

travail transmis. Lors de la première, la face du piston est en communication avec la vapeur dans la chaudière, et marche en général dans le sens de la pression qu'exerce cette vapeur. Plus tard, la communication avec la chaudière est interrompue; la vapeur renfermée entre le piston et l'appareil distributeur agit par détente; c'est la deuxième période. La troisième commence à l'instant où la communication s'ouvre, soit avec le condenseur, soit avec l'atmosphère, et finit au moment où cette communication est interrompue; le mouvement du piston est alors ordinairement rétrograde. Enfin, la quatrième période s'étend depuis le moment où la communication se ferme avec le condenseur jusqu'à celui où la communication s'ouvre avec la chaudière; pendant cet intervalle de temps, la vapeur d'abord à la pression du condenseur, reste emprisonnée entre le piston et l'appareil de distribution, et peut même éprouver une certaine compression. Pour simplifier, nous appellerons ces quatre périodes : *période d'admission, période de détente, période d'échappement ou d'évacuation, enfin période de compression.*

Si l'on représente par une ligne droite, considérée comme axe des abscisses, le mouvement décrit par le piston; si l'on élève des ordonnées représentant chacune la pression éprouvée en son lieu par la face du piston que l'on considère, tant lors du mouvement direct que lors du mouvement rétrograde, les extrémités de ces ordonnées décriront une courbe retranquée ou un polygone fermé, et le travail transmis par la vapeur sera représenté par l'aire de ce polygone.

Cela posé, le meilleur régime du tiroir ou la meilleure distribution sera réalisée, si l'on peut rendre l'aire dont il s'agit un maximum pour une même quantité de vapeur surmise par la chaudière. C'est le but que M. Clapeyron s'est proposé d'atteindre par de nombreuses recherches théoriques et pratiques. Attaché depuis longtemps comme ingénieur en chef aux chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), son attention s'est particulièrement fixée sur les machines locomotives. Mais, avant d'exposer le résultat de ses travaux, il importe de rappeler à quel point on était la question quand il labora à son objet.

Il y a huit ou dix ans, la plupart des constructeurs de machines locomotives étaient dans l'habitude de donner à la partie de la paroi du tiroir qui forme une sorte de soupape élastique, et que l'on désigne dans les ateliers par l'expression singulière de *bride du tiroir*, une largeur ou épaisseur précisément égale à la lumière de communication avec le cylindre. Par cette disposition primitive, lorsque le piston est à l'extrémité de sa course, le tiroir est au milieu de la sienne, et se brise exactement la lumière. La période d'admission dure alors tout le temps du trajet direct du piston; la période de détente est nulle; la période d'échappement dure autant que le mouvement rétrograde du piston; enfin la période de compression est nulle.

Le polygone fermé, dont l'aire représente le travail transmis quand on néglige la compression reconnue plus tard utile, se réduit à un rectangle dont les côtés horizontaux sont la course même du piston, et dont les côtés verticaux représentent la différence entre la tension initiale de la vapeur et la pression lorsque le condenseur est fermé. C'est à resté la traduction géométrique de la formule admise dans la théorie ordinaire de la machine à vapeur sans détente.

Mais les praticiens avaient reconnu depuis longtemps que la machine locomotive gagne en puissance et économie en combustible, lorsque, sans rien changer au tiroir, on fait tourner à demeure l'excentrique qui dirige son mouvement sur l'essieu coude, de telle sorte que l'admission de la vapeur et son évacuation, au lieu de commencer précisément au moment où le piston atteint le point mort, précédent cet instant d'une certaine quantité. Cette disposition s'était introduite dans les ateliers sous le nom d'*avance du tiroir*. Elle était établie sur les machines locomotives importées d'Angleterre en 1837 pour le service du chemin de fer de Saint-Germain.

L'explication des avantages qui résultent de cette disposition n'était pas un mystère; on savait que l'*avance du tiroir* a pour effet de diminuer l'influence de la compression qui, dans le régime sans avance, a lieu pendant tout le temps qu'il s'écoule entre l'ouverture de la lumière d'échappement et l'instant où l'équilibre de pression s'établit entre la vapeur qui a accompli son travail et le condenseur ou l'atmosphère. En outre, on s'était aperçu que l'*avance* introduisait la vapeur sur une des faces du piston avant que cette face eût atteint le fond du cylindre, et l'on avait paré à cet inconvénient en accroissant la bride de quelques millimètres du côté de la chaudière, ou en lui donnant un faible recouvrement extérieur. L'*avance du tiroir* est mentionnée dans la première édition de l'ouvrage de M. Lamblour sur les locomotives.

Plus tard cette disposition a été l'objet de recherches approfondies dans l'ouvrage intitulé *Guide du mécanicien*, publié en 1840, par MM. Flachet et Pétié. Ces ingénieurs conclurent de régler les machines locomotives de telle sorte que la vapeur s'introduisît au moment avant que le piston ait changé de

mouvement, commence à s'échapper lorsque la manivelle a encore 23 degrés à parcourir pour atteindre le point mort; la vapeur n'est alors introduite qu'en quantité très faible, et le cours du piston. MM. Flachet et Pétié ont fait ressortir les avantages qui résultent de cette économie de vapeur; ensuite, à l'aide d'hypothèses admissibles et d'une méthode de calcul approchée, ils ont cherché à déterminer la loi de la pression variable qui conserve la vapeur durant l'échappement, et à représenter par des nombres le bénéfice que l'on trouve à faire tourner au profit du travail utile cette même pression, qui, dans le régime sans avance, en consume inutilement une portion très-notable. Mais, à l'imitation des constructeurs MM. Flachet et Pétié s'étaient trop avancés dans la voie du progrès des deux constructions, et leurs conclusions signalées par de premiers succès pratiques, qu'ils avaient eux-mêmes contribué à éclaircir et à répandre.

Jusqu'à-là, on s'était uniquement occupé de l'idée d'ouvrir la communication avec l'atmosphère ou le condenseur, avant que le piston eût atteint le terme de sa course. Le recouvrement du tiroir, du côté extérieur, avait pour but de n'introduire la vapeur que dans les voisinages du point mort. On avait remarqué, il est vrai, que ce recouvrement diminuait la sienne à une véritable détente; mais, tout en reconnaissant cet avantage, on le regardait comme une conséquence heureuse de la disposition adoptée, et l'on ne faisait aucun effort pour l'accroître.

C'est en cela que les dispositions proposées et appliquées par M. Clapeyron se distinguent nettement du mode de règlement connu sous le nom d'*avance du tiroir*. La détente, acceptée jusqu'à lui comme une conséquence, il se l'est proposé comme un but, et il est effectivement parvenu à l'accroître notablement sans employer aucun nouvel appareil, et sans rien changer aux conditions essentielles de l'admission et de l'échappement de la vapeur.

Revenons maintenant aux quatre périodes que nous avons distinguées dans le mouvement direct et rétrograde de l'une des faces du piston. Il est évident, a priori, que la période d'admission doit avoir son origine au moment où le piston commence sa course, et se terminer lorsque la quantité de vapeur introduite est celle que comporte la puissance évaporatoire de la chaudière. La période de détente, au premier abord, semble se terminer à l'instant où la vapeur dilatée n'a plus qu'une tension égale à la pression de l'atmosphère ou à celle du condenseur; mais ici interviennent deux considérations pratiques qu'on ne saurait abstraire d'abord on ne peut accorder autre mesure les dimensions du cylindre, et ensuite, pour les locomotives, il faut conserver à la vapeur s'échappant dans l'atmosphère une pression suffisante pour accélérer son évacuation, ou, comme le croient les praticiens, pour opérer convenablement le tirage; afin de tenir compte de ces restrictions, on peut dire que la période de détente doit avoir lieu pendant la plus grande fraction possible de la course du piston. La période d'échappement doit se terminer à l'instant même où la face du piston que l'on considère a atteint le terme de son mouvement direct; néanmoins on peut avec avantage sacrifier quelque chose de la rigueur de ce principe dans le but de diminuer la capacité du cylindre, et assigner pour condition que la troisième période se termine lorsque le piston, dans son mouvement rétrograde, ne s'est encore éloigné que fort peu du point mort. Enfin la période de compression doit se terminer à l'instant où le piston achève sa double course.

Telles sont les conditions que doit remplir une bonne distribution. On peut y satisfaire à l'aide de plusieurs appareils connus depuis longtemps, et qui ont l'avantage de procurer une détente variable; mais ces appareils ajoutent une nouvelle complication dans la locomotive, ou une extrême simplicité dans l'appareil de distribution les fournit-il? C'est ce qu'il importe d'examiner. Supposons le tiroir au milieu de sa course; la lumière qui communique avec le cylindre est alors recouverte avec la bride du tiroir, qui, dans le cas le plus général, dépasse la lumière des deux côtés; du côté de la vapeur, cet excédant porte le nom de *recouvrement extérieur*; du côté du condenseur ou de l'atmosphère, on l'appelle *recouvrement intérieur*. Ces deux recouvrements sont à la disposition du constructeur. Ce n'est pas tout; l'excentrique qui commande le tiroir peut être diversément placé par rapport au bras de la manivelle; on a une troisième variable dont on peut encore disposer, mais là cesse toute indétermination. Ainsi il n'existe que trois variables, soit que l'on considère le régime du tiroir, soit que l'on considère le régime de la vapeur.

Des quatre conditions à remplir il fallait donc en sacrifier une, et conséquemment re-

chercher avec soin les trois conditions qui infligent le plus sur la marche de la machine. La discussion nécessaire pour atteindre ce but, fait partie du mémoire de M. Clapeyron. Nous avons nous-mêmes cherché à indiquer les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été définitivement conduit.

Dans la machine le *Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut communiqué en 1840, le recouvrement extérieur fut porté à 0m,103 ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à 0m,018, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à cylindres. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La période de détente finit aux 0,9 de la manivelle faisant alors un angle de 19 degrés avec la position correspondante au point mort. La période d'évacuation dure jusqu'à ce que le piston ait atteint les 0,7 de sa course rétrograde. La commence à l'extrémité de sa course, et se termine au moment où la communication avec la chaudière s'ouvre de nouveau, et lorsque le piston a presque atteint le point mort, la manivelle est dans l'angle de 19 degrés.

M. Clapeyron admet dans son *Mémoire* que, dans la quatrième période, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, peut se comprimer sans se liquéfier, à cause de la haute température que doivent conserver les parois du cylindre, et les récipients construits en ceint de ces expériences directes. C'est ce que vient de faire M. Clapeyron, à l'aide de l'indicateur à vapeur, dans la courbe tracée par l'instrument pendant l'opération précédente.

Cette compression, dont l'existence est maintenant constatée, semble au premier abord devoir réduire le travail utile de la vapeur dans le tiroir; mais, en fait, elle ne diminue que la quantité de vapeur qui passe à travers le tiroir. Mais, comme le fait observer M. Clapeyron, il n'y aura inconvénient que si la vapeur comprimée acquiert une tension supérieure à celle de la chaudière; si cette limite n'est pas dépassée, et seulement atteinte, il arrivera qu'au commencement de la période d'admission, l'espace que le piston laisse libre à la vapeur comprimée sera plus petit qu'au premier abord, et les condiments qu'il y absorbera, en se comprimant, seront plus nombreux.

Si l'on compare la disposition adoptée par M. Clapeyron à ce qui avait été fait par ses devanciers, on remarquera qu'il ne change rien à la manière dont on doit commencer les périodes d'admission et d'échappement; il se contente d'en modifier la durée, et de leur donner une certaine indétermination qui reste encore pour accroître la détente dans les limites pratiques. Le succès obtenu dans la machine le *Creuzot* le porta à pousser les constructeurs à la détente dans d'autres locomotives, et l'effet utile s'est accru de 40 à 50 p. 100; la consommation a été réduite, mais cette diminution doit être attribuée en partie à d'autres causes que l'emploi de la détente. Le mode de distribution ou le tiroir, inventé par M. Clapeyron, s'est introduit, depuis plus de deux ans, dans la plupart des ateliers où l'on construit et répare les locomotives.

Avant ce perfectionnement, les fortes locomotives du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/20, qui existe sur 18 kilom. du parcours total, qu'avec un convoi de huit wagons. Aujourd'hui, les mêmes machines, modifiées à l'aide de la théorie actuelle, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent la vitesse normale de 4 myriamètres à l'heure, en tira d'un convoi de douze wagons, d'un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante, que son inclinaison, et surtout sa longueur rendaient très-difficile à gravir.

Certes, il y a lieu de s'étonner qu'un résultat aussi important que celui d'augmenter de 40 à 50 p. 100 le travail utile d'une même quantité de vapeur ait été obtenu par de quelques millimètres de plus données aux recouvrements du tiroir, appareil qui occupe une si petite place dans une locomotive. On pourrait être surpris, sans motif, que le bénéfice énorme qui résulte d'une modification aussi simple, et qui peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur, eût été découvert si tard. Mais des recherches intéressantes faites récemment par M. Clapeyron, et qui nous ont été communiquées, établissent que l'importance du régime du tiroir avait été présentée avant 1805 par Watt lui-même; qu'une pratique s'en était suivie dans ses ateliers, pratique conservée mystérieusement, et en quelque sorte comme une propriété exclusive de son constructeur anglais, mais élève de cet illustre maître; que, vers 1836, des ingénieurs de la marine française,

en recevant et essayant les machines importées d'Angleterre pour les bateaux à vapeur de l'Etat, ont reconnu les avantages du mode de distribution adopté dans ces machines; que l'un d'eux, M. Reech, en a fait une étude approfondie, et qu'il a été le premier à publier les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été définitivement conduit.

Dans la machine le *Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut communiqué en 1840, le recouvrement extérieur fut porté à 0m,103 ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à 0m,018, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à cylindres. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La période de détente finit aux 0,9 de la manivelle faisant alors un angle de 19 degrés avec la position correspondante au point mort. La période d'évacuation dure jusqu'à ce que le piston ait atteint les 0,7 de sa course rétrograde. La commence à l'extrémité de sa course, et se termine au moment où la communication avec la chaudière s'ouvre de nouveau, et lorsque le piston a presque atteint le point mort, la manivelle est dans l'angle de 19 degrés.

M. Clapeyron admet dans son *Mémoire* que, dans la quatrième période, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, peut se comprimer sans se liquéfier, à cause de la haute température que doivent conserver les parois du cylindre, et les récipients construits en ceint de ces expériences directes. C'est ce que vient de faire M. Clapeyron, à l'aide de l'indicateur à vapeur, dans la courbe tracée par l'instrument pendant l'opération précédente.

Cette compression, dont l'existence est maintenant constatée, semble au premier abord devoir réduire le travail utile de la vapeur dans le tiroir; mais, en fait, elle ne diminue que la quantité de vapeur qui passe à travers le tiroir. Mais, comme le fait observer M. Clapeyron, il n'y aura inconvénient que si la vapeur comprimée acquiert une tension supérieure à celle de la chaudière; si cette limite n'est pas dépassée, et seulement atteinte, il arrivera qu'au commencement de la période d'admission, l'espace que le piston laisse libre à la vapeur comprimée sera plus petit qu'au premier abord, et les condiments qu'il y absorbera, en se comprimant, seront plus nombreux.

Si l'on compare la disposition adoptée par M. Clapeyron à ce qui avait été fait par ses devanciers, on remarquera qu'il ne change rien à la manière dont on doit commencer les périodes d'admission et d'échappement; il se contente d'en modifier la durée, et de leur donner une certaine indétermination qui reste encore pour accroître la détente dans les limites pratiques. Le succès obtenu dans la machine le *Creuzot* le porta à pousser les constructeurs à la détente dans d'autres locomotives, et l'effet utile s'est accru de 40 à 50 p. 100; la consommation a été réduite, mais cette diminution doit être attribuée en partie à d'autres causes que l'emploi de la détente. Le mode de distribution ou le tiroir, inventé par M. Clapeyron, s'est introduit, depuis plus de deux ans, dans la plupart des ateliers où l'on construit et répare les locomotives.

Avant ce perfectionnement, les fortes locomotives du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/20, qui existe sur 18 kilom. du parcours total, qu'avec un convoi de huit wagons. Aujourd'hui, les mêmes machines, modifiées à l'aide de la théorie actuelle, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent la vitesse normale de 4 myriamètres à l'heure, en tira d'un convoi de douze wagons, d'un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante, que son inclinaison, et surtout sa longueur rendaient très-difficile à gravir.

Certes, il y a lieu de s'étonner qu'un résultat aussi important que celui d'augmenter de 40 à 50 p. 100 le travail utile d'une même quantité de vapeur ait été obtenu par de quelques millimètres de plus données aux recouvrements du tiroir, appareil qui occupe une si petite place dans une locomotive. On pourrait être surpris, sans motif, que le bénéfice énorme qui résulte d'une modification aussi simple, et qui peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur, eût été découvert si tard. Mais des recherches intéressantes faites récemment par M. Clapeyron, et qui nous ont été communiquées, établissent que l'importance du régime du tiroir avait été présentée avant 1805 par Watt lui-même; qu'une pratique s'en était suivie dans ses ateliers, pratique conservée mystérieusement, et en quelque sorte comme une propriété exclusive de son constructeur anglais, mais élève de cet illustre maître; que, vers 1836, des ingénieurs de la marine française,

en recevant et essayant les machines importées d'Angleterre pour les bateaux à vapeur de l'Etat, ont reconnu les avantages du mode de distribution adopté dans ces machines; que l'un d'eux, M. Reech, en a fait une étude approfondie, et qu'il a été le premier à publier les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été définitivement conduit.

Dans la machine le *Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut communiqué en 1840, le recouvrement extérieur fut porté à 0m,103 ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à 0m,018, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à cylindres. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La période de détente finit aux 0,9 de la manivelle faisant alors un angle de 19 degrés avec la position correspondante au point mort. La période d'évacuation dure jusqu'à ce que le piston ait atteint les 0,7 de sa course rétrograde. La commence à l'extrémité de sa course, et se termine au moment où la communication avec la chaudière s'ouvre de nouveau, et lorsque le piston a presque atteint le point mort, la manivelle est dans l'angle de 19 degrés.

M. Clapeyron admet dans son *Mémoire* que, dans la quatrième période, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, peut se comprimer sans se liquéfier, à cause de la haute température que doivent conserver les parois du cylindre, et les récipients construits en ceint de ces expériences directes. C'est ce que vient de faire M. Clapeyron, à l'aide de l'indicateur à vapeur, dans la courbe tracée par l'instrument pendant l'opération précédente.

Cette compression, dont l'existence est maintenant constatée, semble au premier abord devoir réduire le travail utile de la vapeur dans le tiroir; mais, en fait, elle ne diminue que la quantité de vapeur qui passe à travers le tiroir. Mais, comme le fait observer M. Clapeyron, il n'y aura inconvénient que si la vapeur comprimée acquiert une tension supérieure à celle de la chaudière; si cette limite n'est pas dépassée, et seulement atteinte, il arrivera qu'au commencement de la période d'admission, l'espace que le piston laisse libre à la vapeur comprimée sera plus petit qu'au premier abord, et les condiments qu'il y absorbera, en se comprimant, seront plus nombreux.

Si l'on compare la disposition adoptée par M. Clapeyron à ce qui avait été fait par ses devanciers, on remarquera qu'il ne change rien à la manière dont on doit commencer les périodes d'admission et d'échappement; il se contente d'en modifier la durée, et de leur donner une certaine indétermination qui reste encore pour accroître la détente dans les limites pratiques. Le succès obtenu dans la machine le *Creuzot* le porta à pousser les constructeurs à la détente dans d'autres locomotives, et l'effet utile s'est accru de 40 à 50 p. 100; la consommation a été réduite, mais cette diminution doit être attribuée en partie à d'autres causes que l'emploi de la détente. Le mode de distribution ou le tiroir, inventé par M. Clapeyron, s'est introduit, depuis plus de deux ans, dans la plupart des ateliers où l'on construit et répare les locomotives.

Avant ce perfectionnement, les fortes locomotives du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/20, qui existe sur 18 kilom. du parcours total, qu'avec un convoi de huit wagons. Aujourd'hui, les mêmes machines, modifiées à l'aide de la théorie actuelle, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent la vitesse normale de 4 myriamètres à l'heure, en tira d'un convoi de douze wagons, d'un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante, que son inclinaison, et surtout sa longueur rendaient très-difficile à gravir.

Certes, il y a lieu de s'étonner qu'un résultat aussi important que celui d'augmenter de 40 à 50 p. 100 le travail utile d'une même quantité de vapeur ait été obtenu par de quelques millimètres de plus données aux recouvrements du tiroir, appareil qui occupe une si petite place dans une locomotive. On pourrait être surpris, sans motif, que le bénéfice énorme qui résulte d'une modification aussi simple, et qui peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur, eût été découvert si tard. Mais des recherches intéressantes faites récemment par M. Clapeyron, et qui nous ont été communiquées, établissent que l'importance du régime du tiroir avait été présentée avant 1805 par Watt lui-même; qu'une pratique s'en était suivie dans ses ateliers, pratique conservée mystérieusement, et en quelque sorte comme une propriété exclusive de son constructeur anglais, mais élève de cet illustre maître; que, vers 1836, des ingénieurs de la marine française,

en recevant et essayant les machines importées d'Angleterre pour les bateaux à vapeur de l'Etat, ont reconnu les avantages du mode de distribution adopté dans ces machines; que l'un d'eux, M. Reech, en a fait une étude approfondie, et qu'il a été le premier à publier les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été définitivement conduit.

Dans la machine le *Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut communiqué en 1840, le recouvrement extérieur fut porté à 0m,103 ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à 0m,018, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à cylindres. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La période de détente finit aux 0,9 de la manivelle faisant alors un angle de 19 degrés avec la position correspondante au point mort. La période d'évacuation dure jusqu'à ce que le piston ait atteint les 0,7 de sa course rétrograde. La commence à l'extrémité de sa course, et se termine au moment où la communication avec la chaudière s'ouvre de nouveau, et lorsque le piston a presque atteint le point mort, la manivelle est dans l'angle de 19 degrés.

M. Clapeyron admet dans son *Mémoire* que, dans la quatrième période, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, peut se comprimer sans se liquéfier, à cause de la haute température que doivent conserver les parois du cylindre, et les récipients construits en ceint de ces expériences directes. C'est ce que vient de faire M. Clapeyron, à l'aide de l'indicateur à vapeur, dans la courbe tracée par l'instrument pendant l'opération précédente.

Cette compression, dont l'existence est maintenant constatée, semble au premier abord devoir réduire le travail utile de la vapeur dans le tiroir; mais, en fait, elle ne diminue que la quantité de vapeur qui passe à travers le tiroir. Mais, comme le fait observer M. Clapeyron, il n'y aura inconvénient que si la vapeur comprimée acquiert une tension supérieure à celle de la chaudière; si cette limite n'est pas dépassée, et seulement atteinte, il arrivera qu'au commencement de la période d'admission, l'espace que le piston laisse libre à la vapeur comprimée sera plus petit qu'au premier abord, et les condiments qu'il y absorbera, en se comprimant, seront plus nombreux.

Si l'on compare la disposition adoptée par M. Clapeyron à ce qui avait été fait par ses devanciers, on remarquera qu'il ne change rien à la manière dont on doit commencer les périodes d'admission et d'échappement; il se contente d'en modifier la durée, et de leur donner une certaine indétermination qui reste encore pour accroître la détente dans les limites pratiques. Le succès obtenu dans la machine le *Creuzot* le porta à pousser les constructeurs à la détente dans d'autres locomotives, et l'effet utile s'est accru de 40 à 50 p. 100; la consommation a été réduite, mais cette diminution doit être attribuée en partie à d'autres causes que l'emploi de la détente. Le mode de distribution ou le tiroir, inventé par M. Clapeyron, s'est introduit, depuis plus de deux ans, dans la plupart des ateliers où l'on construit et répare les locomotives.

Avant ce perfectionnement, les fortes locomotives du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/20, qui existe sur 18 kilom. du parcours total, qu'avec un convoi de huit wagons. Aujourd'hui, les mêmes machines, modifiées à l'aide de la théorie actuelle, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent la vitesse normale de 4 myriamètres à l'heure, en tira d'un convoi de douze wagons, d'un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante, que son inclinaison, et surtout sa longueur rendaient très-difficile à gravir.

Certes, il y a lieu de s'étonner qu'un résultat aussi important que celui d'augmenter de 40 à 50 p. 100 le travail utile d'une même quantité de vapeur ait été obtenu par de quelques millimètres de plus données aux recouvrements du tiroir, appareil qui occupe une si petite place dans une locomotive. On pourrait être surpris, sans motif, que le bénéfice énorme qui résulte d'une modification aussi simple, et qui peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur, eût été découvert si tard. Mais des recherches intéressantes faites récemment par M. Clapeyron, et qui nous ont été communiquées, établissent que l'importance du régime du tiroir avait été présentée avant 1805 par Watt lui-même; qu'une pratique s'en était suivie dans ses ateliers, pratique conservée mystérieusement, et en quelque sorte comme une propriété exclusive de son constructeur anglais, mais élève de cet illustre maître; que, vers 1836, des ingénieurs de la marine française,

en recevant et essayant les machines importées d'Angleterre pour les bateaux à vapeur de l'Etat, ont reconnu les avantages du mode de distribution adopté dans ces machines; que l'un d'eux, M. Reech, en a fait une étude approfondie, et qu'il a été le premier à publier les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été définitivement conduit.

Dans la machine le *Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut communiqué en 1840, le recouvrement extérieur fut porté à 0m,103 ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à 0m,018, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à cylindres. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La période de détente finit aux 0,9 de la manivelle faisant alors un angle de 19 degrés avec la position correspondante au point mort. La période d'évacuation dure jusqu'à ce que le piston ait atteint les 0,7 de sa course rétrograde. La commence à l'extrémité de sa course, et se termine au moment où la communication avec la chaudière s'ouvre de nouveau, et lorsque le piston a presque atteint le point mort, la manivelle est dans l'angle de 19 degrés.

M. Clapeyron admet dans son *Mémoire* que, dans la quatrième période, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, peut se comprimer sans se liquéfier, à cause de la haute température que doivent conserver les parois du cylindre, et les récipients construits en ceint de ces expériences directes. C'est ce que vient de faire M. Clapeyron, à l'aide de l'indicateur à vapeur, dans la courbe tracée par l'instrument pendant l'opération précédente.

Cette compression, dont l'existence est maintenant constatée, semble au premier abord devoir réduire le travail utile de la vapeur dans le tiroir; mais, en fait, elle ne diminue que la quantité de vapeur qui passe à travers le tiroir. Mais, comme le fait observer M. Clapeyron, il n'y aura inconvénient que si la vapeur comprimée acquiert une tension supérieure à celle de la chaudière; si cette limite n'est pas dépassée, et seulement atteinte, il arrivera qu'au commencement de la période d'admission, l'espace que le piston laisse libre à la vapeur comprimée sera plus petit qu'au premier abord, et les condiments qu'il y absorbera, en se comprimant, seront plus nombreux.

Si l'on compare la disposition adoptée par M. Clapeyron à ce qui avait été fait par ses devanciers, on remarquera qu'il ne change rien à la manière dont on doit commencer les périodes d'admission et d'échappement; il se contente d'en modifier la durée, et de leur donner une certaine indétermination qui reste encore pour accroître la détente dans les limites pratiques. Le succès obtenu dans la machine le *Creuzot* le porta à pousser les constructeurs à la détente dans d'autres locomotives, et l'effet utile s'est accru de 40 à 50 p. 100; la consommation a été réduite, mais cette diminution doit être attribuée en partie à d'autres causes que l'emploi de la détente. Le mode de distribution ou le tiroir, inventé par M. Clapeyron, s'est introduit, depuis plus de deux ans, dans la plupart des ateliers où l'on construit et répare les locomotives.

Avant ce perfectionnement, les fortes locomotives du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/20, qui existe sur 18 kilom. du parcours total, qu'avec un convoi de huit wagons. Aujourd'hui, les mêmes machines, modifiées à l'aide de la théorie actuelle, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent la vitesse normale de 4 myriamètres à l'heure, en tira d'un convoi de douze wagons, d'un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante, que son inclinaison, et surtout sa longueur rendaient très-difficile à gravir.

Certes, il y a lieu de s'étonner qu'un résultat aussi important que celui d'augmenter de 40 à 50 p. 100 le travail utile d'une même quantité de vapeur ait été obtenu par de quelques millimètres de plus données aux recouvrements du tiroir, appareil qui occupe une si petite place dans une locomotive. On pourrait être surpris, sans motif, que le bénéfice énorme qui résulte d'une modification aussi simple, et qui peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur, eût été découvert si tard. Mais des recherches intéressantes faites récemment par M. Clapeyron, et qui nous ont été communiquées, établissent que l'importance du régime du tiroir avait été présentée avant 1805 par Watt lui-même; qu'une pratique s'en était suivie dans ses ateliers, pratique conservée mystérieusement, et en quelque sorte comme une propriété exclusive de son constructeur anglais, mais élève de cet illustre maître; que, vers 1836, des ingénieurs de la marine française,

en recevant et essayant les machines importées d'Angleterre pour les bateaux à vapeur de l'Etat, ont reconnu les avantages du mode de distribution adopté dans ces machines; que l'un d'eux, M. Reech, en a fait une étude approfondie, et qu'il a été le premier à publier les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été définitivement conduit.

Dans la machine le *Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut communiqué en 1840, le recouvrement extérieur fut porté à 0m,103 ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à 0m,018, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à cylindres. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La période de détente finit aux 0,9 de la manivelle faisant alors un angle de 19 degrés avec la position correspondante au point mort. La période d'évacuation dure jusqu'à ce que le piston ait atteint les 0,7 de sa course rétrograde. La commence à l'extrémité de sa course, et se termine au moment où la communication avec la chaudière s'ouvre de nouveau, et lorsque le piston a presque atteint le point mort, la manivelle est dans l'angle de 19 degrés.

M. Clapeyron admet dans son *Mémoire* que, dans la quatrième période, la vapeur, d'abord à la pression du condenseur, peut se comprimer sans se liquéfier, à cause de la haute température que doivent conserver les parois du cylindre, et les récipients construits en ceint de ces expériences directes. C'est ce que vient de faire M. Clapeyron, à l'aide de l'indicateur à vapeur, dans la courbe tracée par l'instrument pendant l'opération précédente.

Cette compression, dont l'existence est maintenant constatée, semble au premier abord devoir réduire le travail utile de la vapeur dans le tiroir; mais, en fait, elle ne diminue que la quantité de vapeur qui passe à travers le tiroir. Mais, comme le fait observer M. Clapeyron, il n'y aura inconvénient que si la vapeur comprimée acquiert une tension supérieure à celle de la chaudière; si cette limite n'est pas dépassée, et seulement atteinte, il arrivera qu'au commencement de la période d'admission, l'espace que le piston laisse libre à la vapeur comprimée sera plus petit qu'au premier abord, et les condiments qu'il y absorbera, en se comprimant, seront plus nombreux.

Si l'on compare la disposition adoptée par M. Clapeyron à ce qui avait été fait par ses devanciers, on remarquera qu'il ne change rien à la manière dont on doit commencer les périodes d'admission et d'échappement; il se contente d'en modifier la durée, et de leur donner une certaine indétermination qui reste encore pour accroître la détente dans les limites pratiques. Le succès obtenu dans la machine le *Creuzot* le porta à pousser les constructeurs à la détente dans d'autres locomotives, et l'effet utile s'est accru de 40 à 50 p. 100; la consommation a été réduite, mais cette diminution doit être attribuée en partie à d'autres causes que l'emploi de la détente. Le mode de distribution ou le tiroir, inventé par M. Clapeyron, s'est introduit, depuis plus de deux ans, dans la plupart des ateliers où l'on construit et répare les locomotives.

Avant ce perfectionnement, les fortes locomotives du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne pouvaient franchir la rampe de 1/20, qui existe sur 18 kilom. du parcours total, qu'avec un convoi de huit wagons. Aujourd'hui, les mêmes machines, modifiées à l'aide de la théorie actuelle, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent la vitesse normale de 4 myriamètres à l'heure, en tira d'un convoi de douze wagons, d'un poids total de 75 tonnes, et cela sur une rampe ascendante, que son inclinaison, et surtout sa longueur rendaient très-difficile à gravir.

Certes, il y a lieu de s'étonner qu'un résultat aussi important que celui d'augmenter de 40 à 50 p. 100 le travail utile d'une même quantité de vapeur ait été obtenu par de quelques millimètres de plus données aux recouvrements du tiroir, appareil qui occupe une si petite place dans une locomotive. On pourrait être surpris, sans motif, que le bénéfice énorme qui résulte d'une modification aussi simple, et qui peut s'appliquer à toutes les machines à vapeur, eût été découvert si tard. Mais des recherches intéressantes faites récemment par M. Clapeyron, et qui nous ont été communiquées, établissent que l'importance du régime du tiroir avait été présentée avant 1805 par Watt lui-même; qu'une pratique s'en était suivie dans ses ateliers, pratique conservée mystérieusement, et en quelque sorte comme une propriété exclusive de son constructeur anglais, mais élève de cet illustre maître; que, vers 1836, des ingénieurs de la marine française,

en recevant et essayant les machines importées d'Angleterre pour les bateaux à vapeur de l'Etat, ont reconnu les avantages du mode de distribution adopté dans ces machines; que l'un d'eux, M. Reech, en a fait une étude approfondie, et qu'il a été le premier à publier les résultats pratiques auxquels cet ingénieur a été définitivement conduit.

Dans la machine le *Creuzot*, sur laquelle eurent lieu les premières expériences, et dont le nouveau mécanisme fut communiqué en 1840, le recouvrement extérieur fut porté à 0m,103 ou au quart de la course du tiroir, le recouvrement intérieur à 0m,018, et l'angle compris entre l'axe de la manivelle et celui de l'excentrique à cylindres. Avec ces dispositions, et comme l'auteur le fait voir à l'aide d'une construction géométrique fort simple, la période d'admission cesse quand le piston a parcouru les 0,7 de sa course. La

