

R A T P

Direction du réseau ferré
Direction des services techniques

YM3802 (1)

FK

Régulation du mouvement des trains
du métro urbain

par J. Favreul, Ingénieur chef de division, Direction du réseau ferré
et J.Y. Lucas, Ingénieur chef de division, Direction des services techniques

I
AVANT-PROPOS

2870

Dans le but d'améliorer les conditions de transport offertes aux voyageurs, notamment par une diminution de la charge des trains aux heures d'affluence, la Régie s'est fixé, parmi ses objectifs majeurs, l'accroissement de la capacité de transport de ses lignes. Différents moyens qui ne sont pas exclusifs les uns des autres et dont le choix résulte d'un bilan économique exhaustif, permettent d'atteindre cet objectif.

Parmi ces moyens, nous citerons notamment l'augmentation de la longueur des trains qui impliquerait désormais l'allongement des quais des stations dont la plupart ont 75 mètres de longueur et, corrélativement, d'importantes modifications d'installations, puisqu'il est exclu pour le moment, que l'on envisage de faire circuler des trains plus longs que les quais : nous différons cette opération, de coût élevé, jusqu'à ce que l'accroissement de capacité obtenu par d'autres moyens, s'avère insuffisant pour satisfaire, dans de bonnes conditions, la demande prévisionnelle de transport (1).

En revanche, la réduction de l'intervalle entre les trains est le moyen le plus économique pour accroître la capacité de transport, notamment parce qu'il ne nécessite pas d'autres travaux d'infrastructure que ceux qu'impliquerait éventuellement l'extension des zones de garage des trains résultant de l'accroissement du parc du matériel roulant. En effet, la capacité de transport d'une ligne varie, à charge égale, en raison inverse de l'intervalle. Dans la pratique, cette variation n'est plus linéaire au-dessous d'une certaine valeur de l'intervalle à partir de laquelle il est nécessaire de réduire la valeur du temps de stationnement pré-déterminé, pris comme hypothèse de calcul de la marche-type théorique, et, corrélativement, la durée de l'échange des voyageurs.



- (1) Il conviendrait que la charge des trains soit inférieure à 5 voyageurs debout par mètre carré - Notons également que la suppression des premières classes ne provoquerait qu'une très légère diminution du taux de charge.

Ainsi, à un paramètre m près appelé marge ou souplesse, et destiné à compenser, dans certaines limites, les très petites perturbations provoquées par les fluctuations des caractéristiques de freinage et d'accélération (1) ainsi que par les inévitables excès de stationnement qui constituent des écarts par rapport à la marche-type, l'intervalle minimal i est le temps maximal de déblocage de la signalisation pour un signal appelé "signal pendule" situé au point critique de la ligne.

Ce temps est égal à la somme des temps de parcours TP1 et TP2 augmentée du temps de stationnement TS et du temps TR de réponse de la signalisation, et correspond au délai au bout duquel le signal S concerné présente à nouveau, à sa distance de visibilité pour le train suivant, l'indication d'ouverture, après le dégagement par le train précédent du jour J de déblocage de ce signal (voir annexe I).

Des techniques particulières de signalisation (signal d'entrée permissif, signal à déblocage anticipé, signal avancé, signal à quai ...) ont permis de réduire quelque peu ce délai en diminuant la valeur des paramètres TP1 et TP2. On conçoit que l'on se soit efforcé de réduire encore ce délai par la diminution du paramètre TS.

Toutefois, lorsque le complément du parc de matériel roulant nécessaire est disponible, on ne peut se contenter de bâtir un horaire théorique, à fortiori lorsque l'intervalle de départ est inférieur à 100 secondes ; en effet, compte tenu des caractéristiques particulières d'exploitation des lignes du métro urbain (desserte omnibus (2), faible espacement des stations, fluctuations aléatoires de la demande de transport, risques de perturbations de l'échange des voyageurs ...) eu égard à la faible valeur de l'intervalle nécessaire pour offrir une capacité de transport adaptée à la demande (28 000 voyageurs par heure en seconde classe (3), l'instauration d'une méthode de régulation du trafic s'avère indispensable.

Ce sont cette méthode et les moyens mis en place que nous allons décrire.

.../

-
- (1) Même en pilotage automatique et malgré l'effet des dispositifs de réglage asservis à la charge, ces caractéristiques varient pour un même type de matériel, d'un train à l'autre et en fonction de la charge.
 - (2) La desserte alternée des stations n'offrirait pas d'avantages.
 - (3) Sur la ligne n° 4, à l'heure d'affluence du soir en hiver.

II

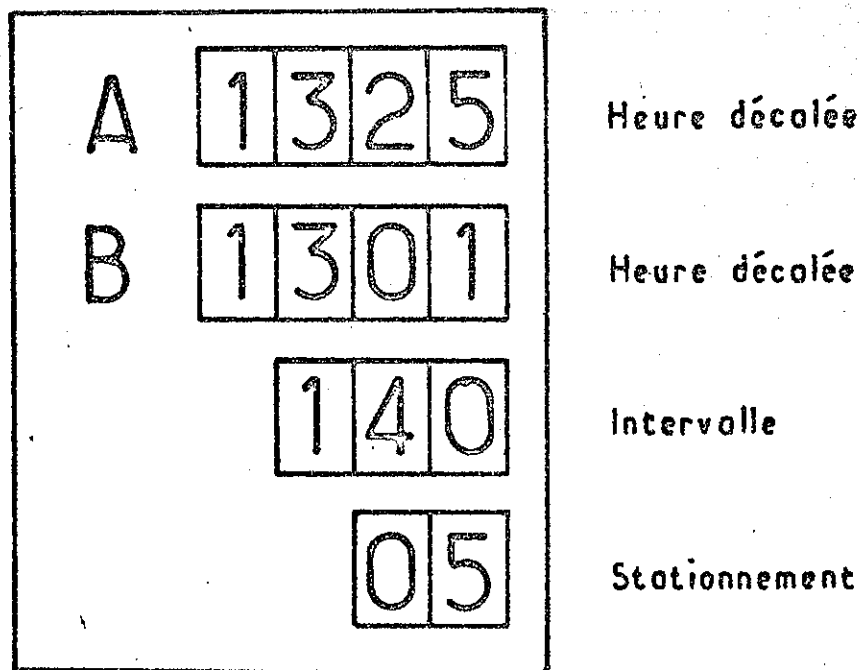
REGULATION

Avant la mise en application de cette méthode, la valeur maximale des temps de stationnement à prendre en compte nous conduisait à bâtir un horaire théorique comportant une circulation de trains se succédant, pour le moins, à 105 secondes d'intervalle. En pratique, les retards dus à des stationnements plus longs que prévus, ne permettraient pas aux trains de circuler à cet intervalle. La plupart du temps, le fait d'attendre que quelques voyageurs plus lents que les autres, aient pu monter dans les voitures, pénalisait tous les voyageurs de la ligne. Il convenait donc de changer la politique des stationnements et d'en faire comprendre aux voyageurs la nécessité puisqu'ils allaient en devenir les bénéficiaires.

Le principe de cette méthode, mise en vigueur sur la ligne n° 7 en 1969, consiste essentiellement à limiter le temps de stationnement dont l'échéance est automatiquement indiquée aux voyageurs par le déclenchement d'un signal sonore et aux agents des trains par une information visuelle donnée par un indicateur placé à l'extrémité de chaque quai.

Cet indicateur présente, notamment dans ses deux fenêtres supérieures, pour chacun des deux types de marche en vigueur, en minutes et secondes, l'heure légale retardée de l'intervalle de temps qui devrait normalement s'écouler, si le train suivait l'horaire, entre l'instant de départ du terminus amont et l'instant de départ de la station. Ainsi, le conducteur doit s'efforcer de quitter la station lorsque l'heure affichée correspond à son heure de départ du terminus.

FIGURE 1.



Indicateur ligne n° 7

L'arrivée d'un train en station provoque le déclenchement d'un compteur local incrémenté de la valeur des temps de stationnement normalement alloué : quelques secondes avant que ce temps ne soit écoulé, un signal sonore produit par des bruiteurs répartis sur les quais, retentit.

Le départ d'un train provoque le déclenchement d'un autre compteur incrémenté de la valeur de l'intervalle théorique augmentée d'une tolérance : si l'intervalle réel entre ce train et le train suivant excède cette quantité, le temps de stationnement alors alloué au train suivant est réduit par le fonctionnement prématuré du signal sonore.

Ainsi sur cette ligne, dotée par ailleurs de la commande centralisée, par des équipements simples placés en station, on limite la durée des stationnements. Cette méthode de régulation de caractère indicatif, appelée postérieurement méthode des départs programmés des stations, qui a pu paraître imposée de façon autoritaire, a bien été comprise des voyageurs et des agents. Elle a permis de maintenir à 95 secondes l'intervalle minimal pratique et d'accroître de 20 % la capacité de transport de la ligne ; la méthode mise en pratique sur les autres lignes s'inspire de son principe.

L'équipement des lignes, à partir de 1970, en calculateurs nécessaires à la commande centralisée a permis de mettre progressivement en vigueur cette méthode qui a été perfectionnée et adaptée au matériel moderne ainsi qu'à la circulation des trains en pilotage automatique.

Le pilotage automatique constitue en effet un stade supérieur de l'automatisation de la conduite et une étape importante de l'automatisation de l'exploitation : il permet de faire circuler les trains avec un seul agent à bord. Associé au service automatique en station, il permettrait, si nous faisons abstraction des facteurs humains, la marche automatique intégrale ; en effet, la circulation de trains sans agent dans un système de transport de masse, ne peut se concevoir sans une surveillance permanente de l'échange des voyageurs au niveau des quais, et la possibilité d'une intervention humaine sans délai. Quoiqu'il en soit, la marche en pilotage automatique expérimentée dès 1965 et appliquée à la ligne n° 11 en 1967, améliore la régularité de circulation des trains en éliminant la trop grande diversité des paramètres de marche qui caractérise la conduite manuelle. En outre, l'équipement du pilotage automatique se prête particulièrement bien à l'automatisation de certaines fonctions pouvant être gérées en temps réel par un organe central de calcul qui intervient quasi instantanément.

Un indicateur d'horaire affiche l'heure décalée, en fonction désormais de quatre types de marche (1). Des bruiteurs, installés dans les stations importantes informent aux heures d'affluence, les agents et les voyageurs de l'imminence du départ du train. Ils sont déclenchés prématurément à l'échéance du temps de stationnement réduit pré-déterminé, si le train est arrivé en retard (voir annexe IV).

Les terminus extrêmes sont dotés d'une machine-départ possédant une mémoire pas à pas à bande perforée dont le contenu (numéro du train, heure de départ théorique et type de marche) est transféré dans l'indicateur de départ.

FIGURE 2.

<div> <div> <div></div> <div></div> <div>24</div> </div> </div>	N° du train
<div> <div> <div></div> <div></div> <div>C</div> <div></div> </div> </div>	Type de marche
<div> <div> <div>0610</div> </div> </div>	Heure de départ théorique (mn/sec)
<div> <div> <div>140557</div> </div> </div>	Heure légale

Indicateur de départ

(1) Voir annexes III et VII.

La machine-départ déclenche le fonctionnement d'un bruiteur de départ et commande l'ouverture du signal de sortie du terminus ; en outre, lorsque le train engage le joint du signal de sortie, elle transfère au calculateur les paramètres de départ du train, provoquant ainsi l'initialisation de la régulation. A chaque fois que le train franchit le joint d'engagement d'un circuit de voie de quai, son horaire est comparé à l'horaire théorique mémorisé par le calculateur qui commande le déclenchement des bruiteurs de quai.

Sur les lignes dotées du pilotage automatique (voir annexe V), l'ordre de départ est transmis directement par le déclenchement des vibreurs du train. En outre, si la comparaison entre l'horaire du train et son horaire théorique, effectuée chaque fois qu'il franchit le joint aval circuit de voie de quai, fait apparaître un retard, le calculateur commande au câble-programme du pilotage automatique l'émission d'une fréquence plus élevée correspondant à une allure plus rapide.

L'indicateur DSO (départ sur ordre), placé à l'extrémité de chaque quai, est, dans certaines circonstances, allumé par le calculateur à l'arrivée d'un train qu'il a au préalable identifié. Quelques secondes avant la fin du temps de stationnement, le calculateur provoque l'extinction de cet indicateur et le déclenchement d'un ronfleur discret situé en tête du quai.

Ainsi, la mise en oeuvre du DSO régulation empêche le train de partir en avance sur l'horaire calculé. En tout état de cause, le train ne peut partir sans une action délibérée du conducteur (voir annexe VI).

Aux heures d'affluence afin de pénaliser le moins possible les voyageurs, le temps de stationnement n'est réduit que pour un retard, décelé à l'arrivée du train, dépassant un certain seuil en deça duquel la commande d'une allure accélérée permet de le résorber lorsque le train parcourt les interstations suivantes.

Aux heures creuses afin de rendre le système moins contraignant pour les conducteurs, le DSO "régulation" n'est allumé par le calculateur que si l'avance du train, décelée à son arrivée, dépasse un certain seuil au plus égal à douze secondes.

L'équipement mis en place permet d'enregistrer certains paramètres caractéristiques du mouvement réel des trains. Par le programme correspondant à cette fonction statistique appelée "évaluation de la qualité du service", il est désormais possible d'ajuster les paramètres prédéterminés de la marche des trains à une plus juste valeur et d'évaluer l'efficacité des algorithmes de régulation.

III

REALISATION TECHNIQUE DES SYSTEMES DE REGULATION

La mise en oeuvre des principes de régulation décrits précédemment suppose l'existence de moyens techniques importants constitués par :

- un système de télétransmission apte à véhiculer les informations entre un poste central et toutes les stations d'une ligne,
- un centre de traitement,
- des terminaux divers dans les stations et surtout les terminus des lignes de métro.

.../

Après une première expérimentation réalisée à partir de 1967 sur la ligne n° 1, Vincennes - Neuilly, dont le système de régulation était organisé autour d'un ordinateur câblé, l'évolution très importante de la technique nous a rapidement amenés à retenir comme organes de traitement des mini-ordinateurs particulièrement aptes à traiter les informations en temps réel.

Nous avons alors mis en place à partir de 1972 une structure de système identique pour toutes les lignes et représentés sur la figure 3 ci-après.

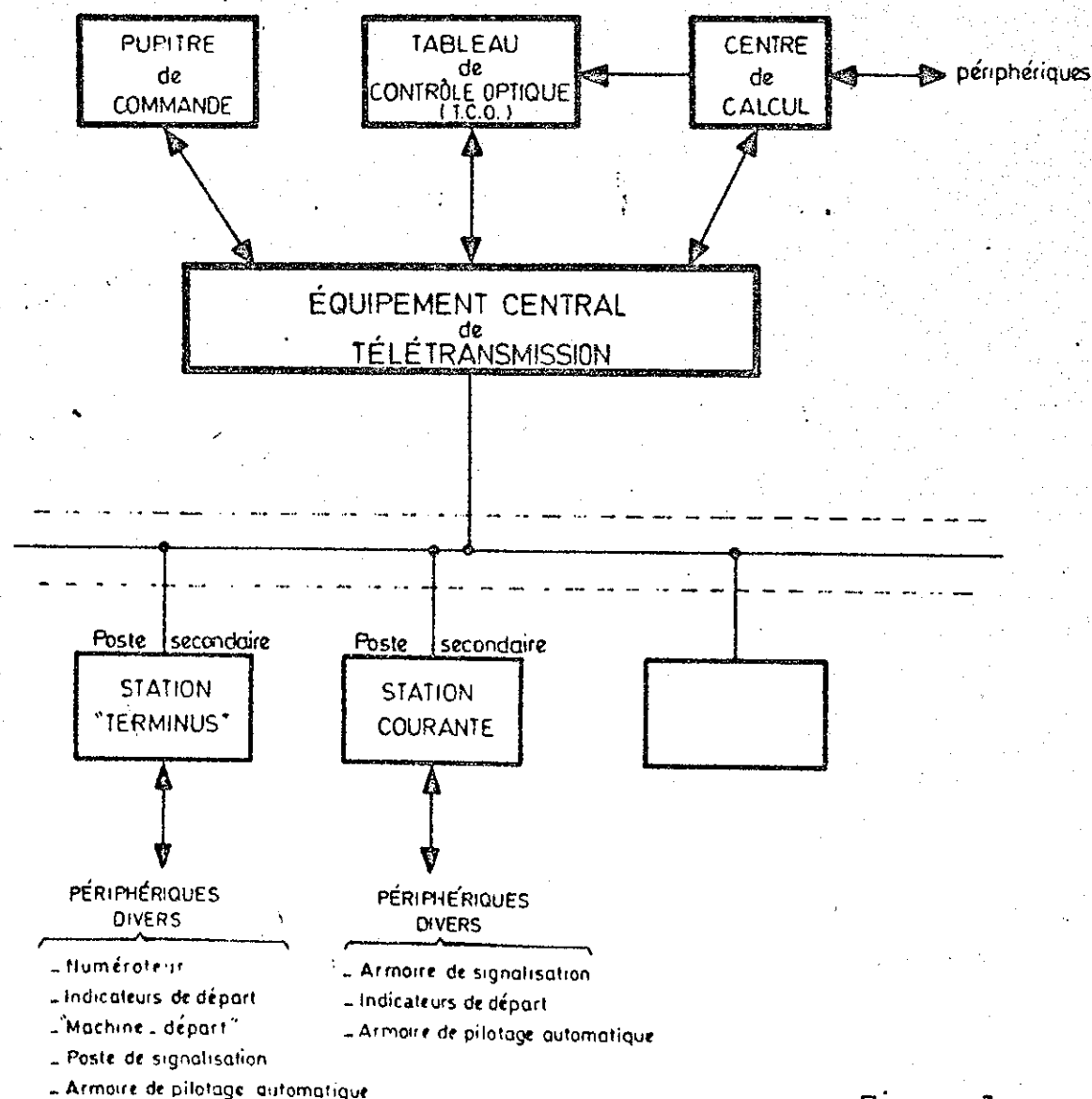


Figure 3

Equipements principaux du poste central

1 - Télétransmission

Ainsi qu'il apparaît sur la figure 3, notre système est organisé autour d'un équipement de télétransmissions dont les caractéristiques principales sont les suivantes, pour une ligne de métro de longueur moyenne :

- capacité utilisée : 1850 commandes et 1300 contrôles au total
- 25 postes secondaires
- rafraichissement cyclique au PCC des contrôles disponibles en stations avec une périodicité inférieure à 2 secondes.
- émission des commandes en mode "déclenché"
- liaison "poste central postes secondaires" réalisée par l'intermédiaire d'une quarte téléphonique par demi-ligne de métro.

L'échelonnement dans le temps de l'équipement de l'ensemble des lignes, ainsi que la volonté délibérée de la RATP de faire appel à la concurrence, ne nous ont pas permis d'obtenir des systèmes de télétransmissions identiques pour chaque ligne. De plus, les aménagements apportés dans le temps ont nécessité l'adjonction sur certaines lignes d'une télétransmission uniquement réservée à l'émission de commandes générées par le centre de calcul : ainsi, dans un très proche avenir, nous allons disposer pour l'ensemble du métro urbain de 4 types de télétransmission, combinés parfois 2 à 2 pour certaines lignes.

2 - Centres de calcul

En ce qui concerne les centres de calcul, nous avons par contre adopté une politique toute différente puisqu'après une première approche faite en 1972 avec des calculateurs CII 10010, nous avons retenu puis généralisé les calculateurs T 2000/20 de Télémécanique. Actuellement 10 de ces calculateurs sont en service et gèrent 9 lignes de métro et en 1978 les 13 lignes de métro seront raccordées à un ensemble de 14 calculateurs T 2000/20.

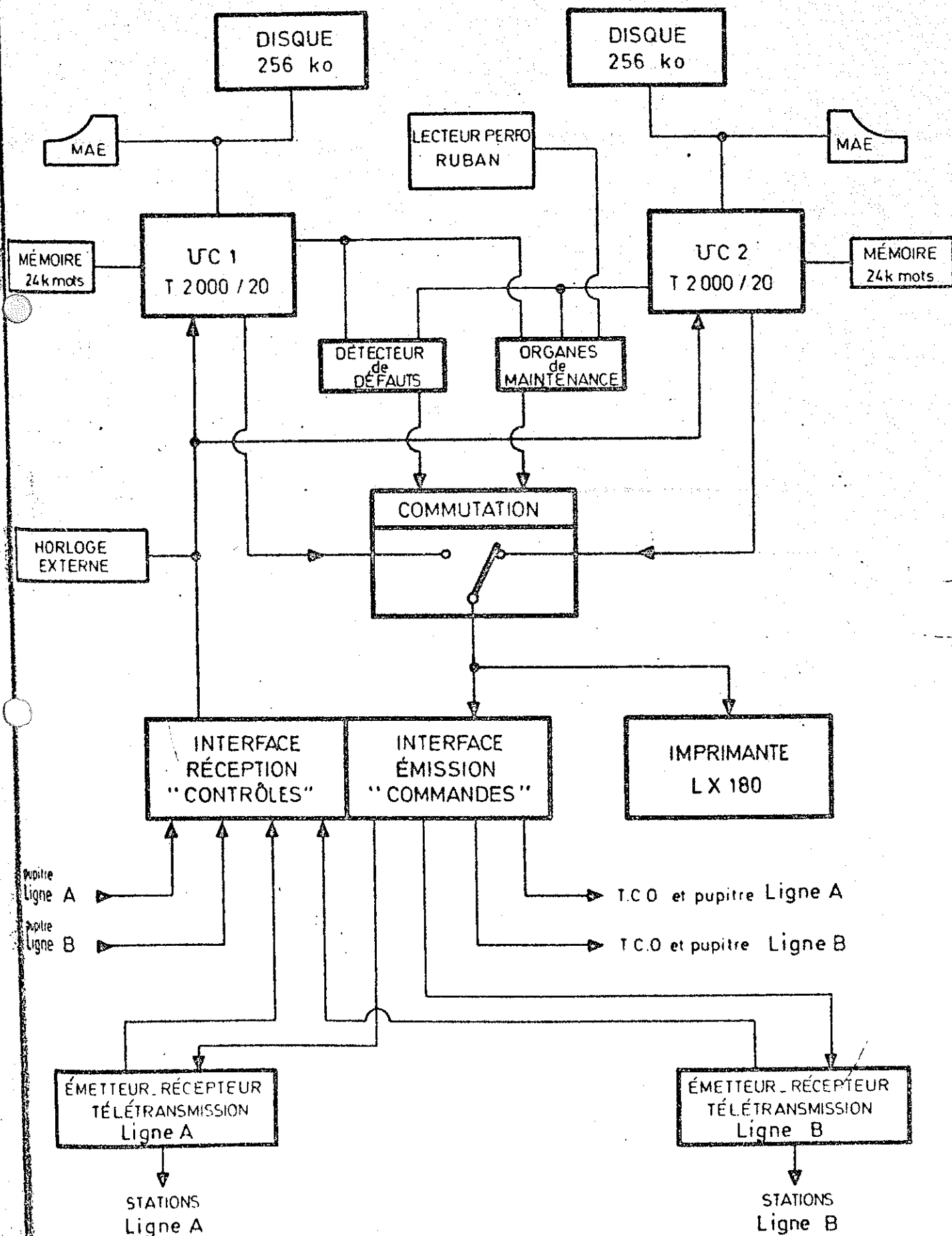
Ces 14 calculateurs sont groupés en 7 centres de calcul indépendants à 2 calculateurs, chaque centre étant lui-même chargé de gérer 2 lignes de métro (du fait du nombre impair de lignes, la ligne n° 4 Porte d'Orléans - Porte de Clignancourt dispose seule d'un centre de calcul).

Tous ces centres de calcul ont une configuration identique dont le schéma-type est représenté sur la figure 4 ci-après.

/ .../

POSTE DE COMMANDE CENTRALISÉE (P.C.C.)

ORGANISATION d'un CENTRE de CALCUL



Tel qu'il apparaît sur ce schéma les 2 calculateurs d'un même centre exécutent chacun les traitements concernant les 2 lignes, mais seul l'un, dit "pilote" est susceptible d'émettre des commandes. En cas de défaut détecté sur ce dernier ou par action volontaire au niveau du pupitre de maintenance, un dispositif de commutation fait basculer la fonction "pilote" d'un calculateur à l'autre. Cette reprise s'effectue "au vol" avec le risque, très mince comme l'expérience l'a montré, de perdre quelques commandes du fait du manque de synchronisation entre les 2 calculateurs.

aux fonctions "temps réel", constituées pour le centre de calcul par le traitement du "suivi" des trains et ses sous-produits régulation et affichage des numéros sur le TCO a été ajoutée récemment une fonction "temps différé" appelée "Qualité de service". Utilisant les informations générées par la fonction "Régulation" elle permet d'obtenir journalièrement l'historique du fonctionnement de la ligne et ainsi d'évaluer la qualité du système ; le traitement correspondant et la sortie des résultats sur imprimante s'effectuent automatiquement de nuit pendant l'interruption du service voyageur.

3 - Equipements principaux en station

Chaque station du métro urbain est équipée d'un terminal de télétransmission raccordé aux différents équipements à commandes et contrôles et en particulier :

- aux postes de signalisation qui fournissent la position des trains par occupation des circuits de voie,
- aux équipements de pilotage automatique pour transmission au train de l'ordre de départ des stations et du type d'allure à observer dans la prochaine interstation,
- à divers indicateurs à l'usage des conducteurs.

Les stations terminus disposent en plus d'un appareil particulier la machine-départ, construit autour d'un processus programmé, qui possède en mémoire tous les paramètres attachés à un train (numéro, heure de départ, type de marche,...) ; l'opérateur qui gère les départs du terminus peut cependant modifier les valeurs de ces paramètres qui, 5 secondes avant l'heure de départ prévue pour le train, sont transmises au centre de calcul pour initialiser le traitement qui sera ensuite effectué pour chaque train dans chaque station.

4 - Evaluations techniques du système

Le doublement partiel du centre de calcul réalisé au niveau des calculateurs et des disques, a permis d'obtenir un taux de disponibilité maximal. L'option prise par la RATP de n'effectuer sur ces lignes qu'une régulation d'horaire a permis également d'obtenir un logiciel fiable, découlant d'un algorithme bien plus simple que celui appliqué pour une régulation d'intervalle.

Les systèmes de télétransmission, dont le bon fonctionnement conditionne celui de toutes les autres fonctions, ont fait dans les dernières années des progrès importants tant sur le plan de la fidélité que de la disponibilité. La possibilité que nous avons également d'utiliser, comme support, des circuits filaires qui nous sont propres présente certainement des avantages importants.

L'expérience acquise dans la réalisation et l'exploitation d'un tel système de dimensions moyennes, nous permet d'envisager avec plus de sérénité l'installation de processus plus importants qui s'avèreront nécessaires dans l'avenir sur le Réseau Express Régional.

IV

CONCLUSION

Il ne convient pas de s'étonner que les progrès réalisés dans la conception des procédés de télétraitement n'aient pas été mis à profit plus rapidement pour améliorer les systèmes de régulation : en effet, la rigidité présentée par les automatismes nécessitent que soient prises en compte, de plus en plus, non seulement les contraintes techniques mais aussi les contraintes humaines mises en évidence par une étude ergonomique détaillée.

ANNEXE I

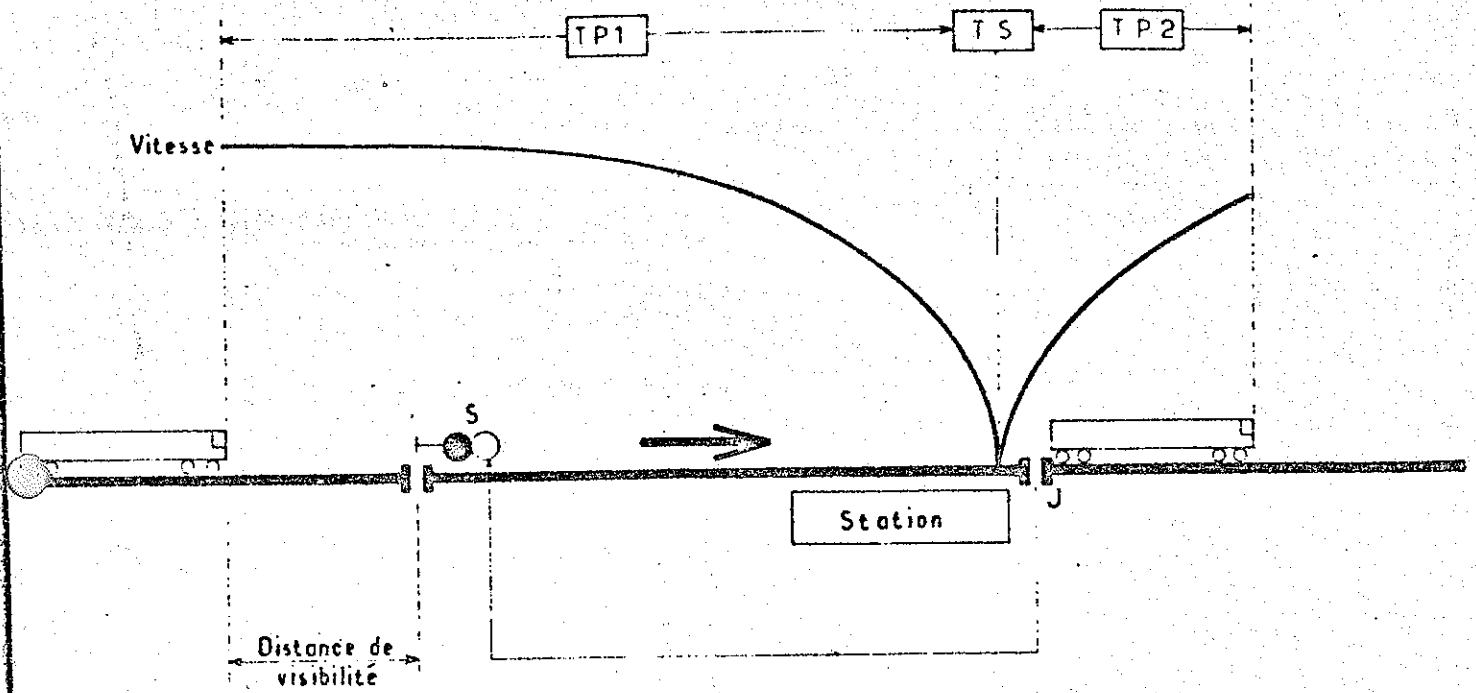


Figure 1 _ Graphique espace_vitesse

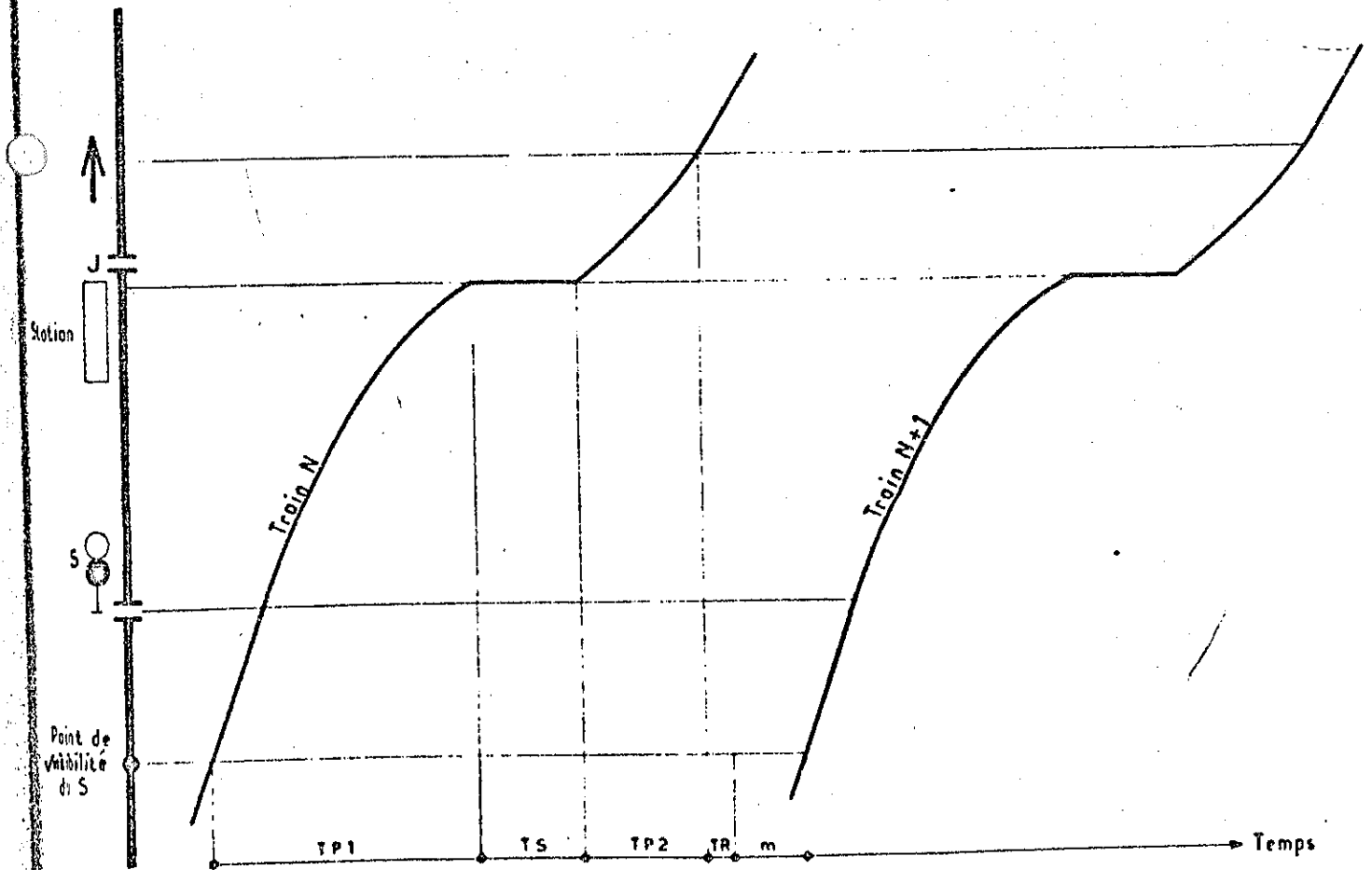


Figure 2 _ Graphique espace_temps

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES LIGNES DU MÉTRO URBAIN

Ligne	Longueur (Km)	Stations	Matériel roulant (1)	Trafic (2)	Intervalle minimal (sec)	Nombre de trains (4)	PCC	Pilotage automatique (PA) - Régulation(5)								
								1967	1969	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1	15	23	MP_6V	26	95	47	1967	R			<u>PA</u>	DPA				
2	12	25	SP	18	100	43	1973					DPF				
3	12	25	MF	16	105	39	1970					<u>PA</u>	CA			
4	1	4	SP_4V	15	180	4	1970									
5	11	26	MP_6V	28	95	44	1969			<u>PA</u>		DPA			RI	
6	11	20	SP	18	105	37	1973					DPF				
7	14	28	MP	16	100	41	1974							<u>PA</u> (6)		CA
8	15	31	MF	23	95	56	1969		DPF							<u>PA</u>
9	3	8	SP_4V	2	155	8	1975									
10	22	37	MX	16	110	59	1971						DPF		<u>PA</u>	
11	20	37	MX	17	95	66	1970			DPF				<u>PA</u>		
12	10	20	MA/MF	6	165	20	1974								(7)	
13	6	13	MP_4V	12	135	16	1967	<u>PA</u>							<u>PA</u> (8)	
14	14	26	SP	14	100	48	1971				DPF					<u>PA</u>
15	16	27	MF	15	105 (3)	46	1974									<u>PA</u>

1. SP: type sprague

2. MA type articulé

3. MF: type fer moderne

4. MP: type sur pneumatiques

5. MX: mixage SP et MF (MF à terme)

6. 4V: 4 voitures

7. 6V: 6 voitures (si non 5 voitures)

8. En milliers de voyageurs transportés en

2ème classe à l'heure d'affluence du soir

9. Sur le tronc commun de cette ligne en fourche

10. A l'heure d'affluence

(5) - R première régulation ligne n°1

- DPF départs programmés affichés

- DPA départs programmés automatiques

- CA commande des allures seulement

- RI régulation impérative en station

(6) - Pendules décalées pour deux types de marche dans quelques stations

(7) - Exploitation des trains à un seul agent avec veille et arrêts automatiques

(8) - Renouvellement

ANNEXE III

R.A.T.P. DES FAITS
SERVICE DE L'EXPLOITATION

LIGNE n° 10

MARCHE-TYPE PRATIQUE EN SERVICE NORMAL

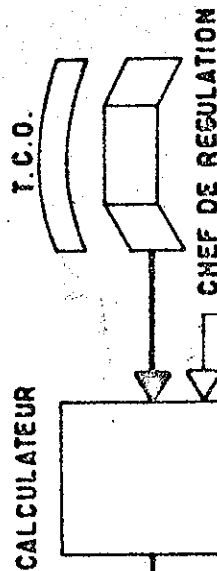
NOTICE TECHNIQUE n° 10 - 501 L

Temps complets à l'heure des stations

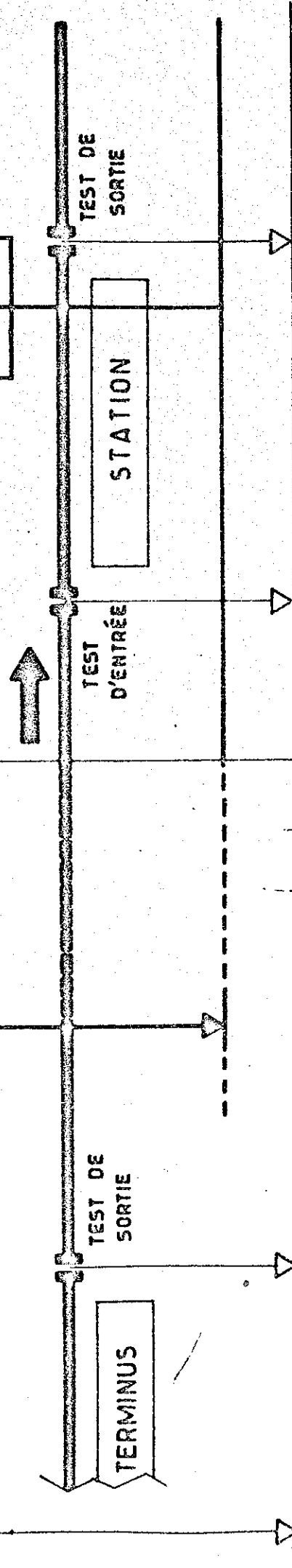
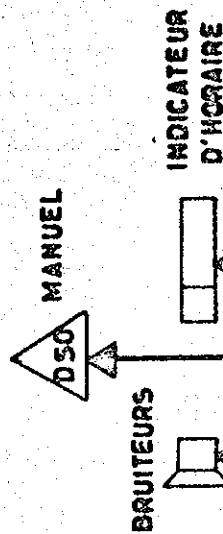
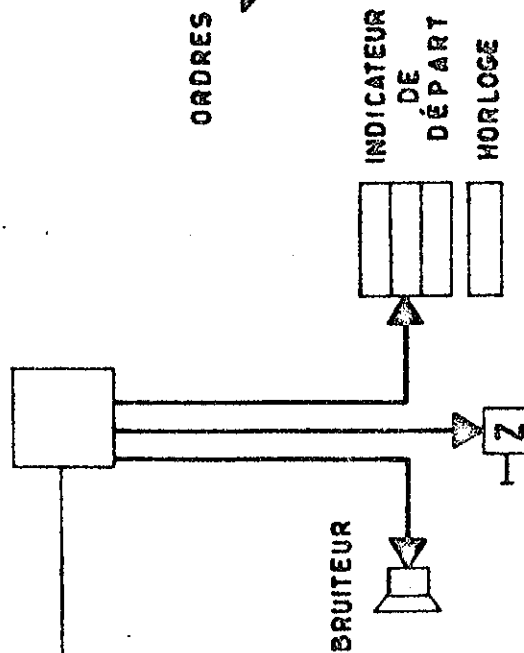
V.D.F.		STATIONS	V.D.F.	
A	B		A	B
0 00	0 00	PORTE D'AUTEUIL	23 15	22 30
1 45	1 45	Michel-Ange-Molitor	↑	↑
2 50	2 50	Chardon-Lagache	↑	↑
3 55	3 55	Mirabeau	↑	↑
↓	↓	Michel-Ange-Auteuil	21 50	21 10
↓	↓	Eglise d'Auteuil	20 40	20 00
5 15	5 15	Javel	18 55	18 20
6 45	6 40	Charles Michels	17 25	16 55
8 15	8 00	Emile Zola	16 05	15 40
9 35	9 15	LA MOTTE-PICQUET-GRENELLE	14 25	14 05
11 30	11 05	Séguir	12 40	12 20
13 05	12 35	Duroc	10 55	10 45
14 30	13 55	Vaneau	9 45	9 35
15 40	15 05	Sèvres-Babylone	8 20	8 15
17 20	16 40	Mabillon	6 50	6 50
18 35	17 55	ODEON	5 25	5 25
20 05	19 20	Maubert-Mutualité	4 10	4 10
21 25	20 40	Cardinal-Lemoine	3 00	3 00
22 35	21 50	Jussieu	1 45	1 45
24 40	23 55	GARE D'ORLEANS-AUSTERLITZ	0 00	0 00

Les stations de réglage sont
en lettres capitales

P.C.C.

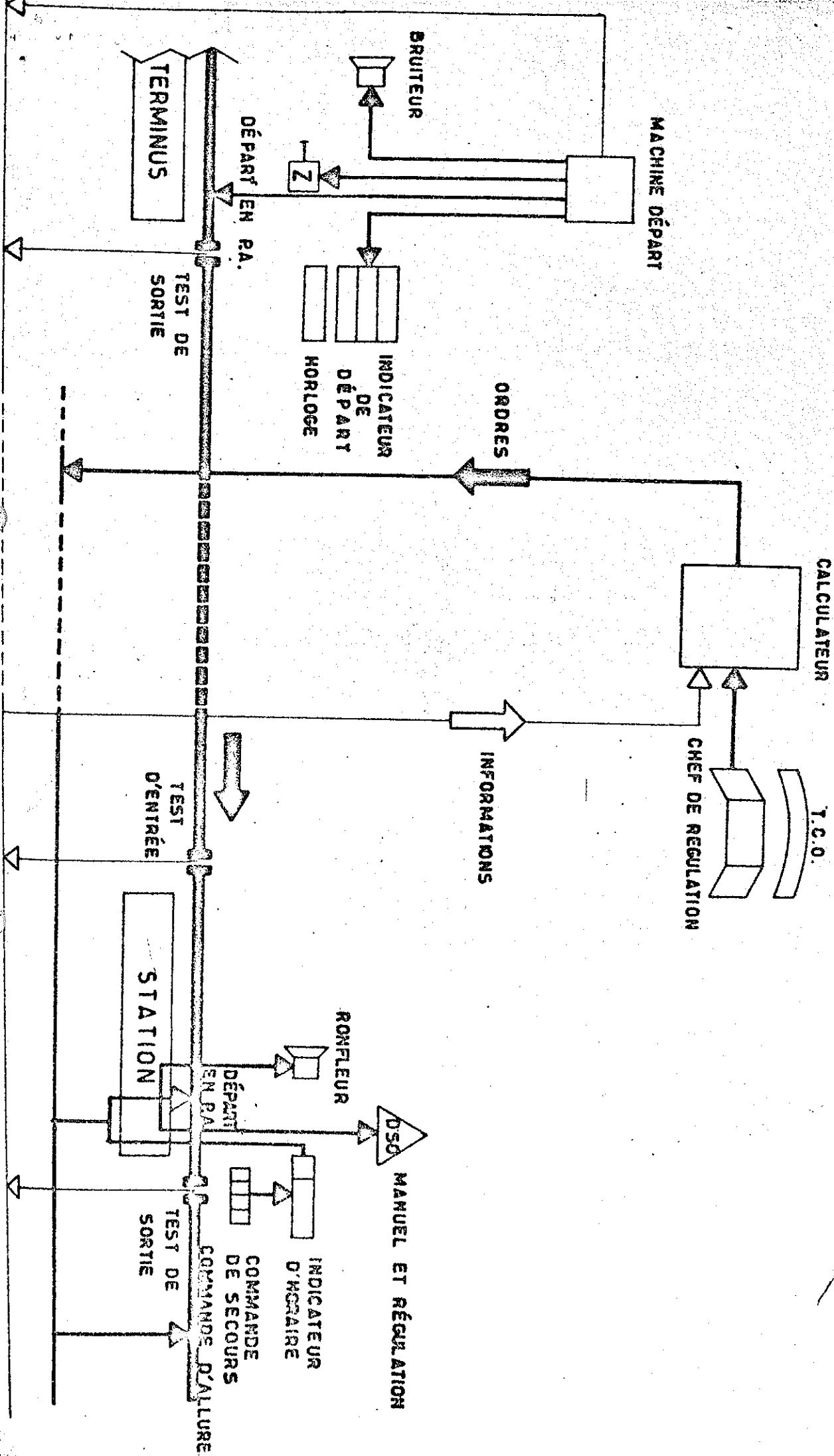


MACHINE DÉPART



ANNEXE VI RÉGULATION IMPÉRATIVE EN STATION

P.C.C.



P. A. T. P.

N° 1000

N° 1000

LIGNE n° 4

MARCHE-TYPE PRATIQUE EN SERVICE NORMAL

N° 1000 - TECHNIQUE - 04-501 F

MARCHE A		STATIONS	MARCHE B	
Voie 1	Voie 2		Voie 1	Voie 2
0 00	30 45	PORTE DE CLIGNANCOURT (1)	0 00	29 05
1 01	29 47	Simplon	0 59	28 07
1 59	28 51	Marcadet-Poissonniers	1 56	27 11
2 44	27 48	Chateau-Rouge	2 51	26 15
3 02	26 51	Barbes-Rochechouart	3 49	25 21
5 52	25 10	Gare du Nord	5 50	23 39
7 24	23 26	Gare de l'Est-Verdun	7 32	22 03
8 27	21 52	Chateau d'Eau	8 39	20 47
9 38	20 49	Strasbourg-Saint-Denis	10 04	19 48
10 49	19 22	Réaumur-Sébastopol	11 23	18 37
11 53	17 51	Etienne-Marcel	12 28	17 19
16 44		Les Halles	13 42	16 16
17 20	15 38	Châtelet	14 55	15 12
15 36	14 02	Cité	16 11	13 46
16 53	13 02	Saint-Michel	17 20	12 46
18 03	11 37	Odeon	18 33	11 27
19 09	10 22	Saint-Germain-des-Près	19 38	10 22
20 19	9 07	Saint-Sulpice	20 49	9 10
21 33	8 01	Saint-Placide	22 02	8 08
23 17	6 44	Montparnasse-Bienvenue	23 35	6 50
24 14	5 35	Vavin	24 31	5 44
25 36	4 21	Raspail	25 47	4 30
27 07	3 11	Denfert-Rochereau	27 08	3 21
27 58	2 18	Mouton-Duvernet	27 58	2 20
29 01	1 23	Alesia	29 01	1 24
30 05	0 00	PORTE D'ORLEANS (1)	30 05	0 00

MARCHE C		STATIONS	MARCHE D	
Voie 1	Voie 2		Voie 1	Voie 2
0 00	28 40	PORTE DE CLIGNANCOURT (1)	0 00	27 35
0 59	27 42	Simplon	0 57	26 37
1 55	26 49	Marcadet-Poissonniers	1 50	25 45
2 48	25 55	Chateau-Rouge	2 42	24 53
3 58	25 03	Barbes-Rochechouart	3 43	24 03
5 48	23 24	Gare du Nord	5 30	22 28
7 14	21 53	Gare de l'Est-Verdun	6 56	21 00
8 14	20 38	Chateau d'Eau	7 53	19 46
9 25	19 42	Strasbourg-Saint-Denis	8 58	18 52
10 33	18 28	Réaumur-Sébastopol	10 02	17 44
11 36	17 10	Etienne-Marcel	11 03	16 31
12 45	16 09	Les Halles	12 11	15 32
13 58	15 09	Châtelet	13 15	14 35
15 12	13 40	Cité	14 23	13 10
16 23	12 40	Saint-Michel	15 32	12 13
17 30	11 17	Odeon	16 37	10 53
18 31	10 06	Saint-Germain-des-Près	17 37	9 50
19 38	8 55	Saint-Sulpice	18 42	8 39
20 46	7 52	Saint-Placide	19 48	7 39
22 14	6 35	Montparnasse-Bienvenue	21 14	6 25
23 08	5 30	Vavin	22 07	5 20
24 21	4 16	Raspail	23 17	4 09
25 38	3 10	Denfert-Rochereau	24 34	3 06
26 26	2 15	Mouton-Duvernet	25 21	2 13
27 26	1 21	Alesia	26 21	1 20
28 30	0 00	PORTE D'ORLEANS (1)	27 25	0 00

(1) Temps à l'arrivée du terminus

(1) Temps à l'arrivée du terminus