



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

Maintenance des systèmes mécaniques automatisés Option « Systèmes ferroviaires »

Epreuve E2 – Epreuve technologique – Sous épreuve A2
Etude technologique des matériels roulants et des automatismes

Unité U 21

Durée : 2 heures

Coefficient : 1,5

Cette épreuve permet de vérifier que le candidat a acquis les compétences en :

- technologie des matériels roulants.

L'épreuve a pour support un dossier technique relatif aux matériels roulants.

Ce sujet comporte :

- 26 pages (page de garde comprise) numérotées 1/26 à 26/26

Thème :

Commande de freinage de voiture CORAIL

Composition du sujet :

- 1 dossier technique → pages 2/26 à 15/26.
- 1 dossier questions – réponses → pages 16/26 à 26/26.

Calculatrice autorisée. Calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel et documentaire (*circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n°42*).

Aucun document autorisé.

Les réponses doivent être inscrites au stylo noir ou bleu.

L'ensemble du dossier questions - réponses est à rendre impérativement, même s'il n'a pas été complété par le candidat. Il ne devra pas porter d'indications susceptibles de reconnaître l'identité du candidat. Il sera agrafé à une copie d'examen par le surveillant de l'épreuve.

I Présentation du matériel

1. Présentation de la voiture Corail



Les **voitures Corail** sont des voitures voyageurs de la SNCF d'un nouveau confort, mises en service à partir de 1975. Ces voitures se caractérisent par rapport aux voitures des générations précédentes par leur niveau de confort (généralisation de la climatisation, qualité de suspension et d'insonorisation) ainsi que par leur aptitude de roulement (160 km/h, voire à 200 km/h moyennant certains équipements).

Les voitures Corail circulent principalement dans des trains dits de grandes lignes, c'est-à-dire sur des relations à grandes distances, nationales ou interrégionales.

II. Présentation du système automatisé

2. Le freinage des voitures Corail.

2.1 Raison d'être du frein

Le freinage conditionne directement la sécurité des circulations, car pour une vitesse donnée, les trains doivent pouvoir s'arrêter en toute certitude sur la distance d'implantation des signaux et dans des conditions acceptables pour les voyageurs, les marchandises et le matériel.

Cette obligation impose un effort retardateur que l'engin moteur ne peut produire seul.

Chaque voiture corail doit donc participer au freinage en raison directe de la masse en mouvement (énergie cinétique). Elles sont donc équipées de leur propre système de freinage, piloté à partir de la cabine de conduite.

Cet effort retardateur est réalisé mécaniquement par le frottement de semelles de frein sur les roues. La commande de ce dispositif est réalisée pneumatiquement par une variation de pression dans une Conduite Générale (CG).

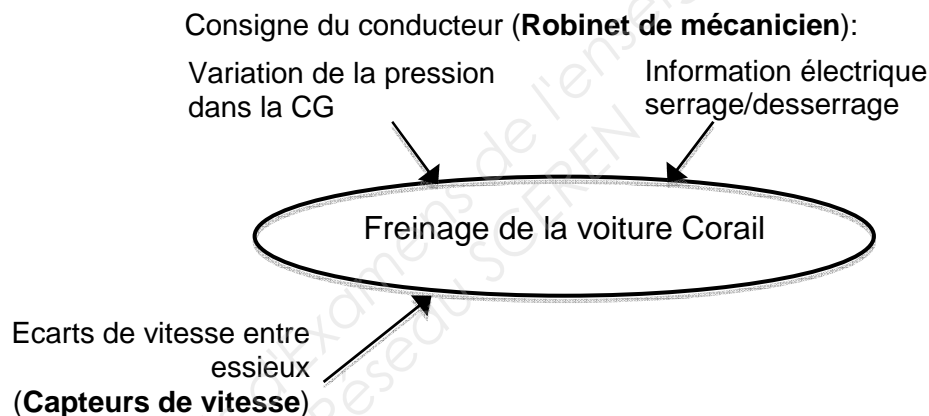
2.2 Paramètres agissant sur le fonctionnement.

Lors du freinage

- L'action de l'Agent De Conduite ADC (conducteur de train) sur le robinet de mécanicien va commander en même temps :
 - une variation de la pression dans la conduite générale, pilotant le frein pneumatique de la locomotive et des voitures Corail.
 - l'alimentation électrique d'électrovalves de serrage /desserrage, associées à la conduite générale du frein.

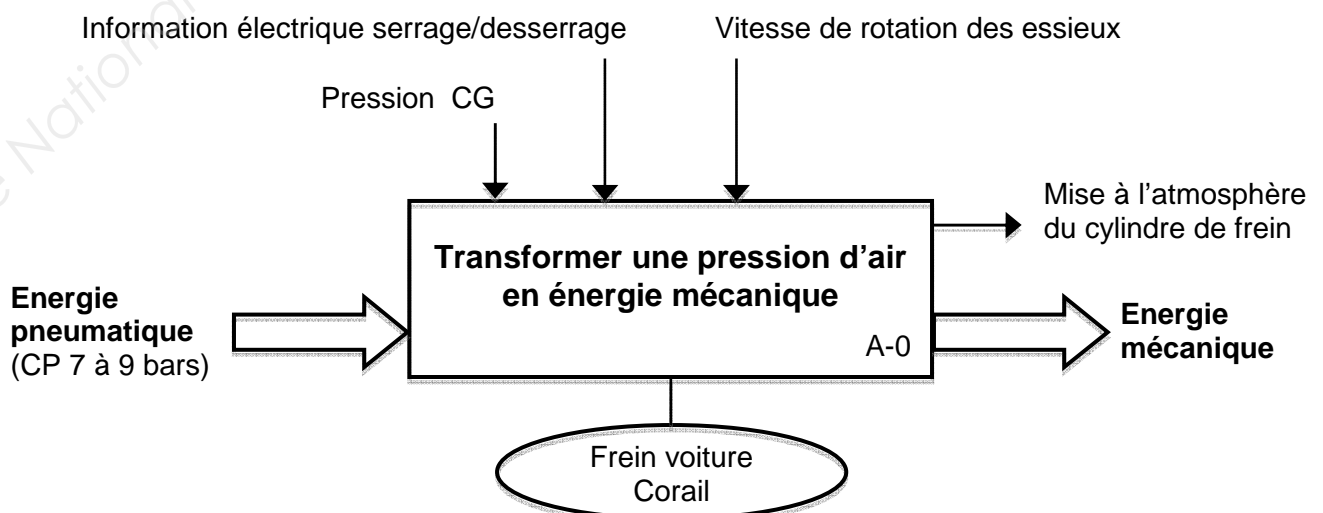
La commande électrique est une amélioration du fonctionnement, ayant pour but la simultanéité de réaction du frein sur l'ensemble du train. En cas de défaillance de la commande électrique, le frein restera piloté mais uniquement pneumatiquement.

- Afin d'éviter le blocage des roues lors du freinage, le système frein de la voiture est complété d'un système d'anti-enrayage. Il est mis en œuvre lorsqu'une différence de vitesse de rotation trop importante est détectée entre les essieux de la voiture.



2.3 Actigramme fonctionnelle A-0.

Frontière d'étude : Le système frein Corail est limité aux organes de la voiture (à partir des coupleurs et raccords pneumatiques) et jusqu'aux cylindres de frein. La partie bloc de freinage n'est pas décrite.



3 Présentation du frein ferroviaire

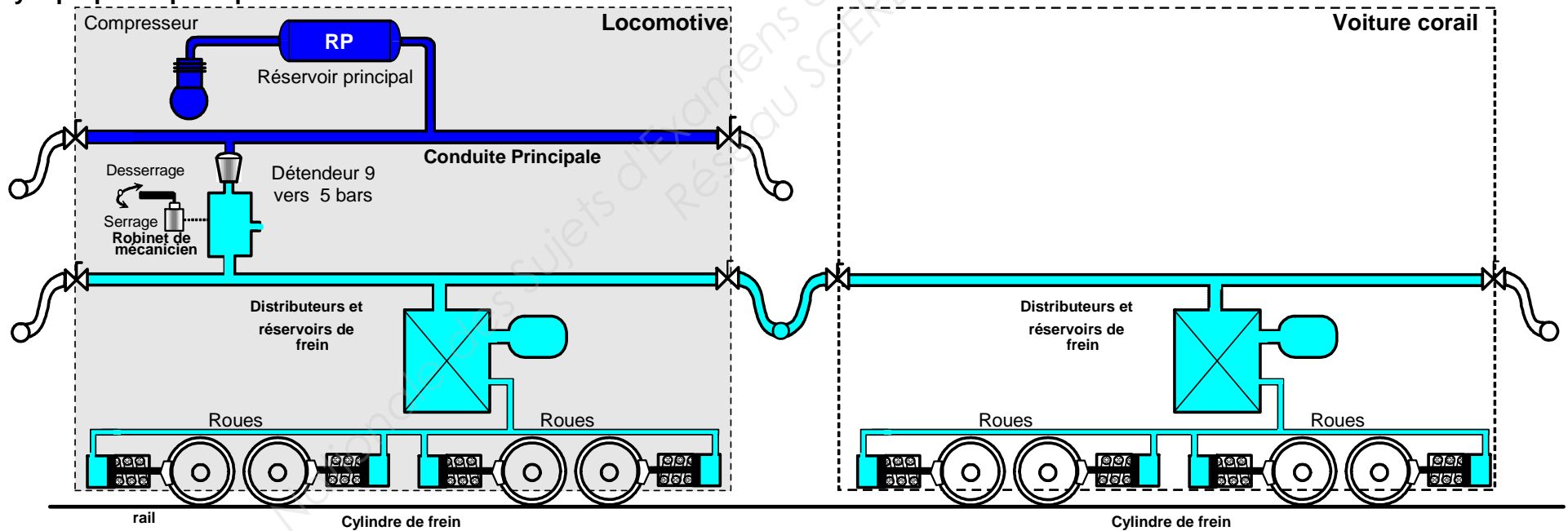
3.1 Principe général

Le principe de base du frein ferroviaire consiste à transmettre les consignes de freinage émises par le conducteur par le biais d'une variation de pression dans une conduite pneumatique parcourant toute la longueur du train. Cette conduite est appelée Conduite Générale de frein (CG).

Une pression d'air à **5 bars** dans cette conduite correspond à l'état du frein **desserré**. Toute baisse de pression dans cette conduite entraîne une mise en service des freins (serrage) sur l'ensemble du train. Ce dispositif génère un freinage automatique lorsqu'une avarie met en cause l'étanchéité de la CG (Par exemple en cas de rupture d'attelage).

- L'air comprimé est produit par un compresseur disposé à bord de l'élément moteur (locomotive).
 - Une **conduite Générale (CG)** parcourant le train, alimente les réservoirs du frein et transmet les variations de pression de commande pour le serrage ou le desserrage.
 - L'agent de conduite commande le frein en provoquant des variations de pression dans la CG par le biais d'un **robinet de mécanicien**
 - Le **distributeur de frein** de chaque véhicule transforme les variations de pression de la **CG** en commande de pression aux cylindres de frein.
- Enfin, les **cylindres de frein (CF)** appliquent les semelles ou les garnitures sur les essieux pour provoquer l'effort de freinage.

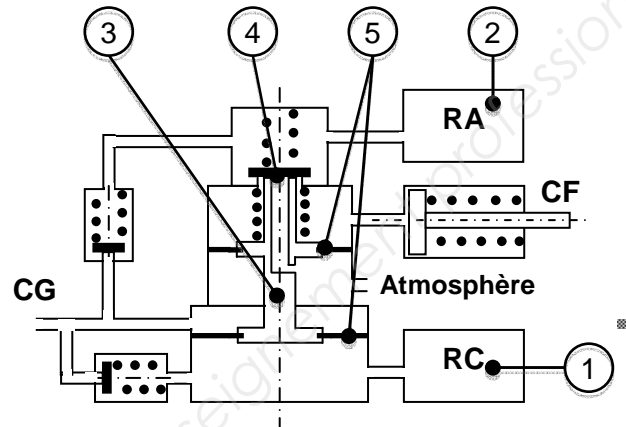
Le synoptique de principe est le suivant :



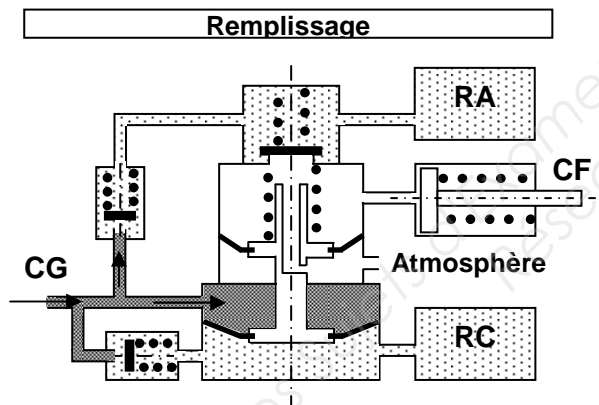
3.2 Fonctionnement du distributeur de frein et de ces réservoirs.

Cet ensemble comprend :

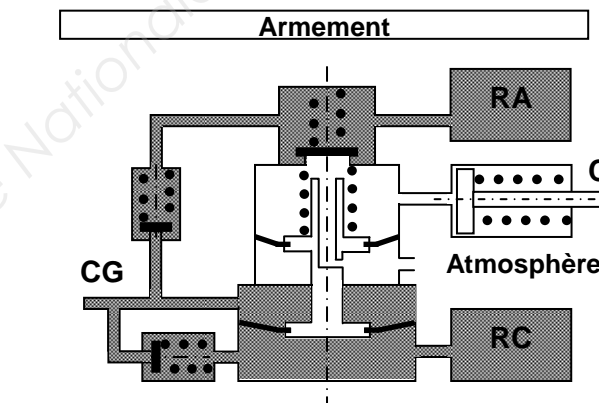
- Un réservoir de commande **RC** (repère 1)
- Un réservoir auxiliaire **RA** (repère 2)
- Un distributeur, constitué par un équipage mobile (repère 3) commandant un clapet (repère 4), et dont l'équilibre est régi par l'action de trois pressions agissant sur des membranes (repères 5).



Le distributeur gère 5 phases de fonctionnement :



Remplissage : Le robinet de mécanicien alimente la CG à la pression de 5 bars. Le distributeur met en communication la CG et le RA afin de mettre en place une réserve d'air dans le RA. Dans le même temps le RC se charge à la pression de référence du frein, soit 5 bars.

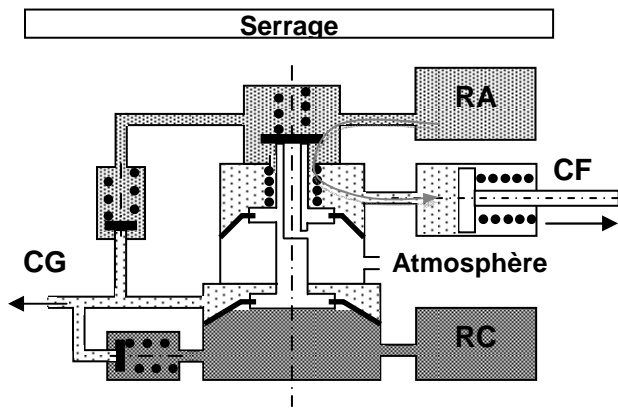


Armement : Lorsque la pression de la CG, ainsi que tous les volumes en relation avec elle, se stabilisent à 5 bars, le dispositif se retrouve en équilibre. A ce moment le frein est prêt à fonctionnement. On dit qu'il est armé.

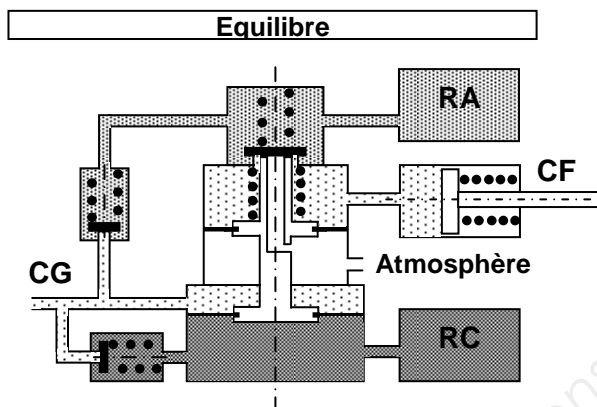
Le cylindre de frein est à l'atmosphère.

Le clapet permettant la communication entre le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein est maintenu sur son siège par son ressort.

Légende :	
	Circuit à 5 bars
	Circuit à l'atmosphère
	Pression intermédiaire



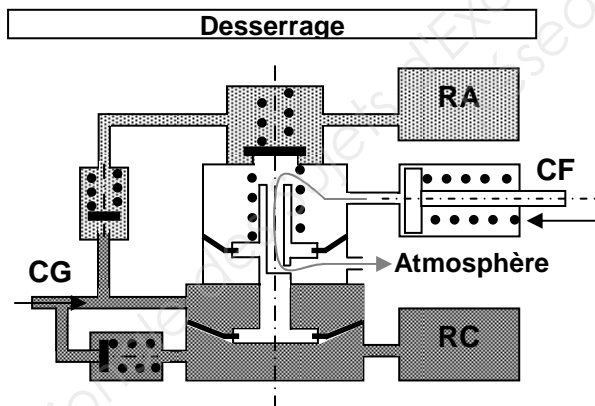
Serrage : Le robinet de mécanicien met la CG à l'atmosphère et provoque ainsi une dépression plus ou moins importante suivant le temps de commande. Cette chute de pression a pour effet de "désarmer" le distributeur en interrompant la liaison CG-RA et va mettre en communication le RA avec le cylindre de frein provoquant ainsi le serrage des semelles sur les roues.



Equilibre (suite à un palier de serrage ou de desserrage) : Les forces pressantes agissant sur les membranes du distributeur sont toutes équilibrées et le clapet permettant la communication entre le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein est refermé. La pression de freinage est maintenue stable, créant un palier de serrage.

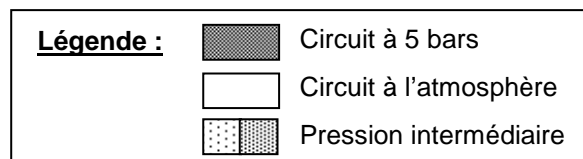
La pression de freinage est maintenue stable, créant un palier de serrage.

Si l'on effectue une nouvelle dépression dans la CG, on obtiendra un nouvel équilibre et un nouveau palier de serrage.



Desserrage : Le robinet de mécanicien remet en communication la CG avec la source d'air comprimé.

Simultanément le distributeur remet le RA en communication avec la CG et permet l'échappement partiel ou total de l'air comprimé dans le cylindre de frein.



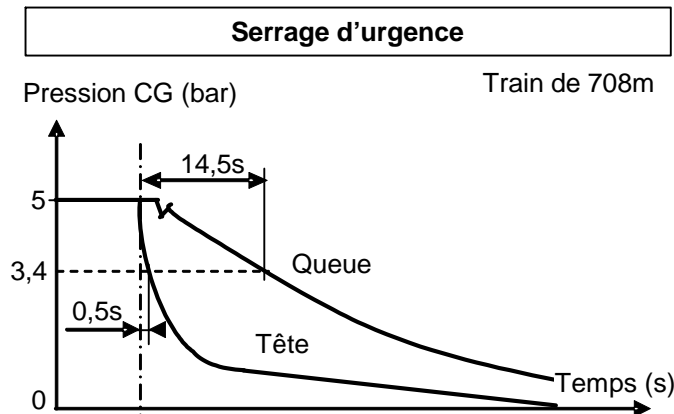
En résumé :

Le distributeur va mettre en communication les différentes capacités de l'équipement en fonction des variations de pression de la conduite générale produite par le robinet de mécanicien

Dépression CG	= Alimentation des cylindres de frein par le réservoir auxiliaire
	→ Crée un SERRAGE
Ré alimentation CG	= Purge des cylindres de frein
	→ Crée un DESSERRAGE

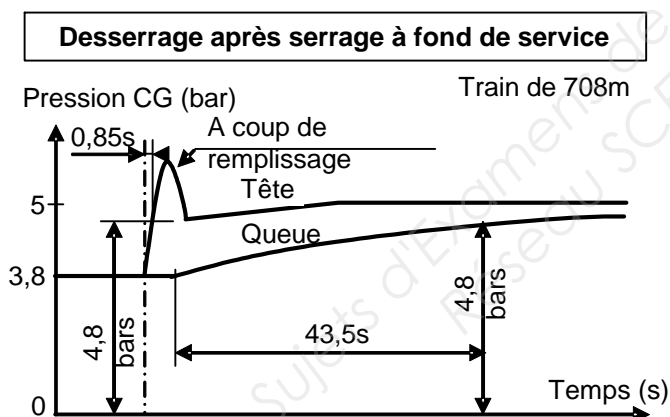
3.3 Propagation de la dépression dans la CG.

Le frein pneumatique ne permet pas la simultanéité de commande des freins entre la tête et la queue du train, du fait du temps de propagation de la variation de pression dans la CG sur toute la longueur du train. Il en résulte l'allongement des distances d'arrêt et des réactions d'attelages pouvant entraîner des ruptures.



La vitesse de propagation de l'air est de 280 m/s. Ainsi pour un train de 708m, le temps de la chute de pression de 5 à 3,4 bars lors d'un serrage est de 0,5s en tête et de 14,5s en queue,

Exemple : Pour un TER 200 roulant à 200 km/h, la distance supplémentaire parcourue pendant un temps de réaction de 14,5s sera de 805m.



Le temps de desserrage (remontée de la pression de 3,8 à 4,8bars) est de 0,85s en tête et de 43,5s en queue.

La solution consiste à commander électriquement le freinage de toutes les voitures. C'est le **FREIN ELECTRO-PNEUMATIQUE**.

Avec cette solution, toutes les voitures réagissent simultanément.

4 Le frein électropneumatique.

La simultanéité des actions sur le frein est obtenue en relayant sur chaque véhicule, les fonctions pneumatiques de vidange et de ré-alimentation de la CG assurées par le robinet de mécanicien. A cet effet il faut disposer sur chaque véhicule :

- d'une ligne électrique, reliée à deux contacts sur robinet de mécanicien, commandant les électrovalves de serrage / desserrage,
- d'une alimentation permanente du réservoir auxiliaire par la conduite principale, par l'intermédiaire d'un détendeur à 5,4 bars et d'un clapet anti-retour,
- d'une électrovalve de serrage permettant de mettre la CG à l'atmosphère,
- d'une électrovalve de desserrage permettant de réalimenter la CG,
- deux manostats, placés sur la CP après les robinets d'arrêt.

Ainsi les variations de pression dans la CG se propagent mais sont " devancées " au niveau de chaque véhicule. Les temps de réponse sont donc réduits et par conséquent les distances d'arrêt.

4.1 **Fonctionnement en position armement**

La CG est alimentée par le robinet de mécanicien, celui-ci alimente également le fil serrage. Le courant va jusqu'à la queue du train, passe par le dernier manostat fermé et remonte la rame par le fil retour serrage. Il excite au passage les électrovalves serrage.

4.2 **Fonctionnement en position serrage**

Une dépression est réalisée dans la CG par le robinet de mécanicien. Ce qui **coupe** également l'alimentation électrique du fil serrage, provoquant au passage la désexcitation des électrovalves de serrage. Des dépressions locales et simultanées sur chaque voiture sont engendrées dans la conduite générale.

4.3 **Fonctionnement en position desserrage**

Le robinet de mécanicien **alimente** le fil desserrage en même temps qu'il réalimente la conduite générale. Les électrovalves de desserrage sont excitées et les réservoirs auxiliaires réalimentent directement la conduite générale sur chaque voiture.

Schéma pneumatique

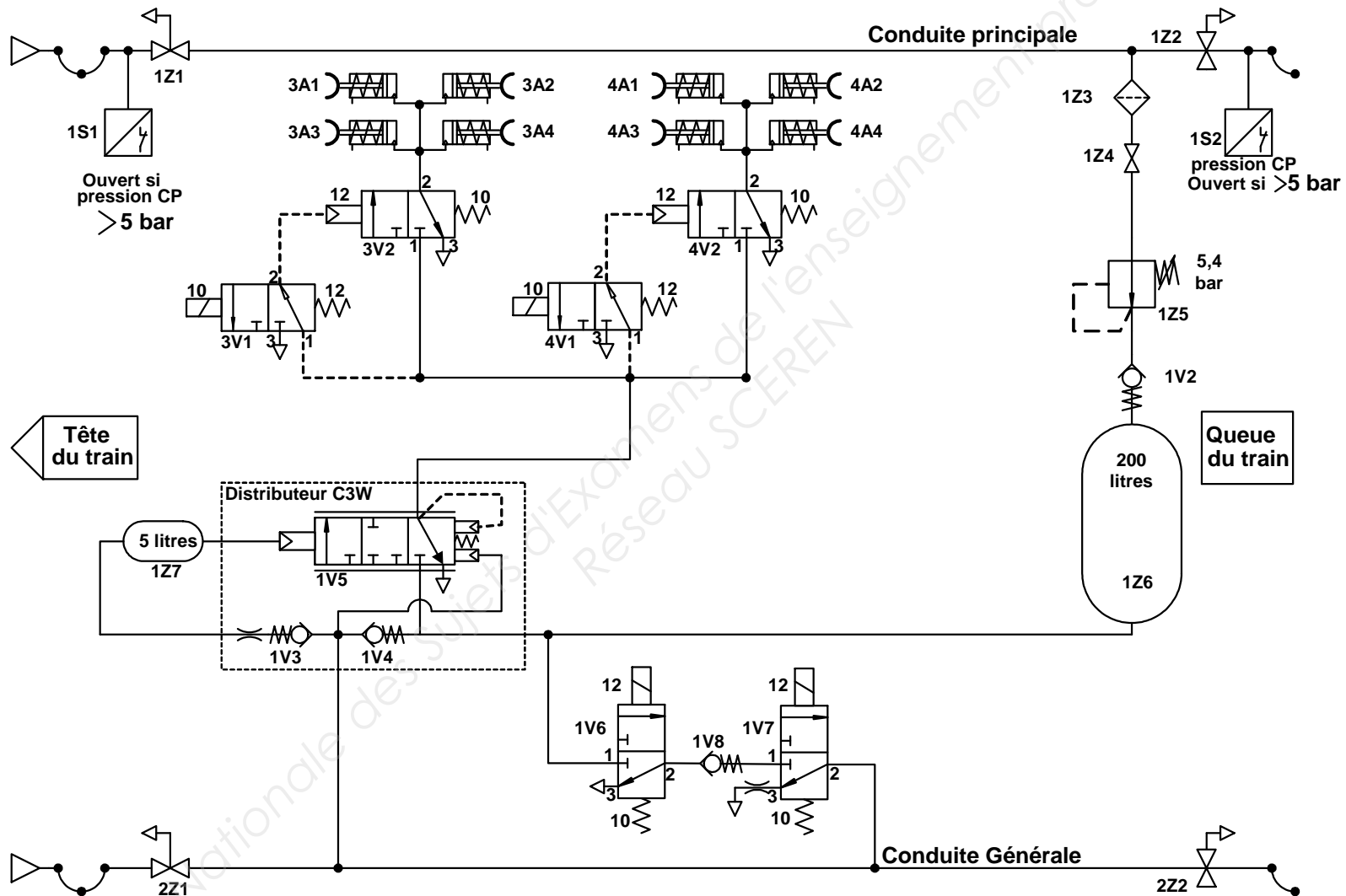
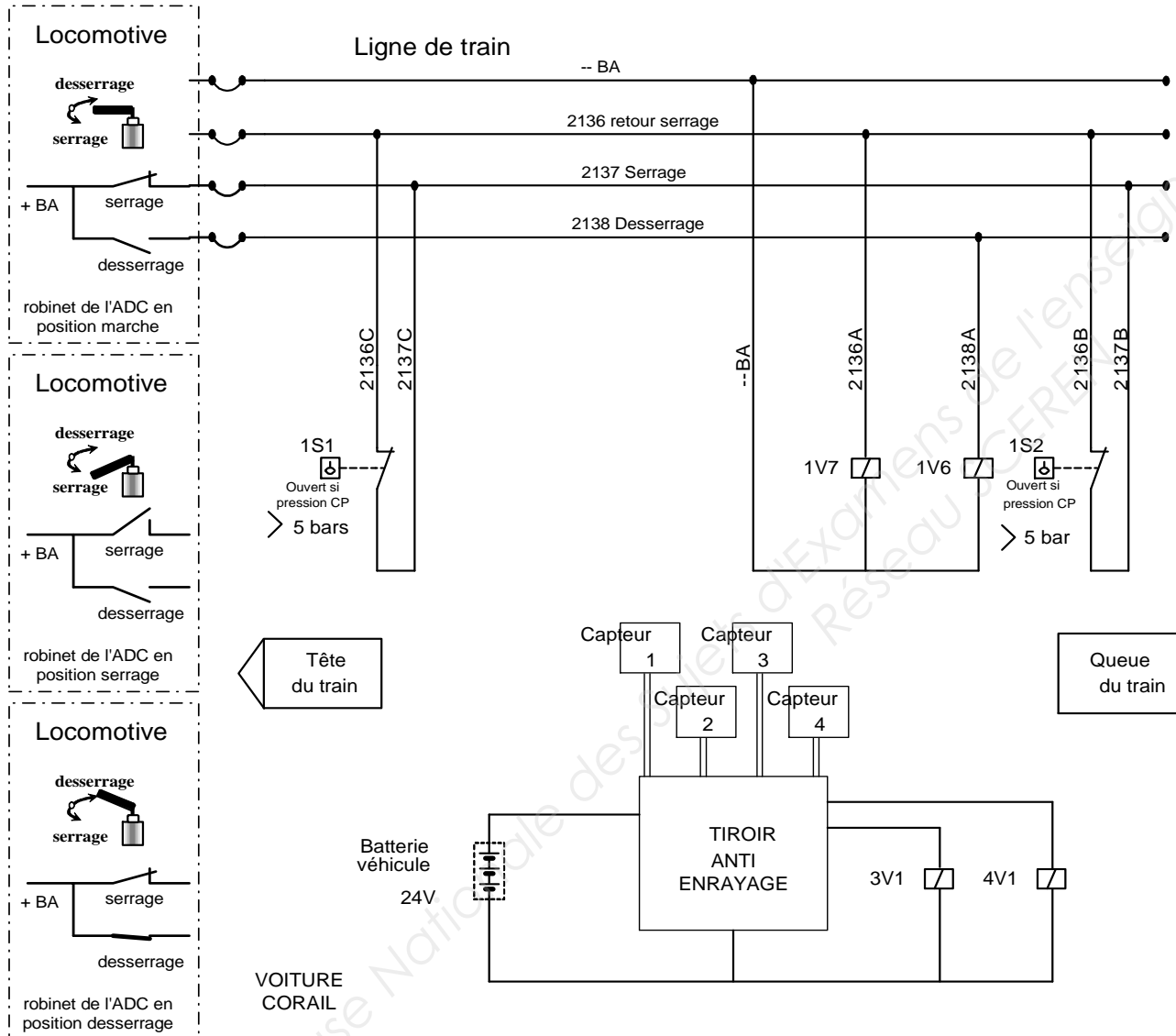


Schéma électrique



Nomenclature

Repère schéma pneumatique	Désignation ferroviaire	Référence constructeur
1Z1	RB (IS) CP 1	FBO 30142000101
1Z2	RB (IS) CP 2	FBO 30142000101
2Z1	RB (IS) CG 1	FBO 30142000102
2Z2	RB (IS) CG 2	FBO 30142000102
1S1	MA CP1	XMG B008
1S2	MA CP2	XMG B008
1Z3	Filtre Oméra	
1Z4	RB IS F	FBO 22504000TSB
1Z5	DE A GD	0 235 7666
1Z6	RA	200 litres
1Z7	RC	5 litres
1V2	CLA (RT) RA	0.180.1112
1V3	Distributeur C3W	Distributeur C3W
1V4		
1V5		
1V6	EV (SG) FEP	7 876 5198
1V7	EV (DG) FEP	7 876 5760
3V1	VE AE1	MVSC-180-3E1NO-CC24
3V2	Q ECH CF BG1	MVAA-460-3A1NF
4V1	VE AE2	MVSC-180-3E1NO-CC24
4V2	Q ECH CF BG2	MVAA-460-3A1NF
3A1	CF1 BG1 ES1	0.397.0150
3A2	CF1 BG1 ES2	0.397.0150
3A3	CF2 BG1 ES1	0.397.0150
3A4	CF2 BG1 ES2	0.397.0150
4A1	CF1 BG2 ES3	0.397.0150
4A2	CF1 BG2 ES4	0.397.0150
4A3	CF2 BG2 ES3	0.397.0150
4A4	CF2 BG2 ES4	0.397.0150

5 Présentation du Dispositif Anti-Enrayeur sur voiture CORAIL

5.1 L'adhérence en Freinage ou Enrayage

L'enrayage est le glissement d'une roue sur le rail lorsque le train est en phase de freinage et que la roue se bloque. Les conséquences de ce glissement sont :

- la détérioration de la table de roulement de la roue et des rails donc une usure prématurée.
- l'allongement très important des distances de freinage entraînant des risques de franchissement des signaux d'arrêt entraînant la mise en défaut de la sécurité des circulations.

5.2 Le Dispositif Anti-Enrayeur FAIVELEY (AEF 83)

5.2.1 Caractéristiques fonctionnelles

Les principales caractéristiques fonctionnelles sont les suivantes :

- mesure des vitesses des essieux avec correction automatique du diamètre des roues.

Diamètres des roues

- roue neuve = 920 mm
- roue mi-usée = 885 mm
- roue usée = 850 mm

- modérabilité de l'effort de freinage par l'organe pneumatique :

Dès la détection d'un enrayage, la réduction de la pression d'air (délestage) dans les cylindres de frein de l'essieu permet une reprise d'adhérence et l'arrêt du glissement.

L'alimentation se fait par le réseau Basse Tension 24 V des batteries de chaque voiture.

5.2.2 Description organique

Le dispositif Anti-Enrayeur est constitué (**Fig. 1**) :

- d'un **ensemble Capteur + Roue dentée** (un par essieu) qui génèrent un signal alternatif dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de l'essieu correspondant.
- d'un **Tiroir Electronique AE** de traitement des informations, (un par voiture), qui détecte les enrayages éventuels et génère les ordres d'actions correctives correspondantes.
- d'une **Electrovalve de délestage** (une par bogie) qui purge les cylindres de frein correspondants.

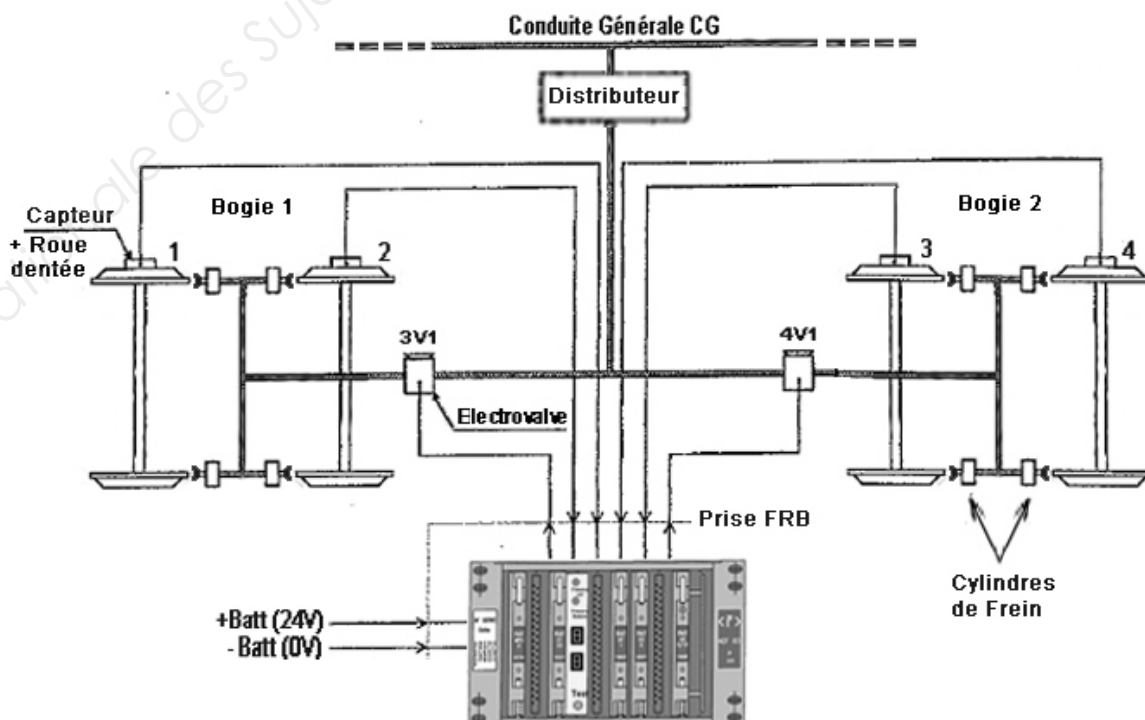


Fig. 1

5.2.3 Le principe de fonctionnement

D'après les informations vitesse des quatre essieux, le tiroir va générer, en fonction des consignes de freinage de l'agent de conduite, un ordre de réduction de la puissance de freinage pour les essieux qui enrayent (**Fig. 2**).

Afin d'anticiper un enrayage, le système doit pouvoir capter l'évolution de la vitesse de chaque essieu. Pour cela, il utilise des capteurs magnétiques qui mesurent en permanence la vitesse de rotation des essieux.

Le système prend la vitesse de l'essieu 1 comme vitesse de référence du bogie 1 et la vitesse de l'essieu 4 comme vitesse de référence du bogie 2 (surveillance bogie par bogie).

Les signaux périodiques issus des capteurs magnétiques reflétant la vitesse de l'essieu sur lequel ils sont fixés, ont une fréquence de 832,2 Hz pour une vitesse de 160 km/h avec des roues de diamètre 850 mm (roues usées). (voir **Fig. 3 - Courbe $f = f(V)$**)

Ces signaux alternatifs sont mis en forme et transformés en tension continue par des convertisseurs fréquence / tension (voir **Fig. 4 - Courbe $U = f(f)$**)

Le tiroir calcule les écarts de vitesse et de décélération et transmet un ordre de commande aux électrovalves de délestage s'il y a lieu.

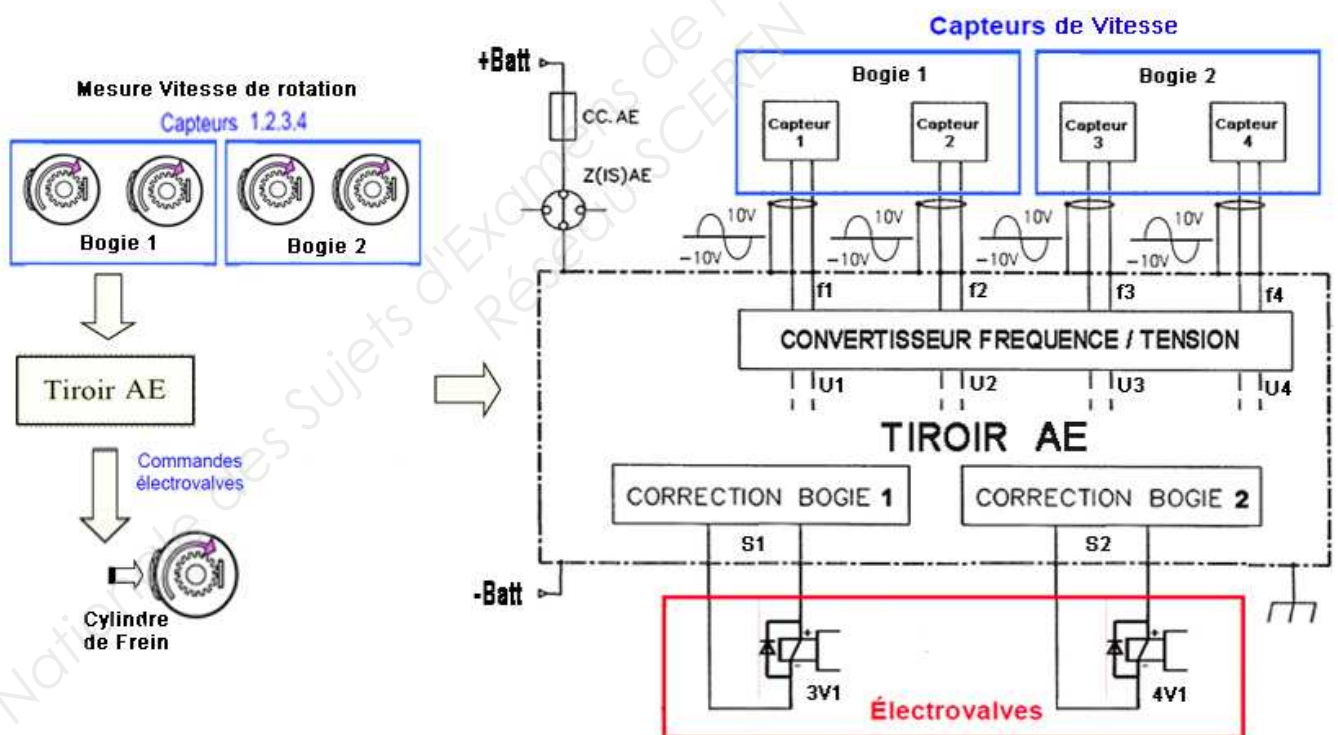


Fig. 2

La fréquence restituée par les capteurs est proportionnelle à la vitesse suivant la formule :

$$f = \frac{Nb \cdot V}{3,6 \cdot \pi \cdot D} \rightarrow (\text{Fig. 3 - Courbe } f = f(V))$$

f = fréquence (en Hz)

Nb = nb de dents (50 pour le type de capteur utilisé sur voiture Corail)

V = vitesse de la roue (en km/h)

D = diamètre roue (en m)

π = 3,14

3,6 = coefficient fixé en fonction du type de capteur

Ex : à 160 km/h, on obtient une fréquence de 832,2Hz avec une roue usée de 850 mm (0,85m) de diamètre.

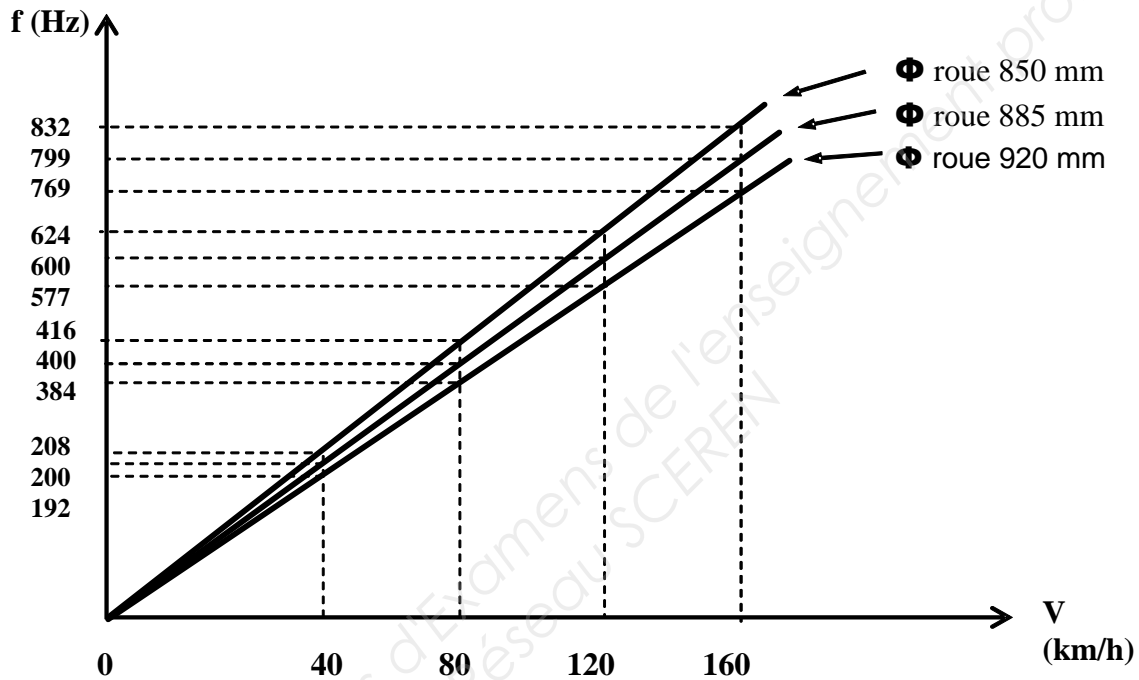


Fig. 3 - Courbe $f = f(V)$

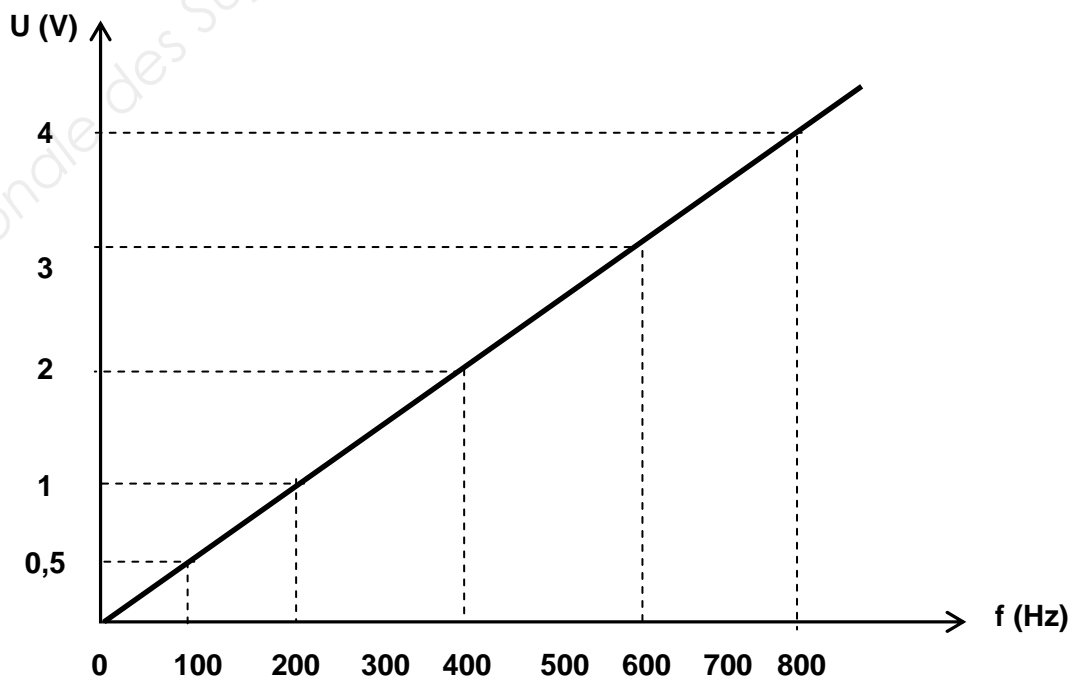
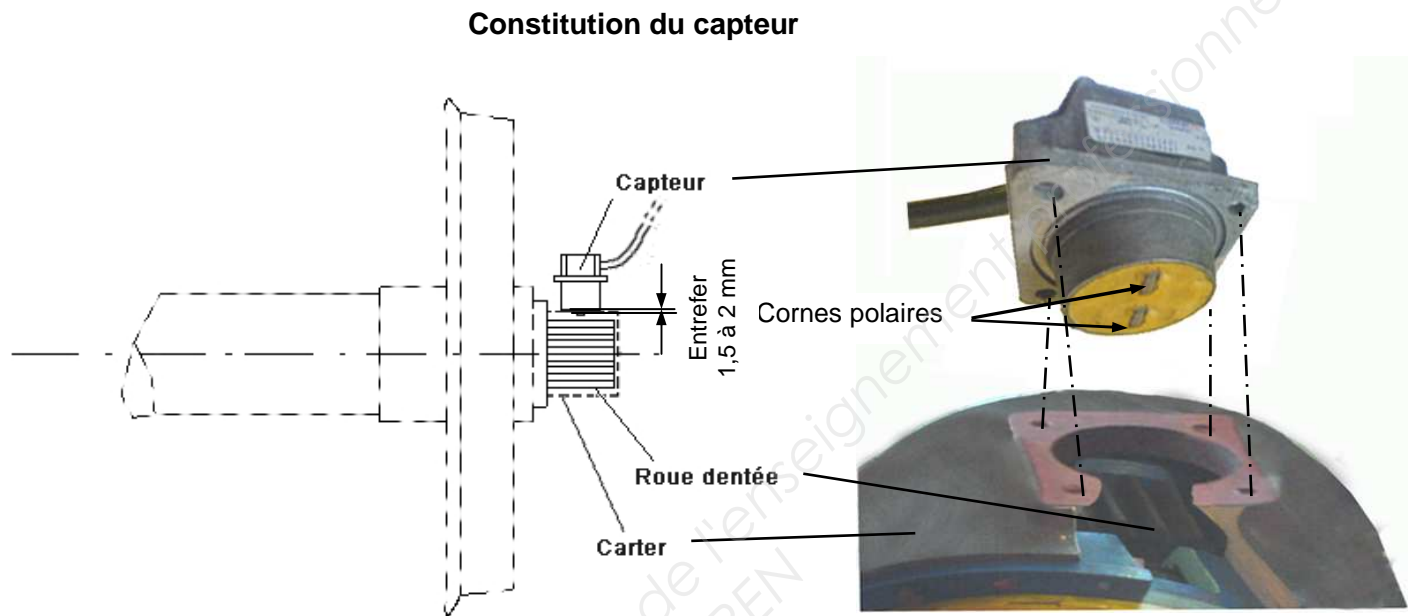


Fig.4 - Sorties U1 à U4

5.2.4 L'ensemble CAPTEUR – ROUE DENTEE

L'ensemble Capteur – Roue dentée permet de générer un signal électrique alternatif dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation de l'essieu (ou de la roue) surveillé(e).



Montage du capteur

Le capteur est monté de telle sorte que ses cornes polaires soient au-dessus de la denture de la roue dont on veut connaître la vitesse.

La distance entre le sommet de la dent et les cornes polaires (l'entrefer) doit être comprise entre 1,5 et 2 mm pour obtenir une amplitude correcte du signal (20V crête à crête). Une distance plus faible augmente l'amplitude du signal alternatif. A l'inverse, un plus grand entrefer la diminue. Le réglage est obtenu en ajoutant ou enlevant des cales d'épaisseur (cales pelables ajustables) correspondant à 0,1 mm pour 0,1V (**Fig. 5**).



Fig. 5

Série mindman



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES DISTRIBUTEURS



MVSC - XXX - 4 A2 NO

Série 180
Série 200
Série 300
Série 460

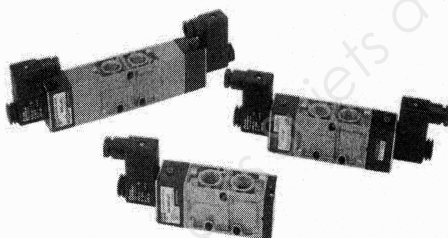
3 : 3/2
4 : 5/2

A1 : Monostable
A2 : Bistable

NO : normal ouvert
NF : normal fermé

ARTICLE	MVAA-180-3A1,A2	MVAA-180-4A1,A2	MVAA-220-3A1,A2	MVAA-220-4A1,A2	MVAA-300-3A1,A2	MVAA-300-4A1,A2	MVAA-460-3A1,A2	MVAA-460-4A1,A2
Type	6A		8A		10A		15A	
Nbre d'orifice	3	5	3	5	3	5	3	5
Fluide	AIR		AIR		AIR		AIR	
Pression d'utilisation	0 - 10 bar		0 - 10 bar		0 - 10 bar		0 - 10 bar	
Pression Maxi	10 bar		10 bar		10 bar		10 bar	
Section de passage	12 mm ²		18 mm ²		35 mm ²		50 mm ²	
Temperature ambiante	- 5 ^o , +60 ^o ,C (air sec)		- 5 ^o , +60 ^o ,C (air sec)		- 5 ^o , +60 ^o ,C (air sec)		- 5 ^o , +60 ^o ,C (air sec)	
Pression de pilotage	1,5 - 10 bar		1,5 - 10 bar		2 - 10 bar		2 - 10 bar	

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES ELECTRODISTRIBUTEURS



MVSC - XXX - 4 E2 C - CA110

Série 180
Série 200
Série 300
Série 460

3 : 3/2
4 : 5/2-5/3

E1 : Monostable
E2 : Bistable

Tension

CA220V (50/60)Hz
CA110V (50/60)Hz
CA24 V (50/60)Hz
CC72 V
CC48 V
CC24 V
CC12 V

C : centre fermé
P : centre désaéré
R : centre ouvert
NO : normal ouvert
NF : normal fermé

ARTICLE	MVSC-180-3E1,E2	MVSC-180-4E1,E2	MVSC-180-4E2 C,P,R	MVSC-220-3E1,E2	MVSC-220-4E1,E2	MVSC-220-4E2 C,P,R	MVSC-300-3E1,E2	MVSC-300-4E1	MVSC-300-4E2 C,P,R	MVSC-460-3E1,E2	MVSC-460-4E1,E2	MVSC-460-4E2 C,P,R
Type	6A			8A			10A			15A		
Nbre d'orifice	3	5		3	5		3	5		3	5	
Nbre position	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3
Fluide	AIR			AIR			AIR			AIR		
Pression d'utilisation	1,5 - 10 bar		2 - 10 bar	2 - 10 bar		3 - 10 bar	2 - 10 bar		3 - 10 bar	2 - 10 bar		3 - 10 bar
Pression Maxi	10 bar			10 bar			10 bar			10 bar		
Section de passage	12 mm ²	12 mm ²	9 mm ²	18 mm ²		16 mm ²	35 mm ²		25 mm ²	50 mm ²		30 mm ²
Temperature ambiante	- 5 ^o , +50 ^o ,C (air sec)			- 5 ^o , +50 ^o ,C (air sec)			- 5 ^o , +50 ^o ,C (air sec)			- 5 ^o , +50 ^o ,C (air sec)		
Tension	CA24,110,220V(50/60)Hz-CC12,24,48,72V			CA24,110,220V(50/60)Hz-CC12,24,48,72V			CA24,110,220V(50/60)Hz-CC12,24,48,72V			CA24,110,220V(50/60)Hz-CC12,24,48,72V		
Classe d'isolement	CLASSE F			CLASSE F			CLASSE F			CLASSE F		