

Évolution du « parc de traction » des chemins de fer français.

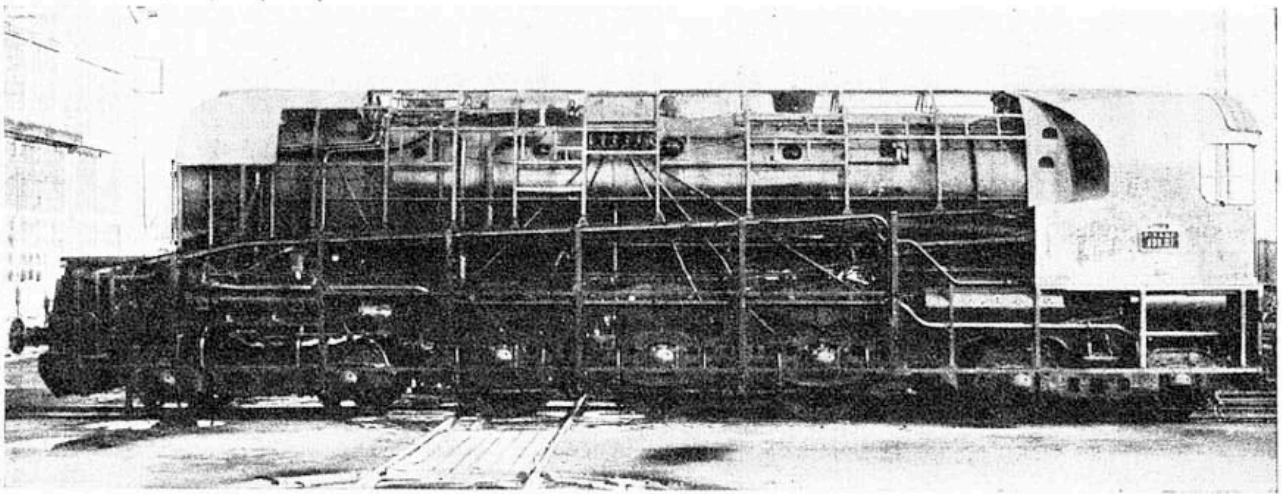


Fig. 1. — Locomotive à turbines Schneider.

Trois turbines de petites dimensions, développant individuellement 1 000 ch à 10 000 tours par minute, avec ailettes de marche arrière.

UN fait assez surprenant ressort d'une étude spéciale publiée par l'Institut de Conjoncture sur le progrès technique de la traction ferroviaire en France (1). Il en résulte, en effet, que depuis le XIX^e siècle, il y a une baisse apparente presque continue de la « productivité en énergie », en ce sens que, pour une même quantité de charbon utilisée, il y a de moins en moins de tonnes-kilomètres ou de voyageurs-kilomètres transportés! A trafic égal, les chemins de fer français consomment de plus en plus d'énergie.

La constatation a de quoi faire réfléchir, car chacun connaît les progrès très importants accomplis dans la construction des locomotives. Les chiffres attestent simplement que ces économies ont été plus que compensées par l'amélioration de la qualité des services rendus, principalement du côté voyageurs : vitesse, chauffage, éclairage, confort général, sécurité, nombre de trains à disposition, tout a augmenté; et cela se paie. En ce qui concerne la vitesse, notamment, les rendements ne sont pas proportionnels, c'est-à-dire que pour gagner 10 pour 100, par exemple, sur le temps d'un

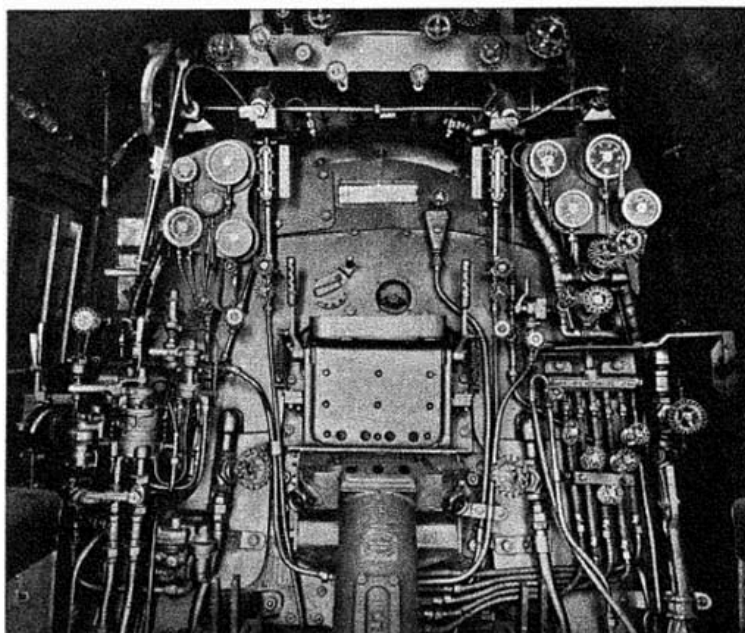
parcours, il faudra dépenser beaucoup plus de 10 pour 100 sur l'énergie.

Pour déterminer équitablement l'ordre de grandeur des progrès obtenus en matière de traction proprement dite, il est donc indispensable de recourir à une analyse plus poussée, permettant d'isoler la pure notion de rendement.

Deux aspects de la question peuvent être envisagés : le remplacement de la vapeur par d'autres modes de traction de rendement plus élevé; la modernisation de la traction-vapeur elle-même.

Fig. 2. — Panneau de chauffe et stoker de la 141-R.

Le stoker, ou appareil de chargement automatique du charbon dans le foyer, est visible en bas, au milieu. Les 141-R, bonnes machines américaines d'après-guerre, remorquent 1 500 t/marchandises en profil facile, 1 100 t sur rampes de 8 à 10 pour 100 et de 500 à 700 t/express, suivant les rampes.



Vapeur, électricité, diesels (1).

On appelle *rendement organique* d'un engin de traction, le quotient de la quantité d'énergie recueillie aux essieux par celle qui a été fournie à la source. Selon M. Dugas, ce chiffre serait de 11,2 pour 100 seulement pour la vapeur, contre 15,7 pour 100 pour l'électricité provenant de centrales thermiques et de 26,5 pour 100 en ce qui concerne la traction diesel.

Notons que ces don-

1. Service national des Statistiques. Institut de Conjoncture. Commentaire de M. Hubert d'Hénouville, in *Bulletin de la Statistique générale de la France*, supplément trimestriel de janvier-mars 1949. Presses universitaires de France.

1. Voir une remarquable conférence de M. DUGAS, chef des Services techniques de la S.N.C.F. : comparaison des différentes sources d'énergie au point de vue de leur utilisation à la traction. *Bulletin du Centre d'Études supérieures des Transports*, 1^{er} trimestre 1943, note reprise à la Conférence mondiale de l'Énergie, La Haye, 1947.

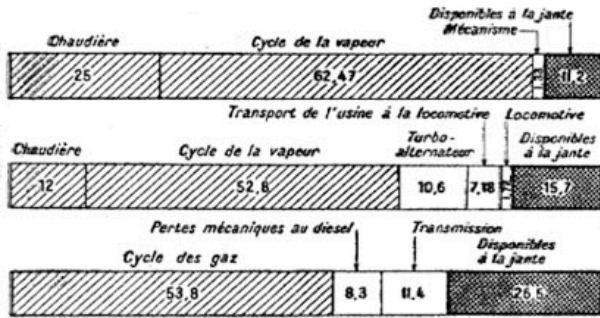


Fig. 3. — Répartition des calories fournies par la source, suivant le mode de traction.

De haut en bas : 1° Traction à vapeur (ou régime le plus économique) ; 2° Traction électrique par centrale thermique ; 3° Traction Diesel-électrique. Les diagrammes indiquent le pourcentage de calories dépensées ou transférées en chaque point du cycle des trois modes de traction (d'après Bull. Statistique générale de la France, suppl. janvier-mars 1949).

nées doivent être considérées comme des ordres de grandeur, en supposant que nous avons affaire à des machines à vapeur modernes, compounds, timbrées à 20 H P Z, avec surchauffe à 400°, échappement moderne, préchauffage de l'eau d'alimentation et marche au régime le plus économique; les locomotives électriques sont supposées alimentées en courant d'origine exclusivement thermique; les locomotives Diesel sont à transmission électrique et attaque individuelle des essieux.

Dans ces conditions, le rendement organique des locomotives de la traction électrique est 1,4 fois celui de la vapeur; le rendement organique de la traction Diesel est 1,7 fois celui de la traction électrique et 2,3 fois celui de la vapeur.

On voit immédiatement l'intérêt des nouveaux modes de traction par comparaison à la locomotive à vapeur; ce qui, en dehors de toute considération d'exploitation, justifie la politique de transformation suivie en France

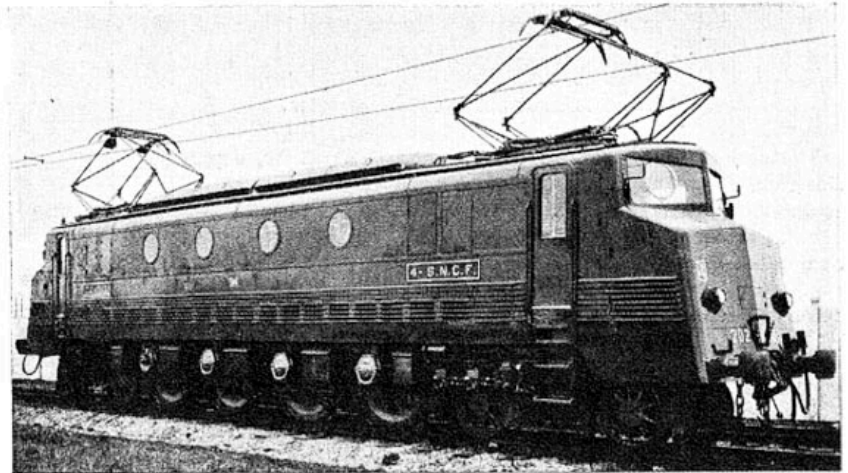


Fig. 4. — Locomotive électrique 2-D-2 de la S.N.C.F.

Ces machines, légitimement réputées, sont des locomotives d'express et de rapides. Elles pèsent 128 t, atteignent 150 km/h et remorquent 1 000 t à 130 km à l'heure. La puissance en régime continu est de 3 850 ch; elle peut être maintenue à 4 300 ch durant une heure sans échauffement excessif des moteurs.

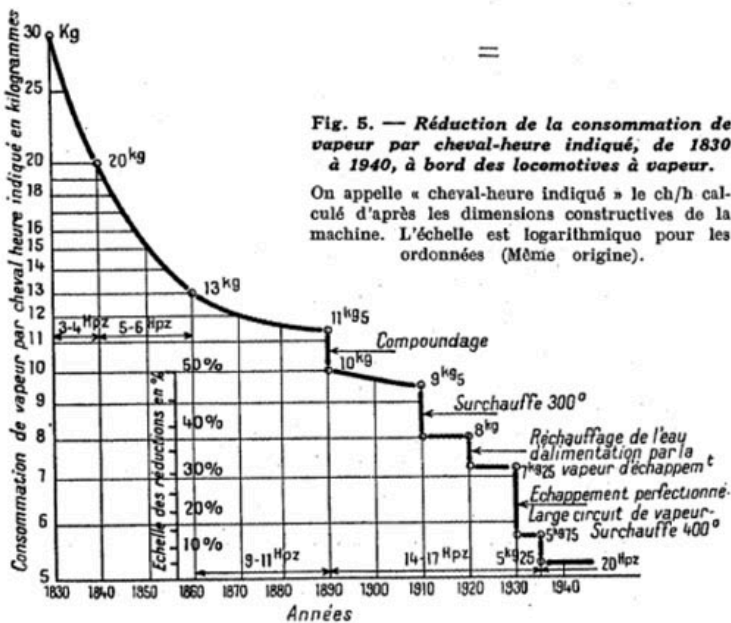


Fig. 5. — Réduction de la consommation de vapeur par cheval-heure indiqué, de 1830 à 1940, à bord des locomotives à vapeur.

On appelle « cheval-heure indiqué » le ch/h calculé d'après les dimensions constructives de la machine. L'échelle est logarithmique pour les ordonnées (Même origine).

par kilowatt-heure. Finalement, ce fait joue pour modifier le rapport des rendements organiques, en sorte que la locomotive à vapeur se révèle 3,25 fois plus coûteuse en charbon, chiffre moyen, qu'une locomotive électrique alimentée par centrale thermique.

Ce désavantage considérable n'a rien d'humiliant. Il tient à des causes techniques : allumage, mise en pression, marche à régulateur fermé, mise en veilleuse, et, d'autre part, au fait que le parc comprend trop de locomotives anciennes dont le rendement moyen, seul atteint par la statistique, est éloigné du point optimum des courbes de consommation aux vitesses normales d'utilisation.

D'après les estimations des services techniques de la S.N.C.F., on peut résumer ainsi l'ordre de grandeur des rendements moyens au crochet :

Traction	Rendement (%)
Traction électrique à 80 pour 100 d'hydraulique..	89
» Diesel	17,8
» électrique (100 pour 100 thermique).....	11,8
» vapeur (chauffe au mazout, parc rajeuni).	6,8
» » (» charbon »)	5,4
» » parc réel 1938.....	3,6

Ces pourcentages, qui font ressortir la supériorité de l'électricité et des diesels, sont relatifs à la « grande traction ». Les avantages seraient plus nets encore en matière de « traction légère », c'est-à-dire dans le domaine des trains légers et des autorails.

Tel est l'aspect technique. Du point de vue financier, on ne saurait perdre de vue que la puissance totale des locomotives à vapeur est encore de l'ordre de 90 pour 100, en sorte que le problème des économies de charbon susceptibles d'être réalisées par modernisation de ce parc demeure primordial. En 1938, la S.N.C.F. a consommé 8,92 millions de tonnes de houille, soit à peu près 10 pour 100 de la consommation totale du pays et 17 pour 100 de la production nationale. Depuis lors, le second pourcentage s'est sensiblement maintenu, mais le premier s'est élevé à 15 pour 100.

Si l'utilisation de nouvelles sources d'énergie se présente comme souhaitable, il n'en reste pas moins qu'un tel programme est nécessairement à longue échéance et qu'il convient de tirer le meilleur parti du matériel de traction existant. Ce sont deux aspects également intéressants et il n'y a pas lieu de négliger l'un au profit de l'autre.

Evolution des locomotives à vapeur.

L'évolution « scientifique » des locomotives à vapeur, depuis l'origine, se caractérise par une diminution du poids par cheval et une diminution de la consommation de la vapeur par cheval-heure. En ce qui concerne les locomotives à vapeur avec tender, l'ensemble pesait 75 kg par cheval en 1890 et 45 seulement après 1930. A titre d'indication, le record mondial de légèreté des locomotives semble appartenir à la locomotive électrique allégée de la Reichsbahn, type 1 D 1, qui ne pèse que 25 kg par cheval.

La diminution de la consommation de vapeur par cheval-heure est la plus significative sous l'angle économique. Le nombre de kilogrammes de vapeur nécessaires pour obtenir 1 ch.-h. s'est abaissé à 10 en 1890, à l'apparition du compoundage, puis à 8 en 1910 avec la surchauffe à 300°, à 7,25 en 1920 avec le préchauffage de l'eau d'alimentation, à 5,75 en 1930 avec le perfectionnement des échappements, et enfin à 5,25 vers 1935.

De 1920 à 1940, les transformations apportées à ce type de locomotive ont élevé la « puissance aux cylindres » de 1 450 à 2 800 ch ; la consommation de charbon, en kilogrammes par

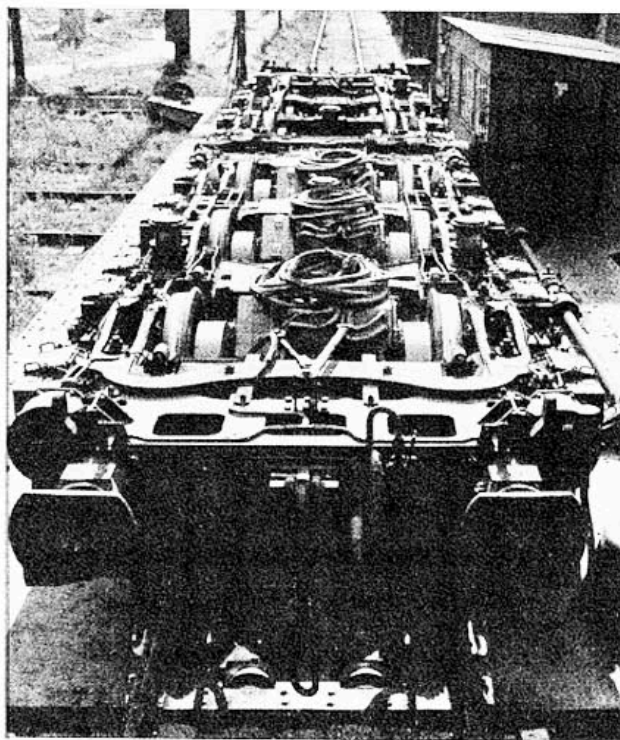
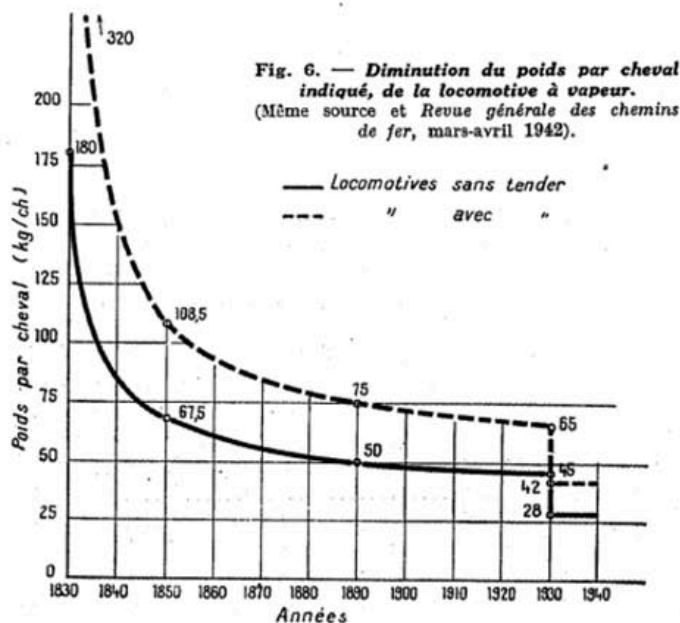


Fig. 7. — Châssis de la locomotive électrique CC.

Deux fois trois essieux moteurs. Poids 120 t, effort au crochet 30 t (très supérieur à celui des 2-D-2) ; 6 moteurs de 650 ch ; démarrage progressif « automatique » sous le contrôle d'un relais d'accélération. La machine démarre un train de 1 200 t en rampe de 10 mm par mètre.

cheval-heure au crochet, s'est abaissée de 2,4 à 1,1. Sur le plan pratique, la charge remorquée a pu être portée de 350 à 620 t, et la vitesse commerciale de 85 à 110 km à l'heure.

Etat présent et à venir du parc.

Le cas de la Région Sud-Ouest étant un peu à part, et en négligeant des différences de détail, on peut dire que la consommation de vapeur par cheval-heure est passée, de la première à la deuxième guerre mondiale, de 10,7 à 9 kg environ, soit une amélioration de rendement de 15 p. 100 et de 1939 à 1947, que les rendements de matériel ont abaissé cette consommation aux alentours de 8,5 et même de 8 kg, soit en huit années seulement un second progrès de 9 pour 100 sur le rendement.

Peut-on dire que cette diminution dans la consommation de vapeur a entraîné une économie de combustible ? Tenant compte qu'il faut approximativement 1 kg de charbon pour vaporiser 7 kg d'eau, la réponse paraît simple ; en fait, il faudrait déterminer le nombre de machines effectivement en service journalier, le nombre d'heures moyen de marche de ces machines et introduire un coefficient d'utilisation tenant compte des arrêts, des parcours en descente... toutes choses soulevant de sérieuses difficultés. A titre d'indication, disons que l'utilisation moyenne d'une locomotive du parc se décompose à peu près ainsi (1) :

Préparation et entretien : 6 h 15, soit.....	26 pour 100
Travail : 6 h 15, soit encore.....	26 »
Attente et stationnements : 11 h 30.....	48 »

1. PONCET. Le problème de l'utilisation des locomotives.

En recourant à la méthode « forfaitaire », on admet que 95 pour 100 du charbon livré à la S.N.C.F. est affectable à la traction; en prévoyant un nouvel abattement de 5 pour 100 pour le chauffage des locomotives ou des trains avant le départ, il reste 90 pour 100 du charbon qui est utilisé à la traction. Cela étant, si l'on recherche quelle était, en 1939, l'économie de charbon due au progrès technique, par rapport à la consommation qui aurait été celle de 1939, si le rendement avait été le même qu'en 1914, on constate un gain de l'ordre de 560 000 t. C'est ce que l'on peut appeler un beau résultat.

Par un raisonnement analogue, on pourrait montrer tout ce qu'il serait encore possible d'obtenir, comme gain de combustible, si le rendement continuait à s'améliorer. Des spécialistes estiment qu'en dix ans, par la modernisation de quelque 3 000 machines, on pourrait parvenir sans difficulté à faire tomber la consommation moyenne de vapeur de 8,1 à 6,5 kg, sous la réserve expresse que le charbon conserverait une qualité équivalente à celle d'avant-guerre. La consommation de la S.N.C.F., en 1945, ayant été de 99 491 millions de tonnes, soit 8 542 millions de tonnes pour la traction, l'abaissement de la consommation moyenne de vapeur à 6,5 kg devrait donc entraîner une économie de l'ordre de 1 700 000 t.

Il est inutile de souligner l'intérêt d'un tel résultat dans les circonstances nationales actuelles. Cet intérêt économique se double, du reste, d'un intérêt social, la réduction des quantités de charbon consommé à bord des locomotives non équipées

d'un « stoker » se traduisant par une diminution notable de fatigue pour le chauffeur.

Reste, il est vrai, l'aspect financier, sur lequel la documentation est notoirement insuffisante. Les données, disponibles mais éparées, sans permettre une conclusion définitive, donneraient néanmoins à présumer que la modernisation des machines, effectuée à l'occasion de la révision générale, beaucoup moins onéreuse que l'achat de locomotives neuves, entraînerait une dépense supplémentaire modérée et serait, par conséquent, une opération « payante ». Une gestion *patris familias* est plus que jamais de saison à la S.N.C.F.

PIERRE DEVAUX.

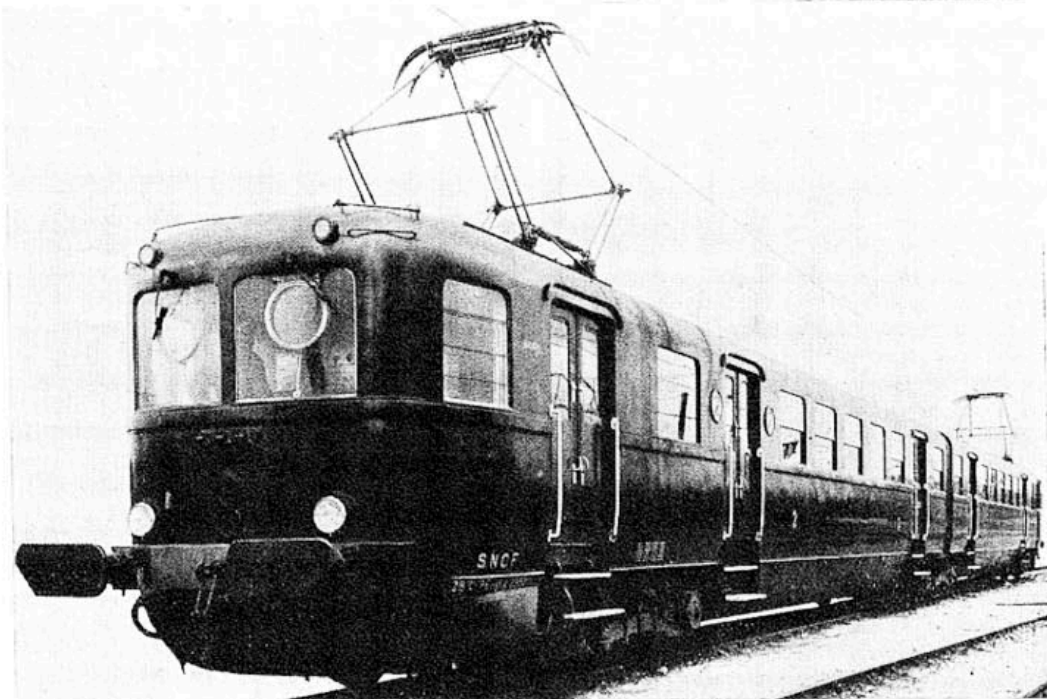


Fig. 8. — Rame électrique légère Alsthom.

Fig. 9. — Locomotive Diesel-électrique Baldwin 1 500 ch du Norfolk Southern Railway.



