

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2014

ÉPREUVE E4.2

Étude d'un enrouleur de câble

DOSSIER QUESTIONNEMENT

Le questionnement comporte 5 parties.

- Partie 1 : détermination d'une nouvelle référence des moteurs.
- Partie 2 : coût d'une nouvelle installation et gestion des stocks.
- Partie 3 : choix du variateur et schéma de puissance du moto-variateur.
- Partie 4 : choix des matériels raccordés au variateur et schéma de commande.
- Partie 5 : mise en réseau des équipements communicants.

Les 5 parties sont indépendantes.

Il est impératif de commencer par la lecture du dossier technique.

PARTIE 1 : DETERMINATION D'UNE NOUVELLE REFERENCE DES MOTEURS.

Documents nécessaires à cette partie :

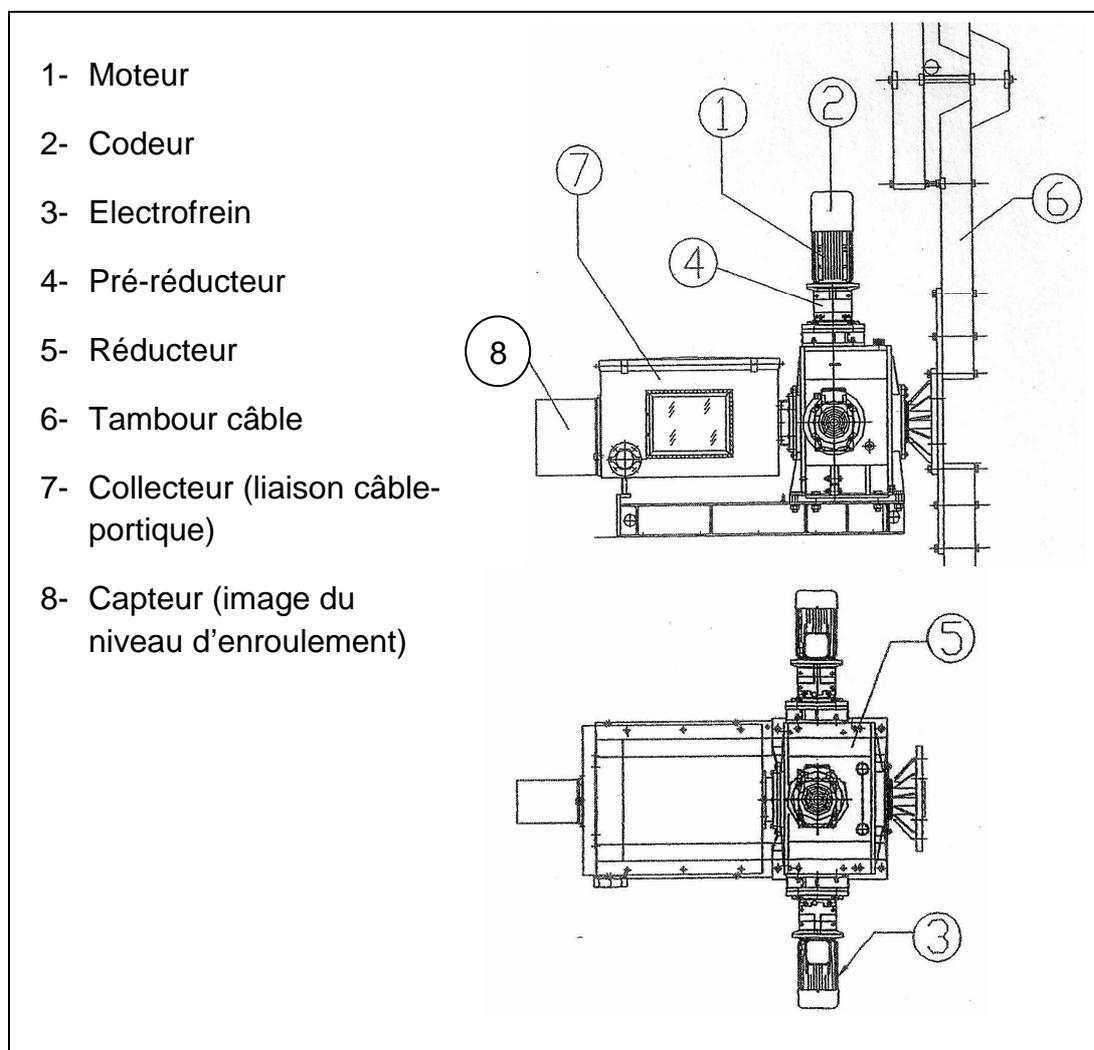
- Dossier ressources : documents ressource 1 et 2

Les moteurs de l'enrouleur n'étant plus fabriqués et dans un souci d'uniformisation des constructeurs, on recherche de nouvelles références de moteurs asynchrones triphasés pouvant être installés en remplacement des 3 existants.

Les 3 moteurs entraînent simultanément l'enrouleur.

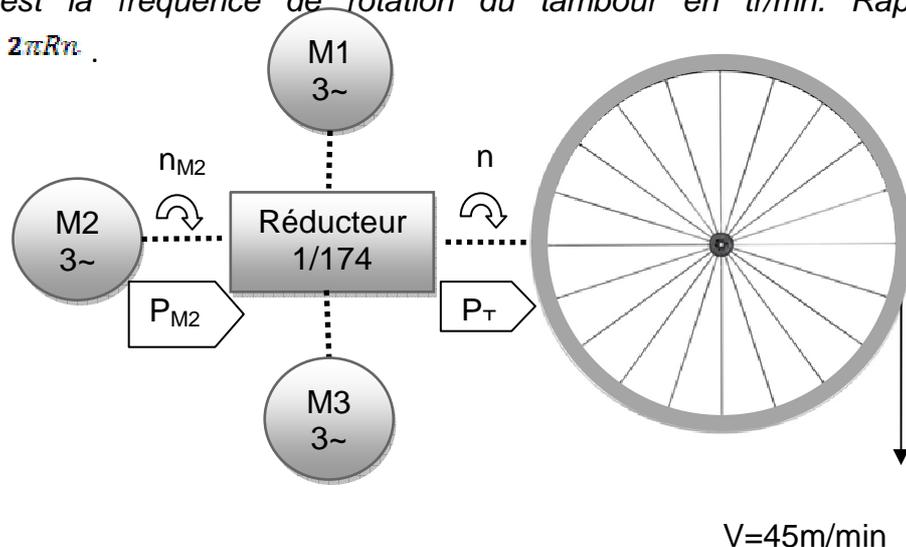
La fréquence de rotation est donc identique pour les 3 moteurs et le couple proportionnellement réparti.

Les 3 moteurs sont identiques, mais l'un d'eux est équipé d'un électrofrein et un autre d'un codeur.



Données :

- l'alimentation de l'enrouleur se fait en triphasé 400V ;
 - le rapport de réduction est de 1:174 ;
 - le rendement du réducteur est de 0,95 ;
 - la puissance utile au niveau du tambour est de 2kW ;
 - la vitesse linéaire V est constante à 45m/min ;
 - le rayon R du tambour est tel que $1,25m \leq R \leq 3,5m$;
 - on admet que les moteurs fonctionnent à puissance constante ;
 - le variateur associé à ces moteurs permet un fonctionnement en survitesse ;
- n est la fréquence de rotation du tambour en tr/mn. Rappel :
 $V = 2\pi Rn$.



1. **Calculer** à partir des données ci-dessus, la **fréquence de rotation** maximale du **tambour** (en tr/min).
2. **Calculer la fréquence de rotation** maximale des **moteurs** correspondante (en tr/min).
3. **Calculer la puissance utile** à développer pour chacun des moteurs.
4. A l'aide du **document ressource 1**, **choisir la référence** du moteur frein Leroy-Somer le mieux adapté et donner le nombre de pôles, le type du moteur et du frein.

Disponible en stock, un moteur frein de référence LS 100L-1,1 kW - 8 pôles peut être installé (ne correspond pas forcément aux résultats des questions précédentes). Les moteurs fonctionnent à puissance constante et il existe un risque d'échauffement à basse vitesse.

5. **Préciser** s'il y a nécessité d'installer une ventilation forcée sur chaque moteur. Pour cela, vous devrez rechercher les rapports N/N_s et P/P_N indiqué dans le **document ressource 2** avant de conclure

PARTIE 2 : COUT D'UNE NOUVELLE INSTALLATION ET GESTION DES STOCKS.

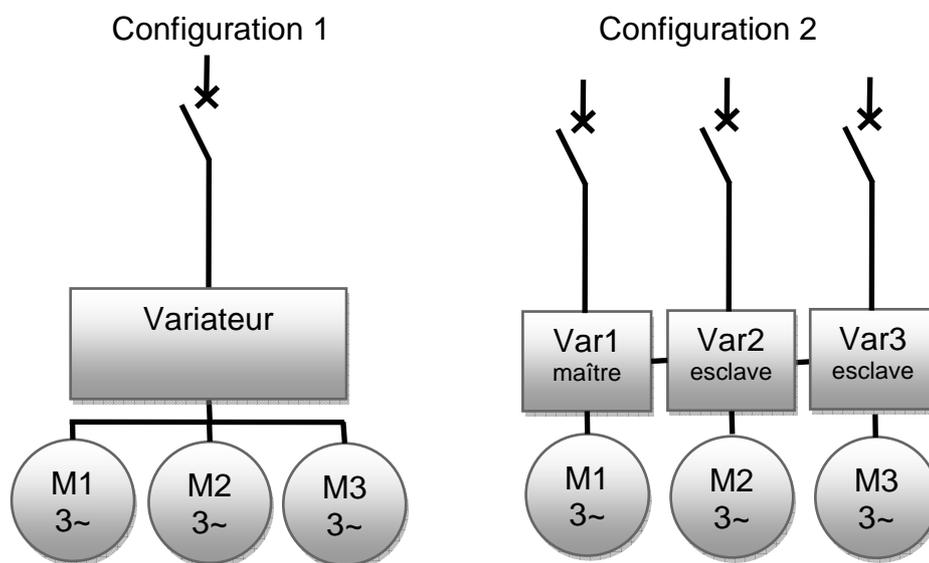
Documents nécessaires à cette partie :

- Dossier ressources : document ressource 3 ;
- Dossier réponses page 2/4 noté **DR 2/4** ci-après.

En cas de remplacement d'un variateur obsolète par un variateur Schneider de type ATV71, deux configurations peuvent être envisagées afin de piloter les moteurs (voir croquis ci-dessous) :

- avec un variateur pilotant les 3 moteurs ;
- avec 3 variateurs en maître/esclaves.

Afin d'utiliser au maximum les équipements disponibles en stock, un calcul de coût pour les 2 configurations est réalisé.



Données :

- le courant nominal de chacun des moteurs est de 4,5A ;
- pour chacune des configurations une interface homme machine (IHM) sera installée ;
- chaque variateur est équipé d'une résistance de freinage;
- la TVA est de 20%.

Désignation	Prix € HT	Produits en stock
Variateur ATV71 - 5,5 kW	1700	0
Variateur ATV71 - 1,5 kW	900	3
Résistances de freinage - 5,5 kW	1400	0
Résistances de freinage - 1,5 kW	600	3
Disjoncteur pour charge 13-24A	100	10
Disjoncteur pour charge 4-12A	60	20
IHM pour ATV71	200	10
Relais thermiques 4-10A	50	4

.....		
-------	--	--

6. **Indiquer des éléments technique(s) ou économique(s)** qui vont guider votre choix parmi les deux configurations possibles.
7. Sur la base des prix indiqués sur le matériel en stock, **calculer le coût TTC** en équipement pour les configurations 1 puis 2 en complétant **DR 2/4**.
8. Afin d'utiliser le matériel en stock et de limiter au maximum les dépenses en nouveaux matériels, **compléter le tableau**, voir **DR 2/4**, permettant de déterminer le coût des 2 configurations après chaque nouvelle installation.
A l'issue de la 2^{nde} installation, préciser la configuration la plus économique.

PARTIE 3 : CHOIX DU VARIATEUR ET SCHEMA DE PUISSANCE DU MOTO-VARIATEUR.

Documents nécessaires à cette partie :

- Dossier ressources : documents ressource 1, 3, 4, 5 et 9 ;
- Dossier réponses page 3/4 noté **DR 3/4** ci-après.

On décide finalement d'installer la configuration avec un seul variateur ATV71 pilotant 3 moteurs.

On demande de réaliser le choix de la référence du variateur et de ses éléments de puissance puis de compléter le schéma de puissance.

Données :

- le réseau est triphasé 400V+PE ;
- Chaque moteur a pour référence LS 100L-1,1 kW - 8 pôles, voir **document ressource 1** ;
- la protection thermique des moteurs est assurée conformément au schéma constructeur du **document ressource 3** ;
- l'alimentation du variateur est réalisée en direct (sans contacteur) ;
- le moteur M1 est équipé d'un codeur incrémental ;
- le moteur M3 est équipé de l'électrofrein assurant la mise en sécurité à l'arrêt ;
- des inductances de ligne, permettant de réduire les harmoniques de courant, seront installées ;
- l'électrofrein a une puissance de 40W et est alimenté en 24V= ;
- le pouvoir de commutation du contact R2 du variateur est donné dans le **document ressource 9**.

9. 9.1) **Préciser le courant nominal** d'un moteur, puis **déterminer le courant nominal** minimum que devra fournir le variateur.

9.2) **Choisir la référence** du variateur en tenant compte du courant appelé par les moteurs.

10. **Compléter le schéma** de puissance, voir **DR 3/4**, en dessinant les liaisons vers les 3 moteurs et le réseau.

11. **Compléter le schéma de puissance**, voir **DR 3/4**, en dessinant les liaisons vers la résistance de freinage R FR.

12. Nous devons alimenter l'électrofrein à partir d'un ordre de fermeture du contact R2 du variateur. Vérifier et justifier que le pouvoir de commutation de R2 est suffisant, **voir document ressource 9**.

13. **Compléter le schéma de puissance**, voir **DR 3/4**, en dessinant les liaisons décrivant l'alimentation de l'électrofrein.

PARTIE 4 : CHOIX DES MATERIELS RACCORDES AU VARIATEUR ET SCHEMA DE COMMANDE.

Documents nécessaires à cette partie :

- Dossier ressources : documents ressources 6 à 13 ;
- Dossier réponses page 4/4 noté DR 4/4 ci-après.

Il est prévu d'ajouter un module de sécurité associé au variateur, un codeur incrémental et un afficheur. Cela nécessite de choisir ces équipements et de les raccorder sur le schéma de commande.

*Le module de sécurité sera alimenté sous une tension continue de 24 V. Trois circuits de sécurité seront suffisants et l'un d'entre eux sera à ouverture retardé. Le **document ressource 8** présente ces trois circuits avec, par exemple, le circuit à ouverture retardé entre les bornes 37 et 38. Nous choisirons une ouverture retardée de 15 secondes pour permettre le freinage des moteurs. Le raccordement se fera par des bornes à vis*

14. Choisir la référence du module de sécurité.

Un seul fin de course noté S2 et un seul arrêt coup de poing noté S1 sont représentés sur le schéma à compléter (DR 4/4). Le shunt entre S33 et S35 du module de sécurité permet le fonctionnement en mode automatique. Dans ce mode, le variateur est contrôlé en couple grâce à une consigne 0-10V provenant de l'API de gestion du portique.

Afin d'assurer la maintenance, l'enrouleur peut fonctionner également en mode manuel. Dans ce cas le variateur est contrôlé en vitesse grâce à une autre consigne 0-10V.

15. Compléter le schéma de commande, voir **DR 4/4**, en suivant les indications suivantes :

- raccorder l'alimentation du module de sécurité ;
- raccorder S1 et S2 conformément au **document ressource 8**, pour un « démarrage surveillé » ;
- raccorder les trois circuits de sécurité afin de les alimenter par la borne +24 du variateur. Le second circuit terminé par la borne 24 est inutilisé ;
- raccorder les sorties « tout ou rien » (TOR) en vous aidant du tableau ci-après.

E/S du variateur	API de gestion portique
AI1+ - AL1-	Référence vitesse
AI2 - COM	Consigne couple
R1C-R1B	Défaut ATV
LI1	« ordre » d'enrouler le câble
LI2	« ordre » de dérouler le câble
LI3	Auto/Manu

Tab 1 : raccordement TOR API vers ATV 71

Un codeur incrémental est installé sur l'axe du moteur M1 afin d'assurer un contrôle de la vitesse, notamment lors d'un fonctionnement en mode manuel. On souhaite une précision minimale de 1/10 de degré au niveau du tambour enrouleur de câble ; pour cela, la précision minimale (due au réducteur) est de 17,4 degrés par tour au niveau du moteur. Cela nécessite de choisir ce codeur incrémental puis de le raccorder sur le schéma de commande.

16. **Calculer la résolution minimale** du codeur installé sur M1.
17. En **déduire**, à partir du **document ressource 11**, le **code résolution** du codeur GI355.
18. **Ajouter les raccords** sur le schéma, voir **DR 4/4**, entre le codeur incrémental GI35xx du moteur M1 et la carte codeur VW3 A3 du variateur.

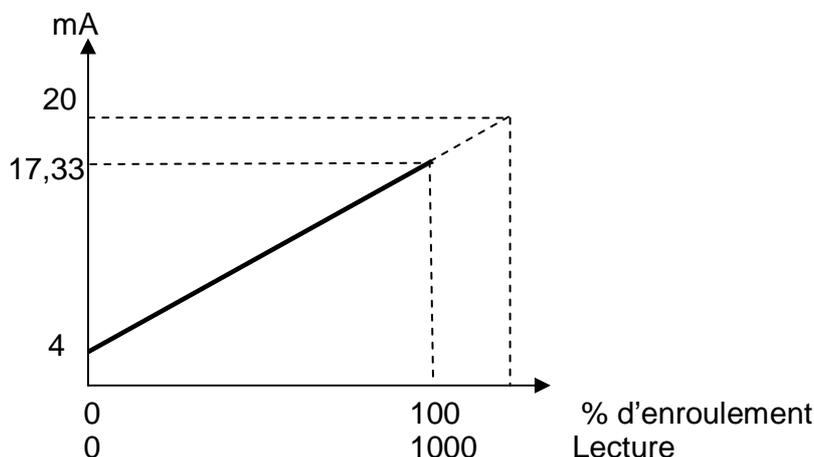
Le capteur NIV_ENR fournit une image du niveau d'enroulement du câble sur le tambour par un signal en 4-20mA.

Cette information permet à l'API de gestion de définir la consigne de couple à appliquer au variateur en fonction des différents ordres transmis (enroulement, déroulement, etc.).

Afin de faciliter la maintenance, on souhaite insérer dans la boucle un afficheur qui indiquera le pourcentage (%) d'enroulement du câble.

19. **Préciser l'intérêt d'une liaison en 4-20mA.**
20. **Compléter le schéma**, voir **DR 4/4**, en raccordant le capteur NIV_ENR vers l'afficheur et l'entrée « Niveau d'enroulement » de l'API de gestion portique.

On souhaite un affichage (en %) de 0 à 100,0 sur l'afficheur DPM942, voir **document ressource 13**. Cet afficheur est initialement calibré pour afficher 1000 lorsqu'il est traversé par un courant de 20mA. L'observation du tracé du courant de sortie en fonction du pourcentage (%) du niveau d'enroulement, voir ci-dessous, ne donne que 17,33 mA lorsque le câble est complètement enroulé. Il est donc nécessaire d'ajuster une échelle différente par l'ajout de deux résistances dans le module afficheur. Un point décimal en 3ème position sera allumé, par programmation, ce qui permettra d'afficher [100.0] lorsque le DPM942 sera traversé par un courant de



20mA.

21. **Déterminer la valeur numérique en « Lecture pleine échelle à 20 mA ».**
22. **En déduire la valeur (R12+R13) à ajouter sur l'afficheur pour obtenir le résultat recherché.**

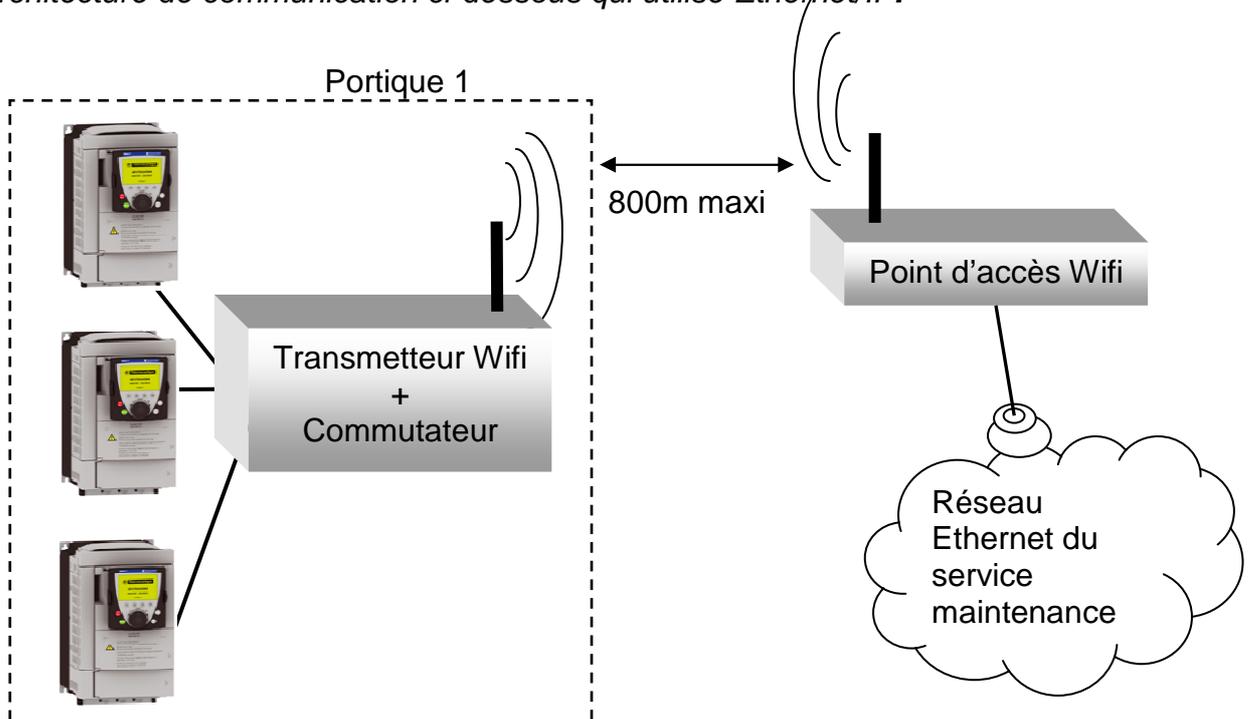
PARTIE 5 MISE EN RESEAU DES EQUIPEMENTS COMMUNICANTS.

Documents nécessaires à cette partie :

- Dossier ressources : documents ressources 14, 15 et 16.

On souhaite paramétrer à distance les variateurs de l'enrouleur (cas où 3 variateurs sont installés). Pour cela nous allons choisir les équipements du portique numéro 1 qui permettront cette communication.

On suppose que chaque portique est équipé de 3 variateurs ATV71 avec l'architecture de communication ci-dessous qui utilise Ethernet/IP.

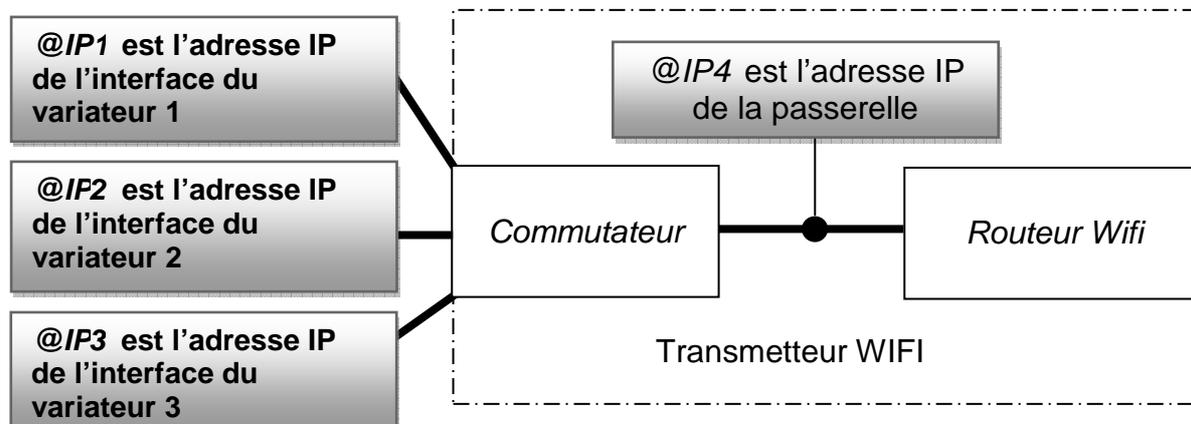


23. Choisir la référence de la carte de communication à installer dans les variateurs, voir document ressource 14.

L'architecture de communication ci-dessus fait apparaître la nécessité de connecter trois équipements au transmetteur. La portée minimum en air libre doit être de 800m entre le transmetteur et le point d'accès.

24. Choisir la référence du transmetteur WIFI à installer, voir document ressource 15.

Chaque interface doit recevoir une adresse IP et un masque associé comme indiqué ci-dessous. Le masque appliqué à chacune de ces interfaces est 255.255.255.248. L'adresse @IP4 de la passerelle est 192.168.22.14.



25. Donner l'adresse de ce sous-réseau.

26. Parmi toutes les adresses de ce sous-réseau, **indiquer le nombre de choix** possible pour attribuer une adresse à une interface d'un variateur.

27. Parmi les propositions suivantes (a, b ou c), **Indiquer les adresses** qui pourront être attribuée aux 3 interfaces des variateurs. **Justifier votre réponse.**

- | | | |
|------------------|---------------|---------------|
| a) 192.168.22.8 | 192.168.22.9 | 192.168.22.10 |
| b) 192.168.22.9 | 192.168.22.10 | 192.168.22.11 |
| c) 192.168.22.14 | 192.168.22.15 | 192.168.22.16 |

L'attribution du nom de chacun des ATV71 doit respecter la convention suivante : PORTIQUE(numéro)_ATV(numéro).

28. À l'aide du **document ressource 16**, réaliser la configuration de l'interface du variateur 3 du portique 1 ayant l'adresse 192.168.22.12, en précisant les paramètres suivants :

- [NOM APPAREIL]
- [IP Carte]
- [IP Masque]
- [IP Gate]