justifier</b> la référence du filtre à utiliser. |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|

|              |                                                                         |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Question 3.5 | <b>Conclure</b> sur les solutions retenues pour le traitement de l'air. |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------|

## Partie 4 : comment matérialiser sur l'aire multisports du bâtiment « CIME » un marquage au sol adapté au handisport ?

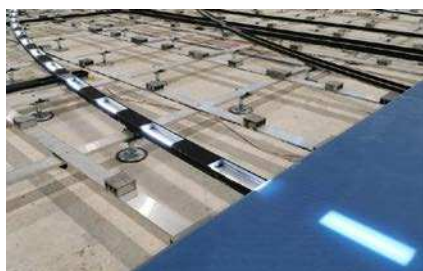
**Objectif :** quantifier les différents éléments équipant le plancher lumineux puis analyser la chaîne d'acquisition et de traitement de l'information relative au pilotage du marquage au sol.

La grande majorité des salles de sport polyvalentes offre une multitude de marquages au sol afin de pouvoir accueillir des matchs de basket, d'handball, de volley-ball, de badminton, de foot en salle, etc. Des lignes droites, courbes, des couleurs diverses et variées, tout cela peut vite amener un peu de confusion chez les sportifs, mais également chez les spectateurs.

Des rubans de diodes électroluminescentes (DEL ou LED en anglais) encastrés dans le plancher permettent d'afficher le marquage au sol et de le changer sur demande pour l'adapter au sport pratiqué.

La modification des tracés est pilotable depuis une interface homme / machine. Cette technologie offre l'avantage de n'afficher qu'un seul marquage à la fois tout en restant polyvalente.

La surface du plancher laisse passer la lumière des DELs sans éblouir les sportifs.



Source : <https://www.realsport.ch>



Source : <https://asbsquash.com>

Les longueurs des rubans DEL pour le balisage lumineux des aires de jeux handisport sont données ci-dessous.

### Aires de jeux handisport :

- foot fauteuil électrique : 156 m de rubans DEL ;
- basket fauteuil : 258 m de rubans DEL ;
- hand fauteuil : 217 m de rubans DEL ;
- tennis fauteuil : 147 m de rubans DEL.

Question 4.1

**Préciser** l'intérêt de matérialiser un marquage lumineux au sol sur l'aire multisports du bâtiment « CIME ».

Question 4.2

Sur le document réponses DR4, **calculer** :

DT7, DT8  
DR4

- le nombre de DELs ainsi que le nombre rubans DEL nécessaires au balisage lumineux de chaque aire de jeux handisport ;
- la puissance électrique consommée par les rubans DEL de chaque aire de jeux handisport ( $P_{\text{FOOT}}$ ,  $P_{\text{BASKET}}$ ,  $P_{\text{HAND}}$  et  $P_{\text{TENNIS}}$ ) ;
- le nombre de blocs alimentations 24 V / 400 W (puissance maximale disponible auprès du constructeur) nécessaires au balisage lumineux de chaque aire de jeux handisport.

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question 4.3<br>DT9, DT10   | <p><b>Déterminer</b> la valeur de la tension (<math>V_{\text{Stop}}</math>) et du niveau logique (<math>NL_{\text{Stop}}</math>) en sortie du bouton poussoir « Stop » lorsque que celui-ci est relâché ou appuyé.</p> <p><u>Remarque :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un niveau logique 0 correspond à une tension de 0 V;</li> <li>- un niveau logique 1 correspond à une tension de 5 V.</li> </ul>                                              |
| Question 4.4<br>DT11<br>DR5 | <p><b>Compléter</b> sur le document réponses DR5, les deux algorithmes de programmation du plancher lumineux.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Question 4.5                | <p>Pour conclure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>proposer</b> un paramètre sur lequel il serait possible d'agir afin de diminuer le nombre de blocs alimentations.</li> <li>- le pilotage de la modification des tracés se fait actuellement, par un pupitre équipé de boutons poussoirs. <b>Proposer</b> une technologie plus innovante pour l'interface homme/machine permettant de piloter le plancher lumineux du bâtiment « CIME ».</li> </ul> |

## Partie 5 : comment le réseau informatique contribue au fonctionnement des différents systèmes pluri technologiques du bâtiment « CIME » ?

**Objectif :** vérifier que les différents équipements techniques du bâtiment « CIME » sont capables de communiquer entre eux.

Le schéma du réseau informatique est donné sur le document technique DT12.  
Les automates du sous-réseau gestion des équipements d'automatisation communiquent sur le réseau via le protocole Modbus TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol). Le protocole Modbus TCP/IP est destiné à la supervision et au contrôle des équipements d'automatisation. Il combine un réseau physique (Ethernet) avec une norme de réseau (TCP/IP) et une méthode de représentation des données (Modbus).

### Sous-réseau « gestion des équipements d'automatisation »

L'adresse IP du sous-réseau gestion des équipements d'automatisation est : 172.16.3.0

Le masque de sous-réseau est : 255.255.255.0

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question 5.1<br>DT12 | <p>Pour chaque matériel connecté à ce sous-réseau, <b>proposer</b> une adresse IP afin que les équipements cités ci-dessous puissent communiquer entre eux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- automate dédié au traitement de l'air ;</li> <li>- automate dédié au chauffage ;</li> <li>- automate dédié au plancher lumineux ;</li> <li>- automate dédié à l'éclairage ;</li> <li>- automate dédié au contrôle d'accès au site ;</li> <li>- console de supervision des automates.</li> </ul> |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Question 5.2

DT12

**Déterminer** en justifiant votre réponse, le nombre d'adresses IP restant disponibles pour le sous-réseau gestion des équipements d'automatisation.

Sous-réseau « sécurité »

Le masque de sous-réseau est : 255.255.255.0

Question 5.3

DT12

**Déterminer** l'adresse IP du sous-réseau sécurité ainsi que son adresse IP de diffusion (broadcast : message transmis à tous les participants d'un réseau ne nécessitant pas de réponse).

Sous-réseau « ordinateurs + imprimante »

L'adresse IP du sous-réseau ordinateurs + imprimante est : 172.16.1.0

Le masque de sous-réseau est : 255.255.255.0

Suite à un problème technique, il n'est plus possible d'imprimer des documents. Un technicien a réalisé une commande « ping » sur ce sous-réseau entre son ordinateur portable connecté en Wi-Fi (protocole de communication sans fil régi par les normes du groupe IEEE 802.11) et l'imprimante afin de vérifier le bon fonctionnement de la connectique du sous-réseau.

La commande « ping » permet de tester la présence d'un hôte distant via une trame de type ICMP. Le protocole ICMP (Internet Control Message Protocol) est très utile sur les réseaux IP. En cas de problème d'émission d'un paquet, il est capable d'informer l'émetteur du paquet d'une erreur de transmission.

Question 5.4

DT12, DT13

**Relever** pour l'ordinateur du technicien :

- son adresse MAC (Media Access Control) en hexadécimal ;
- son adresse IP en hexadécimal et la convertir en décimal.

L'administrateur du réseau missionne un technicien afin qu'il expertise le fonctionnement du réseau informatique.

Le rapport d'expertise comporte les éléments suivants :

- tous les équipements informatiques sont sur le même segment Ethernet. Celui-ci ne comporte aucun routeur. Aucun équipement informatique n'est configuré pour remplir cette fonction ;
- le relevé des configurations IP est le suivant :
  - sous-réseau « ordinateurs + imprimante » : 172.16.1.0 /24
  - sous-réseau « sécurité » : 172.16.2.0 /24
  - sous-réseau « gestion des équipements d'automatisation » : 172.16.3.0 /24

Question 5.5

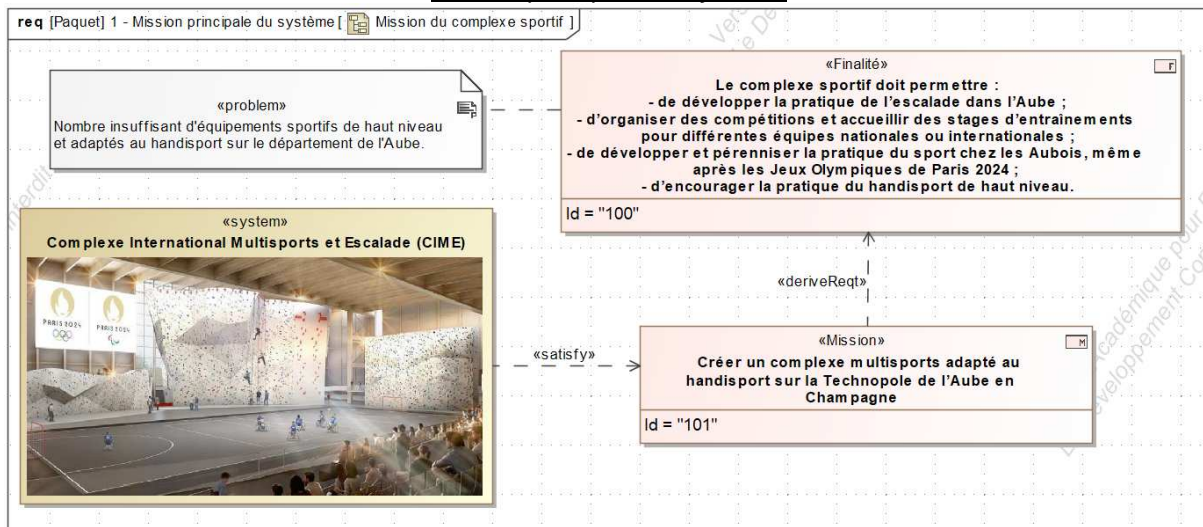
DT12

DR6

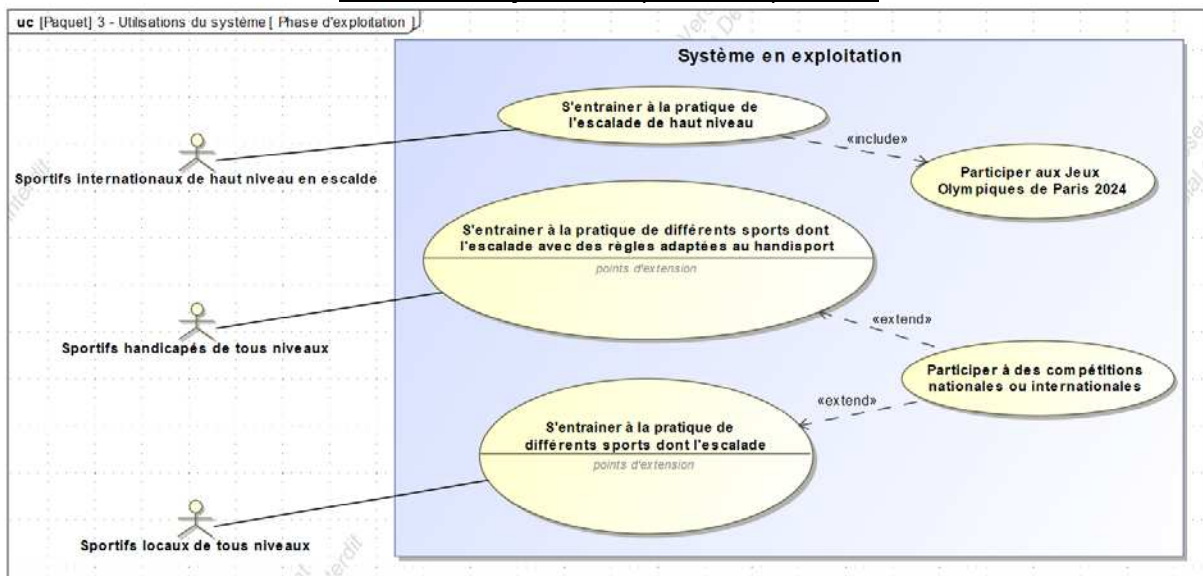
Pour conclure, **compléter** le document réponses DR6 en inscrivant dans chaque cellule « OUI » lorsque la communication est possible entre les équipements et « NON » dans le cas contraire.

## DT1 – Diagrammes SysML du complexe sportif « CIME »

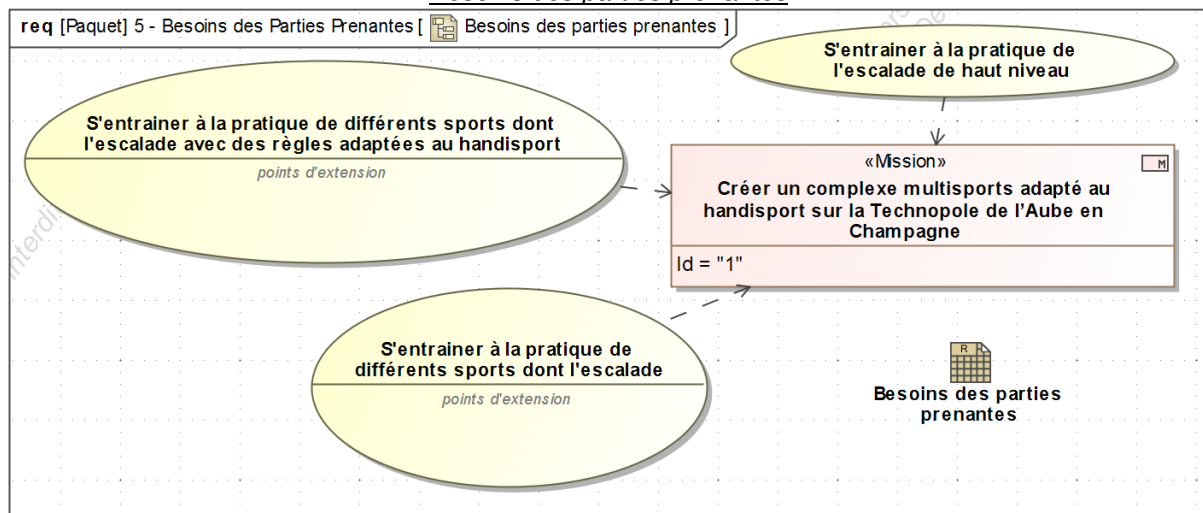
### Mission principale du système



### Utilisation du système en phase d'exploitation



### Besoins des parties prenantes



## DT2 – Comparatif entre le bois massif et le bois lamellé collé

| Matériau                                          | Bois massif (Pin) | Bois lamellé collé (Pin) |
|---------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Longueur maximale du poteau (m)                   | 7                 | 45                       |
| Limite élastique (MPa)                            | 30                | 32                       |
| Masse volumique ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) | 550               | 430                      |
| Prix au mètre linéaire (€)                        | Entre 30 et 50    | Entre 40 et 90           |

## DT3 – Prescriptions minimales d'air neuf et participants lors de rencontres sportives

### Renouvellement d'air en fonction des locaux

| Type de locaux                                              | Valeur donnée en $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ par occupant |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Locaux de réunion                                           |                                                              |
| Salle de réunion, de spectacle, de culte, clubs, foyers ... | 18                                                           |
| Locaux de vente                                             |                                                              |
| Boutiques, supermarchés ...                                 | 22                                                           |
| Locaux de restauration                                      |                                                              |
| Cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger ...     | 22                                                           |
| Locaux à usage sportif                                      |                                                              |
| Par sportif :                                               |                                                              |
| - dans une piscine                                          | 22                                                           |
| - dans les autres locaux                                    | 25                                                           |
| Par spectateur :                                            | 18                                                           |

### Nombres de joueurs participants aux épreuves sportives

| Disciplines sportives classiques |                   |                       | Disciplines sportives handisports |                   |                       |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------|
|                                  | Nombre de joueurs | Nombre de remplaçants |                                   | Nombre de joueurs | Nombre de remplaçants |
| Handball                         | 7                 | 7                     | Hand fauteuil                     | 5                 | 9                     |
| Futsal                           | 5                 | 10                    | Foot fauteuil                     | 4                 | 2                     |
| Basket                           | 5                 | 12                    | Baskets fauteuil                  | 5                 | 12                    |
| Tennis                           | 2 ou 4            | X                     | Tennis fauteuil                   | 2 ou 4            | X                     |

## DT4 – Caisson de filtration industriel – Type SIE

|  | Modèle            | Débit<br>(m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ) | Dimensions<br>L x H x P (mm) | Puissance<br>(W) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|------------------------------|------------------|
|  | SIE <sub>2</sub>  | 2 000                                       | 500 x 480 x 605              | 80               |
|                                                                                   | SIE <sub>4</sub>  | 4 000                                       | 500 x 940 x 605              | 160              |
|                                                                                   | SIE <sub>6</sub>  | 6 000                                       | 1 533 x 480 x 605            | 240              |
|                                                                                   | SIE <sub>8</sub>  | 8 000                                       | 1 016 x 940 x 605            | 320              |
|                                                                                   | SIE <sub>12</sub> | 12 000                                      | 1 533 x 940 x 605            | 480              |
|                                                                                   | SIE <sub>16</sub> | 16 000                                      | 2 050 x 940 x 605            | 640              |
|                                                                                   | SIE <sub>20</sub> | 20 000                                      | 2 556 x 940 x 605            | 800              |

## DT5 – Vitesse maximale d'air dans les conduites en fonction des locaux

$$q_v = S \times v$$

$q_v$  : débit volumique en m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>

S : aire de la section du passage du fluide en m<sup>2</sup>

v : vitesse du fluide en m.s<sup>-1</sup>

| Locaux                                                                                                                                    | Restaurants | Bureaux | Écoles | Salle de sport | Bâtiments publics | Résidences |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|--------|----------------|-------------------|------------|
| v (m.s <sup>-1</sup> )                                                                                                                    | 4           | 4       | 4,5    | 4              | 4,5               | 4          |
| La vitesse de l'air est limitée à 6 m.s <sup>-1</sup> pour les conduits horizontaux et à 5 m.s <sup>-1</sup> pour les conduits verticaux. |             |         |        |                |                   |            |

## DT6 – Filtres pour caisson de traitement d'air

Les particules en suspension (notées PM en anglais pour Particulate Matter) incluent les matières microscopiques en suspension dans l'air ou dans l'eau. Les particules en suspension dans l'air se nomment aérosol.

Les filtres **PM10** filtrent les particules de diamètre supérieur à 10  $\mu\text{m}$ .

Les filtres **PM2,5** filtrent les particules de diamètre supérieur à 2,5  $\mu\text{m}$ .

Les filtres **PM1** filtrent les particules de diamètre supérieur à 1  $\mu\text{m}$ .



| Réf. | Classe ISO 16890 | Largeur (mm) | Hauteur (mm) | Profondeur (mm) | Débit ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) | Perte de charge initiale (Pa) |
|------|------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| A5   | PM10             | 2550         | 935          | 600             | 22500                                      | 50                            |
| B5   | PM10             | 1250         | 935          | 600             | 11000                                      | 50                            |
| A7   | PM2,5            | 2550         | 935          | 600             | 22500                                      | 85                            |
| B7   | PM2,5            | 1250         | 935          | 600             | 11000                                      | 85                            |
| UF7  | PM1              | 2550         | 935          | 600             | 22500                                      | 120                           |
| UG7  | PM1              | 1250         | 935          | 600             | 11000                                      | 120                           |

## DT7 – Rubans DEL COB (Chip-On-Board)

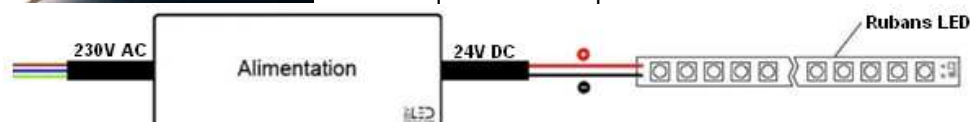
**Ruban DEL COB lumière continue – 8 W·m<sup>-1</sup> - IP65 - Blanc pur - 320 LED·m<sup>-1</sup> – 5 m – 24 V**



Le ruban DEL blanc IP65 COB 8 W·m<sup>-1</sup> donne une intensité lumineuse légère. Il est préconisé pour marquer les contours d'une surface ou mettre en valeur une zone par exemple.

L'alimentation 24 V est choisie en fonction de la longueur de ruban DEL installée.

Le ruban DEL est découpable tous les 5 cm et est pré-câblé à chaque extrémité par 30 cm de câble.



### Caractéristiques

|                                       |                                                                         |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Puissance (en Watts)                  | 8 W/mètre                                                               |
| Indice de Protection                  | IP65                                                                    |
| Angle de diffusion (en degré)         | 180°                                                                    |
| Dimmable (variation de la lumière)    | Dimmable                                                                |
| Alimentation électrique               | 24V                                                                     |
| Intensité lumineuse max               | 860 lumens                                                              |
| Température de lumière / long. d'onde | 6000K (Blanc pur) / 4000K (Blanc Lumière du jour) / 2800K (Blanc chaud) |
| Fabricant de la LED                   | Epistar                                                                 |
| Type de LED                           | COB                                                                     |
| Durée de vie des LED (en heures)      | 50000 h                                                                 |
| Indice de rendu des couleurs (IRC)    | 90                                                                      |
| Couleur du ruban                      | Blanc                                                                   |
| Matière / Finition                    | Cuivre class 6, Circuit imprimé double couche 70 µm                     |
| Longueur (en mm)                      | 5000 mm                                                                 |
| Largeur (en mm)                       | 8 mm                                                                    |
| Épaisseur (en mm)                     | 3 mm                                                                    |
| Poids net (en kg)                     | 0.100 kg                                                                |
| Découpable tous les (en cm)           | 5 cm                                                                    |
| Type de fixation                      | Adhésif double face                                                     |
| Largeur de ruban (en mm)              | 8,5 (8 mm + protection)                                                 |
| Conformité                            | CE-RoHS                                                                 |
| Garantie                              | 5 ans                                                                   |

## DT8 – Alimentation 24 V DC (Direct Current) pour rubans DEL

**Alimentation 24 V compacte – 400 W - IP67**



### Caractéristiques

Alimentations 24 V étanche (IP67) et munie de 15 cm de câble.

Primaire : 230 V AC 50/60 Hz

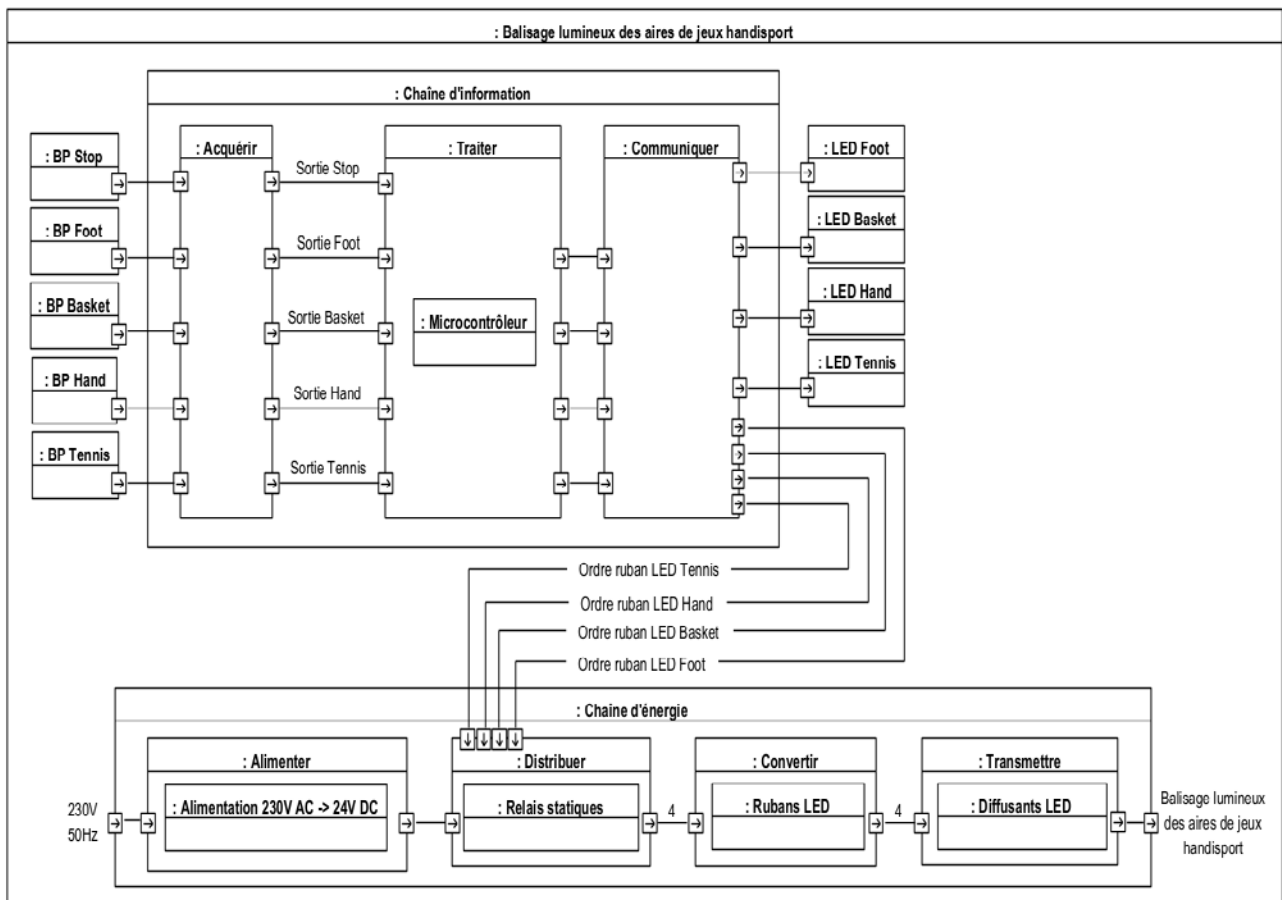
Secondaire : 24 V DC

Puissance : 400 W

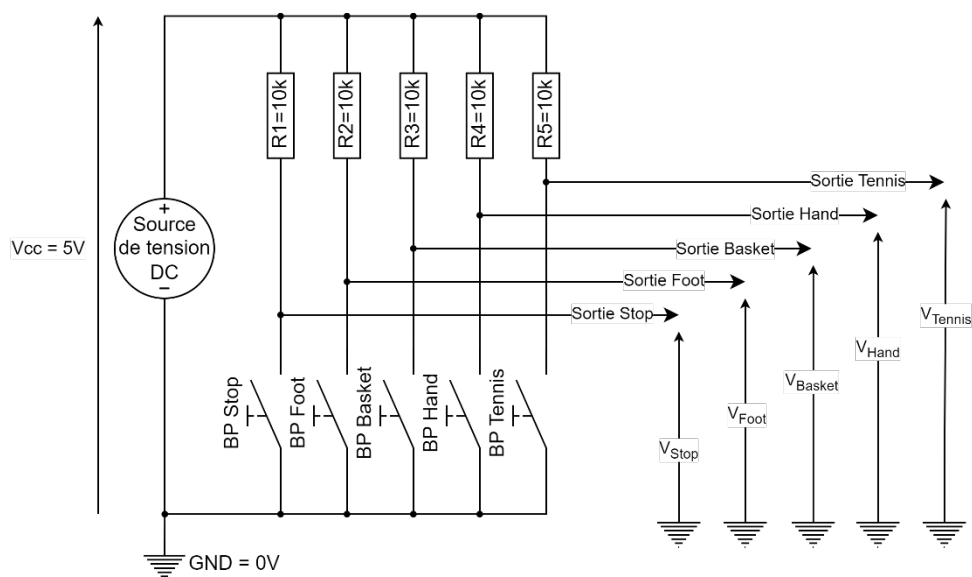
Intensité maximale du courant au primaire : 3,5 A

Intensité maximale du courant au secondaire : 16,5 A

## DT9 – Diagramme de blocs internes du plancher lumineux



## DT10 – Schéma structurel de la fonction acquérir, du plancher lumineux



## DT11 – Algorithmes de programmation du plancher lumineux

---

### DEBUT PROGRAMME PRINCIPAL

Éteindre les rubans DEL de toutes les aires de jeux handisport ;  
X = 0 ; # Affecter la valeur 0 à la variable temporaire X  
Autoriser les interruptions externes ; # Autoriser l'exécution du programme d'interruption lors de  
l'appui sur le BP Stop

### TANT QUE ( 1 ) FAIRE

#### TANT QUE ( X = 0 ) FAIRE

##### SI ( BP Foot appuyé ) ALORS

Allumer la DEL Foot ;  
Allumer les rubans DEL de l'aire de jeux foot fauteuil ;  
X = 1 ;

##### SINON

##### SI ( BP Basket appuyé ) ALORS

Allumer la DEL Basket ;  
Allumer les rubans DEL de l'aire de jeux basket fauteuil ;  
X = 1 ;

##### SINON

##### SI ( BP Hand appuyé ) ALORS

Allumer la DEL Hand ;  
Allumer les rubans DEL de l'aire de jeux hand fauteuil ;  
X = 1 ;

##### SINON

##### SI ( BP Tennis appuyé ) ALORS

Allumer la DEL Tennis ;  
Allumer les rubans DEL de l'aire de jeux tennis fauteuil ;  
X = 1 ; # Affecter la valeur 1 à la variable temporaire X

##### FINSI

##### FINSI

##### FINSI

##### FINTQ

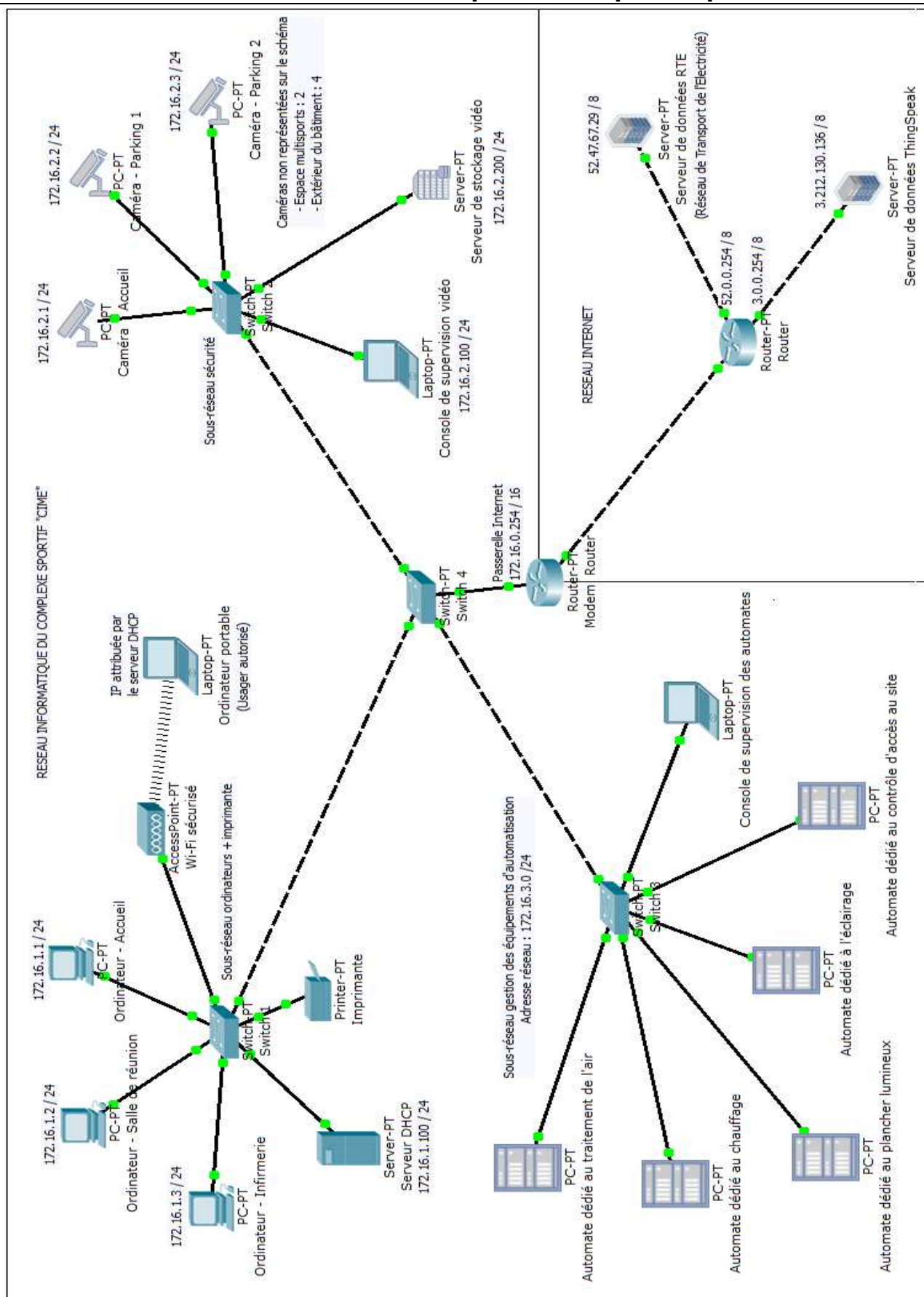
##### FINTQ

### FIN PROGRAMME PRINCIPAL

### DEBUT PROGRAMME INTERRUPTION

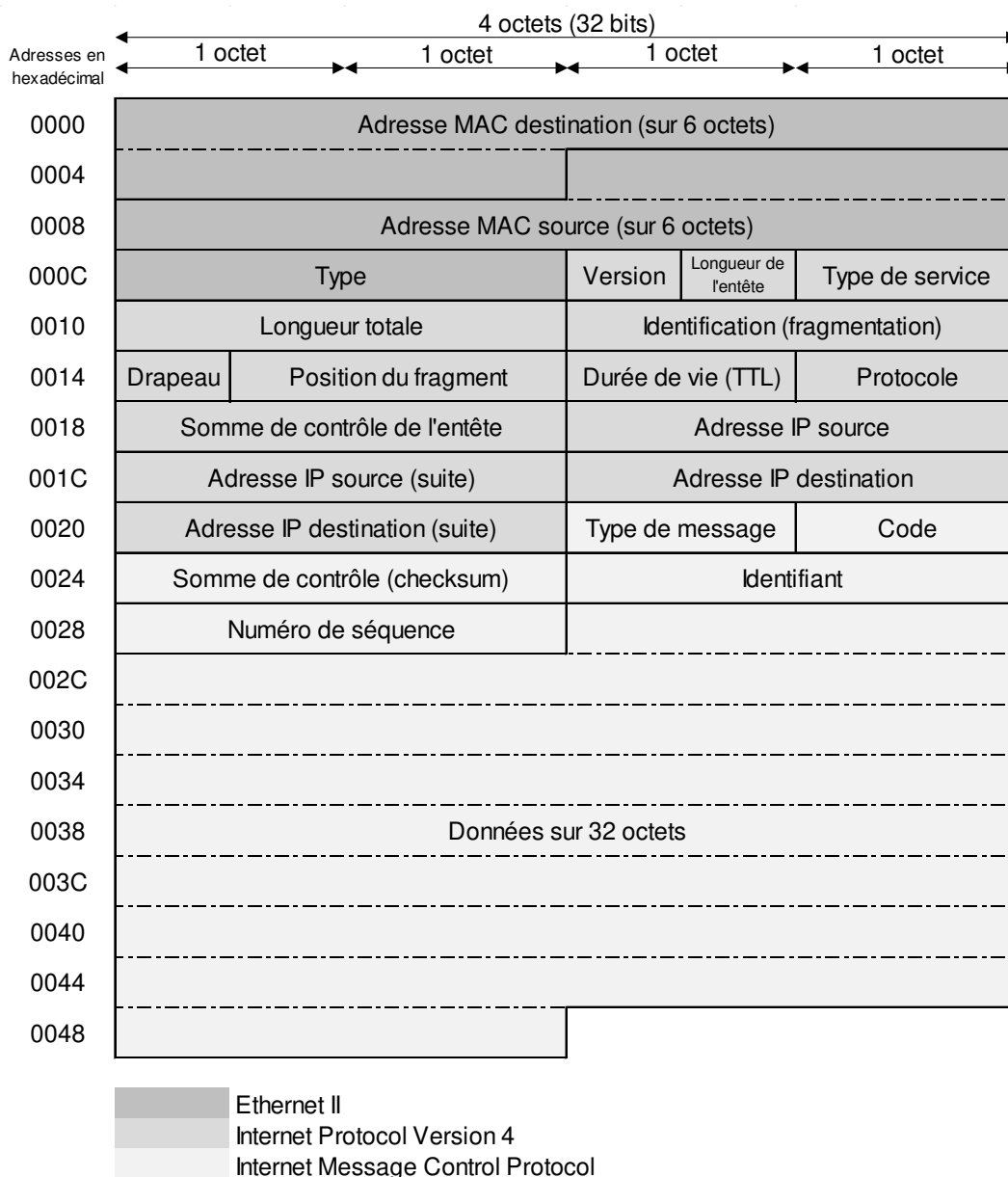
Éteindre toutes les DELs ;  
Éteindre les rubans DEL de toutes les aires de jeux handisport ;  
X = 0 ; # Affecter la valeur 0 à la variable temporaire X  
FIN PROGRAMME INTERRUPTION

## DT12 – Schéma du réseau informatique du complexe sportif « CIME »



## DT13 – Trame Ethernet / IP / ICMP d'une commande ping

### Synoptique de la trame Ethernet / IP / ICMP



### Capture de la trame réalisée à l'aide du logiciel « Wireshark » avec le filtre ICMP

|      | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0000 | 34 | 64 | a9 | 2a | 36 | be | 54 | bf | 64 | 87 | 72 | 97 | 08 | 00 | 45 | 00 |
| 0010 | 00 | 3c | 91 | 31 | 00 | 00 | 80 | 01 | 00 | 00 | ac | 10 | 01 | 0a | ac | 10 |
| 0020 | 01 | c8 | 08 | 00 | 4d | 52 | 00 | 01 | 00 | 09 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| 0030 | 67 | 68 | 69 | 6a | 6b | 6c | 6d | 6e | 6f | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 |
| 0040 | 77 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 |    |    |    |    |    |    |

Les valeurs sont exprimées en hexadécimal

**PAGE BLANCHE LAISSÉE INTENTIONNELLEMENT.**

**NE RIEN ÉCRIRE DESSUS**

## DR1 – Tableau des caractéristiques liées à l'étude du béton armé, de l'acier de construction et du bois lamellé collé

On rappelle pour la question 2.4 que le coefficient de sécurité est de 2.

| Poteau                                                     | Masse volumique (kg·m <sup>-3</sup> ) | Section (mm <sup>2</sup> ) | Volume (m <sup>3</sup> ) | Masse (kg) | Contrainte de l'étude (MPa) | Limite élastique (MPa) | Bilan carbone (kg eq. CO <sub>2</sub> par tonne) |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|
| Bois lamellé collé (section rectangulaire)                 | 430                                   | 120000                     |                          |            |                             | 32                     | - 47,2                                           |
| Acier de construction (Section HEA)                        | 7850                                  | 8000                       |                          |            |                             | 295                    | + 2211                                           |
| Béton Armé Ultra Haute Performance (Section rectangulaire) | 2500                                  | 160000                     |                          |            |                             | 60                     | + 159                                            |

## DR2 – Tableau de choix du matériau pour le poteau

| Matériau                                                   | Critères de choix |                         |               |       |
|------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|-------|
|                                                            | Masse             | Performances mécaniques | Bilan carbone | Total |
| Bois lamellé collé (section rectangulaire)                 |                   |                         |               |       |
| Acier de construction (section HEA)                        |                   |                         |               |       |
| Béton Armé Ultra Haute Performance (section rectangulaire) |                   |                         |               |       |

Classer les matériaux selon chaque critère en attribuant un certain nombre de points :

- 3 points pour le plus performant ;
- 2 points pour une performance moyenne ;
- 1 point pour le moins performant.



### DR3 – Calcul du renouvellement d'air

| Type de sport                                                                    | Nombre de joueurs et de remplaçants | Volume d'air renouvelé par joueur | Volume d'air total renouvelé pour l'ensemble des joueurs | Nombre de spectateurs | Volume d'air renouvelé par spectateur | Volume d'air renouvelé pour l'ensemble des spectateurs | Volume d'air renouvelé total    |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                  |                                     | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>   | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>                          |                       | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>       | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>                        | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
| Tennis                                                                           | 2 ou 4                              | 25                                | 100                                                      | 500                   | 18                                    | 9000                                                   | 9100                            |
| Basket                                                                           |                                     |                                   |                                                          | 500                   |                                       |                                                        |                                 |
| Handball                                                                         |                                     |                                   |                                                          | 500                   |                                       |                                                        |                                 |
| Escalade                                                                         | 4                                   |                                   |                                                          | 3000                  |                                       |                                                        |                                 |
| Le volume d'air renouvelé retenu sera de : _____ m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |                                     |                                   |                                                          |                       |                                       |                                                        |                                 |

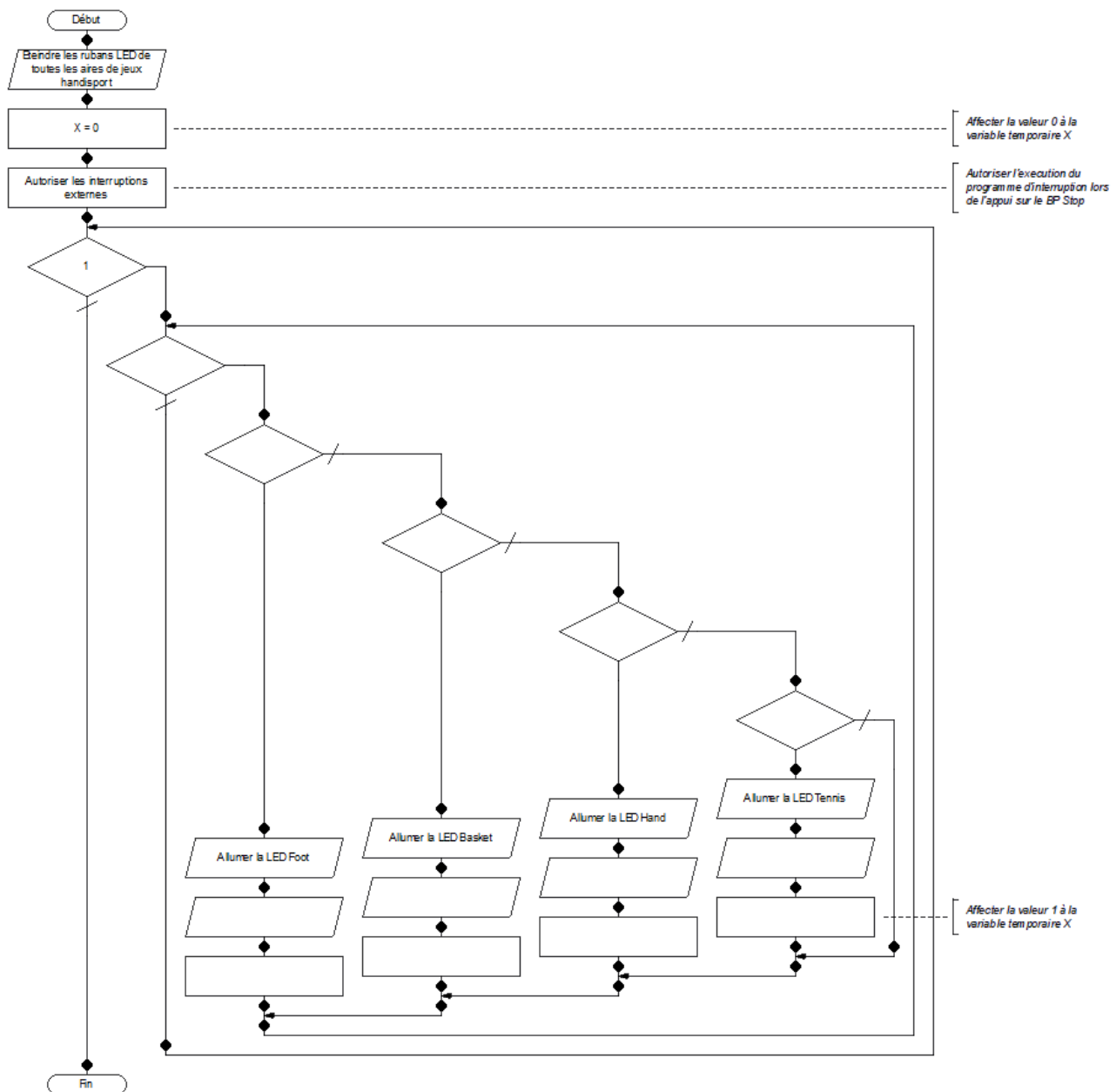
### DR4 – Étude du marquage lumineux au sol

| Type de sport   | Nombre de DELs | Nombre de ruban DEL | Puissance électrique | Nombre de blocs alimentation |
|-----------------|----------------|---------------------|----------------------|------------------------------|
| Foot fauteuil   |                |                     |                      |                              |
| Basket fauteuil |                |                     |                      |                              |
| Hand fauteuil   |                |                     |                      |                              |
| Tennis fauteuil |                |                     |                      |                              |



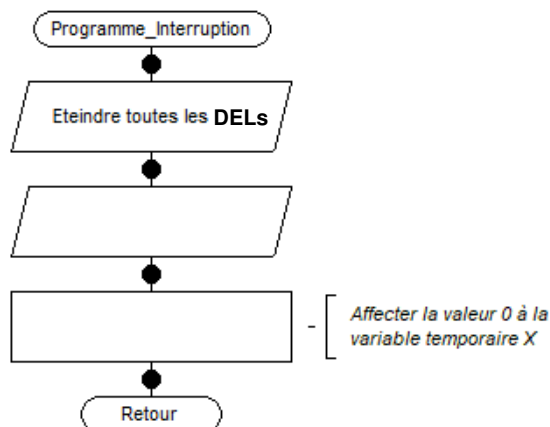
## DR5 – Algorigrammes de programmation du plancher lumineux

### Programme principal



### Programme d'interruption

Lorsque le bouton poussoir nommé « BP Stop » est appuyé, le programme d'interruption s'exécute. Lorsque le programme d'interruption est terminé, le programme principal reprend son exécution.



**NOM DE FAMILLE** (naissance) :  
(en majuscules)

[illegible]

**PRENOM :**  
(en majuscules)

[illegible]

**N° candidat :**

[illegible]

**N° d'inscription :**

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

**Né(e) le :**

## DR6 – Matrice de communication du réseau informatique local

---

| MATRICE DE<br>COMMUNICATION  | Ordinateur - Accueil | Console de<br>supervision<br>vidéo | Console de<br>supervision<br>des automates |
|------------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| Imprimante                   |                      |                                    |                                            |
| Serveur de stockage vidéo    |                      |                                    |                                            |
| Automate dédié à l'éclairage |                      |                                    |                                            |

Compléter par OUI quand la communication est possible et par NON dans le cas contraire



## **ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT**

### **C.I.M.E.**

## **Complexe International Multisport et Escalade**



- **Présentation de l'étude et questionnaire**..... pages 27 à 30
- **Documents techniques**..... pages 31 à 36
- **Documents réponses** ..... pages 37 à 38

## Mise en situation

L'aire d'évolution du complexe international multisports et escalade (CIME) permet d'accueillir des disciplines sportives handisport telles que le hand fauteuil, le basket fauteuil, le tennis fauteuil, le foot fauteuil, etc.). Les équipements nécessaires à la pratique de ces sports sont adaptables et amovibles (poteaux, filets, buts, panneaux). Ils ont été spécialement conçus pour le handisport et comprennent :

- des tracés sportifs adaptés lumineux ;
- des points de recharge pour les fauteuils électriques ;
- des revêtements de sol et de mur renforcés, ainsi qu'une base en parquet spécialement conçue pour le basket en fauteuil.

Le foot fauteuil électrique est un sport collectif d'opposition. L'objectif est de marquer un maximum de buts en propulsant le ballon par l'intermédiaire du pare-chocs avant du fauteuil électrique, tout en empêchant l'adversaire d'en faire autant.

Plus de 900 adhérents sont actuellement licenciés. Quatre-vingt-quinze structures, comprenant des clubs, sont affiliées et permettent la pratique du football en fauteuil roulant électrique.



### Règlement partiel du foot fauteuil :

- 2 équipes de 4 joueurs (3 joueurs de champ et 1 gardien de but) s'affrontent pendant 2 périodes de 20 minutes avec la possibilité de 2 périodes de prolongation de 5 minutes en compétition;
- le jeu en marche arrière est autorisé lorsque celle-ci est maîtrisée et n'implique pas d'autres joueurs ;
- la vitesse du fauteuil est limitée à 10 km/h.

Le foot fauteuil électrique se pratique avec un ballon de 33 cm de diamètre, soit 1,5 fois plus grand qu'un ballon de football classique.



### Constitution d'un fauteuil



## Travail demandé

### Partie A : la batterie dimensionnée pour un usage classique permet-elle de jouer un match de foot fauteuil ?

---

**Objectif :** optimiser la chaîne de puissance pour atteindre les performances énergétiques nécessaires à l'alimentation du fauteuil électrique pendant les phases de match.

Question A.1

DTS1  
DRS1

**Compléter** la chaîne de puissance du DRS1 en précisant le composant assurant la fonction de chaque module (voir DTS1), puis **préciser** entre chaque module :

- le type d'énergie mis en jeu (*thermique, électrique, mécanique de translation, mécanique de rotation, chimique*) ;
- la grandeur d'effort associée (*couple, force, débit, tension*) ;
- la grandeur de flux associée (*courant, pression, vitesse angulaire, vitesse linéaire*).

Les caractéristiques du fauteuil sont fournies pour un usage courant. Pour un match de foot fauteuil, il est nécessaire d'ajouter des équipements sur le fauteuil, entraînant ainsi une augmentation de sa masse. Un modèle multiphysique du fauteuil a été réalisé afin de vérifier le comportement de celui-ci lors d'un match de 50 minutes.

Pour cette étude, le modèle multiphysique du fauteuil (DTS2) est élaboré pour une vitesse constante de déplacement de  $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Les phases d'accélération ou décélération ne seront pas prises en compte.

La capacité  $Q$  d'une batterie est  $70 \text{ A} \cdot \text{h}$ . Sa tension  $U$  de sortie est de  $12 \text{ V}$ .

Question A.2

DTS1

**Calculer** la tension ( $U_{\text{bats}}$ ) délivrée par deux batteries assemblées en série. **Calculer** alors l'énergie  $E_{\text{bats}}$  emmagasinée sachant que :  $E = Q \cdot U$

Question A.3

DTS2

**Calculer** la puissance moyenne ( $P_{\text{bat}}$ ) fournie par les batteries pendant un match de 50 minutes ( $0,833 \text{ h}$ ).

**Relever** sur le modèle multiphysique DTS2, le rendement du modulateur d'énergie (hacheur).

**Calculer** la puissance utile disponible en sortie du hacheur ( $P_{\text{u-hach}}$ ).

Pour la suite, l'étude concerne un seul moteur. La puissance disponible pour celui-ci est de  $P_{\text{dispo}} = 900 \text{ W}$ .

Question A.4

DTS2

À l'aide des valeurs simulées relevées dans le modèle multiphysique **calculer** la puissance absorbée par un moteur ( $P_{\text{a-mot}}$ ).

Question A.5

Au regard des écarts constatés, **justifier** si l'énergie stockée dans la batterie permet d'assurer l'alimentation des deux moteurs pendant la totalité d'un match de foot fauteuil.

Afin d'améliorer l'efficacité énergétique de la chaîne de puissance du fauteuil, deux solutions vont être comparées :

- un motoréducteur avec réducteur conique ;
- un motoréducteur avec moteur brushless.

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question A.6<br>DTS3<br>DTS4 | <p><b>Indiquer</b> le couple nécessaire en sortie du motoréducteur (<math>C_{\text{mot}}</math>) à partir du diagramme des exigences (requirement diagramme) du DTS3.</p> <p><b>Indiquer</b> les références des motoréducteurs adaptées au cahier des charges pour les deux solutions.</p> |
| Question A.7<br>DTS4<br>DRS2 | <p>Dans le tableau du DRS2, <b>calculer</b> la puissance absorbée par les moteurs choisis précédemment (<math>P_{\text{abs}}</math>).</p> <p><b>Calculer</b> l'énergie nécessaire pour un match de 50 minutes (0,833 h) (<math>E_{\text{abs}}</math>).</p>                                 |
| Question A.8<br>DTS3<br>DRS2 | <p><b>Choisir</b> et <b>justifier</b> la meilleure solution compatible avec l'énergie disponible.</p>                                                                                                                                                                                      |

## Partie B : comment paramétrer le modulateur d'énergie pour obtenir les vitesses de déplacement souhaitées ?

**Objectif :** paramétrer le modulateur d'énergie (hacheur) afin d'obtenir une vitesse du fauteuil comprise entre 0 et 10 km·h<sup>-1</sup>.

Le choix de la solution s'est porté sur le motoréducteur référence BL 040.

|                              |                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question B.1<br>DTS4<br>DTS5 | <p><b>Relever</b> les caractéristiques électriques du motoréducteur BL 040.</p> <p><b>Indiquer</b> la référence du modulateur d'énergie permettant d'alimenter les deux motoréducteurs.</p> |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Le modulateur d'énergie est alimenté en 24 V DC. La valeur moyenne de sortie est de 24 V quand le rapport cyclique est égal à 1.

|                      |                                                                                                                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question B.2<br>DTS5 | <p>Pour une vitesse de 10 km·h<sup>-1</sup>, le moteur doit être alimenté à 22,5 V, <b>calculer</b> pour cette tension la valeur du rapport cyclique du hacheur.</p> |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                      |                                                                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Question B.3<br>DTS5 | <p><b>Expliquer</b> comment doit agir le modulateur d'énergie pour faire reculer le fauteuil.</p> |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Calculer** le rapport cyclique pour une vitesse en marche arrière de  $3,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

**Représenter** l'allure de la tension  $V(t)$  en sortie du modulateur d'énergie pour la vitesse arrière de  $3,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Échelle, 1 cm pour 12 V et 1 cm pour 0,33 ms, pour une période de signal de 1 ms.

## Partie C : comment assurer la recharge des fauteuils roulants électriques lors des compétitions de foot fauteuil ?

---

**Objectif** : vérifier si les performances des chargeurs de batterie installés dans le bâtiment « CIME » permettent la recharge des fauteuils roulants électriques dans un temps contraint.

Dans les conditions de match avec prolongation, la décharge des batteries a été mesurée à 95 %. La capacité des batteries est de 70 A·h.

Question C.1 | **Calculer** la valeur de décharge des batteries ( $Q_{\text{bat}95}$ ) en A·h dans les conditions de match.

En tournoi, les équipes ont la possibilité de recharger les batteries de leurs fauteuils pendant que se déroule un autre match.

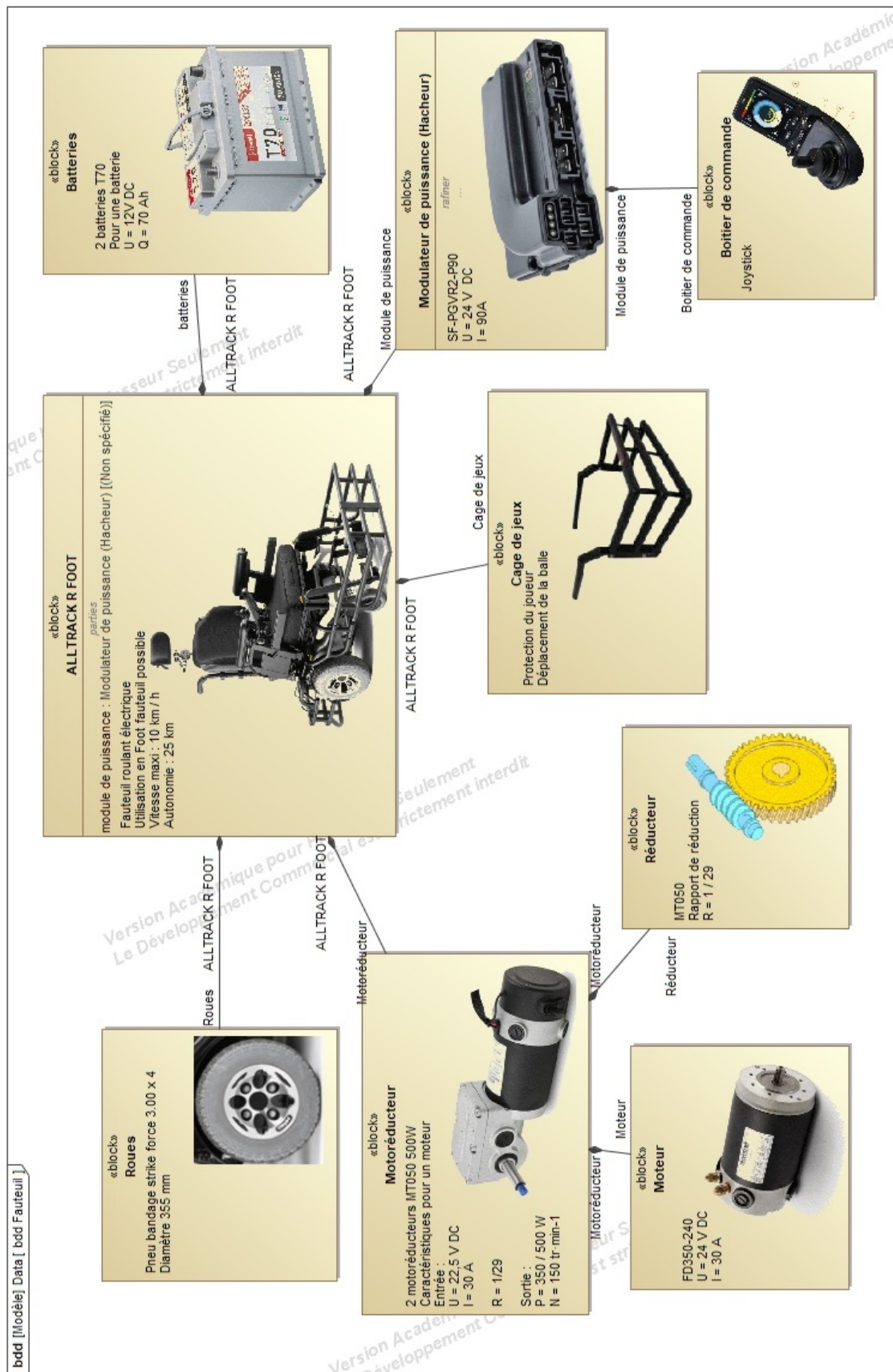
Les chargeurs, installés dans le CIME, ont pour référence KC204.

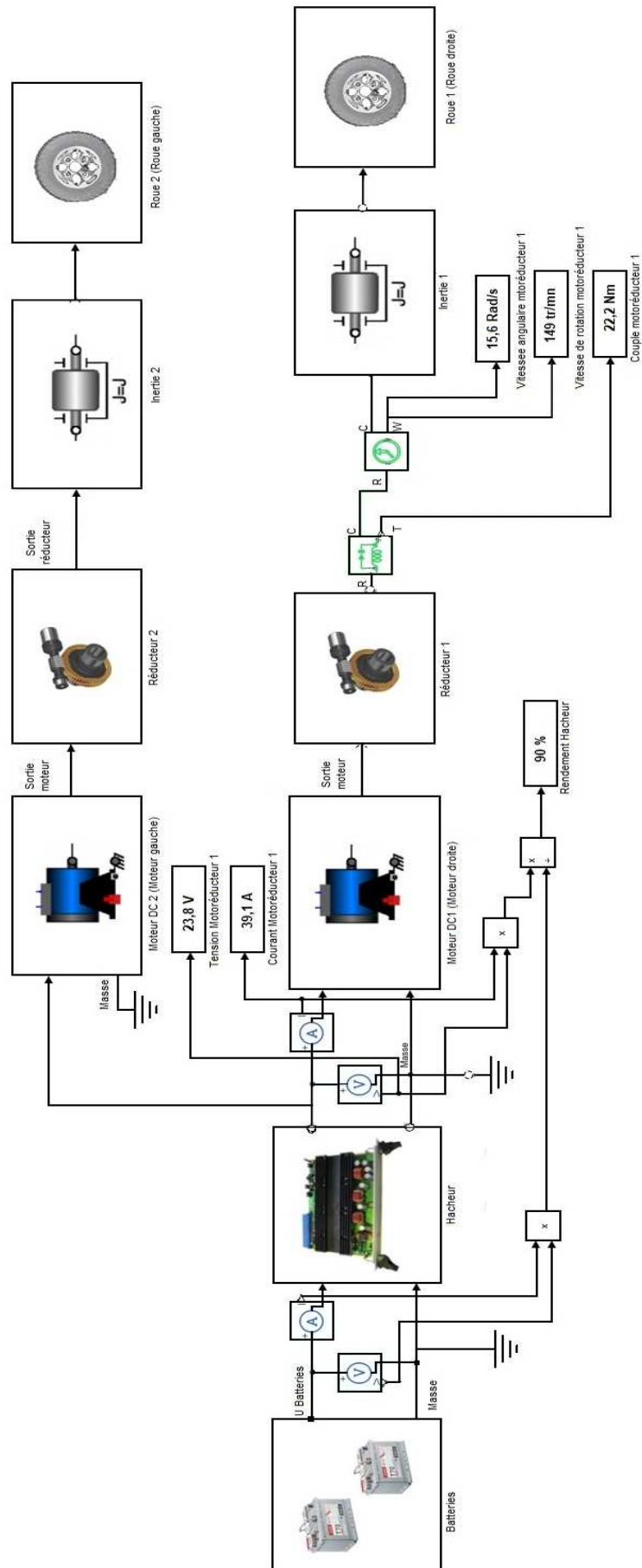
Question C.2 | **Indiquer** les caractéristiques électriques du chargeur. **Calculer** le courant de charge ( $I_{\text{charge}}$ ) que celui-ci peut fournir.

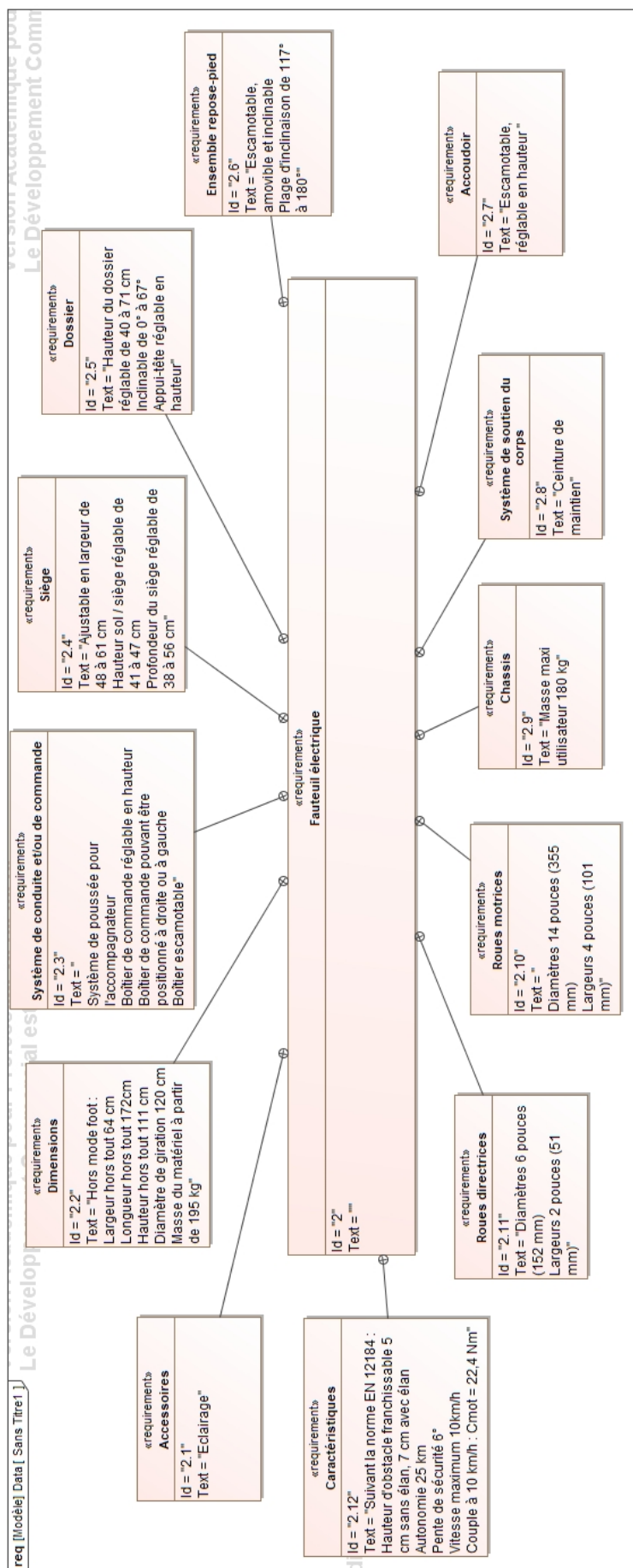
Question C.3 | **Calculer** le temps de charge des batteries ( $t_{\text{charge}}$ ) si celles-ci sont déchargées de 95 % et que le chargeur fournit le courant calculé précédemment.

Question C.4 | **Conclure** en vérifiant si le temps d'un match suffit pour recharger les batteries des fauteuils.

**24-2D2IDEEP01**







## DTS4 – Résultats des simulations des modèles multi physiques

---

### Résultats des simulations des différents motoréducteurs :

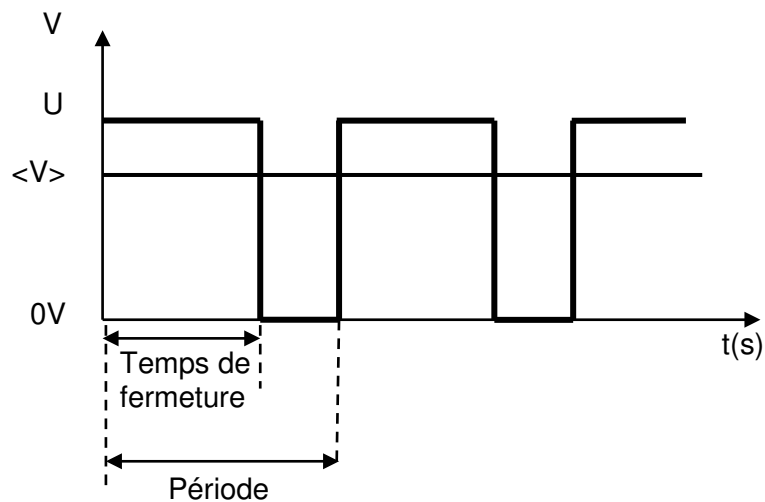
| Référence des motoréducteurs         | Caractéristiques d'entrée |                | Caractéristiques de sortie                                       |                                                                    |                                                |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                      | Tension (en V)            | Courant (en A) | Vitesse angulaire de sortie (en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | Vitesse de rotation de sortie (en $\text{tr}\cdot\text{mn}^{-1}$ ) | Couple de sortie (en $\text{N}\cdot\text{m}$ ) |
| Motoréducteur avec réducteur conique |                           |                |                                                                  |                                                                    |                                                |
| CCM 30                               | 24                        | 36,6           | 15,71                                                            | 150                                                                | 20                                             |
| CCM 40                               | 24                        | 38,6           | 15,71                                                            | 150                                                                | 22,5                                           |
| CCM 50                               | 24                        | 40,6           | 15,71                                                            | 150                                                                | 24,5                                           |
| Motoréducteur avec moteur brushless. |                           |                |                                                                  |                                                                    |                                                |
| BL 030                               | 22,5                      | 36,6           | 15,71                                                            | 150                                                                | 20                                             |
| BL 040                               | 22,5                      | 38,6           | 15,71                                                            | 150                                                                | 25                                             |
| BL 050                               | 22,5                      | 40,6           | 15,71                                                            | 150                                                                | 30                                             |

## DTS5 – Modulateur d'énergie (hacheur)

### Système électronique polyvalent – Modules de puissance R-NET de PG DRIVES : VR2 POWER MODULE

|  | Tension d'entrée | Courant total disponible en sortie du module | Courant disponible en sortie pour un actionneur (motoréducteur) | Courant de recharge admissible |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                   | V DC             | A                                            | A                                                               | A                              |
| D50950                                                                            | 24               | 50                                           | 22                                                              | 50                             |
| D50681                                                                            | 24               | 60                                           | 26                                                              | 60                             |
| D50678                                                                            | 24               | 70                                           | 32                                                              | 70                             |
| D51086                                                                            | 24               | 90                                           | 42                                                              | 90                             |
| Protection : IP40                                                                 |                  |                                              |                                                                 |                                |

#### Principe de fonctionnement d'un hacheur



Tension moyenne en sortie du hacheur :

$$\langle V \rangle = \alpha \times U \text{ avec } \alpha \text{ rapport cyclique} = \text{temps de fermeture} / \text{période}$$

## DTS6 – Chargeur de batterie pour fauteuil roulant électrique

### Chargeur COTEK

La gamme de chargeurs de batteries compacts et légers COTEK CX intègre un microprocesseur pour un chargement rapide et précis des batteries plomb-acide, gel, AGM ou lithium-ion.



*Compact, puissant et polyvalent.*

*Robuste et fiable.*

*Pour batteries plomb-acide, gel, AGM ou lithium-ion.*

*Ventilateur 2 vitesses.*

*Protection : court-circuit – surtension - surchauffe.*

Caractéristiques d'entrée :

Plage de tension : 90-264VAC

Fréquence : 47-63Hz

Facteur de puissance : > 0,92

Rendement à 230VAC : 90%

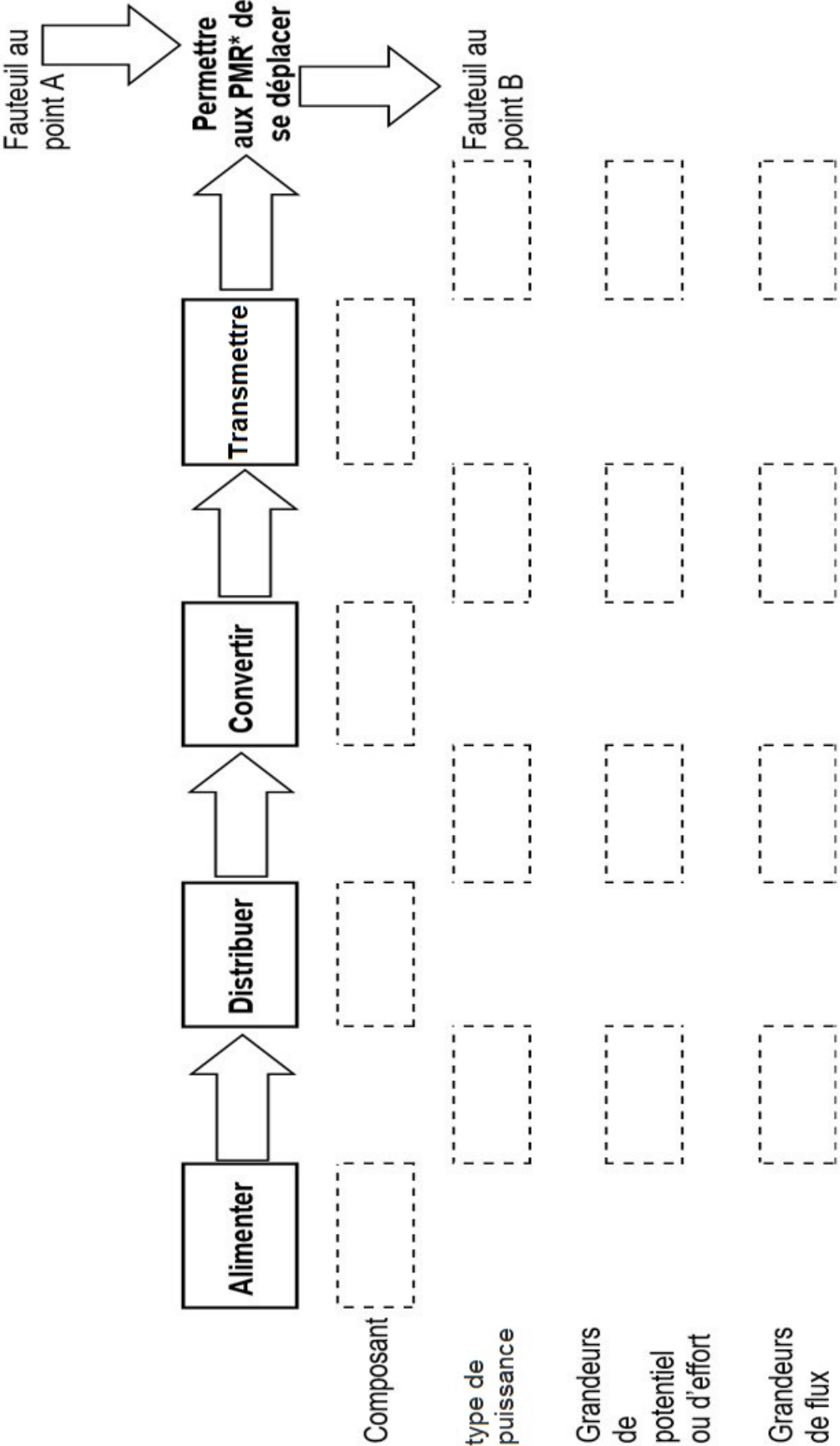
Température de travail : -20°C à +50°C

Humidité de travail : 20 à 90% RH

| Référence | Tension batterie (V DC) | Puissance de sortie (W) | Modèle       | Dimensions en mm | Masse (kg) |
|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------|------------------|------------|
| KC211     | 12                      | 400                     | 01-5021-1204 | 183x72x243       | 1,6        |
| KC212     | 12                      | 600                     | 01-5022-1204 | 183x72x243       | 1,7        |
| KC213     | 12                      | 850                     | 01-5023-1220 | 183x72x263       | 1,9        |
| KC201     | 12                      | 1200                    | 01-5024-1204 | 272x213x77       | 3,1        |
| KC203     | 12                      | 2000                    | 01-5025-1204 | 312x213x77       | 4,0        |
| KC214     | 24                      | 600                     | 01-5022-2404 | 183x72x243       | 1,6        |
| KC202     | 24                      | 1200                    | 01-5022-2404 | 272x213x77       | 2,9        |
| KC204     | 24                      | 2000                    | 01-5026-2404 | 312x213x77       | 3,9        |

**PAGE BLANCHE LAISSÉE INTENTIONNELLEMENT.**

**NE RIEN ÉCRIRE DESSUS**



\*PMR : Personne à Mobilité Réduite



## DRS2 – Calcul de la puissance et de l'énergie des motoréducteurs

---

| Référence des motoréducteurs | Tension (en V) | Courant (en A) | Puissance absorbée ( $P_{abs}$ en W) | Temps (en heures) | Energie absorbée ( $E_{abs}$ en W·h) |
|------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| CCM _ _ _ _                  | 24             |                |                                      | 0,833             |                                      |
| BL _ _ _ _                   | 22,5           |                |                                      | 0,833             |                                      |



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.