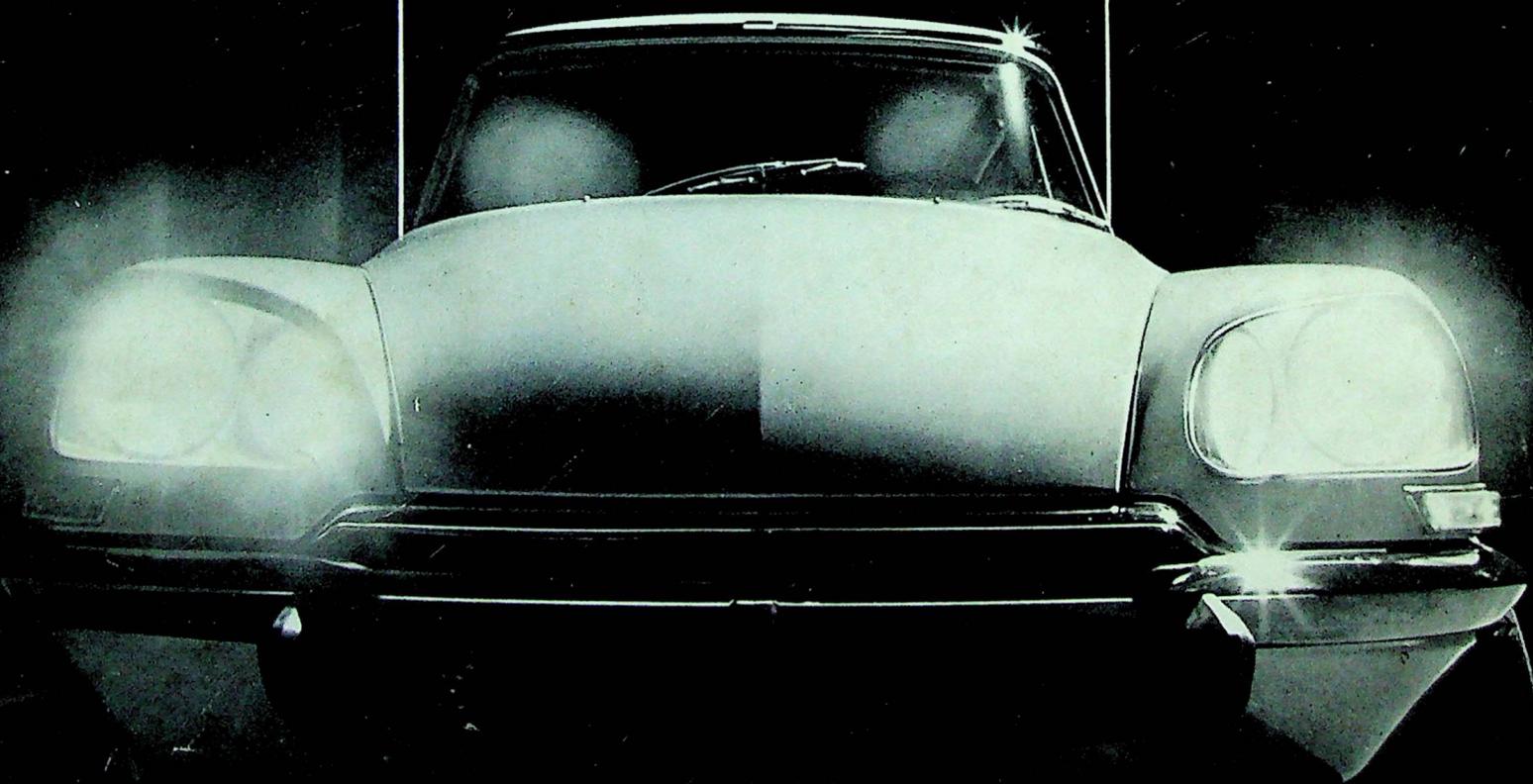


**naissance  
d'une  
automobile**



**CITROËN** 

**D**ANS une grande entreprise, la diversité des tâches contraint à une spécialisation. De ce fait, seuls le chef d'entreprise et son état-major jouissent d'une vision d'ensemble de cette société.

L'exemple de Citroën, constructeur d'automobiles, est significatif. On distingue au sein de la société trois grandes branches d'activités, la conception, la production et la distribution avec les interactions que cela implique.

Au niveau de l'individu, chacun peut se vanter de connaître parfaitement son domaine. Par contre, sait-il ce que fait le voisin, où et comment sont usinées les boîtes de vitesses de DS, par exemple ? Le contremaître éprouve quelque fierté en voyant le produit fini sur son wagon, prêt à la livraison, mais soupçonne-t-il l'art et la stratégie déployés pour le vendre ?

L'intérêt montré par les lecteurs du Bulletin Citroën pour la série : « Naissance d'une automobile » (1) nous a encouragés à regrouper tous les documents en une brochure que voici. L'objet de ce fascicule est de montrer comment on fabrique une voiture, en même temps que son cheminement à travers certaines des 17 usines de base de la S.A. Automobiles Citroën.

Photos, schémas et chiffres (2) vous documenteront sur la fabrication de la DS prise comme exemple, ainsi que sur différentes usines du groupe, tout en faisant apparaître la complexité et la somme de travail que représente une telle naissance renouvelée 450 fois par jour environ...

(1) Parution en 14 épisodes, de janvier 1969 à mars 1970.

(2) Les chiffres datent de leur parution dans le Bulletin Citroën, au cours de la période précitée. De ce fait, ils ne sont à considérer qu'à titre indicatif.

## sommaire

- |          |  |           |   |
|----------|--|-----------|---|
| <b>1</b> | A Clichy, première étape : le carter moteur.                     | <b>8</b>  | Asnières : l'usine de l'hydropneumatique.                                     |
| <b>2</b> | Le carter moteur arrive à Gutenberg.                             | <b>9</b>  | Grenelle travaille depuis 1925 pour que tournent les roues des Citroën.       |
| <b>3</b> | De Clichy à Gutenberg, travail de précision pour le vilebrequin. | <b>10</b> | Entre le lingot d'acier et la robe de la DS : Saint-Denis et les Epinettes... |
| <b>4</b> | Un puzzle de 600 pièces : le moteur de la DS 21.                 | <b>11</b> | A petits points... de soudure s'assemble, à Javel, la carrosserie de la DS.   |
| <b>5</b> | Nanterre : usine multi pièces, multi-techniques.                 | <b>12</b> | A la sortie de la peinture, à Javel, sa robe est un miroir.                   |
| <b>6</b> | La boîte de vitesses : jeu d'engrenages au service du moteur.    | <b>13</b> | C'est à la sellerie que se prépare son confort.                               |
| <b>7</b> | Caoutchouc et roulements à billes à Rennes-La Barre-Thomas.      | <b>14</b> | Après la fabrication, le montage.   |

Une DS se dégage des chaînes de l'usine de Javel. Le moteur tourne, la voiture est prête à être livrée à son client.

Dans sa version actuelle, la DS la plus évoluée, ce monstre qu'est une automobile moderne, représente environ 12 000 pièces (1) (dont 4 000 de visserie). Sur ces 12 000 pièces, certaines sont des ensembles achetés à l'extérieur. Exemples : phares, essuie-glaces, dynamos...

Les usines Citroën assurent la fabrication de 50 % de la valeur de la voiture, ce qui représente des heures de travail de fabrication, de contrôle, d'assemblage et auxquelles s'ajoutent, bien entendu,

les heures consacrées au travail antérieur du Bureau d'études, des Méthodes, de l'Outillage...

Pour suivre une DS dans les différentes phases de sa naissance, il faudrait un livre. Notre propos sera plus modeste.

Nous passerons successivement en revue quelques pièces importantes et caractéristiques et les suivrons dans leur fabrication, ce qui nous permettra, par la même occasion, de faire plus ample connaissance avec les usines Citroën.

(1) La 11 CV comportait déjà 7 500 pièces.

## LE CARTER MOTEUR : à Clichy, première étape de fabrication

Selon les époques (c'est-à-dire selon l'importance du carnet de commandes des DS par les clients), la fonderie de Clichy doit produire chaque jour, un certain nombre de carters-moteurs (environ 400 actuellement).

De la fonderie, vont donc sortir les pièces brutes qui passeront ensuite à l'usine de Gutenberg pour leur usinage.

Dès ce premier stade de fabrication la qualité entre en jeu : les pièces doivent respecter les cotes et ne comporter aucun défaut, tel que fissure, porosité, cassure... C'est dire si, dans un mode de travail qui est forcément de série pour faire face à une production importante, chaque poste exige soin et vigilance de la part des hommes et régularité de la part de machines bien entretenues.

Pièce de fonte moulée d'un poids de 52 kg, le carter-moteur demande pour sa fabrication, deux opérations parallèles :

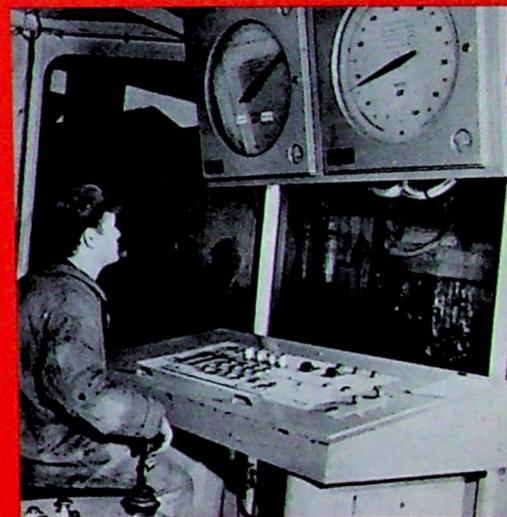
- L'élaboration de la fonte qui sera coulée dans un moule ;
- La réalisation de ce moule.

### COMMENT S'ÉLABORE LA FONTE ?

La fonderie de Clichy possède plusieurs types d'installations. La plus importante est sans nul doute, le cubilot 17 qui peut assurer une production de 10 tonnes/heure.

Rappelons d'abord le principe de ce cubilot : sorte d'immense cylindre de 10 à 12 mètres de haut, il est chargé alternativement de couches de coke et de couches de matières métalliques. La combustion du coke fait fondre le métal qui se rassemble dans la partie basse. De là, il est évacué par des poches, au fur et à mesure des besoins.

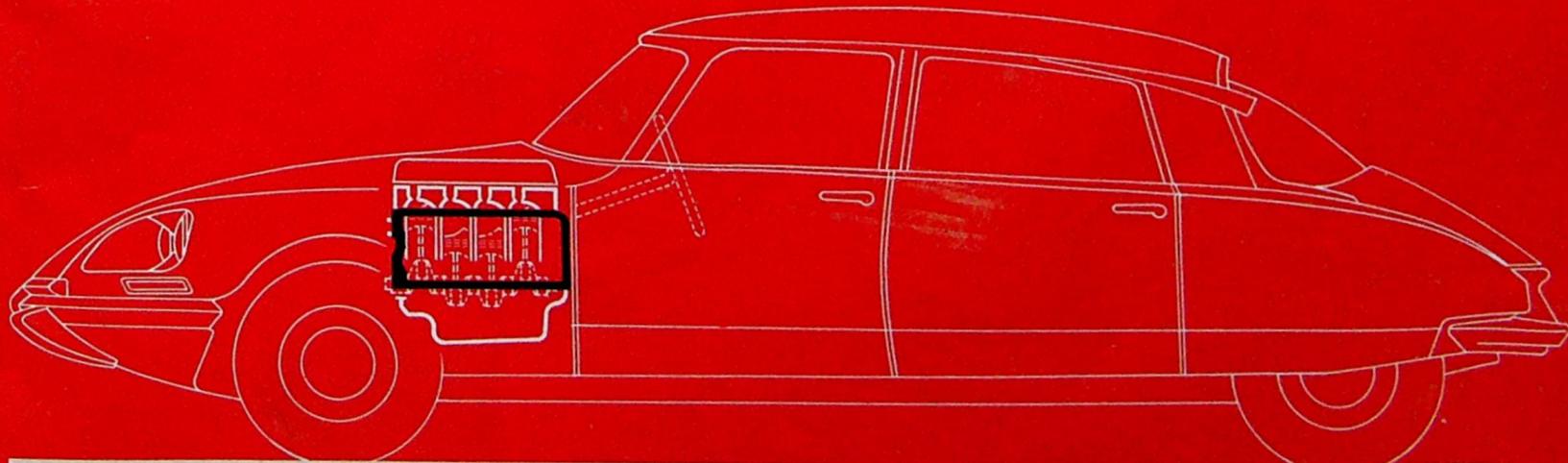
Le cubilot 17 reçoit ainsi, toutes les cinq minutes, une charge de 120 kg de coke et de 800 kg de matière. Il est doté de moyens modernes de dépoussiérage et de contrôle électrique du niveau des charges.



La matière nécessaire au chargement du cubilot est attirée par un électro-aimant dont la manœuvre est commandée à partir d'une cabine dominant le parc-matière.

La manœuvre demande de la part du chargeur une certaine habileté pour arriver au poids juste et pour placer sa charge au-dessus de la benne.

Les bennes montent alors au gueulard du cubilot : elles sont manœuvrées automatiquement.



Clichy est l'une des plus anciennes usines Citroën. Mise en chantier au printemps 1924, elle commença à fonctionner en 1926.

Aujourd'hui, 4 000 personnes y travaillent et elle couvre, avec son annexe du Landy, une surface de 150 000 m<sup>2</sup>, dans cette zone qui, autrefois « remise de chasse », est devenue une ville industrielle de plus de 56 000 habitants.

A Clichy, la matière travaillée est vraiment la matière brute : elle arrive sous forme de barres d'acier, de tôles botteilles, de fontes de hauts fourneaux. Elle est traitée dans deux secteurs : un secteur grande forge, un secteur fonderie.

L'usine reçoit annuellement 55 500 tonnes de matières premières, pour sa partie fonderie (métaux ferreux et aluminium), 46 000 tonnes pour sa partie forge.

De leur côté, les pièces produites (forge et fonderie) atteignent annuellement les 77 000 tonnes.

Pour produire, l'usine de Clichy consomme annuellement 41 000 tonnes de sable, 2 millions de mètres cubes d'eau, 210 000 tonnes de vapeur, 120 millions de mètres cubes d'air comprimé, 10 millions de mètres cubes de gaz et 95 millions de kilowatts/heure. (Cette consommation d'électricité correspond à celle d'une ville de l'importance de Tours.)

Du cubilot, le métal en fusion (il atteint à ce stade une température de 1 510°) passe dans des poches réfractaires.



Le contenu de chaque poche est versé dans un four électrique : il sera amené à température de coulée et recevra éventuellement un correctif à sa composition.

À chaque coulée, on prélève un échantillon, qui est immédiatement envoyé aux laboratoires d'analyse par un réseau de tubes pneumatiques.

Au laboratoire, l'échantillon est analysé et, selon les résultats, on détermine les corrections à apporter à la composition de la poche. Ici, le laboratoire de spectrographie.

Après la mise à température dans le four électrique, le métal rejoint le moule pour l'opération de coulée.

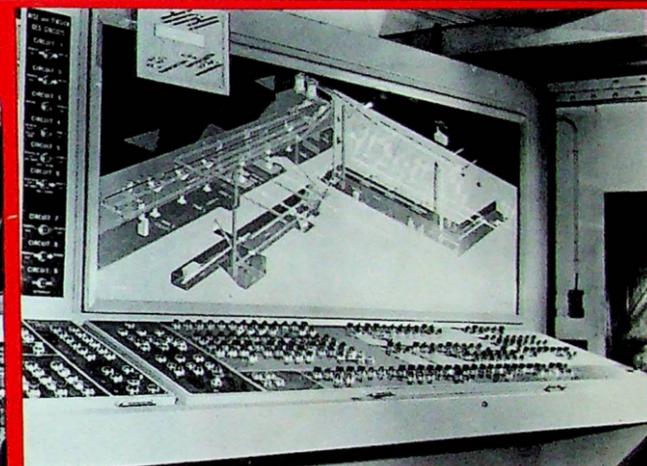
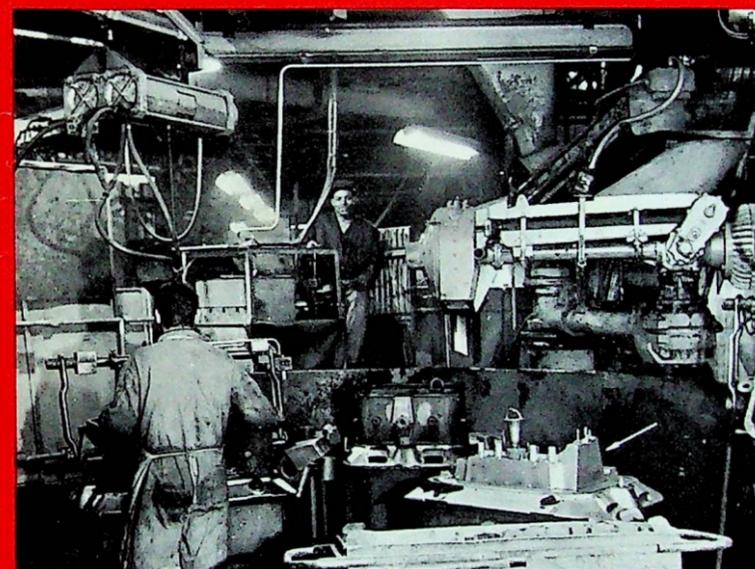
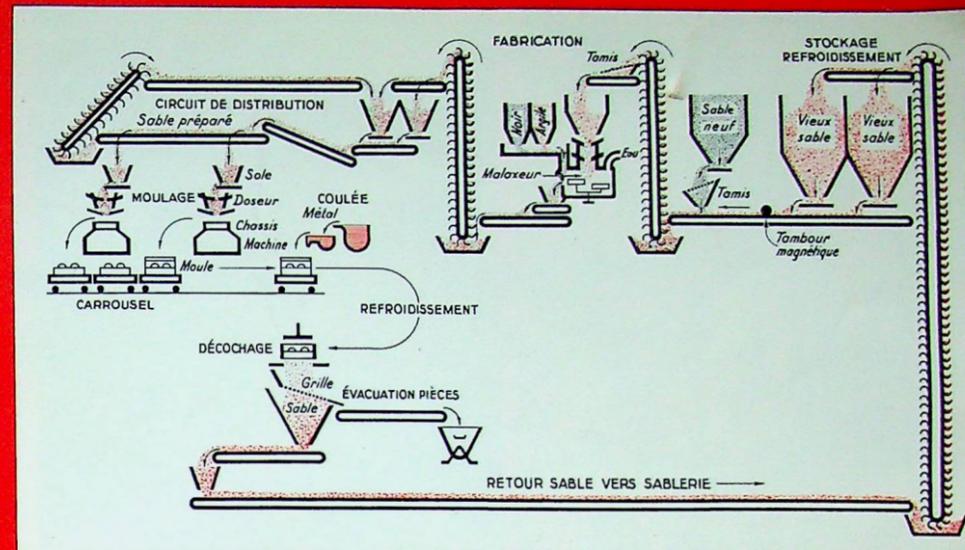
## LE MOULAGE : UNE OPÉRATION COMPLEXE

Précisons d'abord que les opérations de moulage demandant du sable, l'usine de Clichy comporte une importante sablerie. Elle fonctionne automatiquement et en circuit fermé. Le sable destiné au moulage est, en effet, récupéré, trié, régénéré après chaque opération. Chaque jour, il fait trois fois le tour du circuit. Celui-ci débite vers les moules 80 tonnes de sable à l'heure, pour une capacité totale de 300 tonnes.

Le moule qui va servir au « moulage » de la pièce est fait de creux et de bosses inverses de ceux et celles du carter-moteur.

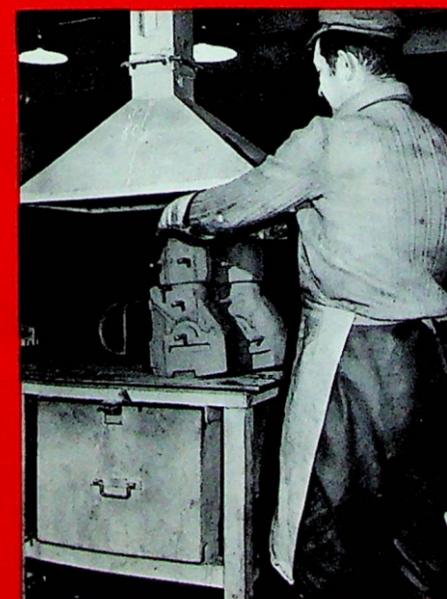
Il comprend donc deux éléments extérieurs, qui vont se coiffer et une partie intérieure constituée de « noyaux » de sable. Entre les deux, la fonte liquide viendra se loger.

La sablerie : son schéma, son tableau de bord.

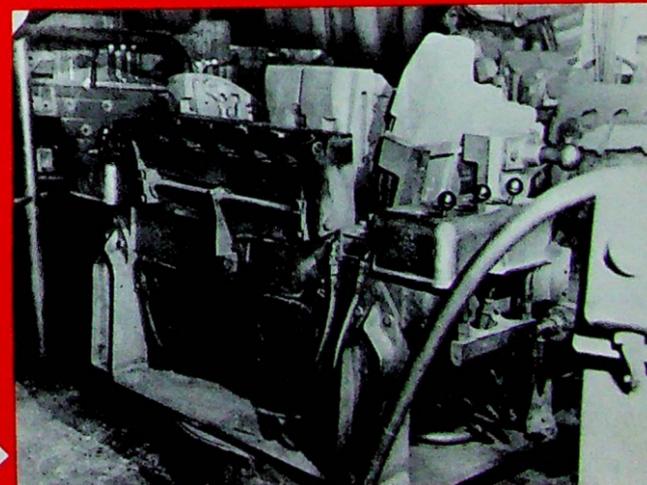


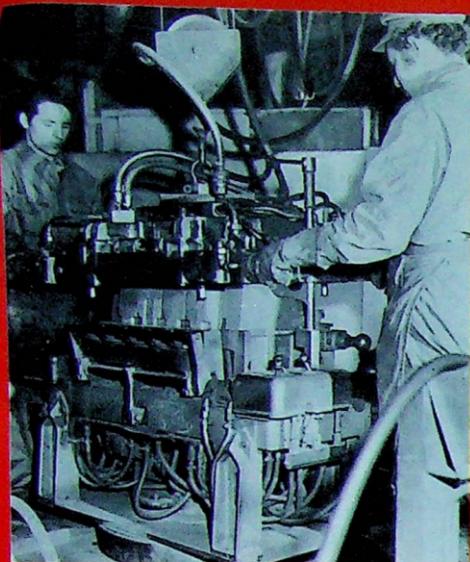
Le relief extérieur du carter est obtenu par « serrage » de sable autour de l'outillage représentant le relief désiré (partie indiquée par la flèche). Il est réalisé à l'aide d'une machine à projeter à commande hydraulique.

Pour donner au carter-moteur son relief intérieur, on forme 17 noyaux, constitués d'un sable contenant de la résine et durci selon plusieurs procédés, dont le plus élaboré est appelé « boîte chaude » : le sable est introduit par soufflage dans une boîte métallique aux formes du noyau, maintenue à 250°. Lorsque le noyau sort de la boîte, moyennant ébavurage et rectification à la main, il est prêt à l'emploi.



La mise en place des noyaux est complexe. Elle est réalisée sur un montage (ou faux moule).





L'ensemble des noyaux est ensuite agrippé et déposé dans la partie inférieure du moule.

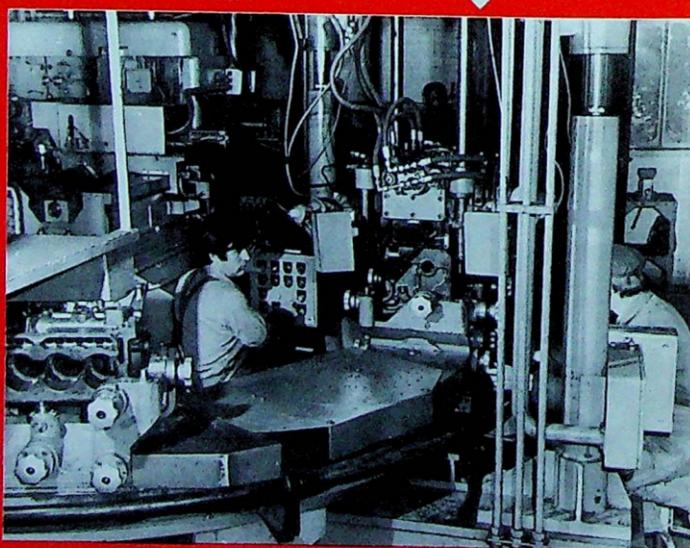
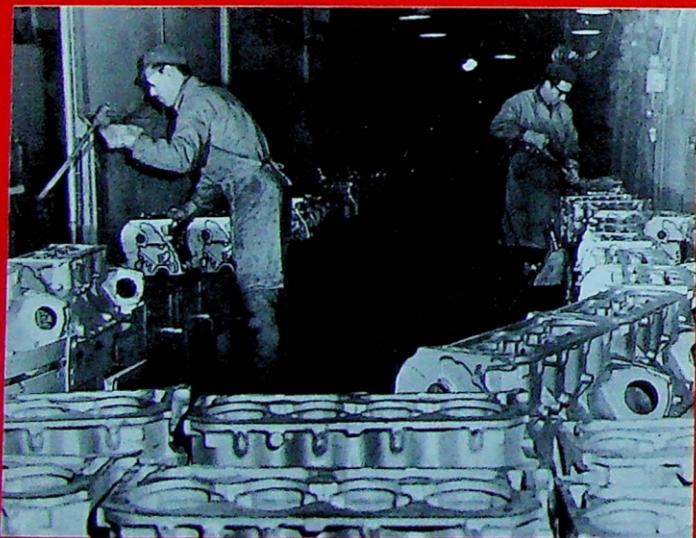


Puis on coiffe le moule de sa partie supérieure, dans laquelle des ouvertures ont été aménagées pour la coulée du métal et l'échappement des gaz.



Venant des fours électriques, la fonte en fusion est amenée par un monorail dans des poches-tonneaux, appelées « Marie-Jeanne ». De là, elle est versée dans la poche de coulée qui circule autour du convoyeur sur lequel sont placés les moules.

Après un temps de refroidissement, le moule est décoché, le sable en partie récupéré; le carter-moteur apparaît à l'état brut. Il va subir une première opération de décapage par projection de grenailles. Il sera ensuite « ébarbé », opération qui consiste à enlever, à la meule ou au burin, toutes les parties superflues.



Le carter-moteur est ensuite peint, pour éviter l'oxydation. Il reste à s'assurer que la pièce est usinable. Pour ce faire, elle est présentée sur un montage qui permet de vérifier et de répartir les surépaisseurs d'usinage. Enfin quatre touches sont fraisées sur la pièce : elles serviront de point de départ pour le travail d'usinage.

Chaque jour, ainsi, des camions chargés de carters-moteurs partent de l'usine de Clichy pour celle de Gutenberg. Pour la première étape de fabrication de cette seule pièce, il a fallu 2 000 m<sup>2</sup> d'installations, un matériel complexe, le travail d'une équipe de 80 personnes.

## Fondu, pré-usiné à l'usine de Clichy. le carter-moteur de la DS arrive à Gutenberg

Né de la fonte coulée dans un moule de sable et de métal, débarrassé de ses bavures, cotes contrôlées, le carter-moteur de la DS pèse 52 kilos à son arrivée à l'usine de Gutenberg. Lorsqu'il sera prêt à recevoir vilebrequin, culasses, arbre à cames, pistons... tous ses organes qui avec lui, forment l'âme de la voiture, c'est-à-dire son moteur, il aura perdu près de 10 kilos; 650 outils différents auront contribué à le rendre apte à sa fonction, des techniciens attentifs n'auront pas cessé de veiller à la perfection de chaque opération.

### Des machines qui donnent des ordres.

Le secteur de l'usine réservé à la fabrication des carters-moteurs présente un aspect très particulier : ce ne sont que poutrelles de fer, câbles électriques, hérissements de pièces métalliques, apparemment enchevêtrés comme en une forêt vierge, en réalité parfaitement ordonnés. De plus, cette partie de l'usine semble déserte, alors que des tableaux s'illuminent de feux verts ou rouges et que l'ensemble des installations est agité de mouvements lents ou très rapides.

C'est qu'en effet, l'usinage des carters se fait sur une suite de machines-tranfert qui constitue une installation unique en son genre, dans l'ensemble des usines

Citroën. Lovée comme un serpent, avec ses alternances de bandes transporteuses et de machines, elle aurait près de 1 000 mètres si on la déroulait. Elle comporte 361 postes de travail, chaque poste pouvant accomplir plusieurs opérations. Il y a parfois jusqu'à 40 broches sur une machine.

Au-dessus de la chaîne, le long des poutrelles, s'alignent 400 mètres d'armatures électriques qui apportent leur énergie; la puissance installée est de l'ordre de 2 150 kW.

Des machines, montent d'énormes tuyaux qui sont des aspirateurs de poussière, tandis que les copeaux ont eux aussi leurs circuits d'évacuation; on peut en récupérer près de 6 tonnes par jour.

L'ensemble de l'installation présente ainsi un aspect de grande propreté.

D'un bout à l'autre de la chaîne, à quelques exceptions près, toutes les opérations se déclenchent et s'opèrent automatiquement. Chacune de ces douze travées de la chaîne possède son tableau de bord sur lequel l'œil averti du contremaître peut déceler toute irrégularité dans le déroulement des opérations. Les signaux lumineux correspondent à plusieurs étapes du travail :

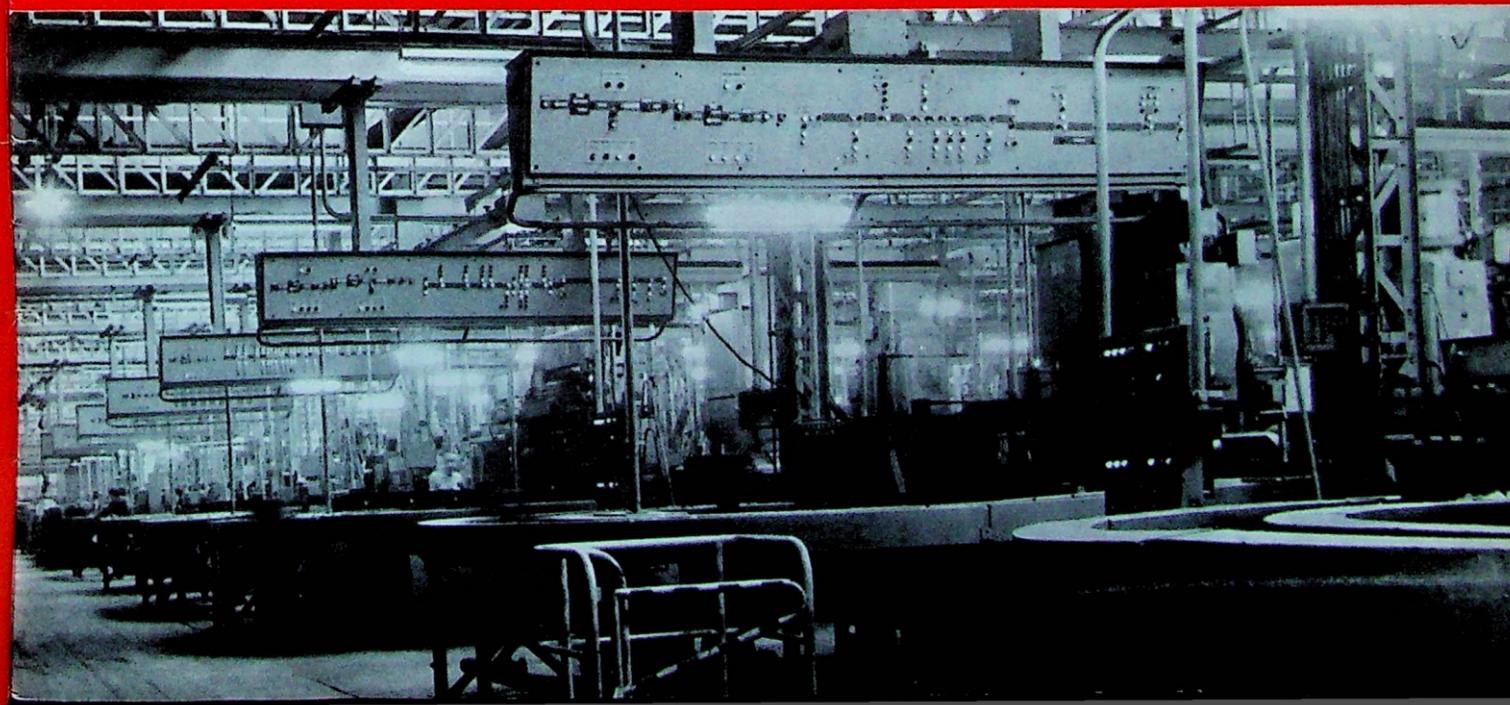
1° L'autorisation de transfert (ce qui

**Gutenberg.** Parmi les usines Citroën de la Région Parisienne, c'est l'une des plus modernes et des plus mécanisées. L'usine date cependant des premières heures de la Société puisqu'elle a été construite en 1927... On y fabriquait à cette époque des moteurs de C 4.

Mais le lancement de la DS 21, en 1965, devait être pour la vieille usine, l'occasion d'un complet rajeunissement : du sol à la toiture, tout fut remis à neuf et entièrement rééquipé.

L'usine occupe toujours son emplacement initial, sorte de triangle entre les rues Saint-Charles et Balard, et offre une surface totale (soils et planchers) de 26 000 m<sup>2</sup>. La moitié environ est occupée par la fabrication (carter-moteurs 5 et 3 paliers, vilebrequins 5 et 3 paliers), l'autre moitié est occupée par planning, contrôle, outillage... mais réserve surtout une surface de 4 000 m<sup>2</sup> au montage des moteurs de DS, des véhicules H et N. Elle produit un moteur essayé, donc en état de marche, toutes les minutes.

Plus de 500 personnes au total travaillent dans l'usine.



indique qu'une machine est libre et va pouvoir travailler);

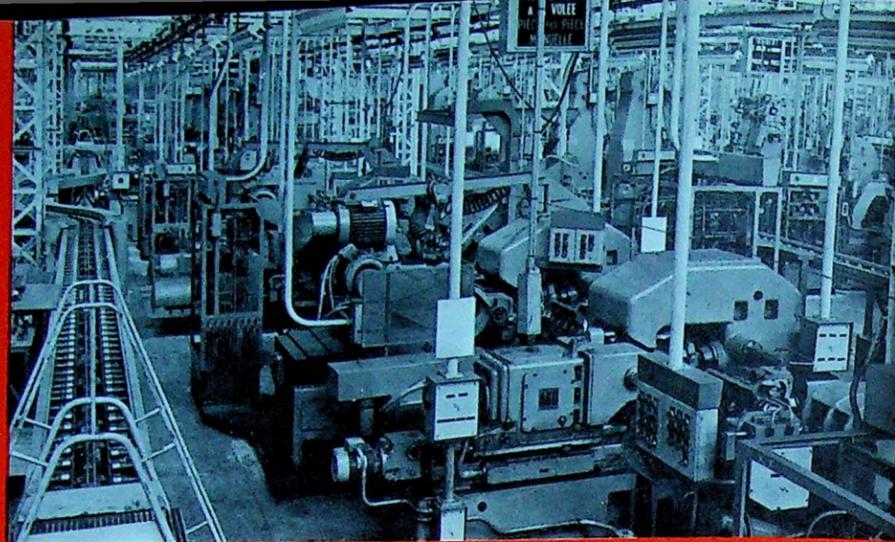
2° Le signal de départ (la pièce s'engage sur la machine);

3° Le travail est fait : une mémoire a enregistré l'opération;

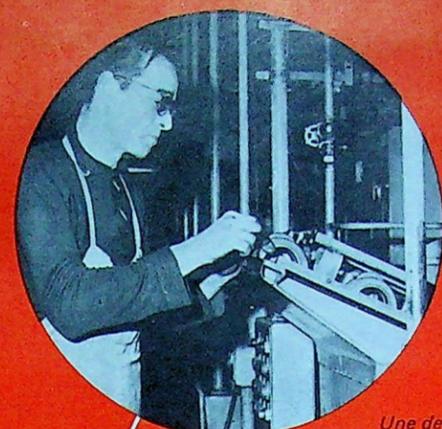
4° Le signal de recul des unités de travail.

La chaîne-transfert peut fonctionner automatiquement d'un bout à l'autre, « à la volée » pour employer les termes de métier. On peut aussi la faire travailler pièce par pièce, le régleur déclenchant le cycle d'opérations suivant; ce dernier peut aussi commander manuellement tout ou partie d'un cycle.

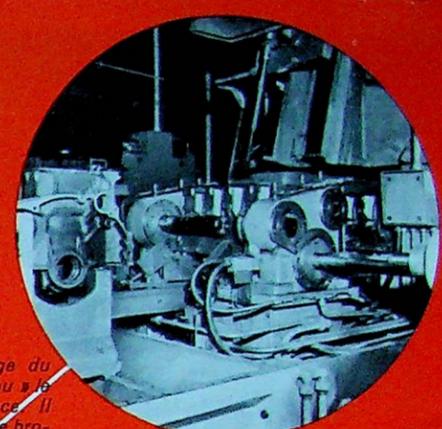
Ces différents systèmes de commande permettent d'immobiliser une machine — pour un réglage ou un dépannage — sans que les autres cessent de travailler. En amont de la machine stoppée, les pièces



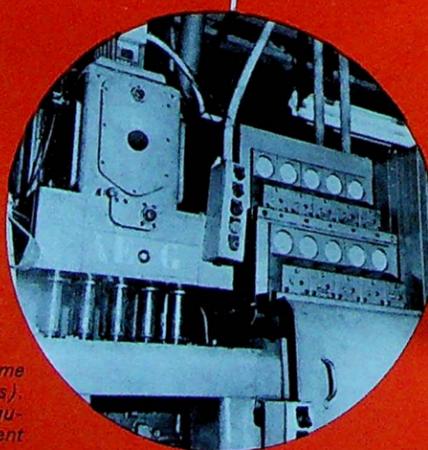
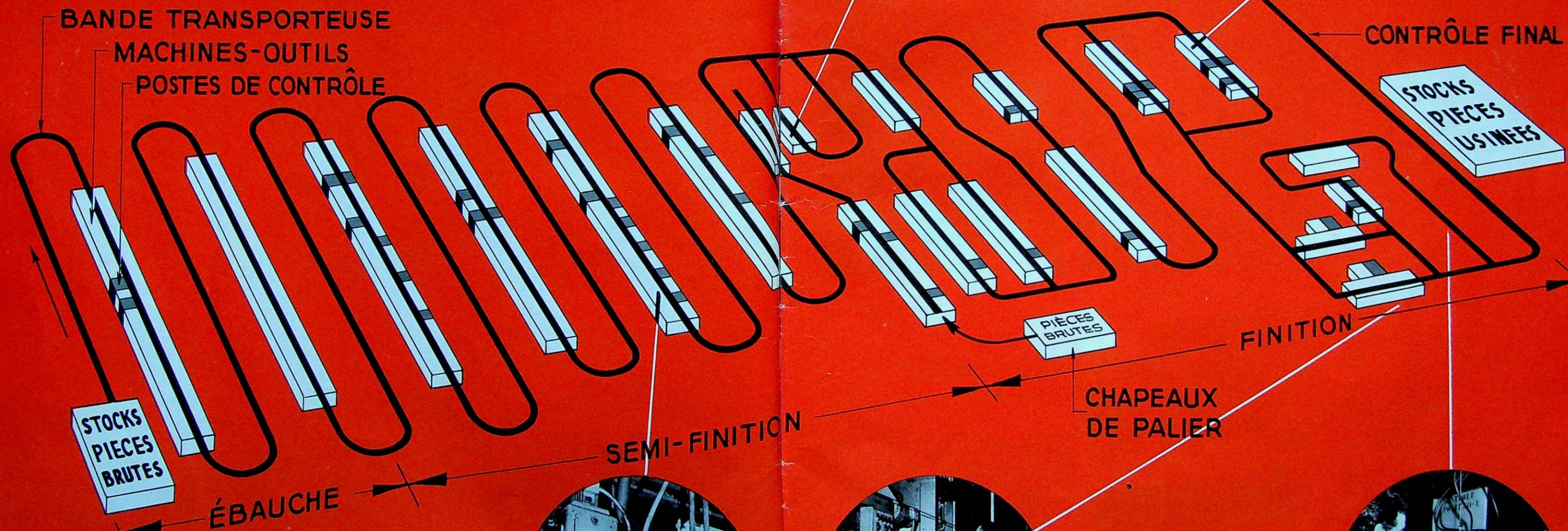
Une travée avec ses machines, sa bande transporteuse...



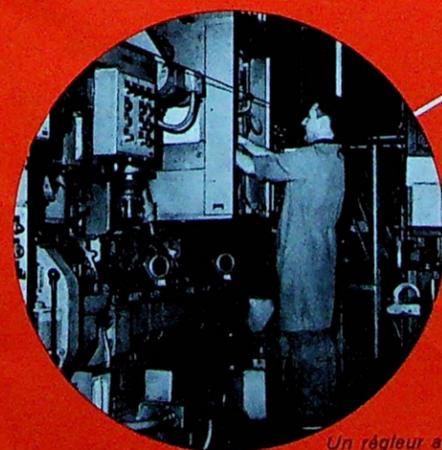
Une des rares opérations manuelles sur l'ensemble de l'installation : la pose des chapeaux de palier.



Ici, se précise le passage du vilebrequin : c'est le « trou » le plus travaillé de la pièce. Il demande sept usinages de broches de dimension différente pour arriver à la précision requise (1/100<sup>e</sup> de mm).



Cette machine opère dix contrôles en même temps (dimension ou présence de trous). Ses voyants lumineux signalent toutes irrégularités tandis que se déclenche éventuellement l'arrêt de la machine.

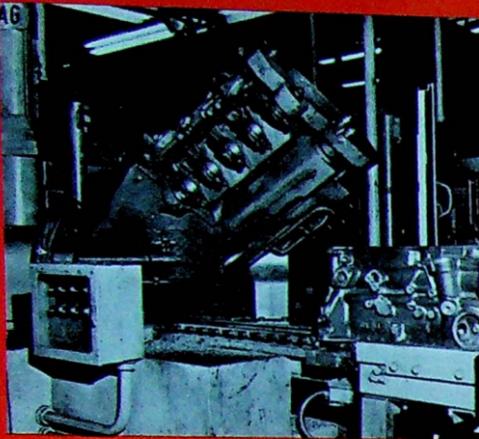


Un régleur au travail.



Une phase du contrôle final, en bout de chaîne. Toutes les cotes sont vérifiées. Le contrôleur examine aussi avec soin l'aspect général de la pièce, examen que la machine ne peut faire en aucune façon.

Fondu, pré-usiné à l'usine de Clichy, le carter-moteur de la DS arrive à Gutenberg



Les pièces « voyagent » toujours sur la même face : c'est la machine elle-même qui met la pièce dans sa position d'usinage.

attendent sur les bandes transporteuses intermédiaires qu'un nouveau signal de départ leur soit donné. Interviennent alors, selon les cas, régleur, électricien, hydraulicien, car si l'ensemble de la chaîne fonctionne automatiquement, elle exige la surveillance constante de spécialistes en toutes les techniques utilisées.

#### Des machines qui contrôlent leur propre travail.

Placé en tête de la chaîne, le carter-moteur arrivé brut de Clichy, va donc subir un certain nombre d'opérations d'usinage : fraisages, perçages, alésages, rodages, 650 outils, avons-nous dit, vont y travailler. Certains accompliront des travaux analogues ; en effet plus la précision demandée est grande, plus la gamme d'outils nécessaires à l'approche de cette précision est étendue.

Sur le carter-moteur, l'usinage va consister à doter la pièce de faces parfaitement lisses et planes, à la percer de 179 trous dont 96 vont être filetés ; enfin à aléser et roder certaines parties, selon des cotes dont la tolérance peuvent être de l'ordre du 1/100 de millimètre (1).

Pour ne pas craindre de détérioration, en cours de cheminement sur les bandes transporteuses, c'est toujours la même face qui est placée sur la bande ; des machines spéciales, en début de transfert, retournent la pièce et lui donnent la position voulue ; en bout de travée, une autre machine remet la pièce sur sa face de... voyage.

De même, la pièce n'opère jamais de glissement ; elle est toujours soulevée et posée sur le socle d'usinage tandis qu'une arrivée d'air chasse les copeaux qui auraient pu se glisser entre l'outil et la face à usiner.

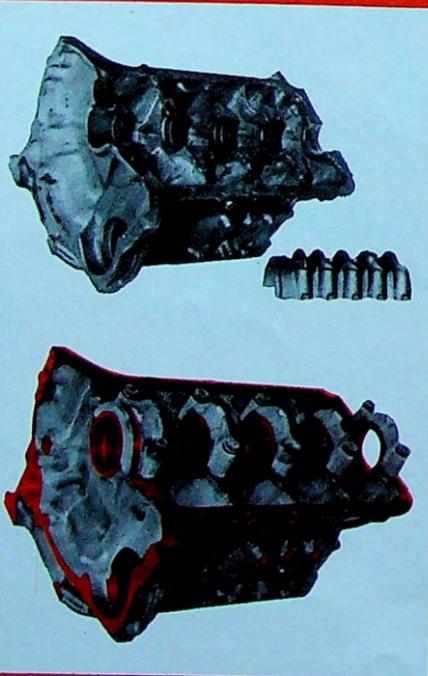
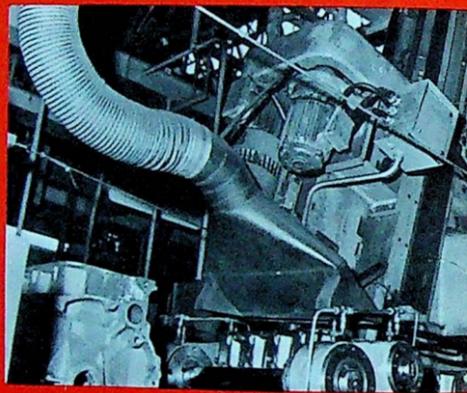
Les opérations de contrôle sont évidemment très minutieuses. Elles se font automatiquement pour chaque pièce après

(1) Un cheveu a une épaisseur de 5 à 7.100<sup>e</sup> de mm. Une feuille de papier à cigarette 3.100<sup>e</sup>.



Les collecteurs de poussière : ils permettent un atelier plus sain et un travail de meilleure qualité.

Sur une machine, un aspirateur de poussière.



De la pièce brute à la pièce usinée.

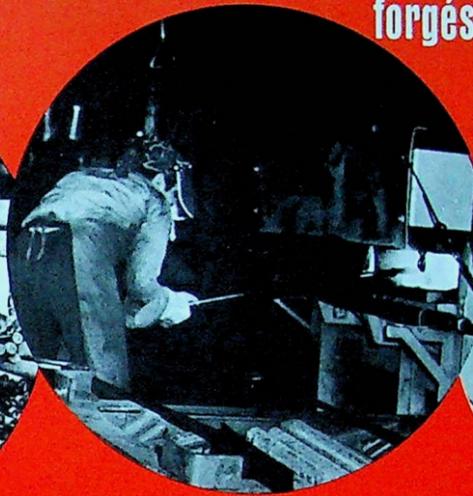
chaque groupe d'opérations (voir schéma). Chaque machine mesure aussi elle-même certaines cotes ; si une cote est dépassée, la machine s'arrête et le régleur vient alors changer un outil ou effectuer un réglage...

Enfin, en bout de chaîne, interviennent les responsables du service de contrôle : leur examen est complet et très approfondi. Il est sans pitié ; si une pièce présente la moindre défaillance, elle est rejetée, sans appel.

Aussi lorsque le carter est prêt à gagner le secteur de l'usine où commence le montage du moteur, la bonne qualité de la pièce est parfaitement assurée.

Des lopins d'acier...

forgés à chaud...

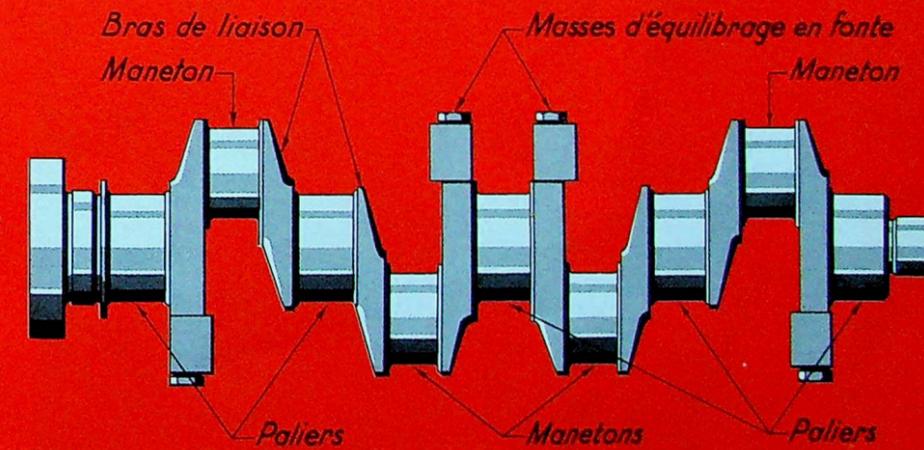


travaillés à la précision du micron...

pour une pièce maîtresse du moteur :

## LE VILEBREQUIN

Côté volant d'inertie (embrayage)



PARIS-LILLE : 200 kilomètres d'auto-route. En DS 21, à pleine puissance, il faut à peine une heure trente. A 5 500 tours minute, le vilebrequin accomplira 495 000 « révolutions »...

Or, dans la vie d'un moteur, qu'est-ce qu'un parcours d'une heure trente ?

Ceci permet d'apprécier quelles qualités de résistance, un moteur doit de-

mander à ses organes essentiels : pistons, bielles et vilebrequin. Quelles qualités de précision aussi... le moindre grippage pouvant en effet être fatal à l'ensemble.

Parmi ces organes, le vilebrequin est la pièce la plus élaborée. Sa tâche est complexe : ne doit-il pas transformer en mouvement de rotation continue, le mouvement alternatif des pistons. Bombardé de chocs, à chaque explosion, il ne doit fléchir

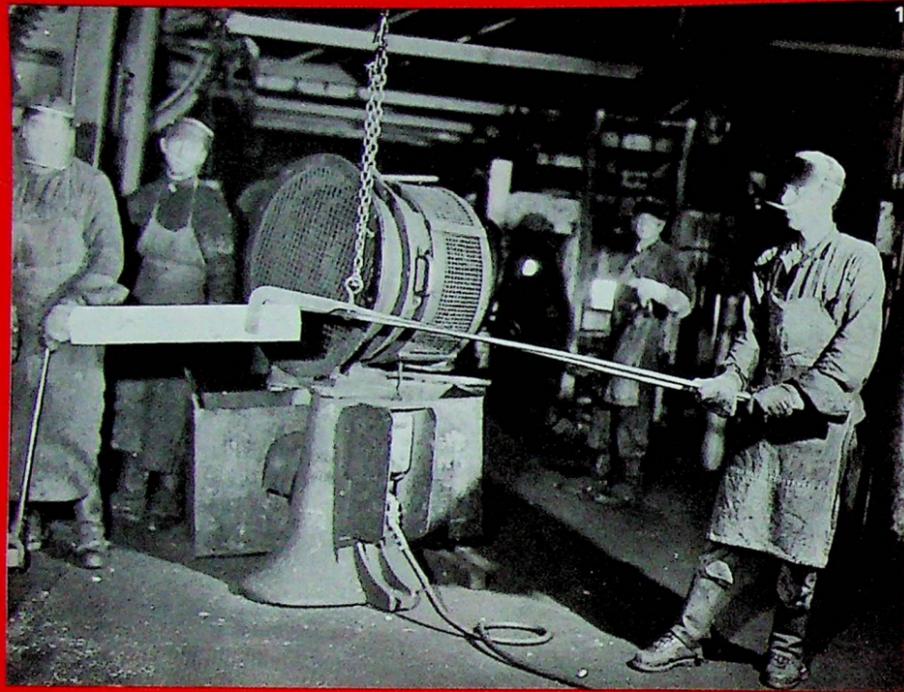
ou se tordre en aucun point de sa masse, et doit transmettre à l'embrayage, par l'intermédiaire du volant, une rotation parfaitement régulière.

Sur la DS 21, il a cinq paliers, ce qui a été dans ce domaine, une innovation technique intéressante : ensemble en rotation mieux équilibré, efforts à grande vitesse mieux répartis, le moteur gagne en rapidité, nervosité, résistance.

## Du lopin d'acier à la pièce brute



3



1

C'est dans le feu des forges de l'usine de Clichy que le vilebrequin prend forme. Pourquoi une pièce forgée? Parce qu'on élimine ainsi, au maximum, les risques de défauts internes et que les fibres de l'acier ne sont pas détériorées en cours de façonnage.

A leur arrivée à Clichy, les barres d'acier livrées par les fournisseurs sont d'abord dûment contrôlées: elles doivent être de la « nuance » de métal exigée et de qualité constante; destinées à une production en série, la moindre différence de structure entre elles, entraînerait des différences proportionnelles dans le temps d'usinage, d'où désordre dans la production générale.

Après leur contrôle, les barres d'acier passent au cisailage et sont débitées en lopins de 70 cm.

Ceux-ci vont gagner la forge, ce domaine qui, depuis l'âge de fer, est celui où s'affrontent des forces brutales: force de la matière qui résiste, force de l'homme qui veut l'asservir et dont l'esprit inventif a appelé à lui la force dévorante du feu.

Pour que notre lopin d'acier devienne docile, il faudra le chauffer à 1 200°; docilité toute relative, puisqu'il devra être martelé 32 fois par un pilon de 4 tonnes pour prendre sa forme. Les épreuves de force, à ce stade, ne seront pas terminées. Il aura encore à passer sous une presse de 350 tonnes qui, en une seule frappe, le débarrassera de ses bavures, puis à subir l'opération de la trempe. Celle-ci consiste d'abord à réchauffer la pièce jusqu'à 850°, puis à la plonger dans un bain d'eau froide sodée. C'est le brutal changement de température qui achèvera de lui donner sa structure interne définitive.

### L'UNITÉ DE FORGE DE CITROEN CLICHY

C'est la plus importante de France par son tonnage: 150 tonnes de pièces d'acier y sont fabriquées quotidiennement. Ces pièces sont très variées: on en dénombre 600 destinées à tous véhicules.

La forge couvre une superficie de 30 000 m<sup>2</sup>.

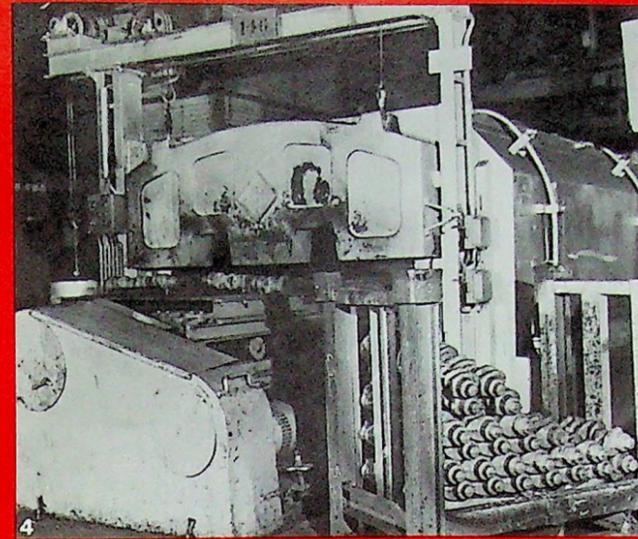
Les matériels employés appartiennent aux familles des marteaux-pilons, presses à forger, machines à forger et offrent des procédés technologiques différents mais complémentaires.

1 800 personnes travaillent dans ce secteur de l'usine de Clichy (y compris les fonctions annexes liées aux forges).

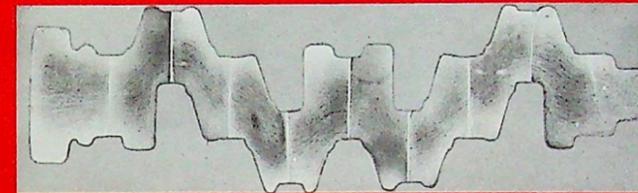
1. - A sa sortie du four, le lopin est guidé vers le pilon.

2. - Les formes du vilebrequin sont gravées en creux, côté enclume et côté marteau. Le coup de main de l'estampeur est très important: il guide la pièce, la retourne, la décolle. Une large pédale actionnée au pied lui permet de commander les allers et retours du marteau, tandis que son aide (à l'extrême gauche) projette un lubrifiant pour faciliter l'extraction de la pièce et en même temps refroidir l'outillage.

3. - La pièce brute: elle pèse 21 kg. Les traces noires résultent de l'oxydation du fer qui se forme au refroidissement. La pièce sera nettoyée par projection de grenailles avant de quitter Clichy.



4

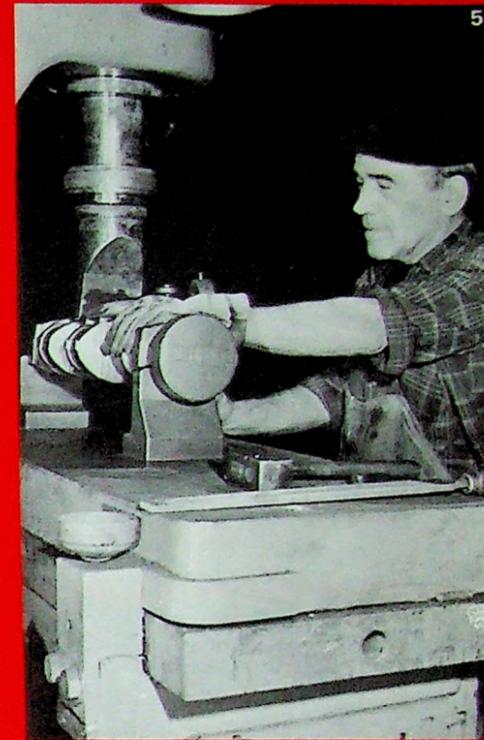


6

4. - Les vilebrequins attendent de passer à la trempe: chauffés à 850°, ils seront plongés dans un bain d'eau sodée froide. Ils y gagneront de la résistance.

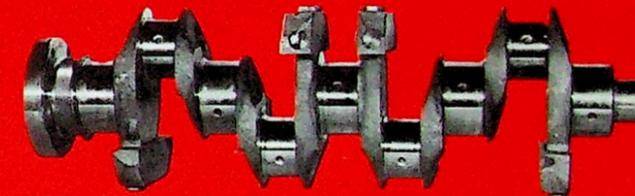
5. - Avant de quitter Clichy, un contrôle: les paliers sont-ils bien alignés? La surface de la pièce est-elle sans défaut, la santé de la matière est-elle satisfaisante?

6. - Coupe de vilebrequin examinée en laboratoire. Des procédés chimiques ont permis de faire apparaître les fibres du métal. Elles ont suivi la déformation de la pièce; il n'y a pas de sectionnements.



5

## Précision et équilibre pour la pièce finie



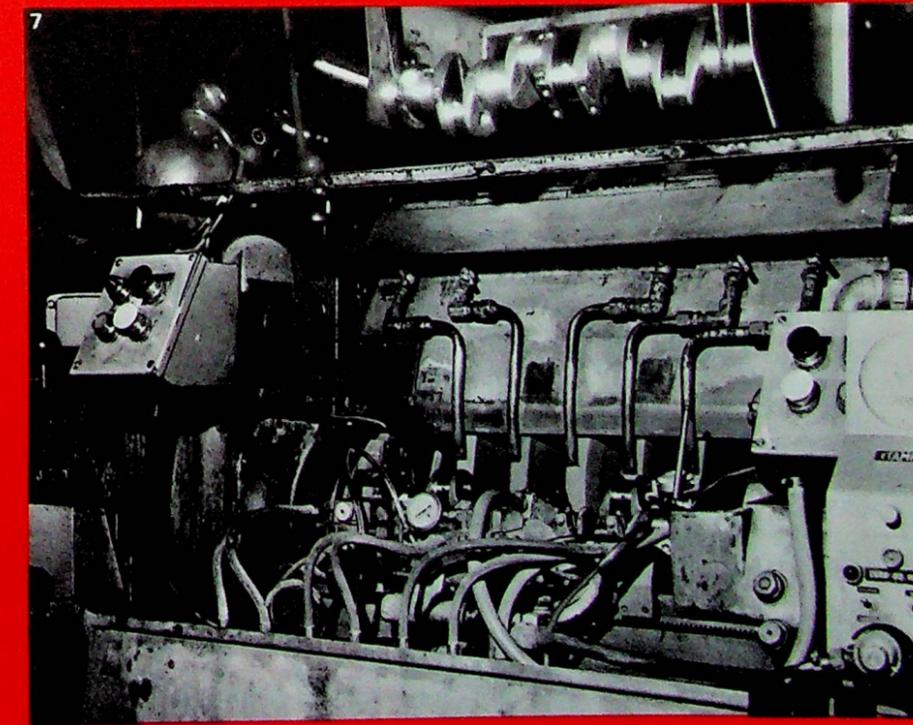
Le vilebrequin a de lourdes responsabilités: les performances du moteur en vitesse et en longévité reposent en effet sur lui. Les bielles doivent être parfaitement lisses, les paliers qui assurent le guidage en rotation parfaitement alignés. Ces impératifs vont donc commander l'usinage du vilebrequin, c'est-à-dire sa préparation externe qui incombe à l'usine de Gutenberg.

Première opération: la préparation aux extrémités de la pièce brute de deux points de départ ou points de repère. Les 250 outils qui vont sculpter la pièce en des points différents de sa masse, vont en effet la déformer. En cours d'usinage, il faudra la redresser sept fois à partir de ces deux points de départ.

Comme dans tout usinage, les opérations se font par approches successives: ébauche, demi-finition et finition, toutes dûment contrôlées.

Le seul usinage des manetons comporte 4 ou 5 contrôles lors de l'ébauche. En finition, cette partie du vilebrequin atteint la précision du 1/100° de mm, et ses rayons

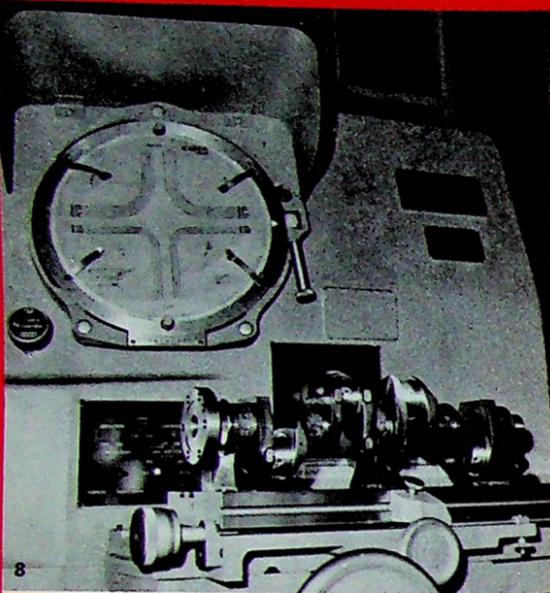
7. - Après ébauche à l'outil, les paliers sont rectifiés à la meule. L'opération est simultanée pour les cinq paliers.



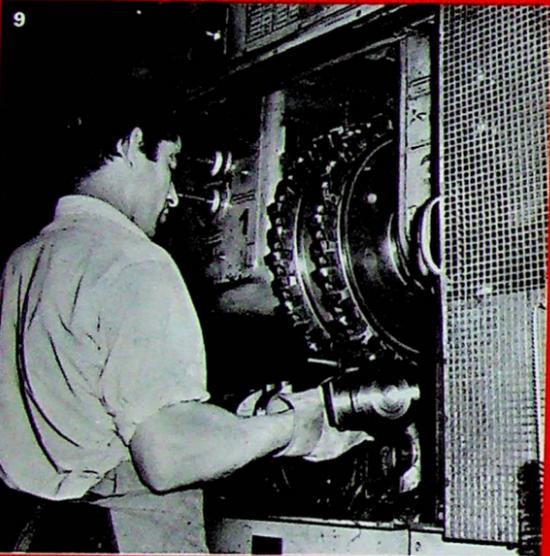
7

**GUTENBERG**

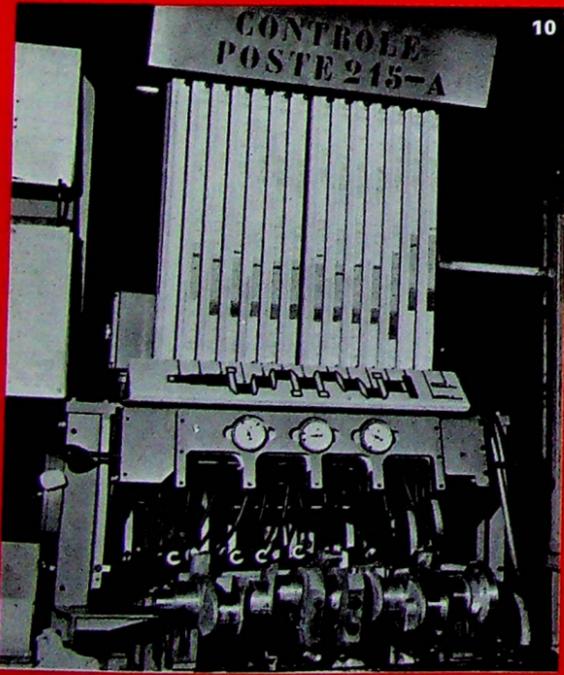
Pour son seul secteur vilebrequin (3 et 5 paliers), l'usine de Gutenberg utilise une centaine de machines. Nos photos donnent une idée des techniques utilisées les plus intéressantes (fraisage des manetons, rectification sur multi-meules à cycle automatique).



8 - Au milieu de l'atelier, une chambre noire et un dispositif de contrôle lumineux : l'image des rayons des manetons apparaît sur l'écran, elle doit se confondre avec le tracé du tableau de référence.



9 - Cette machine, dont les fraises accomplissent un remarquable travail d'arrachement de copeaux, représente l'un des investissements les plus importants de la chaîne d'usinage de Gutenberg.



10 - Le poste de contrôle final : treize mesures apparaissent sur le tableau.

seront vérifiés, grâce à un dispositif lumineux projetant, en l'agrandissant, leur image.

Du côté des paliers, les opérations sont analogues : ébauche et rectification à la meule.

Les opérations de perçage et de taraudage sont très nombreuses. Aux trous de fixation du volant et des masses d'équilibrage, s'ajoutent les trous de circulation d'huile qui ne constituent pas la moindre des difficultés : ils doivent être percés en biais et sur des longueurs importantes. Mis bout à bout, ces derniers, à eux seuls, représentent chaque jour un ruban de 500 mètres de long sur un diamètre de 5 mm.

Toute matière enlevée en un point particulier repose le problème de l'équilibrage de l'ensemble de la pièce autour de son axe.

La chaîne d'usinage de Gutenberg résout ce problème en lui ajoutant des masses d'équilibrage (voir schéma), sur lesquelles on effectue les prélèvements de matière nécessaires. Mais au montage, il faudra revoir à nouveau l'équilibrage de l'ensemble vilebrequin-volant; l'opération se fera sur une équilibreuse électronique très perfectionnée qui indique en une seule mesure sur un écran, où et en quelle quantité doit être enlevée la matière en surplus. Ajoutons que cette équilibreuse possède les outils nécessaires pour que l'opération soit immédiatement réalisée et vérifiée.

Aux impératifs de précision, d'équilibrage et d'alignement, s'ajoute, pour les paliers, un impératif de dureté. En cours d'usinage, avant leur finition, ils subissent un traitement thermique de surface qui complète celui que la pièce a subi à Clichy.

L'échauffement est localisé en enveloppant les paliers dans un dispositif où l'on fait passer un courant électrique de haute fréquence. Dès qu'ils sont à température voulue, une projection d'eau froide les refroidit.

En fin de chaîne, comme après tout usinage, les pièces sont lavées et contrôlées. Pièces finies, elles sont prêtes pour le montage.

Les 400 vilebrequins ainsi usinés chaque jour à Gutenberg, ne quittent cependant pas l'usine; ils gagnent simplement l'atelier voisin où s'effectue le montage des moteurs de DS 21.

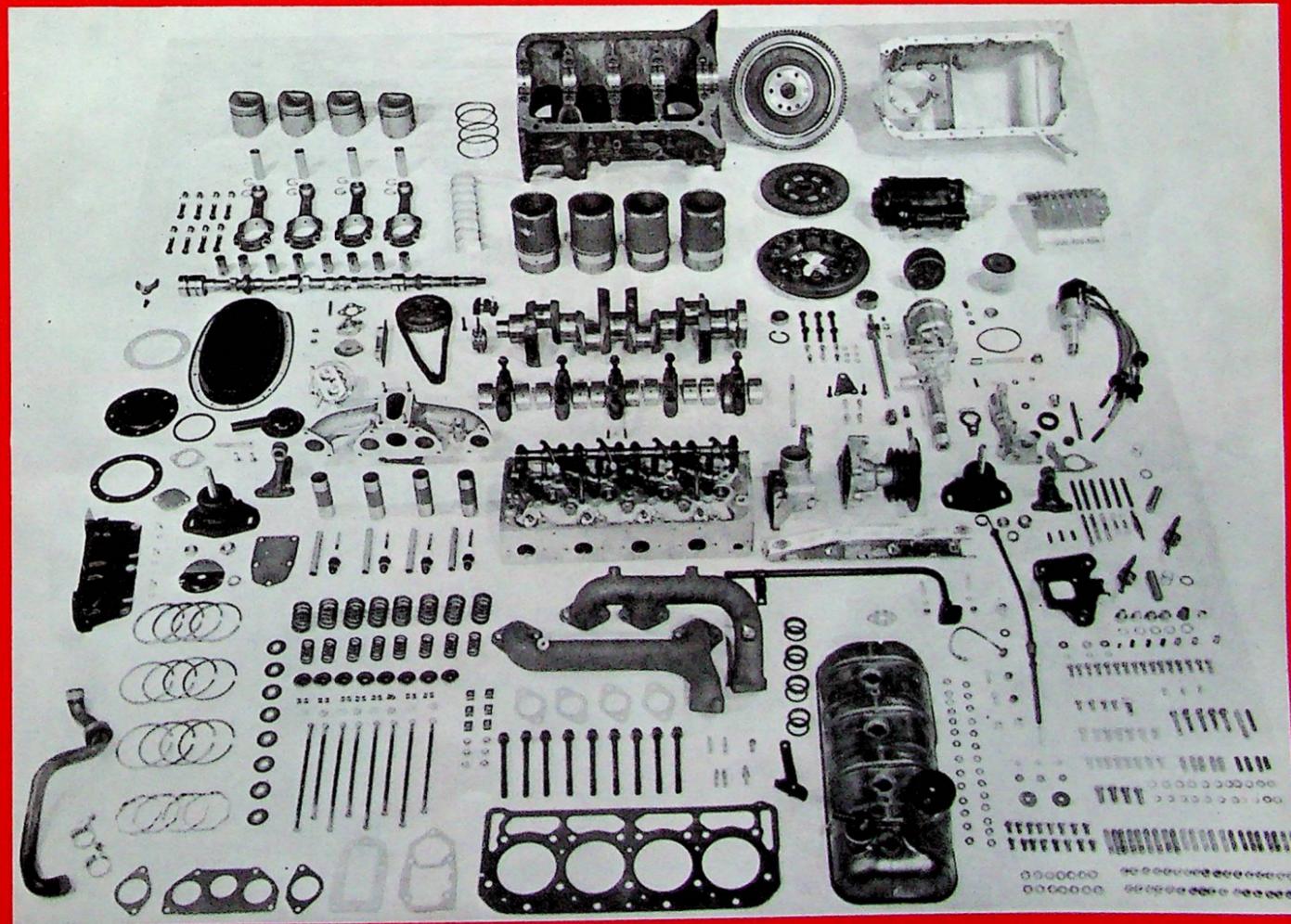
**Un puzzle de 600 pièces : le moteur de la DS 21**

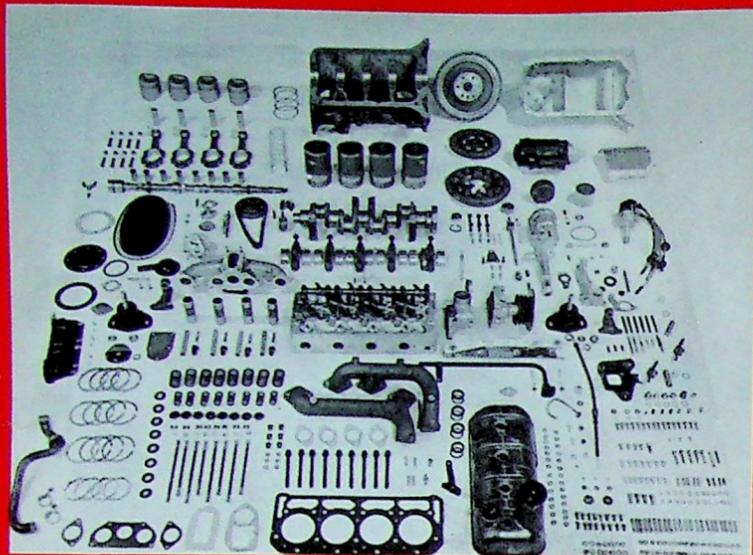
Admission, compression, explosion, échappement... sur les moteurs classiques, le principe des 4 temps n'a pas changé depuis le jour où l'essence a fait son apparition. Ce qui a changé, c'est la vitesse à laquelle s'accomplit chaque phase du cycle, et aussi la qualité de chaque opération. Les progrès dans ces domaines ont été incessants : entre la 11 CV, ancêtre directe

de la DS 21, et cette dernière dans sa version 1969, il y a un gain de 1 500 tr/min en vitesse continue et de 2 500 tr/min en vitesse de pointe. Ces gains ont été acquis progressivement, en s'efforçant d'assurer parallèlement au moteur plus puissant, tournant plus vite, une longévité égale sinon supérieure à celle du moteur précédent.

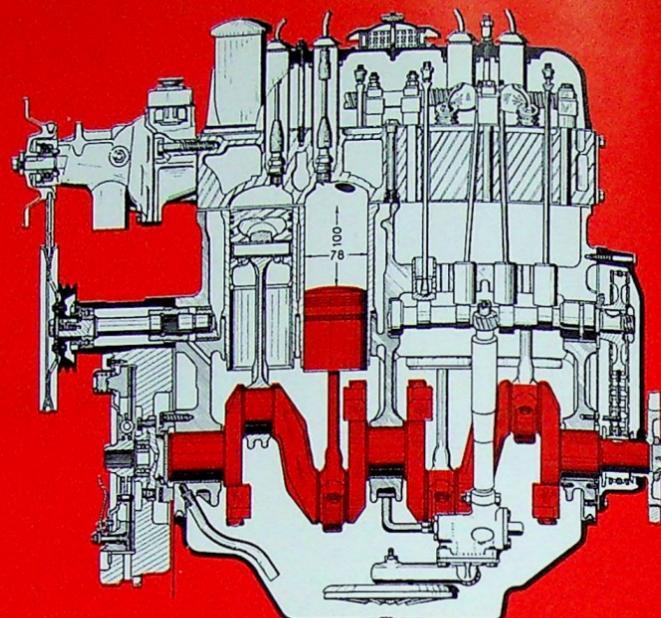
**Progrès en chaîne.**

Jetons un coup d'œil par exemple sur les différences existant entre le moteur de la DS 19 des années 1963-1965 et celui de la DS 21 1969. Pour donner plus de puissance à ce dernier, les techniciens du bureau d'études ont misé sur plusieurs tableaux, dont voici les principaux.

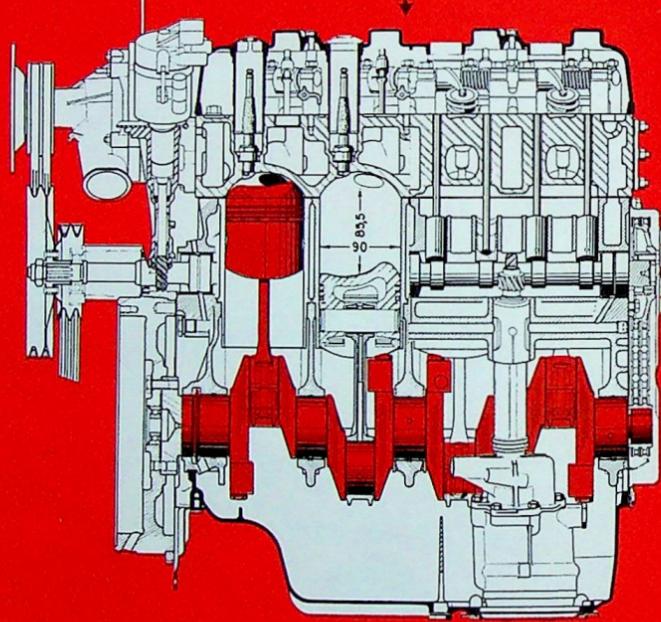




Pour ordonner le puzzle, il faut trois heures.



De la DS 19 1963 à la DS 21 1969.



La course du piston a été réduite : ce qui a permis d'augmenter sa vitesse moyenne.

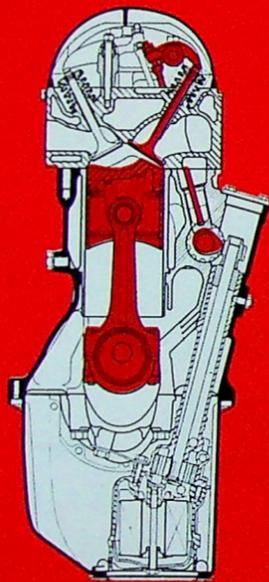
Pour ne pas réduire la cylindrée, on a augmenté le diamètre du piston.

Les soupapes d'admission et d'échappement ont été élargies pour assurer un débit suffisant et plus rapide de l'air carburé et des gaz brûlés.

Le vilebrequin quant à lui, devant être soumis à des efforts mécaniques plus élevés, a été doté de cinq paliers ; le diamètre de ses portées (de même que celui des manetons) a été nettement augmenté.

Pour accélérer l'ouverture et la fermeture des soupapes, des modifications ont été apportées sur la tringlerie (tiges de culbuteur plus courtes) et l'arbre à cames a été rapproché de la culasse.

Citons aussi des modifications intéressantes la pompe à huile, les tubulures d'échappement, la chaîne commandant l'arbre à cames, etc.



## Gutenberg... 550 moteurs par jour

Quels que soient les perfectionnements techniques apportés au moteur, sur la chaîne de montage les impératifs sont les mêmes : rigoureuse propreté des pièces, ce qui se traduit par la présence, dans l'atelier de montage, d'un grand nombre de machines à laver (automatiques) et perfection dans l'assemblage des pièces.

De l'usine de Gutenberg, sortent chaque jour 550 moteurs. Parmi eux, une forte proportion de moteurs de DS, mais aussi des moteurs de HY, de poids lourds et des moteurs rénovés des mêmes types.

A l'intérieur de chaque catégorie, il y a des variantes et ce sont, en tout, 130 types

de moteurs différents qui prennent le départ sur la chaîne totalisant le nombre impressionnant de 1.600 pièces entre lesquelles il faut choisir.

L'ordre d'acheminement des moteurs tient compte, pour ceux destinés à Javel, de l'ordre dans lequel sont lancés les véhicules sur les chaînes de finition voitures. Dès la première phase de montage, le moteur est donc individualisé et il faut amener les pièces qui lui sont destinées.

Les transrouleurs et convoyeurs aériens vont acheminer vers le carrousel-moteurs, des ensembles préparés à partir de cinq postes de départ : les postes culasses-

carters, vilebrequins, valises (c'est-à-dire les quatre sous-ensembles : chemises-bielles-pistons et axes de même poids à 2 grammes près), et boîtes de vitesse.

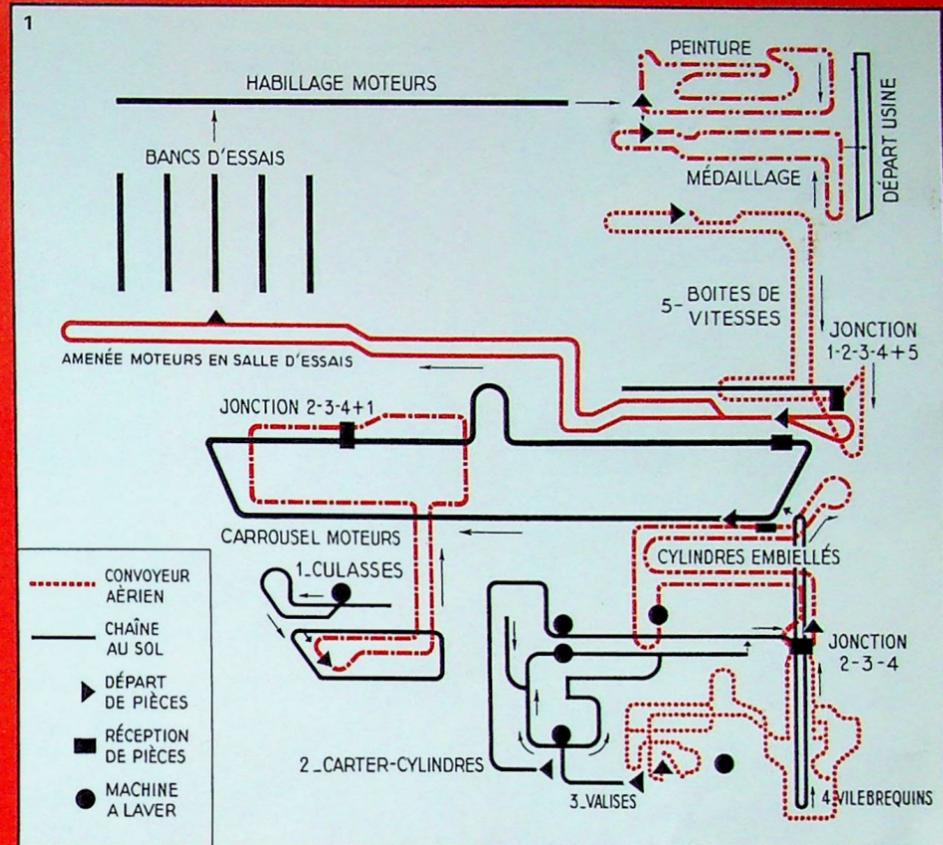
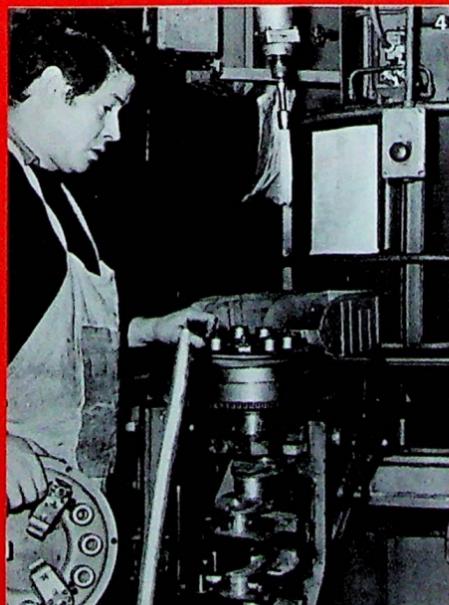
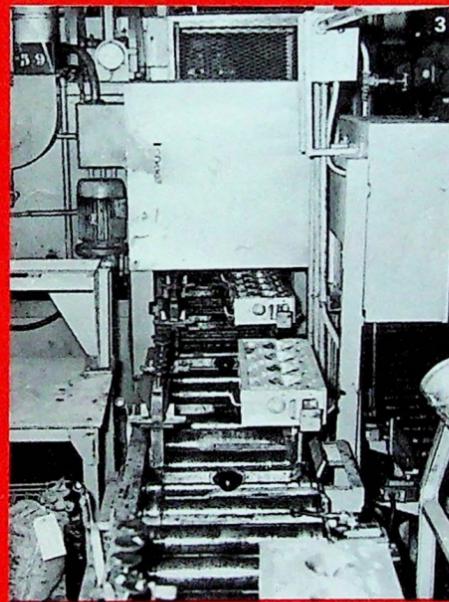
Si les boîtes de vitesse arrivent toutes montées de l'usine de Saint-Charles, l'assemblage vilebrequin-volant-bielles est réalisé en cours d'acheminement vers le carrousel, de même l'assemblage culasses-soupapes.

Sur le carrousel, se rejoignent toutes les parties du moteur et elles s'assemblent en cours de cheminement. L'outil le plus manié à ce stade est la serreuse. L'atelier

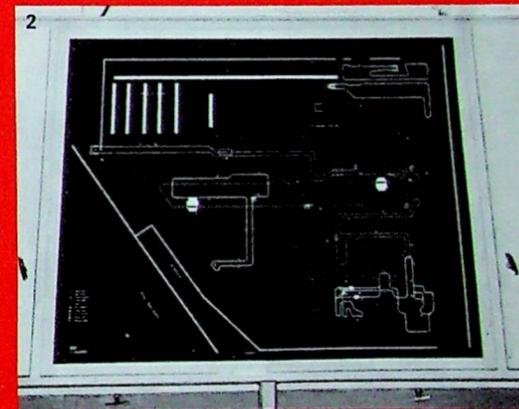
et fixent jusqu'à 15 ou 17 vis en une seule pression. Elles sont électriques ou pneumatiques selon les nécessités du serrage.

Lorsqu'en fin de carrousel, le moteur a reçu sa boîte de vitesses, il gagne la salle d'essais. Là, il va tourner 20 minutes, alimenté par du gaz de ville. Ses anomalies seront vite repérées, au bruit, à la vue, à la consommation d'huile...

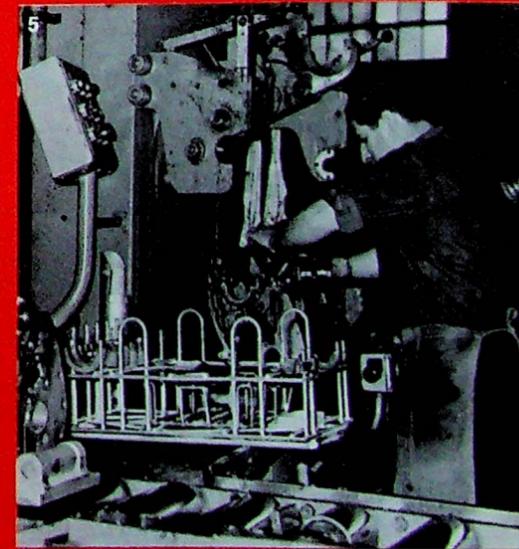
Il existe de plus une catégorie d'essais qui, elle, aboutit systématiquement au démontage complet du moteur : tous les moteurs n'y passent pas, évidemment... mais seulement un certain nombre selon une cadence régulière de prélèvements sur la chaîne. Les observations réalisées profitent à tous. Cet essai dure environ 20 heures ; il est divisé en une période de rodage de 10 heures où le moteur est amené progressivement à sa vitesse de pointe, et une seconde période de 10 heures où il continue à tourner à pleine charge et donc dans des conditions de travail maximum. Le moteur est ensuite démonté et chaque pièce examinée avec soin.



1. Plus d'un kilomètre de convoyeurs aériens domine la chaîne : un signal sonore signale les incidents de parcours, tandis que la panne est localisée sur un tableau lumineux.  
2. Les équipes d'entretien interviennent sur-le-champ.

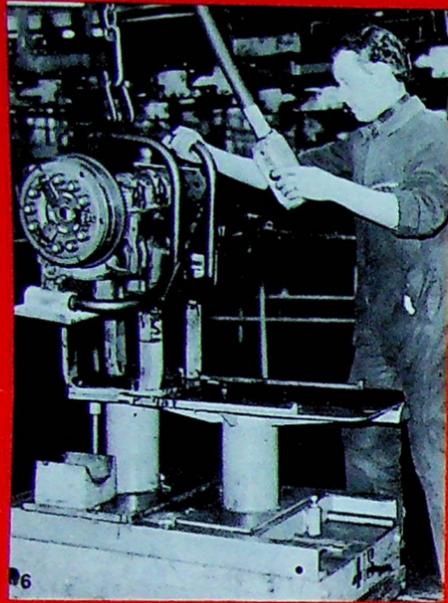


3. Le départ des culasses vers le carrousel : avant tout, elles sont lavées, rincées, séchées dans une machine à laver entièrement automatique. Puis on les habille.



4. Le départ des vilebrequins : le responsable lit sur la feuille d'enchaînement les caractéristiques du moteur et choisit dans son stock le volant et les pièces annexes à lui attribuer.

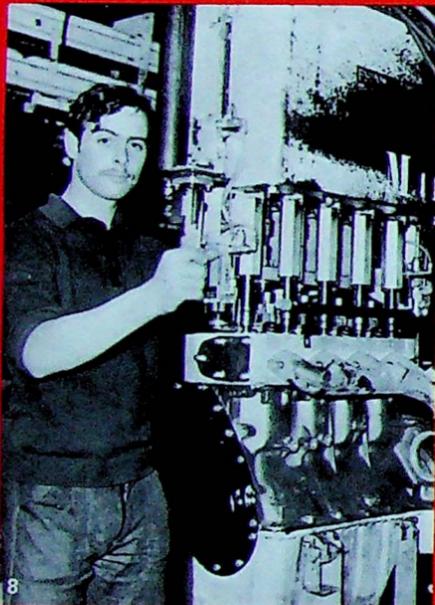
5. Sur le transrouleur, a voyage le carter accompagné d'un panier contenant chemises, bielles, etc. Par convoyeur aérien, le vilebrequin a suivi le même chemin.



6. Toutes les maintenances sont faites mécaniquement. Voici le départ du carrousel.



7. Le carrousel, une boucle de 135 m, présentant 60 postes de travail. Il est commandé électroniquement à partir d'une installation en sous-sol.



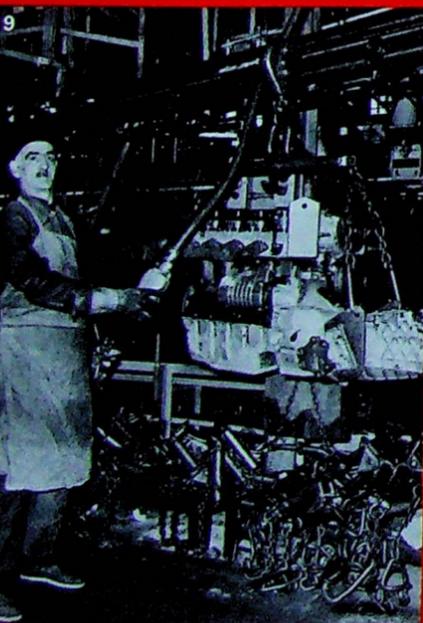
8. Les culasses demandent une étanchéité parfaite : on emploie pour les fixer une serreuse multiple à air comprimé dont l'action est plus efficace que celle de la serreuse électrique.



9. Le départ en salle d'essais.

10. La salle d'essais.

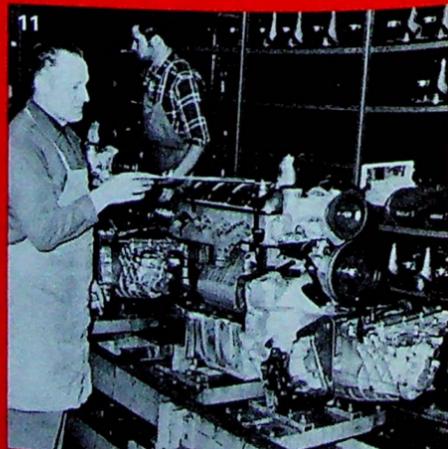
11. Habillage et dernier contrôle : les vis sont-elles bien serrées ?



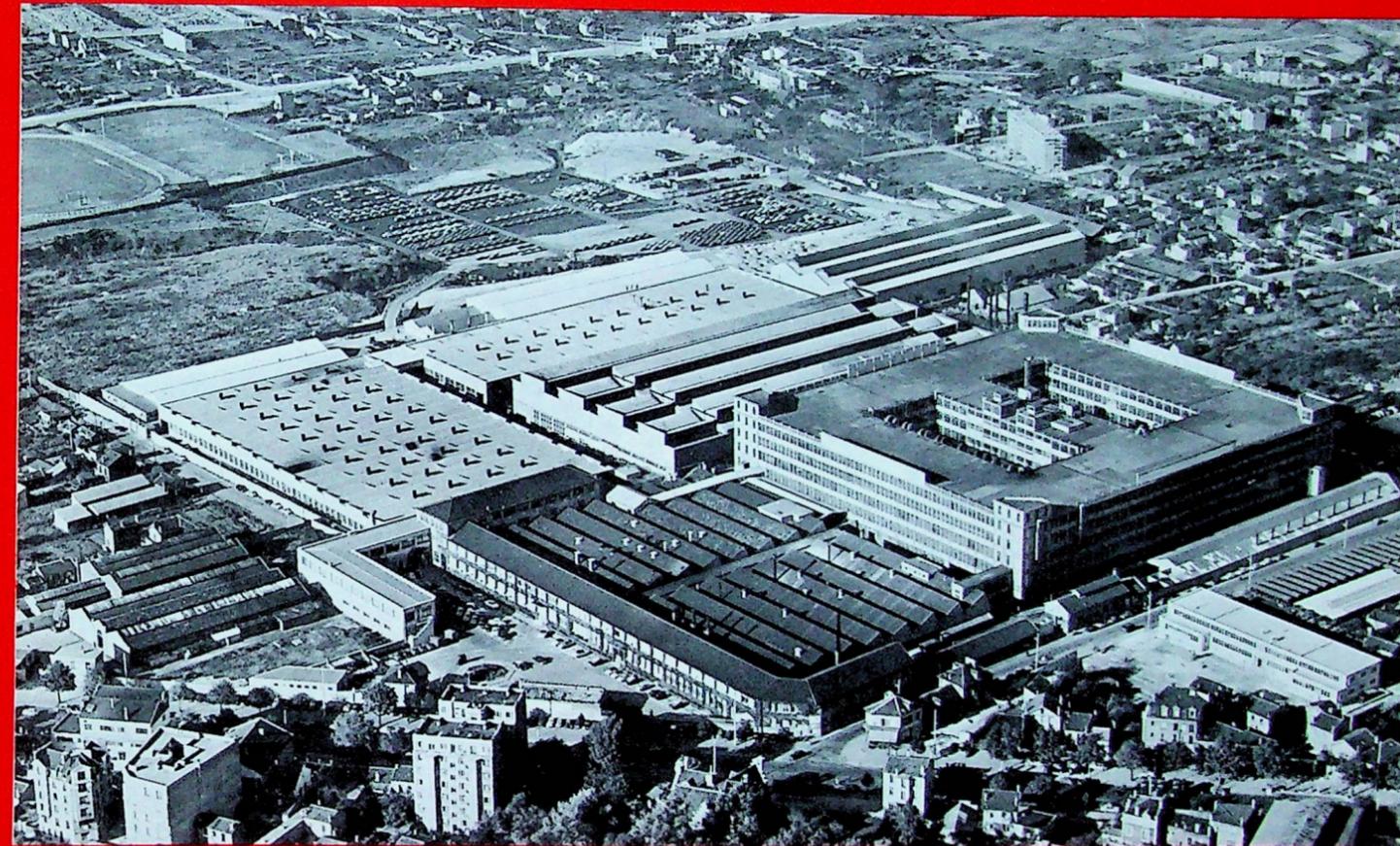
Après l'essai, il reste à « habiller » le moteur de différentes pièces... c'est à ce stade qu'on lui adjoint, par exemple, ses bras de suspension. Il subit encore un certain nombre de contrôles, de serrage de vis plus particulièrement.

Après l'habillage, le moteur reçoit sa « médaille », c'est-à-dire sa plaque d'identification.

Chargé sur une plate-forme, il traverse la rue Balard pour gagner Javel. Quelques heures plus tard, la voiture sortira de chaîne, par ses propres moyens, tout équipée, prête à la livraison.



## NANTERRE : multi-pièces, multi-techniques



Où placer l'usine de Nanterre dans la naissance d'une Citroën ?

Elle s'intéresse à tout : au moteur, à la boîte de vitesses, à la direction, à la carrosserie. C'est l'usine multi-pièces (plus de 500 passent dans ses ateliers) et multi-techniques (usinage, coulée sous-pression, ferrage, profilés...).

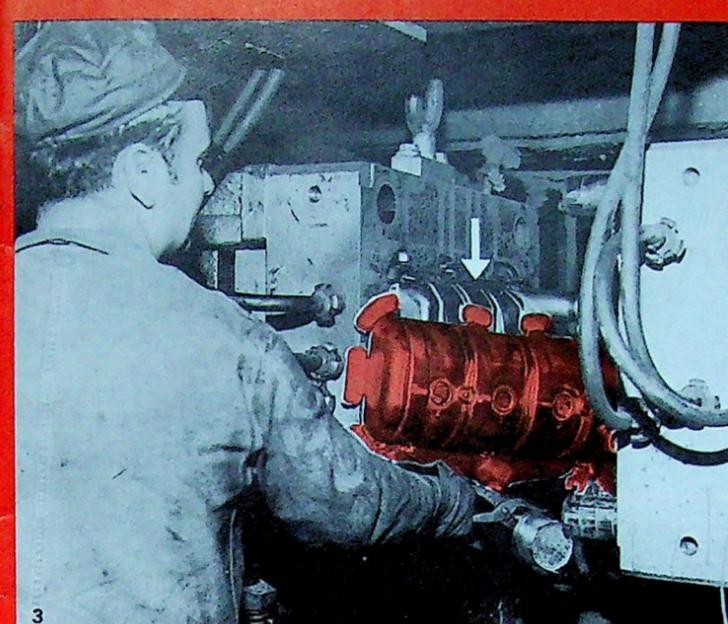
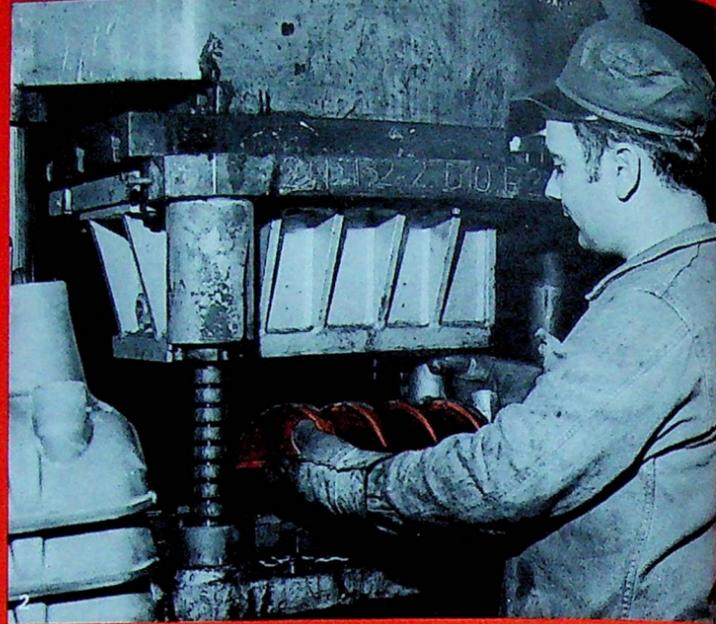
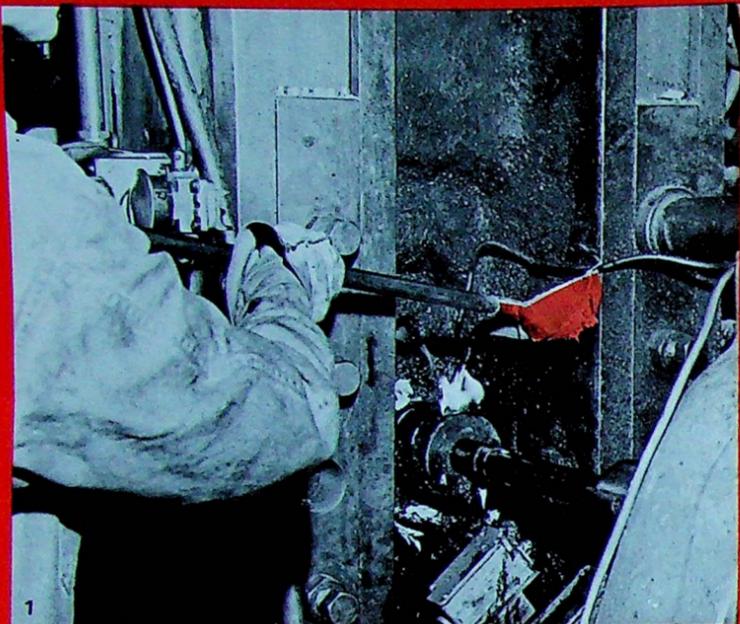
Pourquoi cette vocation ? parce que Nanterre possède 170 000 mètres carrés d'ateliers. C'est l'une des plus vastes des usines Citroën.

Libérée par la Société Simca et utilisée par la Société Citroën dès 1961, elle a permis d'alléger les usines de la région

parisienne arrivées à saturation et intenses : Gutenberg, Saint-Charles Clichy, Levallois, Javel.

Nanterre accueille également des services aussi divers que le Central sécurité, les Pièces détachées, le Super Contrôle et les Méthodes réparations des cours professionnels et un laboratoire de recherches.

Plus de 3 000 personnes au total exercent leur activité professionnelle dans les spécialités les plus diverses. Nous en avons choisi ici quelques-unes qui mettent en œuvre des techniques non encore évoquées dans le cadre de ces articles.



### La coulée sous pression :

1° Cette presse à mouler de 400 t, alimentée à la louche, débite 60 pièces à l'heure. On l'utilise pour de petites pièces.

2° Sur cette presse à mouler de 800 t, automatique, on aperçoit une partie du moule. L'opérateur vient de décoller la pièce (un couvre-culasse) : il en sort 43 à l'heure.

3° A la sortie de la presse, le refroidissement est très rapide. La pièce est présentée à la découpe. Ses bavures éliminées, elle est pratiquement prête à être montée.

## CHAQUE JOUR, 13 TONNES DE PIÈCES EN ALUMINIUM COULÉES SOUS PRESSON

L'aluminium est de plus en plus utilisé dans l'automobile, parce que c'est un métal léger, résistant à froid et à chaud, peu vulnérable à la corrosion, de bonne conductibilité thermique.

Aux qualités propres du métal, se sont joints les progrès accomplis dans les techniques de moulage. La coulée qui se fait, à Nanterre, sous forte pression, permet d'obtenir des pièces d'une précision telle qu'elle entraîne une réduction des opérations d'usinage.

Le secteur de la coulée occupe à Nanterre, une surface de 6 000 mètres carrés.

On enfourne dans les presses jusqu'à 26 t de métal par jour. Il en sort 13 t de pièces et 13 t de rejets qui sont fondus et remis dans le circuit.

Parmi les cinquante types de pièces fabriquées, pour tous véhicules, citons pour la DS, le couvre-culasse, les corps et couvercles de pompe à eau et de pompe à huile, les patins recevant les garnitures de freins à disque, etc.

Le métal arrive à l'usine sous forme de lingots de 6 kg. Ceux-ci sont placés dans des fours à induction où ils se liquéfient. Transporté dans des poches, le métal gagne alors les presses à mouler. Dans les plus anciennes de ces presses, la coulée du métal se fait à la louche et c'est l'opérateur qui dose la quantité de métal nécessaire. Dans les plus modernes, la coulée est automatique et le dosage est fait par la machine elle-même.

## 1.100 MACHINES POUR USINER UNE GAMME DE 300 PIÈCES

Dans son secteur usinage qui couvre le quart de l'usine, soit 40 000 m<sup>2</sup>, Nanterre affirme une double vocation.

Une vocation « moteur » : parmi les 110 pièces usinées, figurent en particulier toutes les pièces essentielles du moteur de la DS, mis à part vilebrequin et carter-moteur (1) : culasse, soupapes, arbre à cames, bielles, chemises, tubulures, corps de pompe à huile, etc., ainsi que de nombreuses pièces du moteur du H.

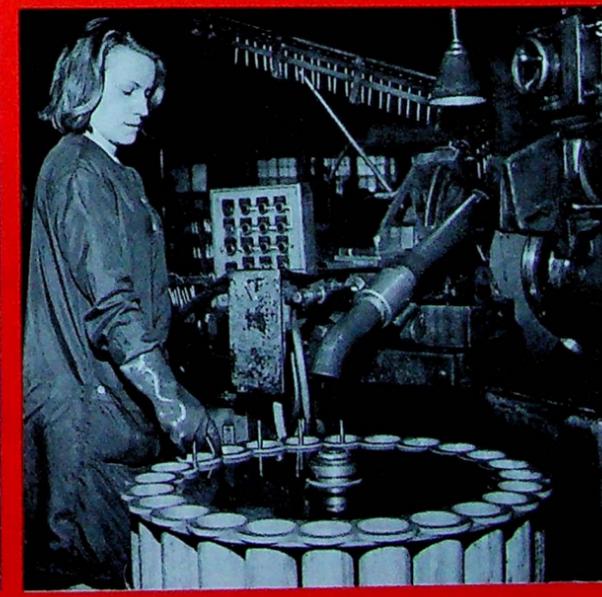
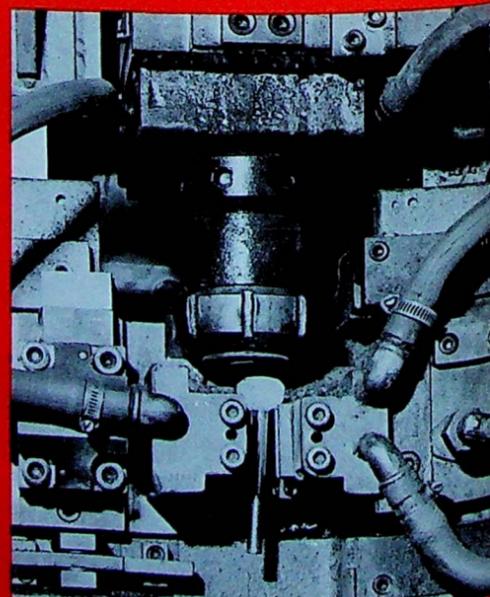
La fabrication des soupapes d'admission est l'une des plus curieuses et des plus aisées à présenter en images.

La seconde vocation du secteur usinage de Nanterre concerne les carters boîte de vitesses-embayage et la pignonnerie. Cette dernière n'est cependant pas terminée à

Nanterre, le taillage denture s'effectuant à Saint-Charles.

550 machines diverses usinent 150 types de pièces. Elles effectuent les opérations classiques d'usinage en mécanique de précision : tournage, perçage, alésage, taraudage, fraisage et rectifications.

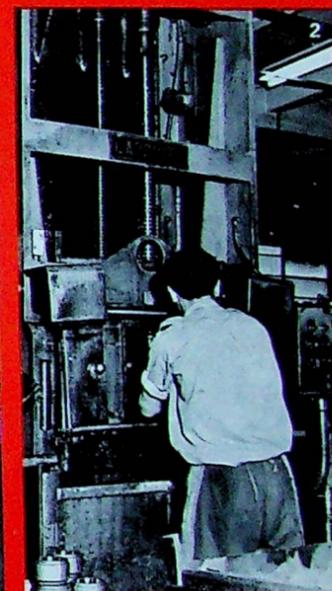
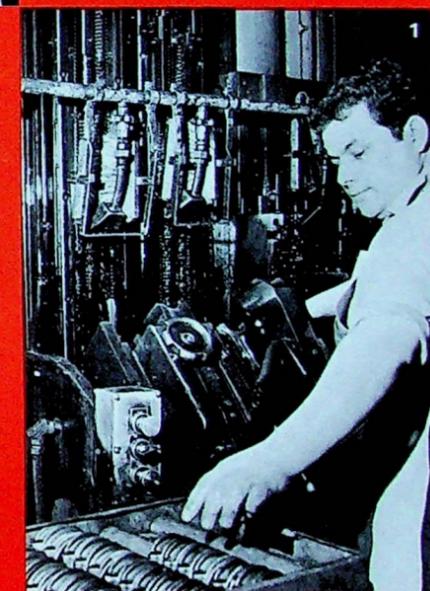
Il existe une technique utilisée dans ces deux vocations et particulièrement employée à Nanterre : c'est le brochage ; opération qui consiste à faire défiler devant ou à l'intérieur d'une pièce une broche de longueur et au nombre de dents variables suivant la nature du travail à exécuter. Ces dents progressivement décalées sur toute la longueur de la broche mordent de plus en plus dans la pièce pour réaliser le profil souhaité. L'avantage du système est dans la rapidité d'enlèvement d'un volume important de copeaux, en une seule passe, avec une bonne précision et un bon état de surface, notamment dans le cas de formes intérieures à cannelures (type baladeur).



### Les techniques de brochage :

1° Cette brocheuse à deux coulisseaux broche simultanément chapeaux et têtes de bielle, à la cadence d'une opération par minute. Sa force de tirage est de 1,5 t. Les broches ont une longueur utile de 1,60 m. Les balayettes enlèvent les copeaux qui restent sur les broches.

2° Cette autre brocheuse réalise des cannelures à l'intérieur d'une pièce cylindrique : un pignon baladeur de boîte de vitesses. Les broches ont une portée utile de 1,10 m.



### Trois étapes caractéristiques de la fabrication des soupapes :

1° La machine chauffe et comprime l'extrémité du lopin d'acier qui, ne pouvant glisser dans la mâchoire, prend la forme d'une boule.

2° Encore rougie à son extrémité, la soupape passe sous une presse de 300 t, pour aplatir la tête ou « tulipe ».

3° Toutes les minutes, trois à quatre soupapes tombent de cette rectifieuse automatique de la portée, sous tête.

(1) Voir « Naissance d'une automobile » 1, 2, 3 (janvier, février, mars 1969).

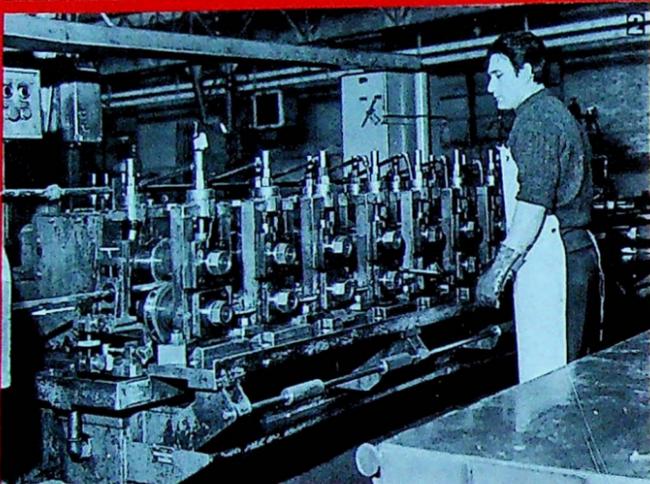
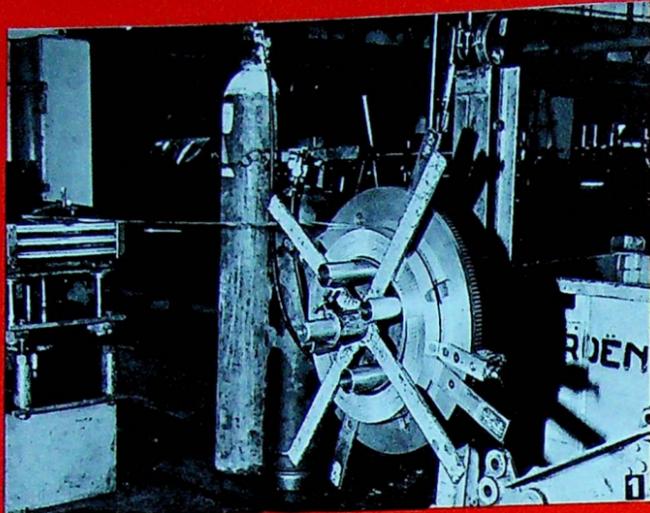
## AUX "YODERS", 23 MÈTRES DE PROFILÉS A LA MINUTE

C'est à Nanterre qu'est installé le plus important atelier de profilés des usines Citroën. (Il en existe un autre à Rennes.)

Chaque jour, il y a entre 60 bobines de rubans de métal, et l'atelier fournit 70 km/jour de profilés, des plus simples aux plus élaborés : charnières de capot, pieds-milieu de 2 CV, bordures de pavillon, etc.

Les machines utilisées — ou yoders — travaillent à froid. Elles portent un certain nombre de « têtes » qui exécutent progressivement les déformations demandées. Les plus grosses portent jusqu'à 16 têtes. La découpe est effectuée, après formage, sur des presses isolées.

L'atelier qui s'étend sur 4 000 m<sup>2</sup> possède 7 machines de profilage et fabrique 80 types de profilés.



### Du ruban de métal au profilé :

1° Le ruban métallique (ici de l'aluminium) défile en continu entre les mollettes de formage du profilé.

2° Cette machine qui porte 12 têtes porte-mollettes fabrique les bordures latérales du pavillon de la DS. A sa sortie, on distingue très nettement le ruban de métal mis en forme. C'est plus loin que va s'effectuer la coupe.

## LA SOUDURE PAR POINTS, SUR LES ÉLÉMENTS DE CARROSSERIE

Bien que très importantes à Nanterre, puisqu'elles concernent plus de 110 ensembles et sous-ensembles de carrosserie appartenant à toutes les « Citroën », nous n'entrerons pas ici dans le détail des opérations de ferrage, la carrosserie devant faire l'objet de plu-

sieurs chapitres de cette série consacrée à la naissance d'une automobile.

Mais il était impossible de présenter Nanterre, sans donner quelques images de cet atelier. Nous avons choisi l'assemblage des portes de 2 CV.



### A l'atelier de ferrage :

1° Panneau extérieur et doublure des portes de 2 CV sont assemblés sur cette maquette de soudure qui effectue 57 points en une seule opération.

2° Après l'assemblage, le sertissage : un petit marteau vibreur rabat le bord du panneau extérieur sur la doublure.

Cette rapide vision de l'usine de Nanterre fait apparaître son rôle de grand pourvoyeur des autres usines Citroën, plus spécialisées qu'elle. Moins spectaculaire, dans la naissance d'une automobile, son rôle n'en est pas moins essentiel, complet. De la qualité des pièces qu'elle fournit, dépend, tout autant que du travail des autres usines, la qualité du produit fini : la voiture.

## La boîte de vitesses : un jeu d'engrenages au service du moteur

Lorsque le moteur d'un véhicule est constitué par les jambes d'un individu comme c'est le cas pour la bicyclette, celles-ci ont vite fait de comprendre ce qu'on leur demande : l'élan au démarrage, le maintien d'un effort continu et modéré en terrain plat, le laisser-aller confortable dans les descentes, et la peine parfois insupportable dans les montées...

Exemple simple pour rappeler le rôle de la boîte de vitesses sur une automobile : permettre au moteur de tourner à son meilleur régime, quelle que soit la résistance qui s'offre au déplacement du véhicule, faire passer dans le minimum de temps une masse inerte d'un peu plus d'une tonne

(poids d'une DS 21) à sa vitesse de pointe (180 km/h), gravir les côtes sans ralentir, profiter des descentes pour travailler moins, regagner rapidement le temps perdu dans les ralentissements.

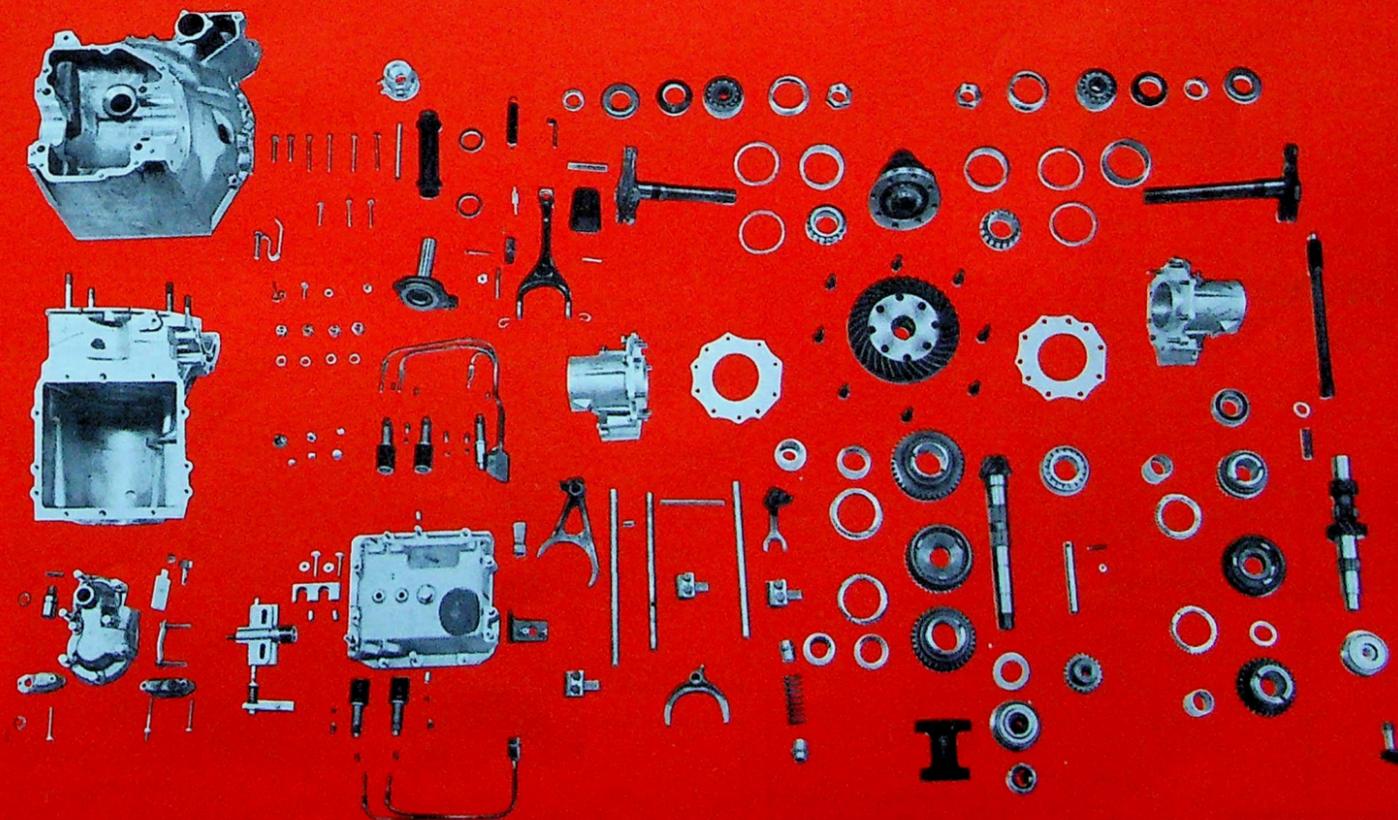
Par l'intermédiaire de cinq jeux de pignons de différents diamètres, la boîte de vitesses démultiplie ou multiplie (4<sup>e</sup> surmultipliée) la vitesse de rotation du moteur et transmet aux roues, sa puissance.

Dans la recherche des vitesses et des accélérations (reprises) des véhicules modernes, moteur et boîte sont inséparables. Mais c'est toujours le moteur qui commande. Et chaque nouveau moteur exige de nou-

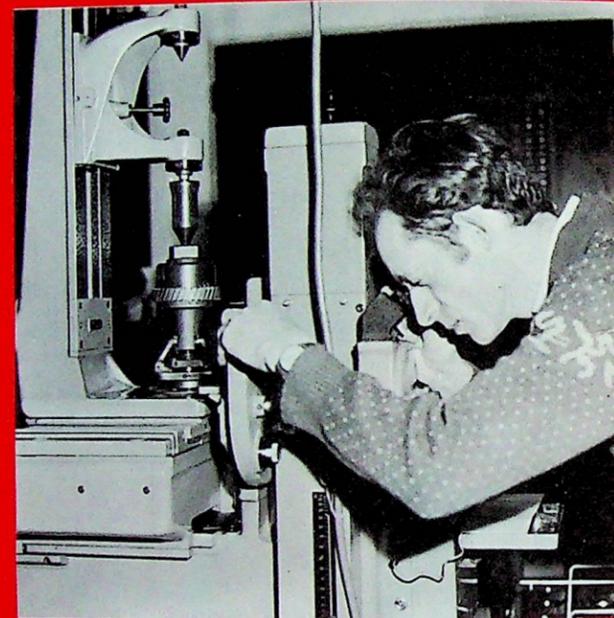
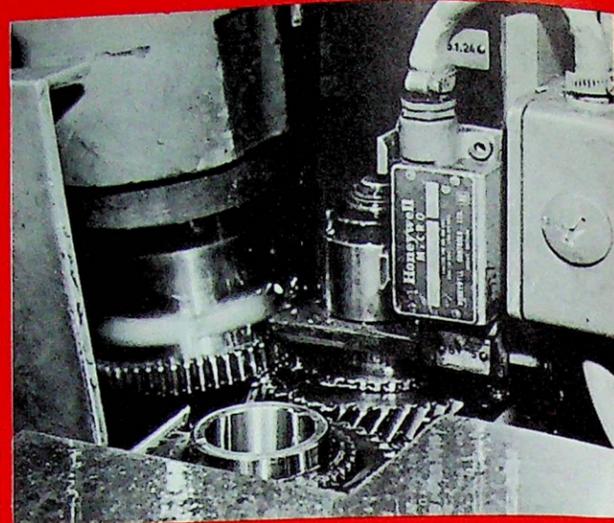
velles adaptations de la boîte de vitesses qui l'accompagne.

Parmi les usines Citroën, c'est Saint-Charles qui est actuellement spécialiste des boîtes de vitesses. Elle en fabrique notamment 10 types pour les véhicules D. Les variantes sont commandées par les types de moteurs qui entraînent pour les pignons des nombres différents de dents, par les systèmes d'embrayage, par l'emplacement de la direction (à droite ou à gauche) et pour les D, par la commande de la boîte, qui est soit hydraulique, soit mécanique.

1 400 personnes au total travaillent à Saint-Charles qui occupe une surface de 30 000 mètres carrés.



Plus de 160 pièces et ensembles dans une boîte de vitesses de DS (ici une boîte à commande hydraulique.)



## Des centaines de milliers de dents à tailler chaque jour

Parmi les quelque 160 pièces et ensembles constituant la boîte de vitesses de la DS 21, les plus importantes proviennent des usines Citroën. Le carter a été coulé à Clichy et usiné à Nanterre, les arbres ont été forgés à Clichy. Nanterre fournit axes de fourchettes, fourchettes, pignons et baladeurs, à l'état d'ébauches tournées.

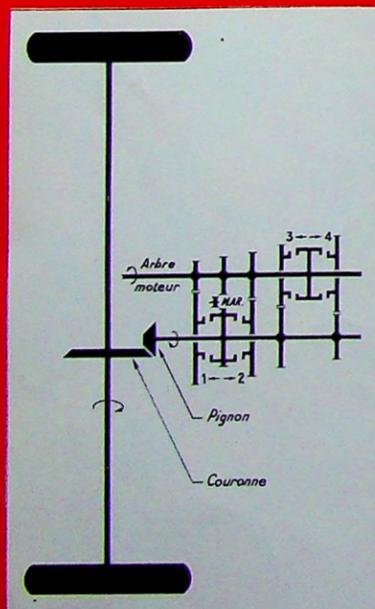
Saint-Charles se réserve le taillage des dents sur lequel repose évidemment la qualité de la boîte, ce qui représente près de 500 000 dents à tailler chaque jour (pour tous véhicules) : dents droites qui permettent l'enclenchement d'une vitesse, entre

### Usinage

1. L'ensemble de la chaîne transfère des pignons de commande des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> vitesses.

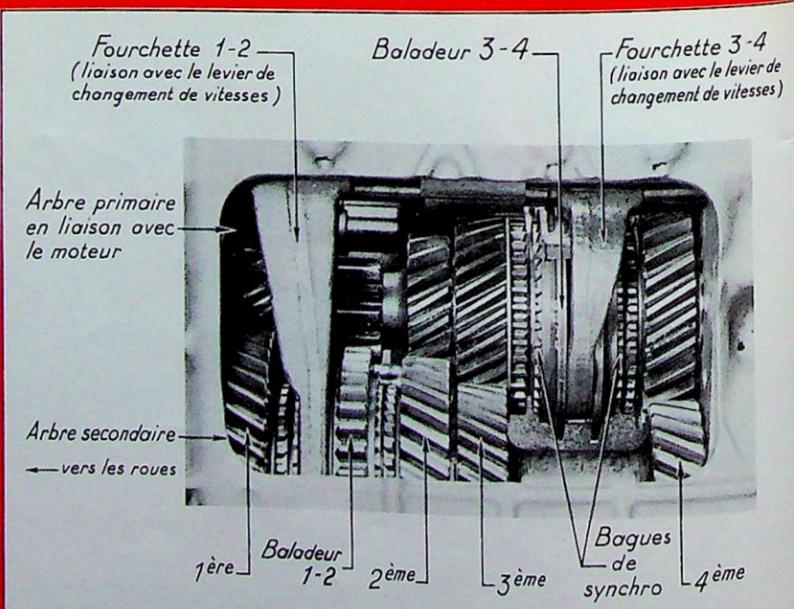
2. Une tailleuse, au premier plan, une pièce terminée, au deuxième plan, une pièce en cours de taillage.

3. Une opération de contrôle de la denture.



Schema de la boîte de vitesses et transmission de la rotation aux roues.

La boîte de vitesses de la DS 21 vue de côté (le carter a été dé-coulé).



baladeur et pignon, dents en hélices qui transmettent le mouvement de pignons à pignons...

Sur les 470 machines que possède Saint-Charles, la moitié au moins sont des machines à tailler de toutes espèces. Les unes sont des machines individuelles, les autres sont reliées en chaîne-transfert et fonctionnent automatiquement.

Comme dans tout usinage, les pièces passent par des phases d'ébauche et de finition.

Après taillage, elles subissent toutes un traitement thermique qui accroît leur résistance externe. Puis certaines surfaces passent en rectification.

Au milieu de l'atelier est installé un vaste centre de contrôle : il intervient en début de fabrication au stade de la mise en route des machines, puis s'assure, en fin de fabrication, que les pièces sont bien aux cotes désirées : le profil des dents, par exemple, doit être réalisé à la précision du 1/100 de millimètre.



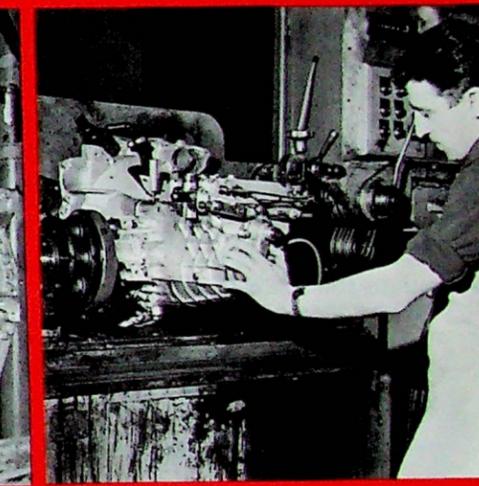
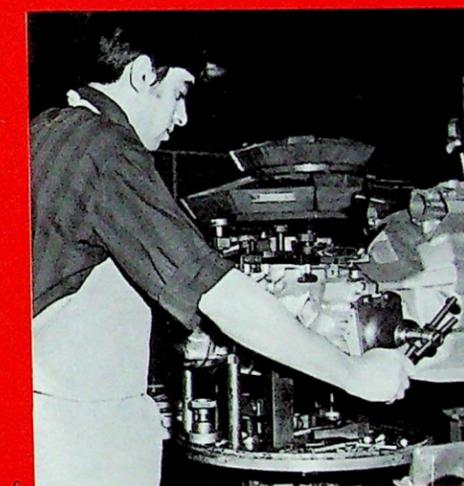
## Un montage de précision

Le secteur de montage des boîtes de vitesses des véhicules D se partage en deux parties : d'un côté, les boîtes hydrauliques; de l'autre, les boîtes mécaniques. Le processus de montage est identique.

Les pignons qui vont travailler ensemble sont réunis et on vérifie que les dentures qui sont mariées dans la boîte, fonctionnent correctement et sans bruit.

Carters, lignes primaires, lignes secondaires, différentiel, sont préparés séparément.

Tous ces éléments se retrouvent



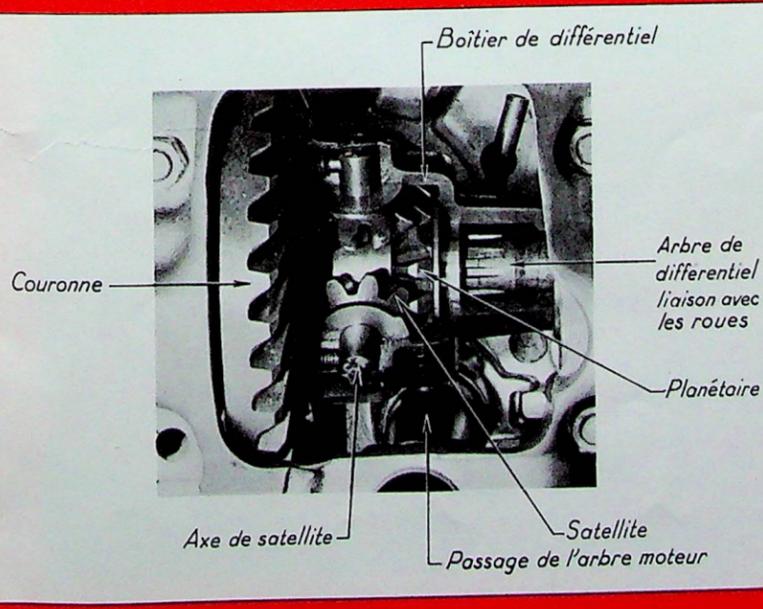
### Montage

4. Manège des pignons. Les dents s'engrènent-elles correctement? Le manipulateur va abaisser l'écran et, si besoin est, faire passer un courant qui efface les traces de petits chocs (2 à 3/100<sup>es</sup>).

5. Le poste de montage et de réglage du pignon d'attaque.

6. A ce stade, se rejoignent tous les éléments de la boîte de vitesses; le monteur procède aux réglages.

7. La boîte de vitesses passe au banc d'essais.

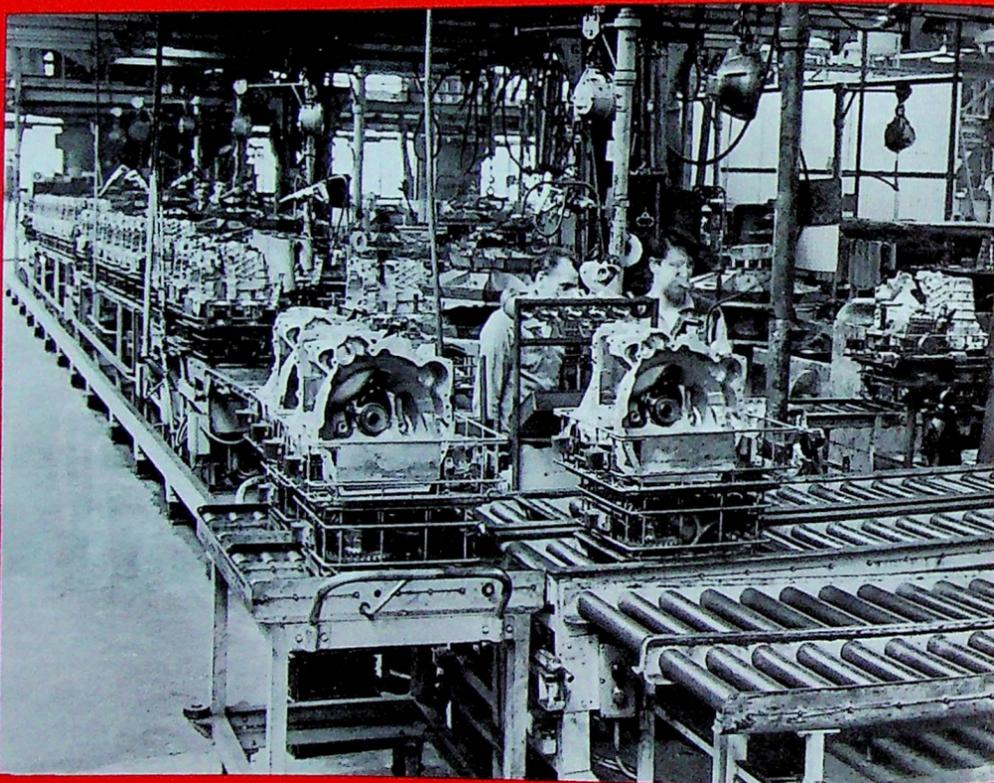


Le différentiel : il permet des vitesses de roues différentes dans les courbes.



8. Le réglage d'une boîte de vitesses à commande hydraulique. Derrière, un contrôleur examine attentivement l'aspect de la boîte et l'individualise en lui apposant une médaille.

9. Vue générale de l'atelier de montage.



ensuite pour être assemblés sur des postes de montage individuels.

Le monteur effectue lui-même tous les réglages nécessaires.

La boîte est dirigée ensuite vers le banc d'essais : elle tourne pendant une dizaine de minutes, tandis que l'opérateur passe successivement toutes les vitesses.

En cas de bruit anormal, la boîte est démontée et examinée avec soin.

Si tout fonctionne normalement, elle reçoit la médaille qui l'identifie.

Boîte de DS 21, sa destination est alors Gutenberg. Là, elle rejoint son moteur (voir Bulletin d'avril 1969). Nous la retrouverons plus tard dans de prochaines étapes de la naissance d'une voiture.



## Pour la DS, à Rennes la Barre-Thomas, du caoutchouc et des roulements à billes

Trente-cinq roulements à billes, 28 kilos d'éléments de caoutchouc (sans compter les pneus) dans une DS. Les uns sont cachés, les autres, modestes, ne se font pas remarquer. Et pourtant, des uns comme des autres, découlent la longévité de la mécanique, l'agrément et le confort de la voiture. Cela se conçoit aisément en ce qui concerne les roulements ; pour le caoutchouc, il faut se rappeler, non seulement qu'il assure l'étanchéité de la voiture (profilés de pare-brise, de lunette arrière, de glace et de fermeture de porte), mais qu'il intervient aussi dans ses fonctions mécaniques, notamment dans la protection des organes : (soufflets ou même blocs support-moteur, par exemple).

Ces deux éléments, roulements à billes et pièces de caoutchouc, sont fabriqués à Rennes, à l'usine de La Barre-Thomas, qui, précisons-le, fournit ces pièces pour tous types de véhicules Citroën.

### L'USINE CITROËN DE RENNES LA BARRE-THOMAS

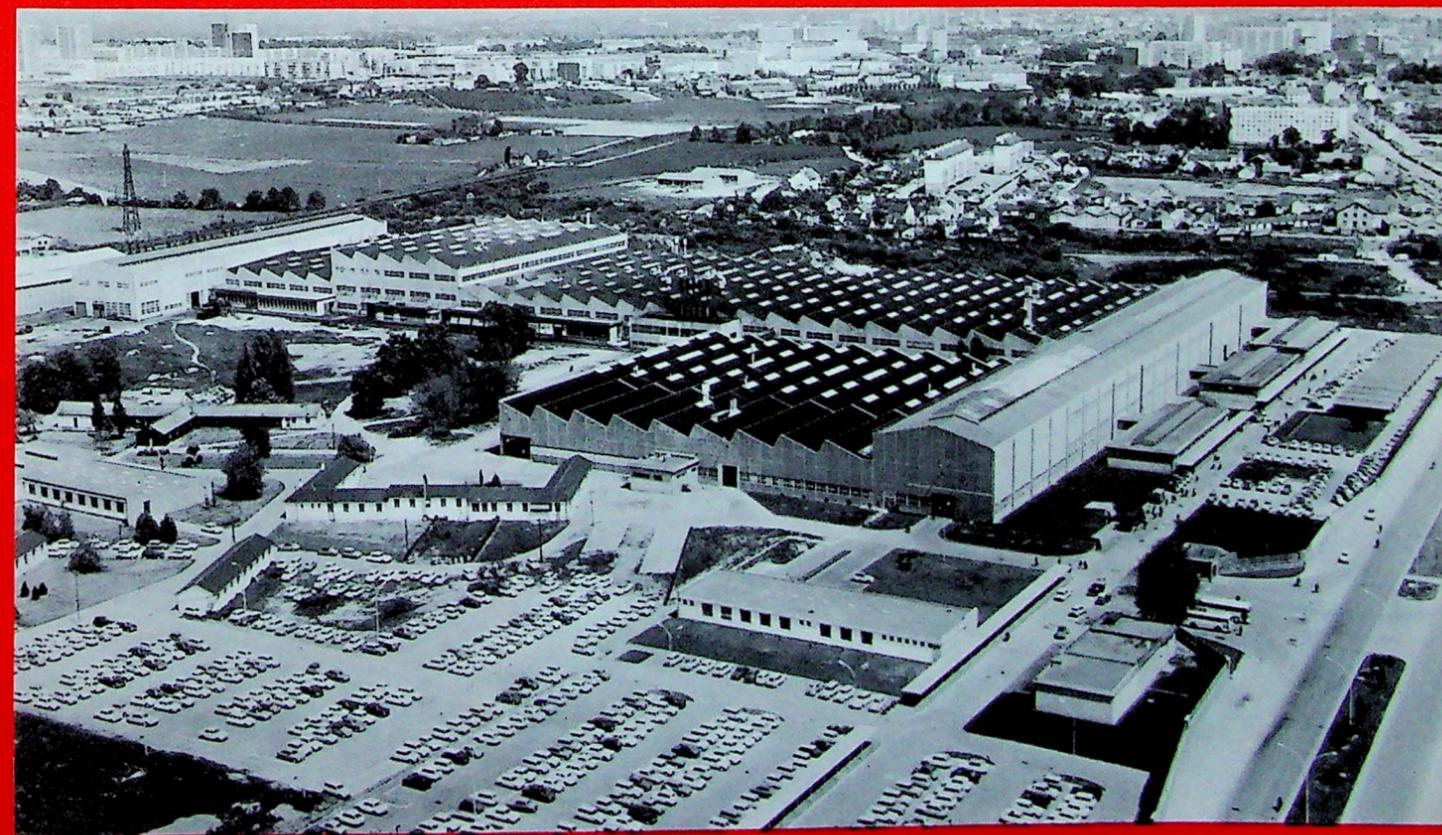
La plus ancienne des deux usines Citroën de Rennes a été édiflée en 1953, à l'ouest de Rennes sur un terrain de 32 hectares dont actuellement seuls sont couverts 4 hectares de bâtiments industriels. L'effectif est proche de 2 000 personnes.

Chaque jour, La Barre-Thomas produit 15 000 roulements et 37 tonnes de pièces en caoutchouc. Ces 37 tonnes par jour représentent 1 450 numéros de pièces réalisées dans 56 types de caoutchouc différents.

Les fabrications de Rennes-La Barre-

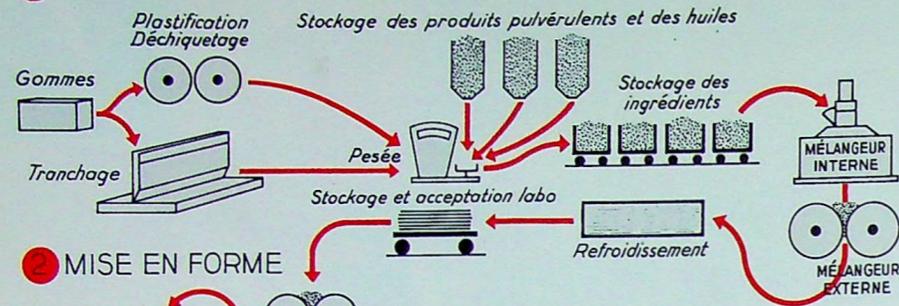
Thomas qui sont expédiées par route à presque toutes les usines du groupe ne représentent pas la totalité des besoins Citroën en roulements et en pièces caoutchouc, mais elles contribuent dans leur domaine à la réputation des voitures de la marque.

En plus de ces deux secteurs de fabrication proprement dits, fonctionne un atelier d'outillage important qui assure le maintien en bon état des machines de l'usine et qui exécute une grosse partie des outillages requis dans les deux secteurs.

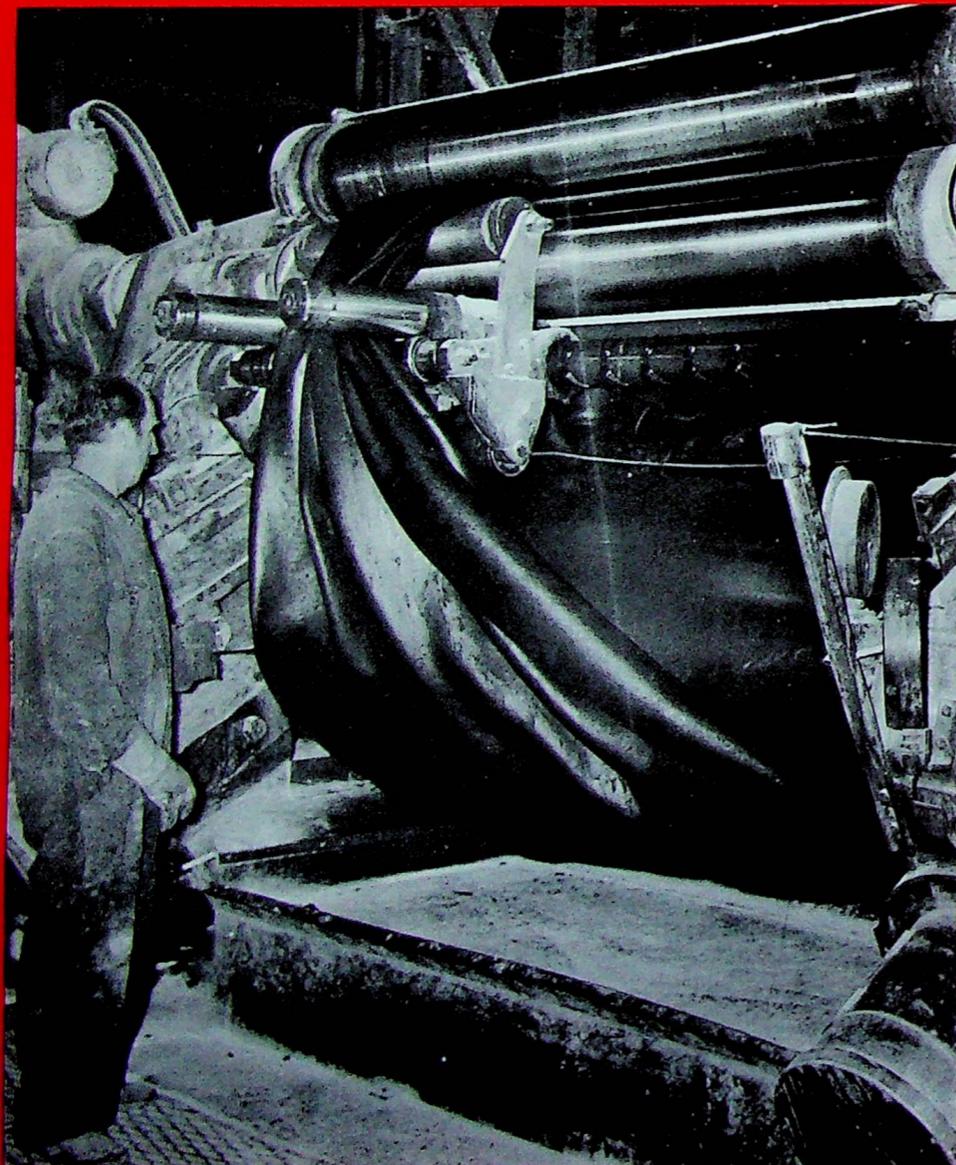
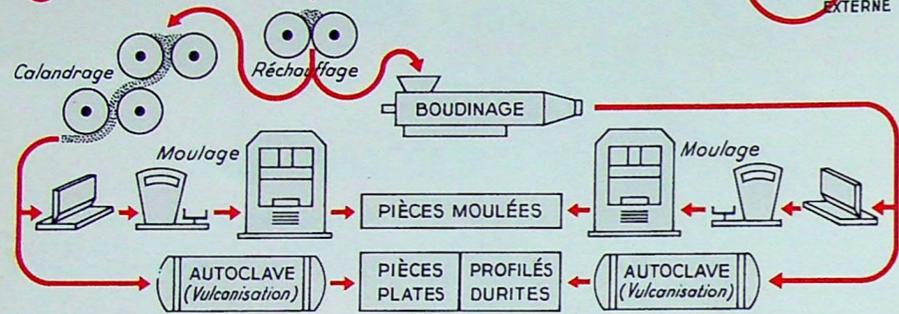


A l'ouest de Rennes, l'usine de la Barre-Thomas

## 1 PRÉPARATION DE LA MATIÈRE



## 2 MISE EN FORME



## LA FABRICATION DES PIÈCES EN CAOUTCHOUC

En partant d'une gomme de base qui peut être, soit le caoutchouc naturel, soit et de plus en plus les caoutchoucs synthétiques (néoprène, butyl, éthylène propylène, nitrile, polyuréthane), il faut, pour faire des pièces caoutchouc qui résistent à divers agents chimiques ou atmosphériques ou qui présentent des caractéristiques mécaniques, ajouter bien d'autres produits.

C'est ainsi que l'on ajoute des noirs de fumée qui renforcent la résistance, des kaolins qui font baisser le prix, des huiles qui améliorent le travail de transformation, du soufre qui est l'agent vulcanisant au moment du chauffage à 160-200 °C. Chaque formule, élaborée par le laboratoire chimie de Rennes contient donc une dizaine de produits différents.

Pour fabriquer un mélange, il faut peser ces différents produits et les brasser entre eux sur deux types d'appareils qui fonctionnent de façon discontinue (mélangeur interne à chambre fermée et mélangeur externe).

A ce stade, chaque mélange est contrôlé par le laboratoire avant de passer au stade ultérieur qui est celui de la mise en forme.

La mise en forme peut se faire par trois techniques différentes :

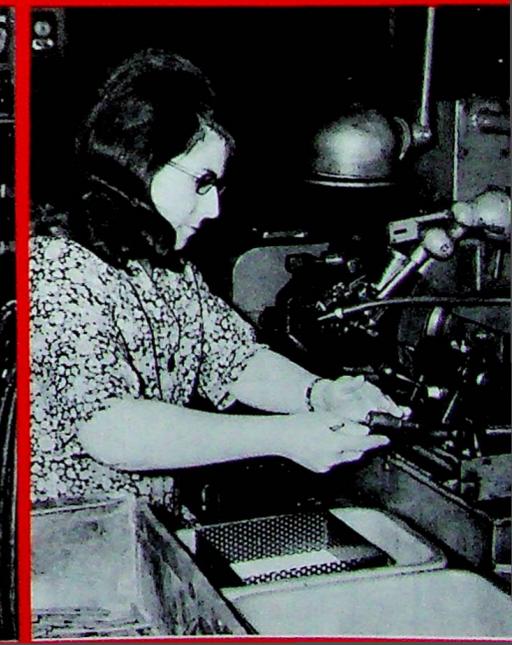
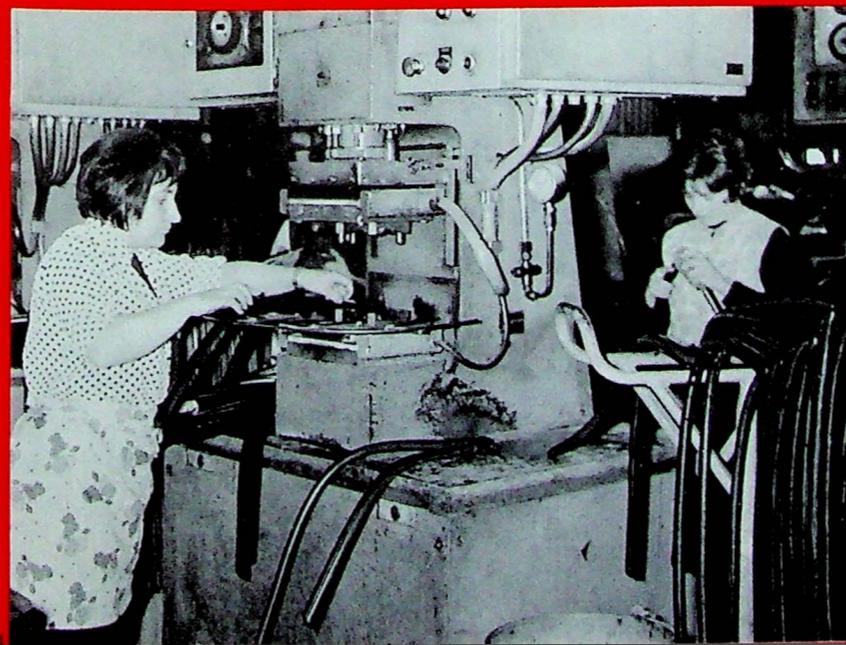
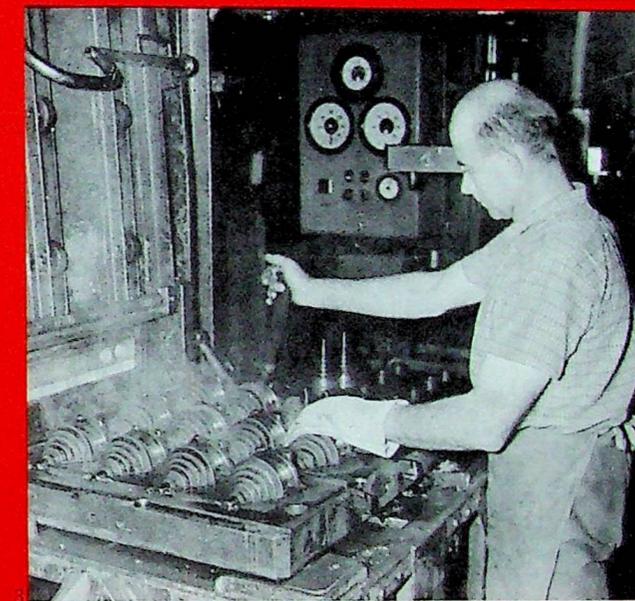
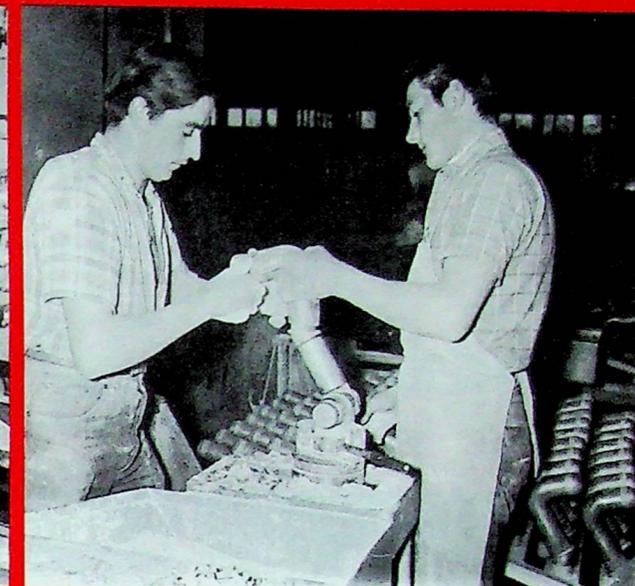
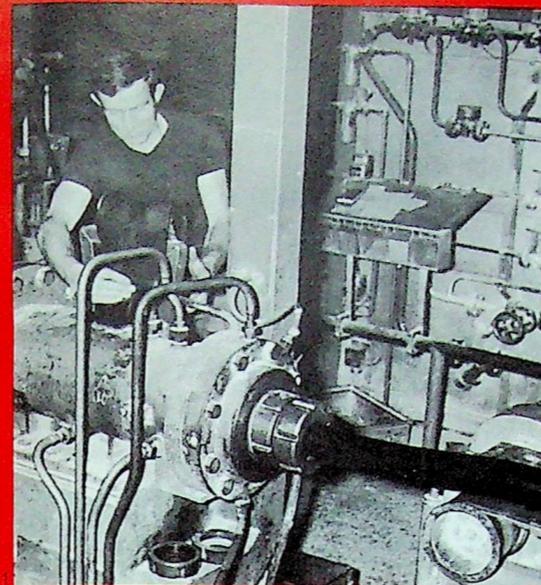
**Le calandrage** qui permet d'obtenir une feuille dite anglaise qu'il suffit ensuite de vulcaniser à l'autoclave.

**Le boudinage** qui permet d'obtenir des produits de grandes longueurs (tubes ou profilés de forme, suivant la filière qui équipe la machine). Là encore un passage à l'autoclave permet de réaliser la vulcanisation.

Des opérations intermédiaires peuvent d'ailleurs être exécutées sur le caoutchouc non encore vulcanisé pour lui donner une forme qu'il gardera après cuisson. C'est ainsi que sont fabriquées les durites.

**Le moulage** est le dernier procédé employé pour donner au caoutchouc sa forme définitive tout en assurant sa vulcanisation. Pour cela, on écrase un lopin de caoutchouc dans un moule. Les moules sont fermés par des presses à plateaux chauffants exerçant des efforts de 150, 300 ou même 1 000 tonnes.

Il suffit ensuite de finir les pièces. Pour les profilés, c'est la coupe à longueur et les soudures d'angles. Les pièces moulées sont ébavurées avec des ciseaux. Certaines passent ensuite à la rectification.



1. Mise en boudinage.

2. La fabrication des durites.

3. Mise en moulage.

4. Coupe à soudure d'angles.

5. Des opérations intermédiaires sur les caoutchoucs non vulcanisés.

## LES ROUEMENTS A BILLES

L'acier nécessaire est livré sous forme de tubes ou de ronds de provenances diverses (France, Angleterre, Suède). Un atelier de découpage équipé de tours multibroches et de tours monobroches à reproduire, produit des ébauches de bagues de roulements.

Ces bagues subissent ensuite un traitement thermique qui leur donnera leur dureté définitive.

Les bagues de roulements traitées sont reprises dans un atelier de rectification où s'effectuent les opérations de mise à la

forme et à la cote des parties nobles du roulement. (Les chemins de billes et les portées). C'est un atelier de précision où l'on parle le plus souvent de microns voire même de fractions de microns.

Après usinage, les éléments de roulements sont contrôlés puis montés, ce qui nécessite des opérations de classement destinées à permettre au roulement de respecter des conditions bien précises de jeu qui sont ultérieurement le garant d'un bon fonctionnement.

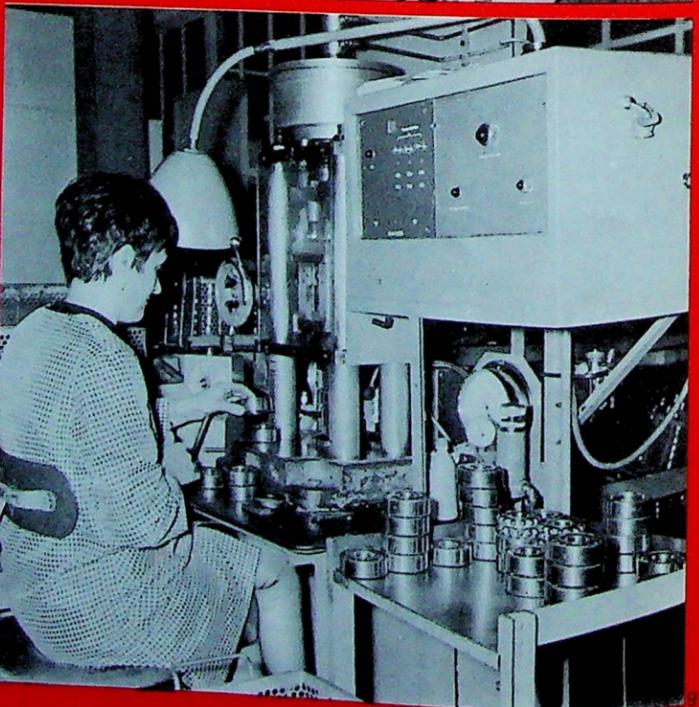
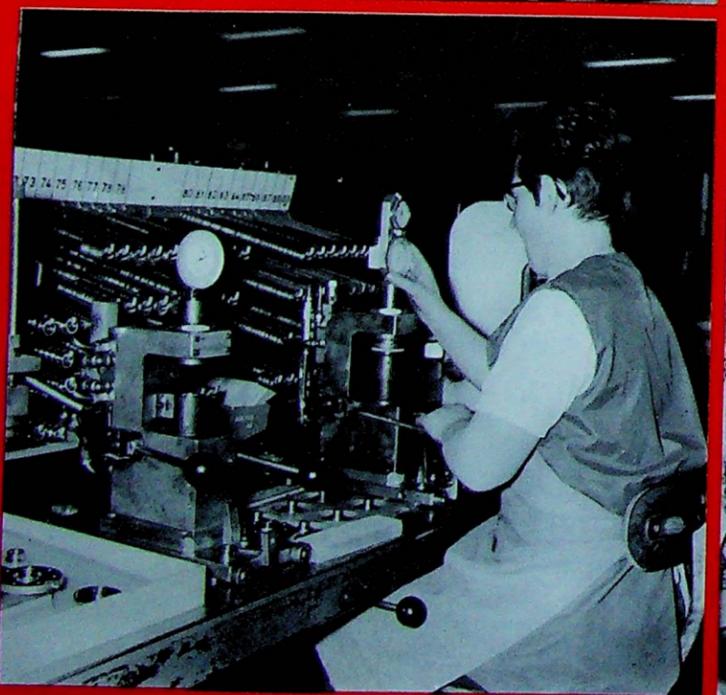
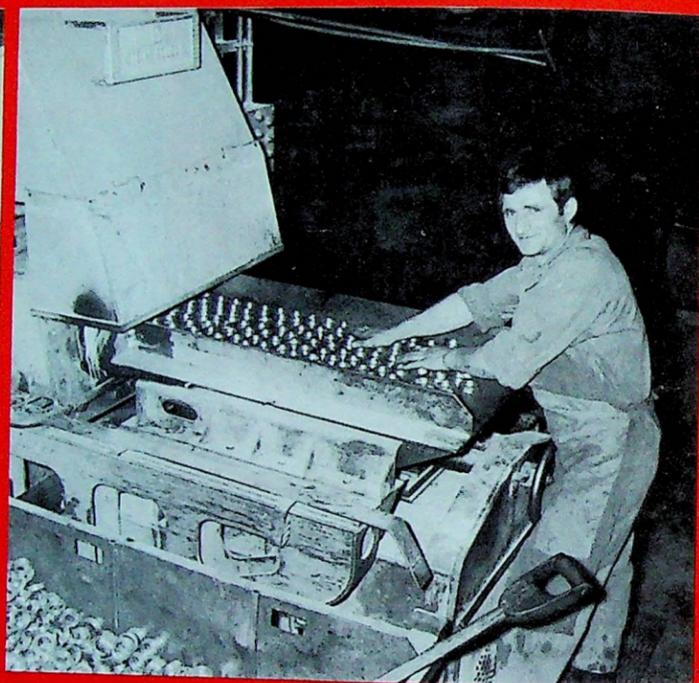
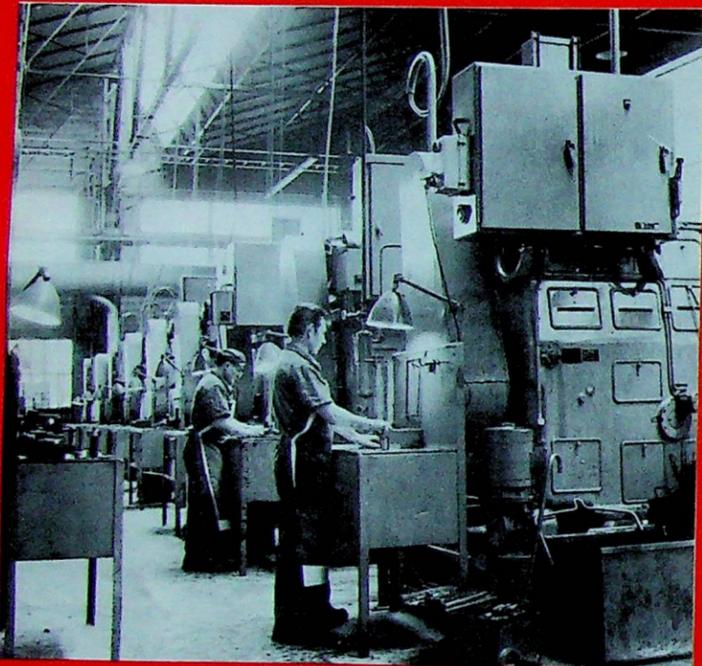
Enfin, dernière opération, chaque roulement fait l'objet d'un contrôle terminal.

6. Pour les bagues de roulements, la phase d'ébauche.

7. Traitement thermique.

8. Classement des éléments de roulement.

9. Le contrôle terminal.



## ASNIÈRES : l'usine de l'hydropneumatique

Depuis quelques années, des tranges créés par Citroën symbolisent la DS : an-gelots à queue de poisson, son, pois-sons volant, lants qu'un ballon rouge en-traîne dans les airs, moineaux à tête de poisson. Fluidité de l'eau, le géréte de l'air, bonds sans heurt de l'un vers l'autre : pour la DS, cela veut dire tenue de route au confort inégalé. Sur le plan des réalités, ces caractéristiques de la DS se traduisent en termes beaucoup plus barbares d'hydropneumatique ou d'hydraulique et rappellent le travail quotidien du personnel de toute une usine, celle d'Asnières.

### Après 14 ans, la DS reste une voiture d'avant-garde

Pour être très confortable, une voiture a besoin de ressorts très flexibles. Mais le confort n'est pas tout. Il faut qu'elle puisse aller vite en toute sécurité, c'est-à-dire « tenir la route ». Or, il se trouve, que pour bien tenir la route, la suspension doit être très fortement amortie, ce qui la rend très dure. Ainsi, dans l'automobile, le confort a toujours été en contradiction avec la sécurité.

En utilisant l'acier, l'huile ou le caoutchouc, les ingénieurs de l'automobile du monde entier se sont efforcés, avec plus ou moins de succès, de faire une moyenne, un compromis entre les exigences du confort et celles de la tenue de route. Pour les vitesses modérées, jusqu'à 100 à l'heure, on peut dire que tous les grands constructeurs y ont réussi.

Pour les grandes vitesses, il a fallu choisir entre le confort et la tenue de route. Les constructeurs de voiture de course ont évidemment donné la préférence à la tenue de route ; les constructeurs de voitures de grand luxe, au confort.

Pour la première fois dans l'histoire de la suspension automobile, Citroën a réussi, grâce à l'hydropneumatique, à concilier les inconciliables, à faire aller de pair confort et sécurité.

Le secret ? Remplacer l'élasticité des ressorts d'acier par l'élasticité d'un gaz comprimé, faire reposer la carrosserie sur 4 petits matelas pneumatiques, contenus dans des sphères de suspension.

Un liquide (incompressible par définition) agit pour comprimer plus ou moins le gaz.

En faisant varier la quantité de liquide interposé entre la roue et le gaz, la hauteur caisse-sol reste constante quelle que soit la charge supportée par le véhicule (cette hauteur constante est essentielle pour la bonne tenue de route).

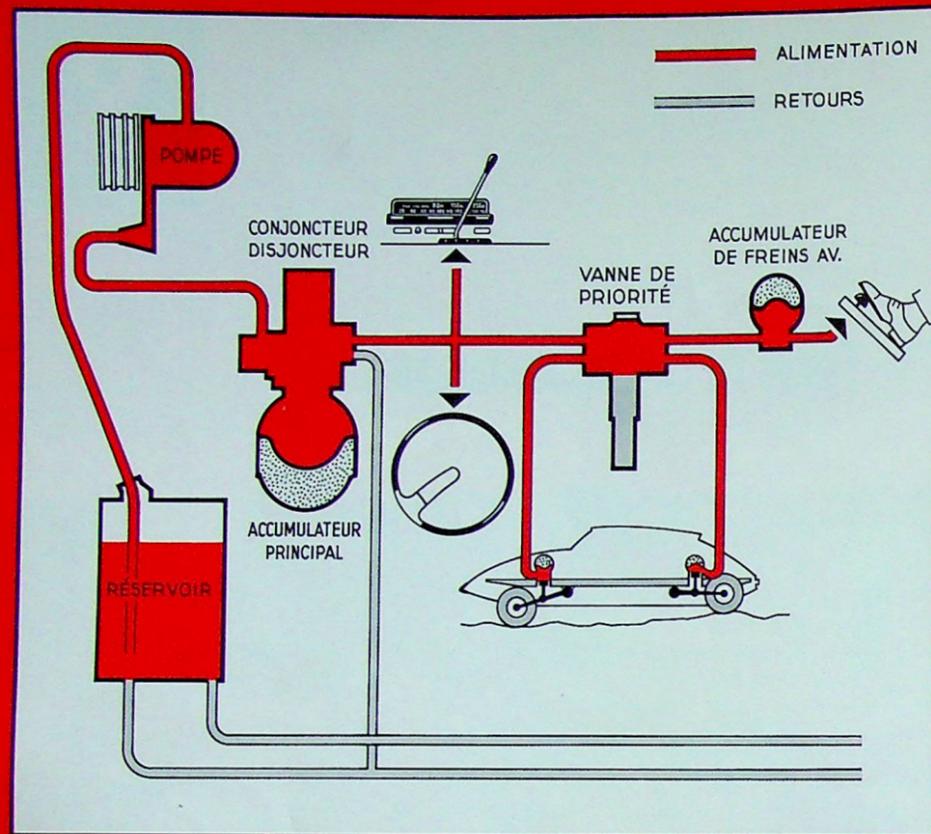
Cette suspension hydro — pneu-matique (pneuma — air) avait été adoptée en 1953 à l'arrière de la 15 SIX.

Mais c'est en 1955, que l'hydropneumatique fit sa véritable entrée dans le monde de l'automobile, avec la DS 19, première voiture entièrement asservie hydrauliquement.

Le liquide sous pression (175 kg/cm<sup>2</sup>) nécessaire à la suspension, pouvait en effet être utilisé pour réduire l'effort nécessaire à la manœuvre d'autres commandes telles que : direction, changement de vitesses, freins. Sur la DS 19, ces organes étaient assistés hydrauliquement.

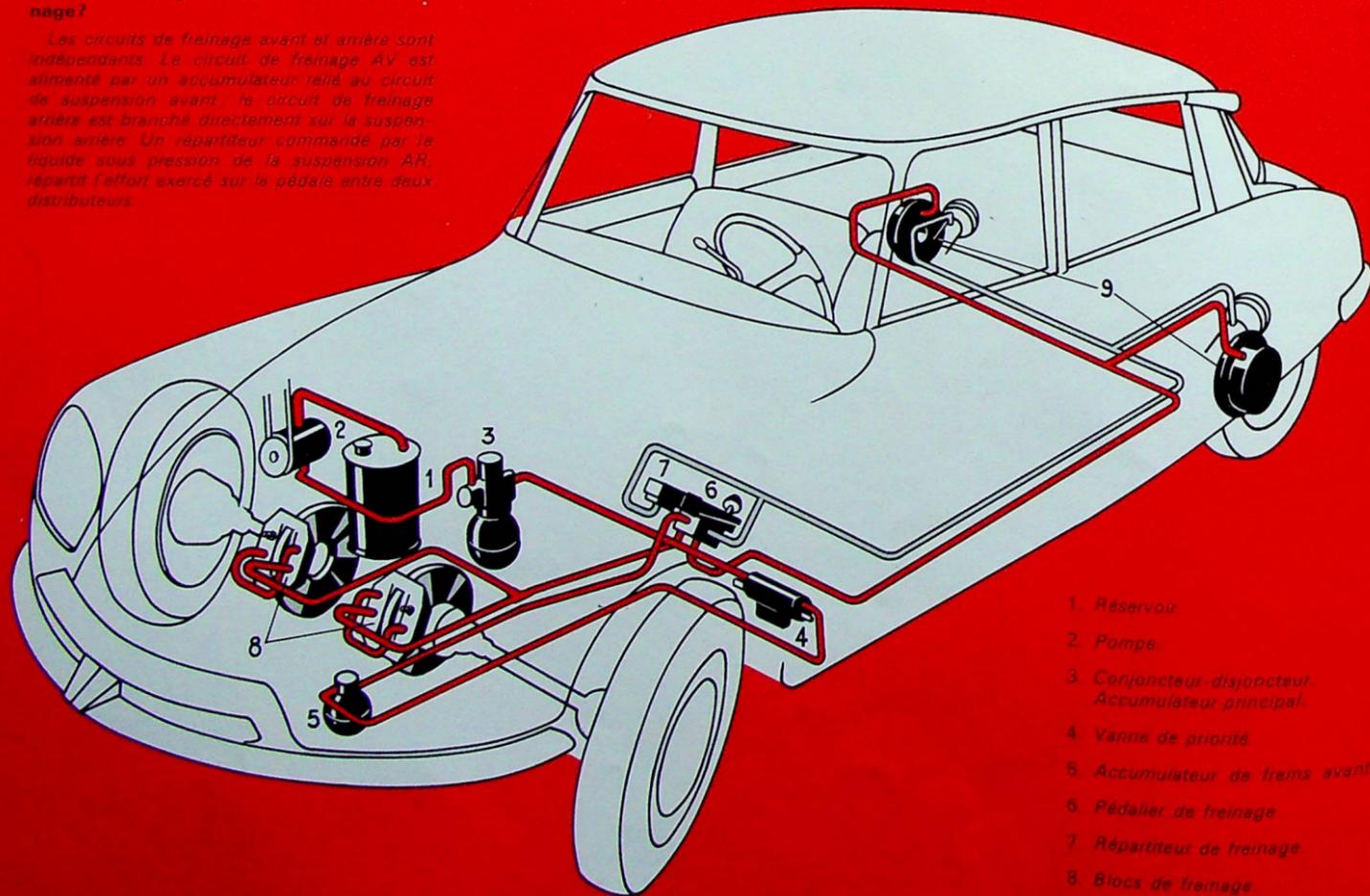
Lors du Salon de 1955 où elle fit son entrée dans le monde, le centre d'essais établi à Meudon ne désespéra pas... et les démonstrations de tenue de route et de confort sur un terrain abondamment pourvu de trous et de bosses, susciterent l'enthousiasme chez les visiteurs.

En 1969, c'est-à-dire 14 ans plus tard, la DS démontre toujours (rallye de Maroc), qu'elle n'a pas encore trouvé son égal sur ce plan.



### Comment s'organise le circuit de freinage?

Les circuits de freinage avant et arrière sont indépendants. Le circuit de freinage AV est alimenté par un accumulateur relié au circuit de suspension avant, le circuit de freinage arrière est branché directement sur la suspension arrière. Un répartiteur commandé par le liquide sous pression de la suspension AR répartit l'effort exercé sur le pédalier entre deux distributeurs.



## Asnières : l'usine de la précision.

Mises à part les pièces servant d'engrenages aux organes hydrauliques, l'essentiel du circuit repose sur un système de distributeurs qui s'ouvrent ou se ferment, laissant passer la quantité de liquide strictement suffisante pour assurer la fonction.

Les distributeurs sont en général constitués par une chemise à l'intérieur de laquelle un tiroir coulisse

### Qu'est-ce que le circuit hydraulique de la DS?

1. Un réservoir qui contient du liquide. Ce liquide est une huile minérale élaborée par le laboratoire de chimie, non corrosive pour les métaux et les caoutchoucs utilisés dans le circuit et d'une viscosité permettant la meilleure vitesse de fonctionnement des organes, à froid comme à chaud.

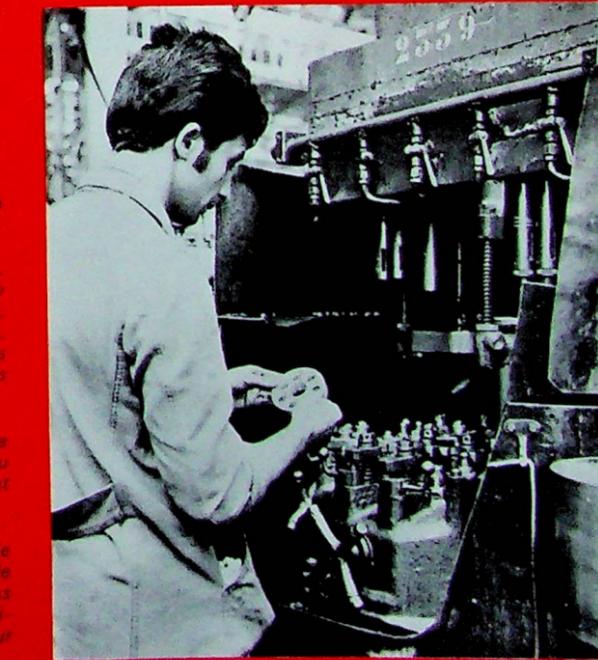
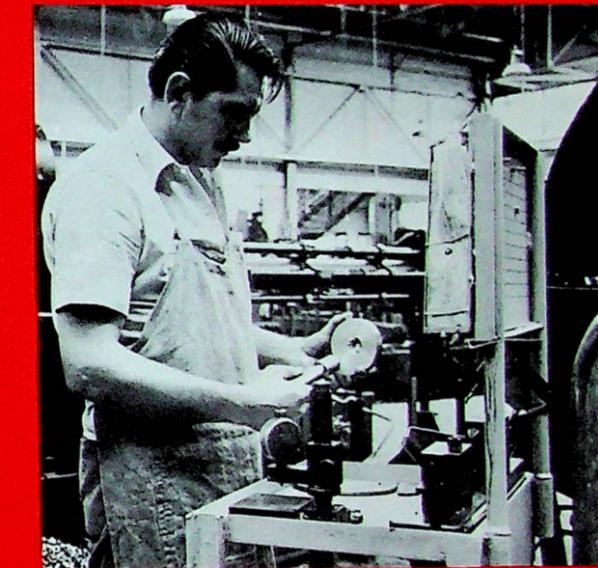
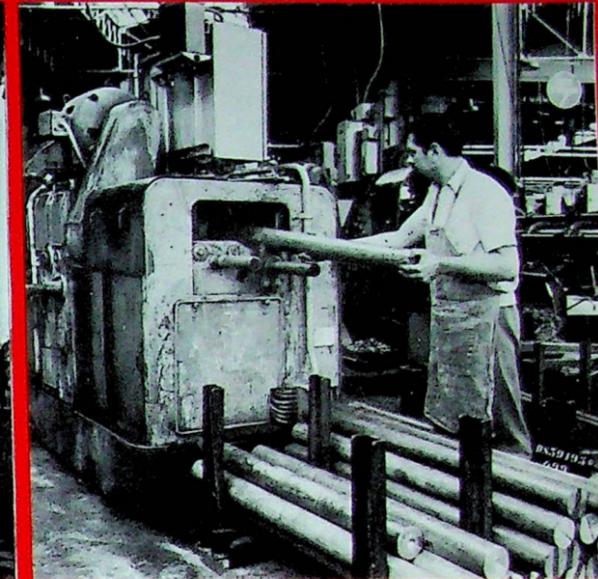
2. Une pompe - actionnée par le moteur (même principe de commande que la dynamo). Elle aspire le liquide et le refoule vers les différents organes. C'est elle qui crée la pression.

3. Un conjoncteur-disjoncteur intercalé entre la pompe et les différents organes. Par l'intermédiaire d'un accumulateur principal, il régule le débit : le trop plein repart vers le réservoir.

4. Organes irrigués : suspension - direction - changement de vitesses - freins.



L'atelier de décolletage d'Asnières couvre 16.600 m<sup>2</sup>.



sans effort et sans laisser fuir le liquide hydraulique, porté à la pression de 175 kg par cm<sup>2</sup>.

La précision (des chemises et des tiroirs) est telle que les erreurs de cotes ne peuvent être supérieures à la quarantième partie de l'épaisseur d'une feuille de papier à cigarettes ; il existe même des surfaces pour lesquelles un défaut équivalent à la deux-centième partie de cette même épaisseur de papier à cigarettes, entraîne la mise au rebut de la pièce.

Ceci explique l'importance revêtue par les opérations de contrôle, à Asnières : au décolletage, à l'usinage, en super-finition et surtout au montage. Les ateliers de super-finition sont implantés dans des bâtiments de béton armé où la température est à peu près constante. Les ateliers de montage possèdent des ateliers climatisés (température de 20 à 23 °C) : une différence de température de 5° peut empêcher l'appariement de deux pièces. Les monteurs qui utilisent des étalons pour vérifier les cotes ont l'habitude de les manier du bout des doigts afin de ne pas leur communiquer leur propre chaleur. Ces ateliers sont, de plus, maintenus dans une extrême propreté : la poussière s'élimine d'elle-même du fait de la circulation de l'air climatisé.

Depuis la mise en route de ces fabrications, malgré les renouvellements d'outils, de machines, d'appareils de mesure, etc., les pièces sont toujours travaillées dans le même « micron », ce qui veut dire que l'on pourrait appairer par exemple une chemise fabriquée en 1958, avec un tiroir fabriqué en 1968.

C'est une performance.

Ajoutons en outre que ce travail de précision n'empêche pas Asnières, de produire en grande série, et c'est

### Naissance de la pompe haute pression.

1. Reçues et préparées à Gennevilliers, des barres d'acier et de duralumin de tous calibres alimentent les tours : ici, ces barres de 99 mm de diamètre, longues de 1,50 m, vont être débitées en 36 pièces, qui deviendront des corps de pompe.

2. Premier contrôle pour le corps de pompe à la sortie du tour. Il a fallu une heure pour débiter la barre et opérer un premier perçage.

3. Le corps de pompe a gagné le secteur usinage. Il va être perforé de sept trous de fixation et de sept trous de logement de chemises. Après finition, on reprendra le diamètre extérieur et la gorge de logement de joint.

pour Citroën, une autre performance qui n'est partagée, en Europe, avec aucune entreprise de fabrication automobile.

Pour illustrer les fabrications d'Asnières, nous avons choisi une pièce maîtresse, la pompe haute pression. C'est l'âme du système puisque c'est elle qui, à l'aide de ses sept pistons, fait circuler le liquide. L'utilisation de la haute pression (175 kg/cm<sup>2</sup>) permet la miniaturisation des servo-commandes (d'où gain de place, gain de poids). Et les recherches actuelles vont à l'accentuation de cette miniaturisation (1), ce qui n'est pas sans poser des problèmes de fabrication, nous l'avons vu, pour l'usine d'Asnières.

La fabrication d'organes hydrauliques destinés aux véhicules D et aux poids lourds, n'est pas la seule activité d'Asnières.

Il existe aussi un secteur décolletage qui produit des pièces destinées à toute la gamme des Citroën.

Enfin, c'est sa voisine et annexe, l'usine de Gennevilliers qui reçoit et transforme pour elle, une grande partie des aciers qui lui sont nécessaires (2 400 tonnes au total par mois).

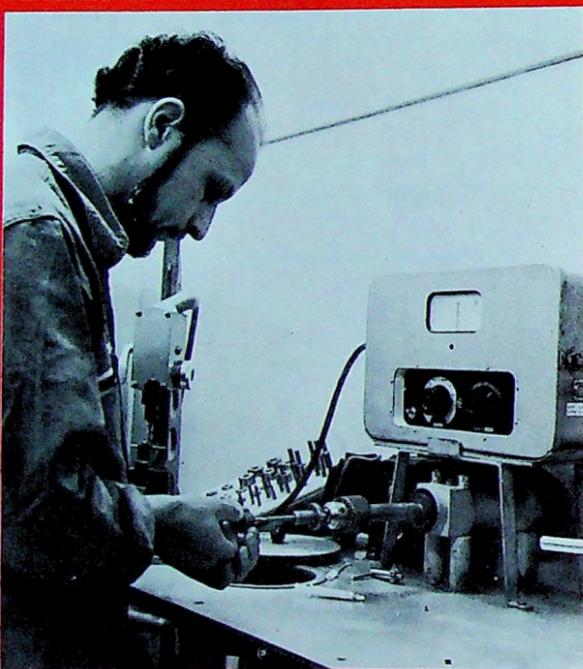
L'ensemble Asnières - Gennevilliers couvre une surface totale de 101 200 m<sup>2</sup>, dont 81 300 m<sup>2</sup> de planchers couverts, équipés de 2 200 machines, et le nombre de pièces traitées (en usinage, assemblage, réception, contrôle, distribution...) atteint mensuellement les 39 millions (réparties en 2 662 variétés).

Cette production, assurée par 2 300 personnes, fait d'Asnières une unité très importante dans la gamme des usines Citroën.

(1) Les pièces essentielles, chemises et tiroirs, ont des diamètres allant de 4 à 14 millimètres.



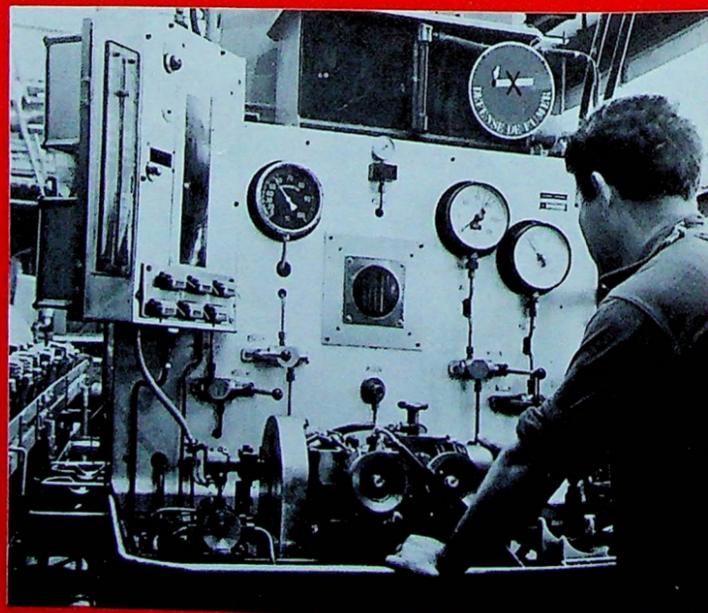
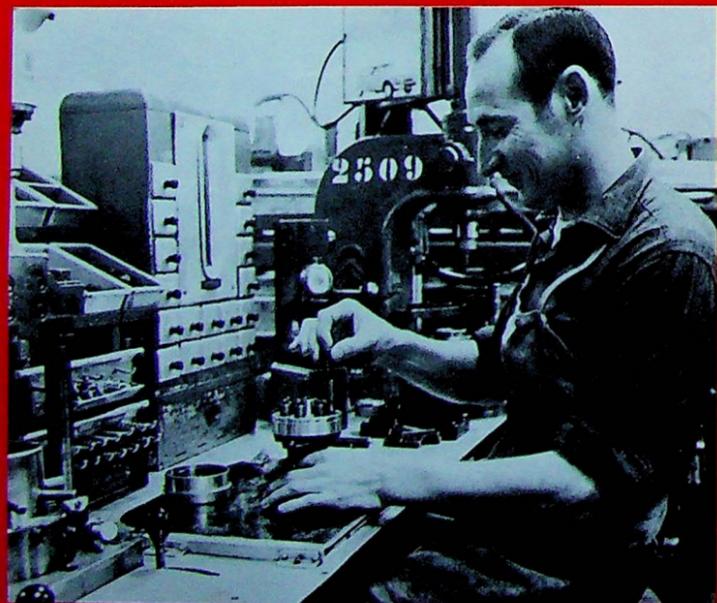
4. En fin d'usinage, le contrôle : la pièce doit être précise, au 1/100 de millimètre, près. Entre le palier et le corps de pompe, l'étanchéité doit être parfaite. Placés dans des paniers conçus spécialement pour les recevoir, les corps de pompe gagnent le secteur de montage où ils rejoignent les autres éléments composant la pompe.



5. Dans cet atelier climatisé (20 à 23°C), sont préparés les « étalons » qui servent au contrôle des pièces qui auront à coulisser entre elles (exemple : chemises et tiroirs). L'outilier rède son étalon avec de la poussière de diamant. Sur l'écran de l'appareil de mesure, une graduation représente 1/10 de micron.

6. Le montage exige une grande propreté des pièces entrant dans la fabrication des organes ainsi que beaucoup de soin dans leur assemblage.

7. La pompe passe au banc d'essais : elle doit répondre à des conditions de débit et de pression très précises.



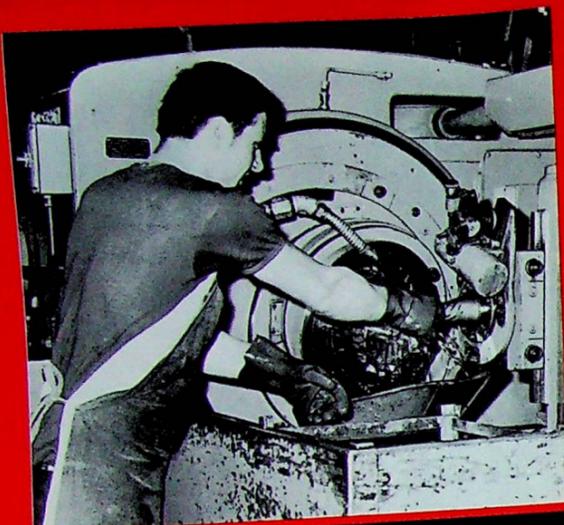
## 1.200 personnes travaillent à Grenelle

L'usine de Grenelle a 44 ans. Sa construction fut en effet décidée en 1925, année où le nom de Citroën inscrit sur la tour Eiffel faisait connaître la marque jusqu'au bout du monde.

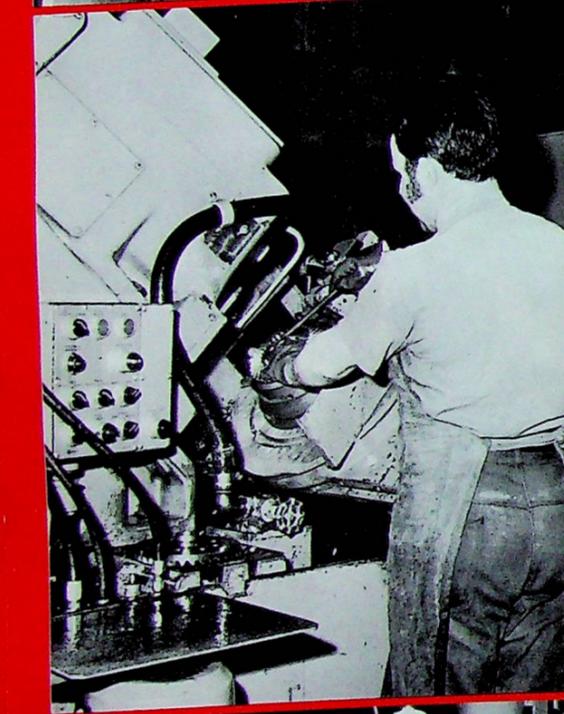
Pour augmenter la production, en maintenant une qualité irréprochable, il était devenu nécessaire de spécialiser les usines. Grenelle, dès sa mise en route en 1926, se consacra à l'usinage et au montage des essieux avant et des ponts arrière : ses premières fabrications furent pour la B 14.

Aujourd'hui, l'usine travaille pour toutes les Citroën : elle fabrique des couples coniques, des demi-essieux avant et arrière, des pièces nécessaires à la transmission...

Dans ses 34 500 m<sup>2</sup> d'ateliers, Grenelle possède encore des machines des premières heures de son existence ; soignées comme des pièces de musée, ces « ancêtres » ne veulent pas abandonner la partie et rendent toujours d'appréciables services.



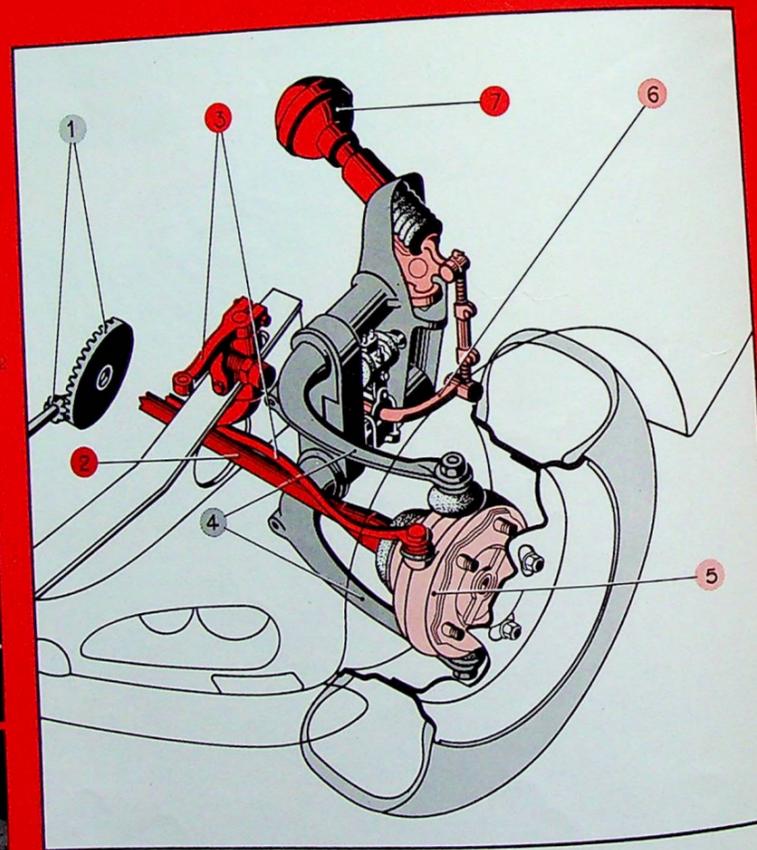
1. Le taillage d'un pignon.  
2. Le taillage d'une couronne.  
3. Le compagnon a sorti du four (830 °C) cette couronne placée sous une presse, elle va être redressée et refroidie dans un bain d'huile.



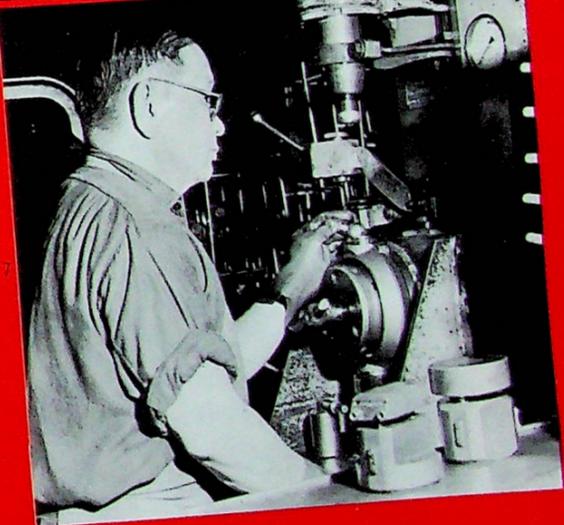
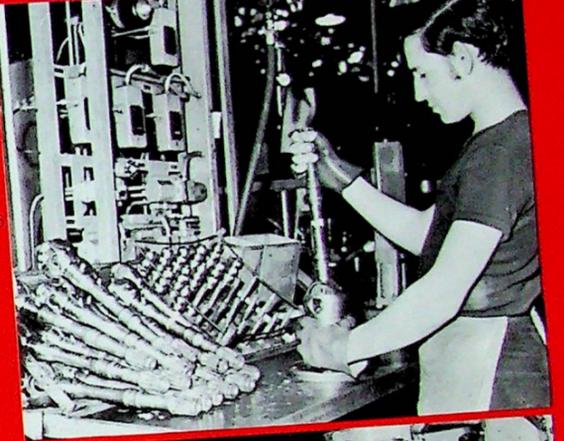
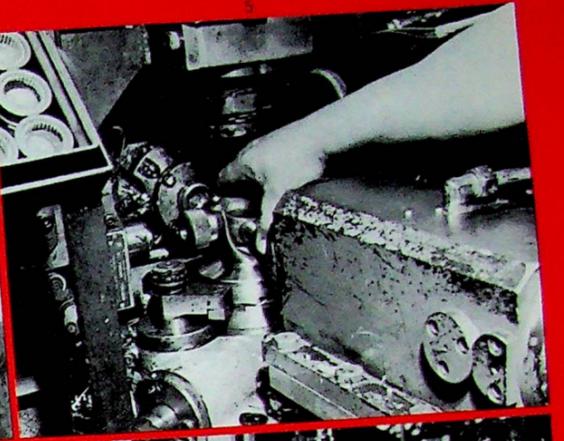
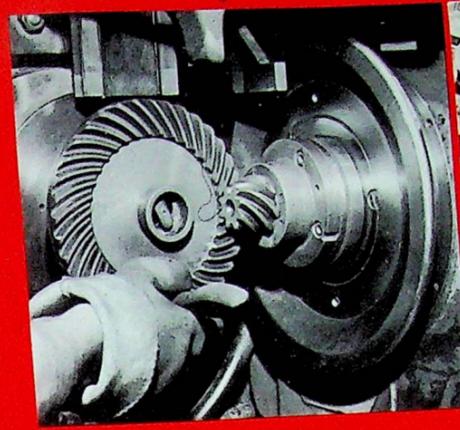
Vingt-quatre tours à la seconde, voici ce qu'une DS, lancée à sa vitesse maximum, impose à ses roues avant. Les roues arrière, légèrement plus petites, en font vingt-cinq pendant le même temps. Tout en tournant, les roues suivent les indications de direction imposées par le conducteur et les inégalités du sol, en avant et en arrière, de gauche à droite et de droite à gauche, de haut en bas et de bas en haut... telles des girouettes, chacune des roues, indépendante des autres, accomplit sa tâche, sans bruit, en douceur, en toute sécurité pour le passager, sans que celui-ci s'en étonne.

Il serait trop compliqué d'entrer dans le détail de la mécanique bien organisée qui préside à cette activité débordante.

Précisons toutefois que, dans ce domaine de la transmission de la rotation créée



1. L'ensemble couronne-pignon (ou couple conique) : placé en sortie de boîte de vitesses, il transmet la rotation de son arbre secondaire (longitudinal) aux roues (axes perpendiculaires).  
2. L'arbre de transmission : il comporte des articulations qui lui permettent de suivre tous les débattements de la roue.  
3. La direction : par laquelle le conducteur donne aux roues leur orientation. (Cette partie n'est pas montée à Grenelle : nous l'avons fait figurer pour que le schéma soit complet.)  
4. Les demi-essieux avant : rattachent au châssis l'ensemble moyeu-pivot, et permettent les débattements de bas en haut.  
5. Ensemble moyeu-pivot : il porte la roue et la relie à l'arbre de transmission (2), les demi-essieux avant (4) et l'organe de direction (3).  
6. La barre antiroulis.  
7. La sphère assure suspension et amortissement (amortisseur intégré dans la sphère).



par le moteur aux roues et de la liaison au sol, les techniciens Citroën ont innové à plus d'un titre : ce sont eux qui ont lancé la barre de torsion qui rend les quatre roues indépendantes et les fait réagir séparément aux inégalités du sol, la « traction-avant » qui se généralise de plus en plus chez tous les constructeurs automobiles, l'hydro-pneumatique qui assure à la DS sa tenue de route et son confort...

Le schéma ci-contre précise les éléments essentiels de cette liaison au sol de la DS et leur rôle. Il est nécessaire d'y jeter un coup d'œil pour suivre les fabrications de Grenelle.

Un important secteur est réservé au taillage des couples coniques, c'est-à-dire des couronnes et pignons. Grenelle taille chaque jour 4 500 pièces pour tous véhicules. Le plus petit pignon pèse 800 g, la plus grosse couronne (45 cm de diamètre) pèse 23 kg (la gamme comporte 80 pièces diverses).

Arrivés de Clichy, sous forme de pièces brutes, pignons et couronnes subissent des opérations de tours avant taillage, ils passent ensuite en traitement thermique, pour durcir les dentures.

Après rectification, ils gagnent la « salle des mariages ». Les couples y sont assemblés, rodés et on contrôle qu'ils fonctionnent et tournent sans bruit. Pour Grenelle, la tâche est alors terminée. Les pignons et couronnes de DS quant à eux, partent pour Javel, via Saint-Charles.

Du côté de la transmission, les opérations sont plus complexes. Le nombre des pièces à assembler est considérable (arbre, mâchoire double, croisillons, coussinets, etc.). Ces pièces arrivent brutes des forges de Clichy, elles subissent à Grenelle un usinage précis.

Une partie du montage est réalisée en postes individuels, tel le montage sur arbre et mâchoire à plateau du croisillon (organe essentiel d'articulation de la transmission, photo 5), réalisé par injection de nylon.

4. Après un coup de pinceau, destiné à repérer les surfaces de contact pour le réglage du pignon sur la couronne, le compagnon inscrit la cote de réglage des deux pièces sur le pignon, les deux pièces ne se quitteront plus.  
5. Mise en place du croisillon dans la mâchoire à plateau, avant injection de nylon.

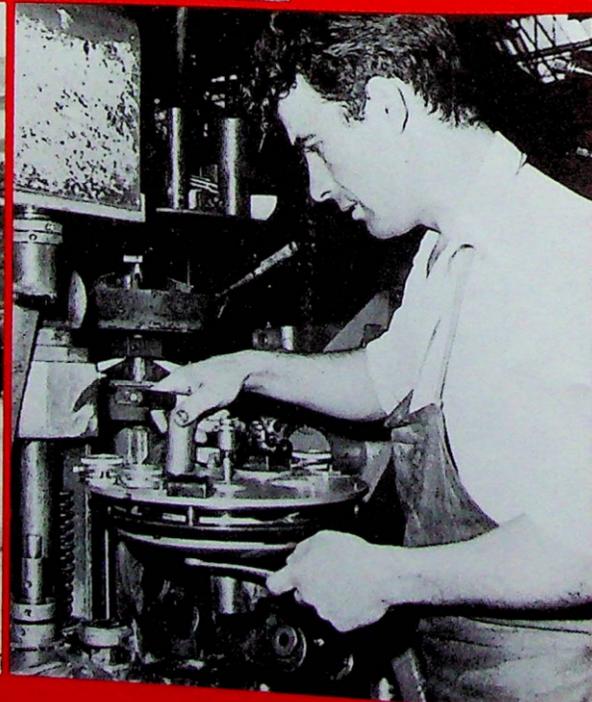
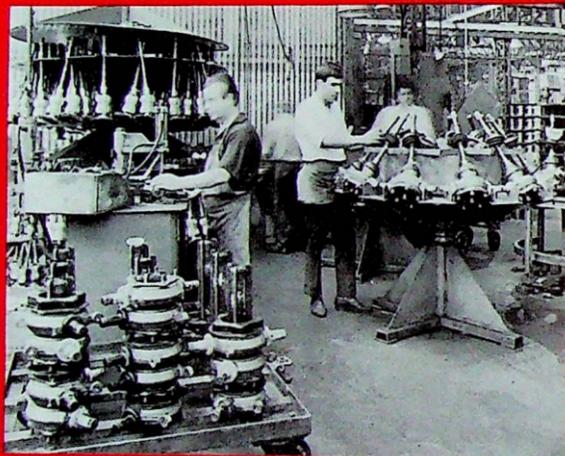
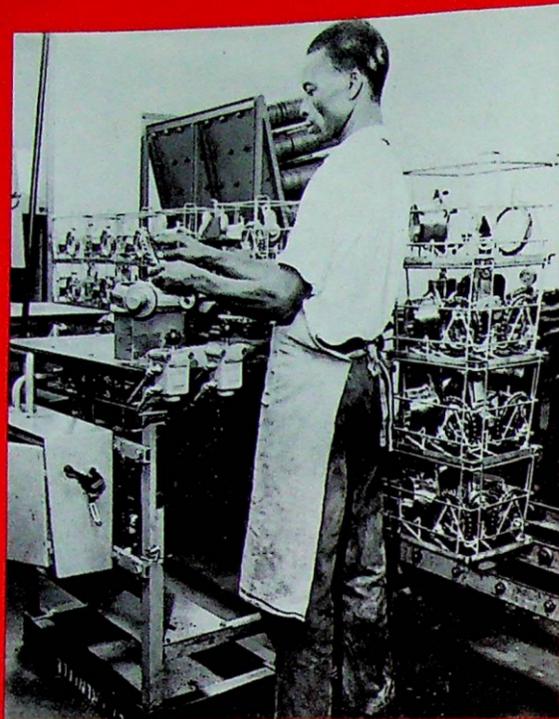
6. Assemblage de l'arbre de transmission et de la mâchoire double. L'opération demande un véritable coup de main.  
7. Pose des rotules dans les pivots.

Pivots et moyeux sont assemblés en postes individuels également. La préparation des roulements à billes des pivots se fait en salle climatisée à 20°, pour assurer la précision de l'opération. Après graissage de protection, ces roulements passent tous dans une cabine où on détecte, au bruit, leurs défauts de fonctionnement.

Arbre de transmission, pivots et moyeux se retrouvent ensuite et les dernières opérations d'assemblage se font non plus en postes individuels mais en chaîne. Les ensembles seront à leur tour expédiés vers Javel, de même que les demi-essieux arrière (montés en postes individuels) et les demi-essieux avant (montés en chaîne) entièrement usinés à Grenelle.

Parmi les pièces quittant Grenelle, seule la barre antiroulis, élaborée et durcie à Grenelle, devra subir un usinage à Javel, avant montage.

Tous les jours entrent ainsi à Grenelle 50 tonnes de matière brute, transformées en 300 ensembles prêts au montage. Pour accomplir sa tâche, l'usine consomme quotidiennement 85 000 kWh d'électricité. (Et pour avoir un point de comparaison, sachons qu'un foyer de 3 personnes consomme en moyenne 1 000 kWh par an)!



8. Montage des roulements à billes des pivots. Dans chaque panier, l'ensemble des pièces qui constituent le pivot.

9. Le point de ralliement des arbres de transmission et des pivots.

10. Chaîne de montage des demi-essieux avant.

11. Réglage des freins sur les demi-essieux arrière.

## Entre le lingot d'acier et la robe de la DS : des laminoirs, des presses à découper, des presses à emboutir...

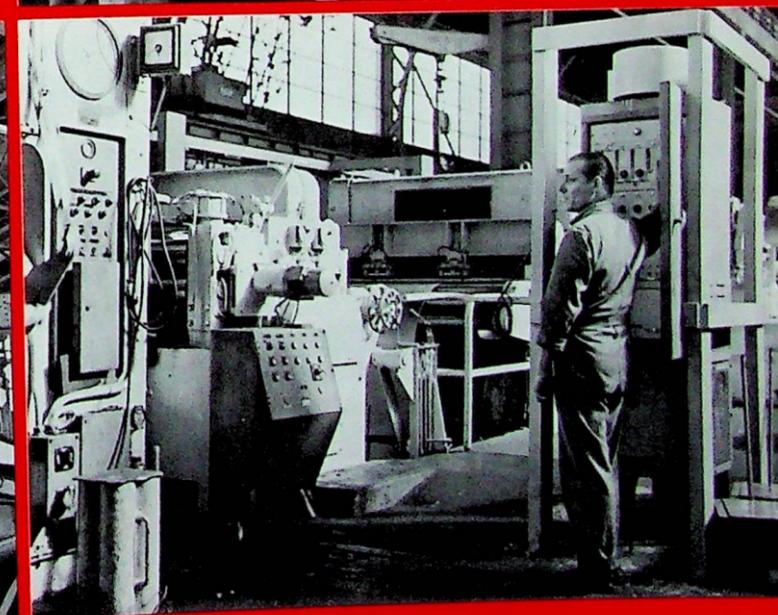
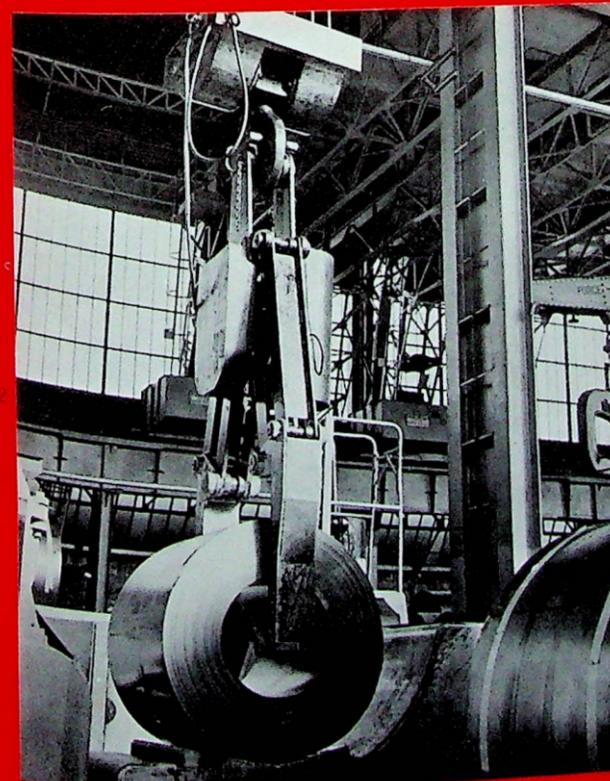
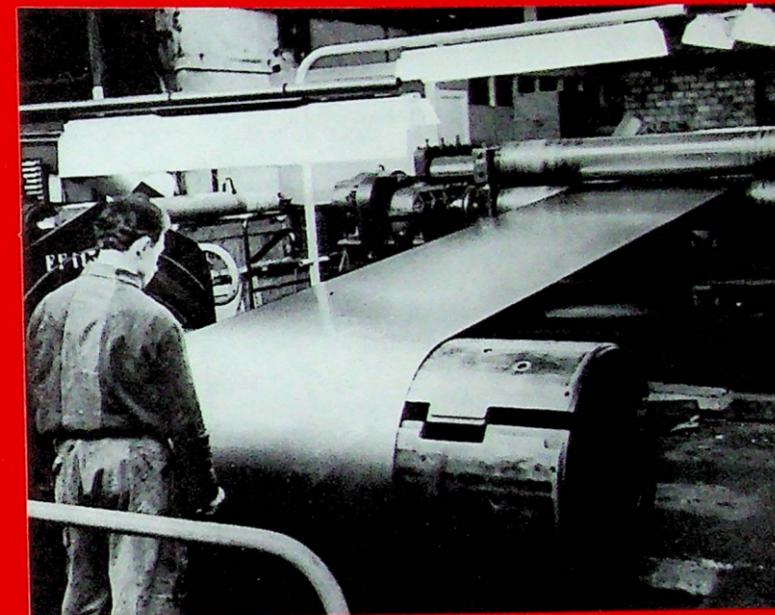
La robe de la DS se compose de 2 300 pièces - pièces nobles (capot, ailes, portes) qui ont fait le succès (jamais démenti) de sa ligne, pièces cachées au rôle primordial ou modeste, mais en tout cas indispensables. Ces pièces ont presque toutes la même origine, les hauts fourneaux des aciéries. Toutes à peu de différences près, suivent le même processus de fabrication.

Du lingot d'acier à la pièce prête à être ferrée, peinte et montée à Javel, nous avons suivi ici les étapes de la fabrication d'une aile de DS.

### Du lingot d'acier à la bobine de tôle

Le premier épisode de la naissance de la tôle se place à l'aciérie. Parmi les fournisseurs de Citroën figure, bien entendu, la Société des Forges de Frondes qui est sa filiale.

L'acier liquide (mélange de fer et de carbone) élaboré dans les hauts fourneaux, est coulé dans des moules sous forme de lingots pesant jusqu'à 15 t. Préalablement portés au rouge, ces lingots sont engagés dans des laminoirs qui les dégrossissent à chaud, puis abaissent progressivement leur épaisseur. Le « ruban » obtenu,



1. A Frondes - inspection d'une bobine après laminage.  
2. La bobine de métal est placée en tête de ligne, sur son support.  
3. Le « cerveau » de la ligne de découpe.

après diverses opérations de décapage, d'écroutissage, de contrôle, est enroulé en « bobines » de diverses longueurs, largeurs, épaisseurs. Ce sont ces bobines dont certaines pèsent jusqu'à 20 t qui constituent la matière première livrée aux lignes de découpe de Saint-Denis-Gare.

Parmi ces bobines, les plus larges sont celles qui sont destinées aux ailes avant des DS (1,80 m).

## Le découpage de la tôle à St-Denis-Gare

Lorsqu'on pénètre dans l'atelier de découpe de Saint-Denis, on est frappé par ses dimensions et sa clarté, et pourtant ce bâtiment est vénérable. Il a près de 100 ans. Conçu et installé sur le Champ-de-Mars pour l'Exposition Universelle de 1878, il a été ensuite démonté puis remonté pour le même usage lors de l'Exposition de 1889; il abrita cette fois la célèbre Galerie des machines. Puis le bâtiment fut acheté par la Compagnie des Wagons-Lits qui le fixa à Saint-Denis. Lorsqu'en 1953 Citroën s'y installa, il fut entièrement rénové, sans perdre son allure. Les presses des lignes de découpe qui font respectivement 600, 400 et 330 t s'y trouvent parfaitement à l'aise. La toiture faite de charpentes métalliques et de bois mérite un coup d'œil.

Les wagons de chemin de fer et les camions transportant les bobines pénètrent directement dans le bâtiment. Des ponts roulants (30 t de charge possibles) les transportent vers les « lignes de découpe ».

Une ligne se compose comme suit : un dérouleur de bobine, une machine à laver, une fosse à boucle, une presse et un poste d'évacuation. Le déroulement de la bobine de tôle, à travers la ligne, se fait automatiquement, et le débit est réglé électroniquement par l'intermédiaire de cellules photo-électriques qui commandent, selon les cas, l'accélération ou le ralentissement. Il faut en effet que le ruban défile régulièrement sous la presse elle-même, et ce débit varie, entre autre, suivant la diminution du diamètre de la bobine. La longueur de la tôle à présenter à la découpe est déterminée avec une précision des 3/10 de millimètre par un « mesureur » électronique.

A la sortie de la presse, on retrouve des feuilles de tôle planes, en forme de trapèze : ces futures ailes de DS, encore à l'état de « flans » sont débitées à la cadence d'une vingtaine à la minute (1).

Sous la presse se trouve une fosse qui recueille les chutes ; elles seront rassemblées, bottelées et évacuées vers des utilisations diverses.

Il faut signaler ici l'intérêt de ce système de découpe. Avant l'installation des presses à Saint-Denis, les tôles arrivaient des aciéries, non pas en bobines, mais en plaques ou « formats ». Il y avait un grand nombre de formats-standard, pas assez cependant, pour qu'ils s'adaptent à toutes les utilisations désirées. Les chutes étaient donc importantes. On a chiffré à 10 % environ le gain de matière réalisé depuis l'installation des lignes de découpe de Saint-Denis.

(1) La cadence de frappe de la plus petite des presses de Saint-Denis (330 t) peut atteindre 52 coups-minute.

## La mise en forme aux Epinettes

### L'usine Citroën de Saint-Denis-Gare.

Saint-Denis-Gare, importante usine de 600 personnes, comporte deux secteurs :

— celui des lignes de découpe, qui prépare pour Javel, Rennes, Levallois, les grandes pièces de carrosserie destinées aux DS, aux Dyane et aux 2 CV (capot, ailes, portes, ...), soit une centaine de variétés de pièces. Le tonnage-bobine mis en œuvre est de l'ordre de 4 000 tonnes par mois ;

— celui des expéditions vers les usines étrangères. A ce seul secteur très important et en voie d'expansion, nous consacrerons un article.

A Saint-Ouen, il y a deux usines Citroën, baptisées respectivement, pour les distinguer, les Epinettes et Saint-Ouen. L'une et l'autre ont la même spécialité : l'emboutissage; la première travaille surtout les grandes pièces, la deuxième les pièces de petites dimensions ou particulièrement épaisses (2).

Avec quelques variantes, selon les pièces, ce travail de mise en forme se déroule en plusieurs temps :

— l'emboutissage proprement dit qui donne la forme voulue au flan ;

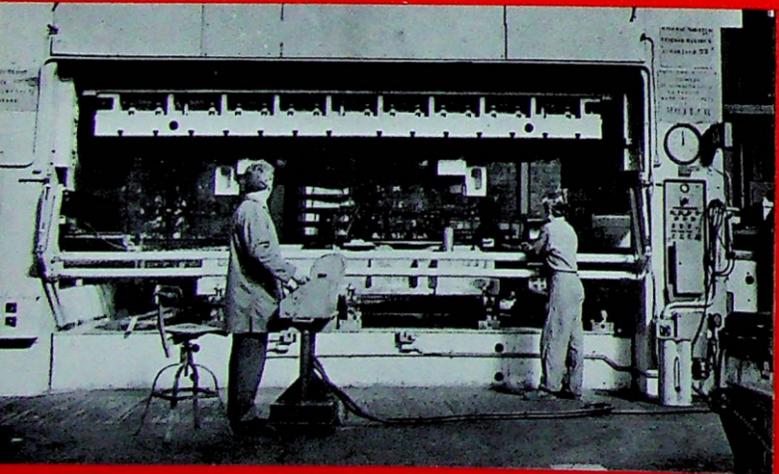
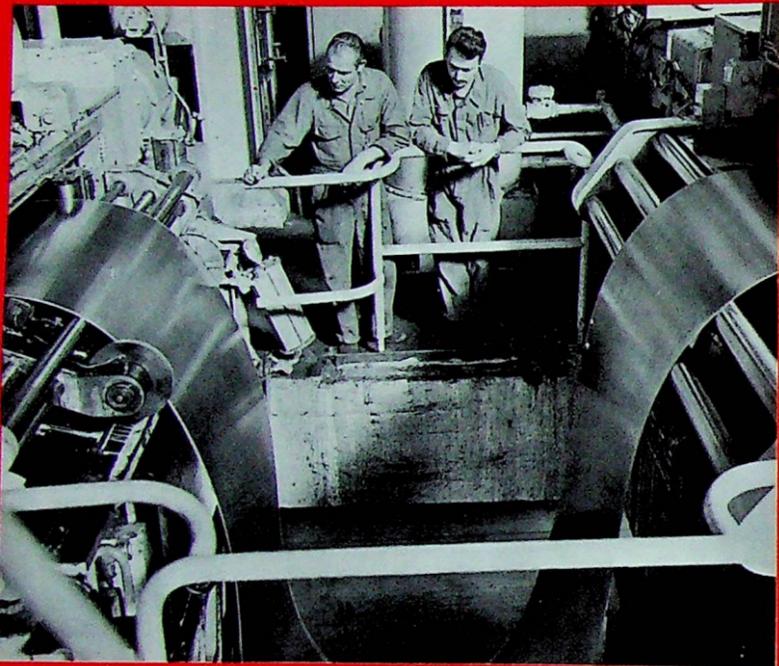
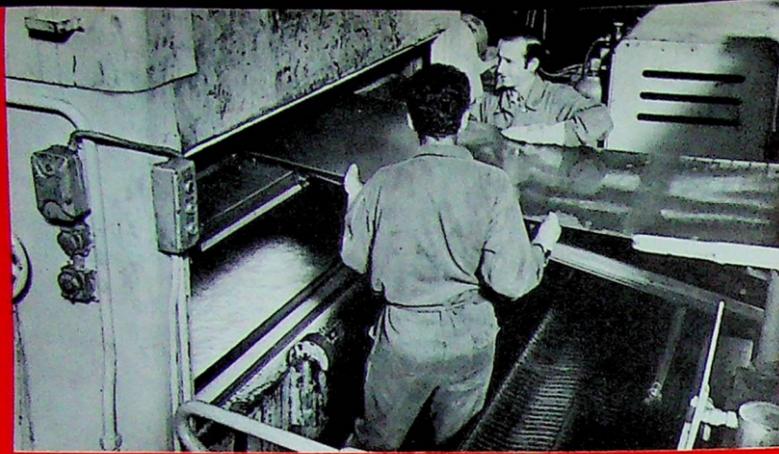
— des opérations diverses appelées reprises.

L'outil d'emboutissage comporte essentiellement un poinçon à la forme de la pièce à fabriquer et un serre-flan en deux parties (supérieure et inférieure), de forme

annulaire entourant le poinçon. L'outil a donc deux « effets » qui sont : le serrage du flan sur sa périphérie, entre le serre-flan supérieur et le serre-flan inférieur, le mouvement du poinçon qui pénètre dans la tôle tendue entre serre-flans. La tôle, s'appliquant sur le poinçon, se déforme prenant ainsi la forme de la pièce.

Dans certains cas, la presse donne les deux mouvements du poinçon et du serre-flan supérieur ainsi que la pression de serrage (presse « double effet » utilisée pour les ailes avant de la DS). Dans d'autres cas, la presse n'est que « simple effet ». Le serre-flan inférieur est alors monté sur ressorts permettant un serrage de la tôle pendant le mouvement du serre-flan par rapport au poinçon qui, dans ce cas, est fixe. Le serrage donné par les ressorts n'étant pas constant, il ne permet pas les emboutis difficiles réalisés sur presses « double effet » qui ont une pression de serrage constante.

La qualité de la pièce dépend essentiellement de cette opération. La pièce doit être

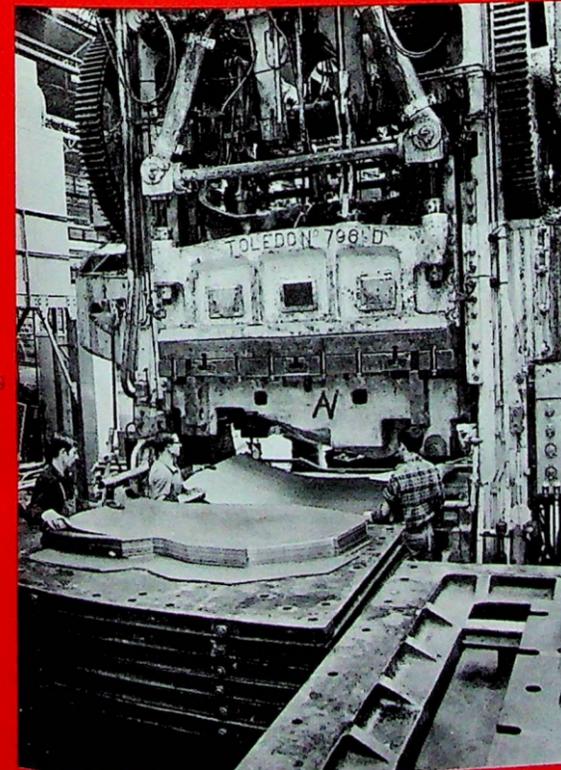


4. Placée entre deux rouleaux-pinceurs, la tôle est engagée dans la machine à laver, bien nettoyée dans un mélange d'eau savonneuse et d'huile, la tôle est en même temps « brisée » pour devenir plus docile.

5. La fosse à boucle sert à régulariser le débit du passage dans la presse; elle porte sur ses parois des « yeux » électroniques qui déclenchent, selon les cas, accélération ou ralentissement.

6. La presse de découpe, énorme masse pouvant exercer une pression de 630 t; elle est capable de 20 coups à la minute.

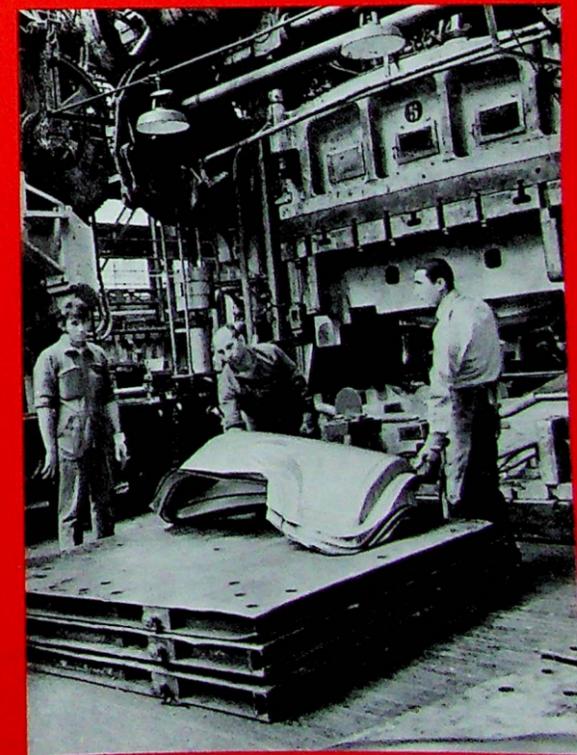
7. Les ailes-avant de DS sortent de la presse; après un contrôle d'aspect, elles sont expédiées vers l'usine des Epinettes.



8. Le plus important des « outils » montés sur les presses pèse 25 t (c'est celui qui sert à la découpe du capot de la 2 CV).

9. Les flans sont engagés dans une presse à emboutir « double effet » dont la force de pression est de 650 t.

10. A la sortie de la presse, l'aile a trouvé sa forme : la presse débite environ 200 ailes à l'heure.



bien au galbe, tendue, sans défaut (grippures, plis, déformations, ...).

Les opérations de reprises sont toujours réalisées sur des presses « simple effet » : détourages qui éliminent les parties de l'embouti qui ne sont pas de la pièce-auto (zone sous serre-flan), tombages de bords, poinçonnages, etc.

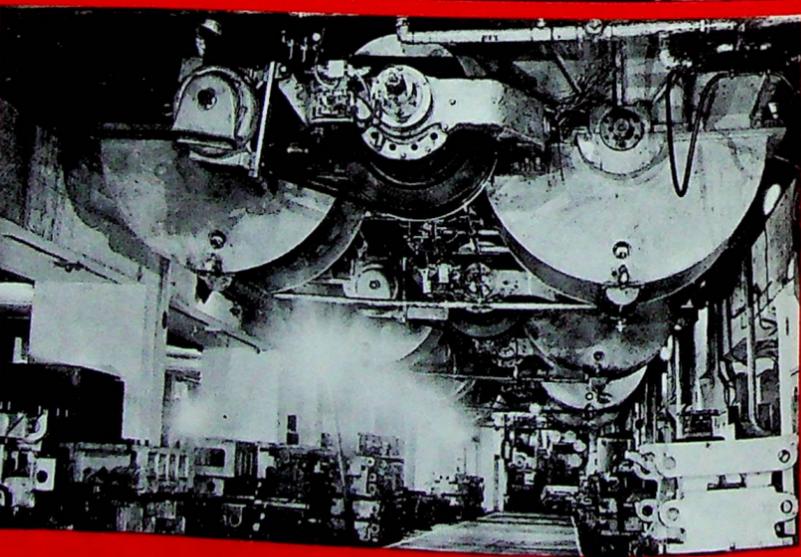
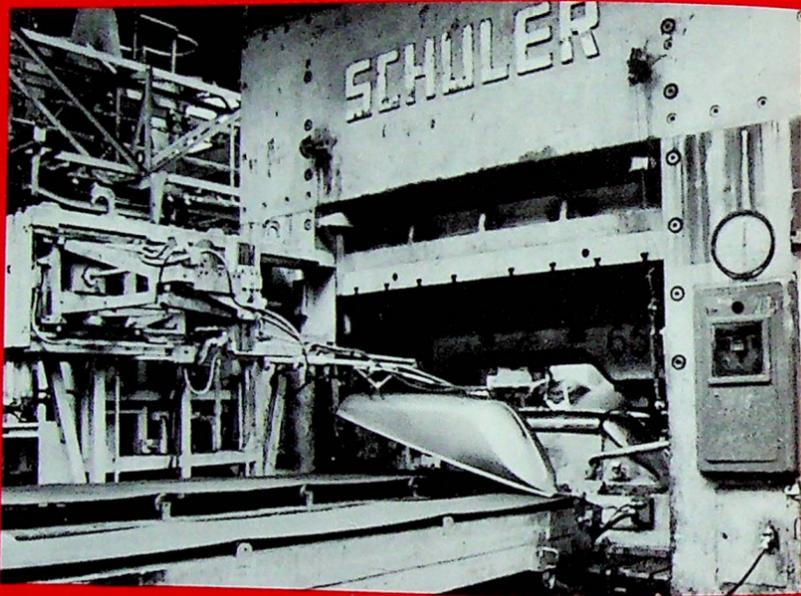
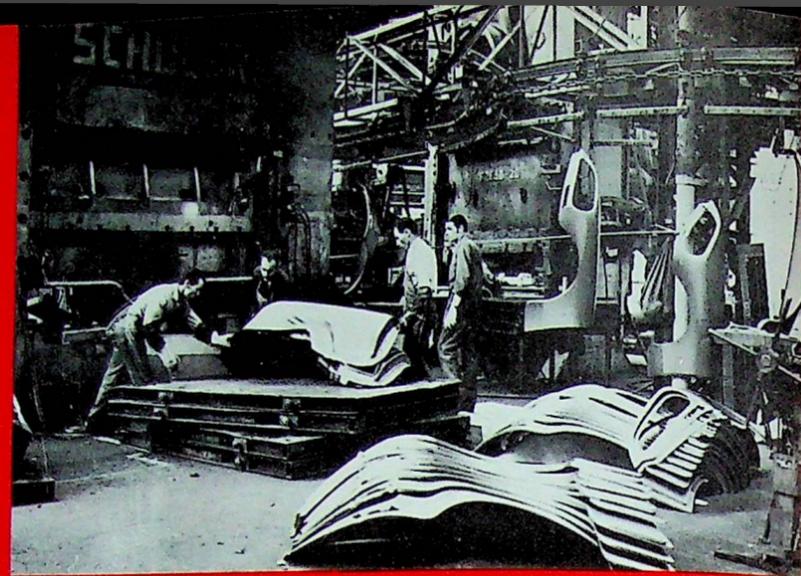
On s'efforce d'enchaîner les opérations d'emboutissage et de reprise, afin qu'elles s'effectuent à la même cadence et sans stock inter-opérations.

Pour cela, les presses sont mécanisées. L'ouvrier ne pose pas la pièce ou le flan sous la presse mais en dehors de l'outil et c'est un chargeur qui positionne le flan ou la pièce dans l'outil.

L'extraction de la pièce est automatique. La sécurité de l'ouvrier est ainsi garantie de façon absolue; le travail est moins fatigant, la productivité est augmentée.

Aux Epinettes, l'emboutissage des portes du D est entièrement mécanisé. Celui des ailes avant l'est partiellement.

En bout de chaîne, après contrôle, les pièces sont soigneusement mises en containers et expédiées par camion vers les ateliers de ferrage et de peinture.



11. Après la mise en forme, la pièce passe sur six presses « simple-effet » alignées et travaillant semi-automatiquement pour des opérations de détourages, de percements de « fenêtres » et de trous, de tombages de bords.

12. La sortie de la presse est automatique; on distingue nettement les bras munis de ventouses qui aspirent et déplacent la pièce.

13. La pièce est terminée; après contrôle, elle s'achemine par convoyeurs vers un container, qui s'ôtôt rempli, quitte les Epinettes pour Javel.

14. Le sous-sol de l'usine, où apparaissent les premières pièces de la DS.

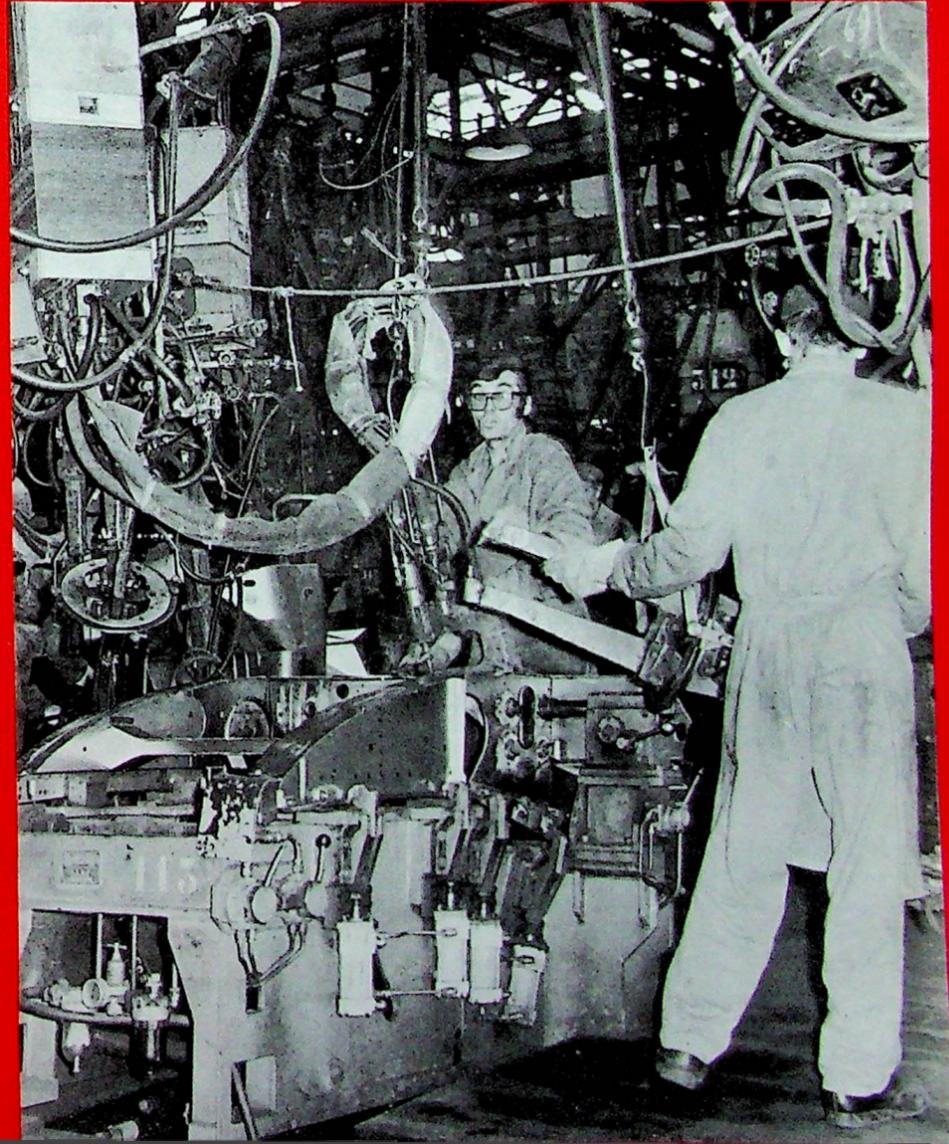
**A petits points... de soudure (7 000 environ) s'assemble au "ferrage" de Javel, la carrosserie de la DS.**

LES aciéries et les laminoirs ont fourni les bobines de tôle; les presses des usines Citroën de Saint-Denis, Saint-Ouen, les Epinettes, les ont découpées et transformées en une multitude de pièces. Nous voici maintenant à Javel, dans le secteur du ferrage.

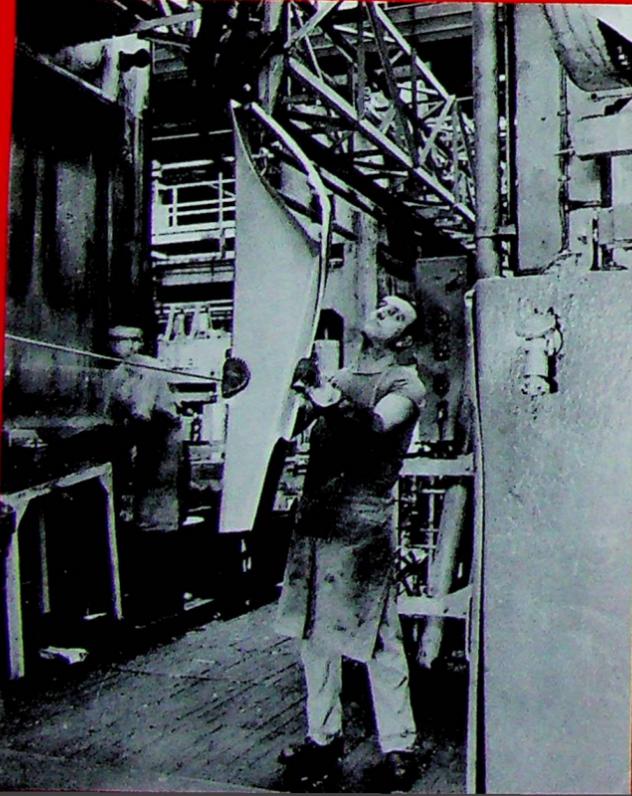
Dans ce vaste bâtiment qui couvre 20 570 m<sup>2</sup>, 550 personnes sont occupées à assembler les pièces entrant dans la composition d'une carrosserie de DS: d'un côté, celles qui constituent la caisse, de l'autre, les portes, le capot, les ailes, la malle arrière, le pavillon. Précisons cependant que seul le pavillon en aluminium est traité dans le secteur du ferrage (sertissage du profilé). Le pavillon en plastique est entièrement fabriqué dans le secteur plastique, et traité dans le secteur peinture.

L'atelier de ferrage est alimenté en containers et caisses emplies de pièces semblables; à sa sortie, sont accrochées à des convoyeurs qui partent vers l'atelier de peinture, des carrosseries complètes et individualisées; à ce stade, la voiture commence réellement à exister.

L'atelier de ferrage de Javel, consacré presque entièrement aux voitures D, est en fait un immense atelier de soudure, technique essentielle utilisée pour assembler entre elles, les pièces de tôles. Il existe deux types principaux de soudure — la soudure électrique, par points; le passage du



Soudure sur maquette de l'unit-avant du caisson



**L'usine Citroën des Epinettes**

Usine d'emboutissage, les Epinettes travaillent environ 205 types de pièces.

— des pièces de mécanique, telles que plateaux de freins, fourchettes d'embrayage, pièces hydrauliques;

— des pièces de carrosserie dont presque toutes les pièces d'aspect du D (capot, ailes, portes, malle arrière).

L'usine est équipée d'une centaine de presses, dont 8 « double effet ». Le tonnage de matière consommée est de l'ordre de 4 600 tonnes par mois.

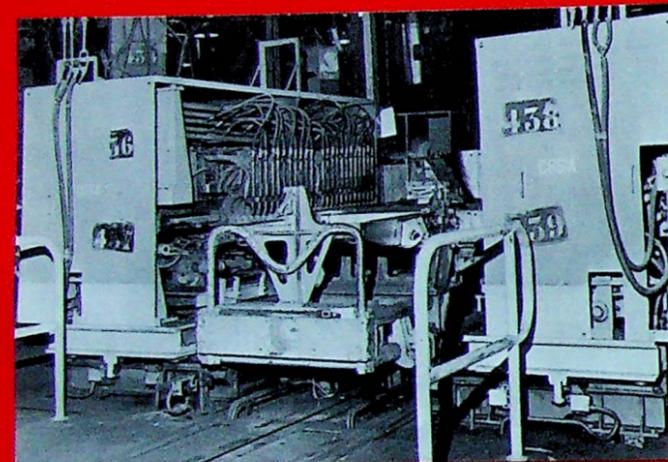
750 personnes participent à la fabrication.



Suite de la page précédente

Le courant fait fondre les deux pièces de métal en contact; elle est réalisée soit avec des pinces maniées manuellement, soit avec des soudeuses automatiques monopoint ou multipoints — et la soudure à l'arc qui consiste à faire jaillir un arc électrique entre la pièce à souder et une électrode métallique qui forme métal d'apport; elle est utilisée pour des soudures continues, dites « en cordon » et plus particulièrement destinées aux tôles épaisses.

L'atelier de Javel est équipé de près de 550 pinces à souder et soudeuses. Les



pinces à souder maniées manuellement sont les plus nombreuses. La plus importante des soudeuses multipoints peut réaliser, en deux temps, plus de 200 soudures, et le tout en 78 secondes.

Pinces à souder ou soudeuses, chacune de ces machines est reliée à une armoire électronique qui règle automatiquement la force du courant suivant l'épaisseur des tôles en présence (les soudeuses multipoints nécessitent au moins quatre ar-

moires). La consommation quotidienne de courant est de l'ordre de 23 881 kWh.

La carrosserie se compose de deux catégories d'éléments :

**La caisse**, qui est en quelque sorte l'armature de la voiture; elle pèse environ 196 kg et se compose d'un caisson (avant et

arrière), des brancards de pavillon, des pieds-milieu, des pieds-avant (supports du tableau de bord et des éléments d'habillage).

**Les éléments d'habillage**, qui sont les portes, le capot, les ailes, le pavillon.

progressivement : pièces assemblées sur des postes individuels, sous-ensembles et ensembles assemblés sur des maquettes où la position des pièces est strictement définie.

Pour la caisse par exemple, sont assemblés chacun de leur côté : unit-avant de caisson, plancher, unit-arrière. Ces trois sous-ensembles se rejoignent pour former le caisson, auquel sont ajoutés ensuite le brancard de pavillon, les pieds-milieu, les longerons, préparés d'autre part.

Des contrôles de qualité-soudure sont

définissent les lignes géométriques de la fixation pour la liaison au sol. (Elles sont spéciales au véhicule D, car on procède très différemment pour les autres modèles de la marque.)

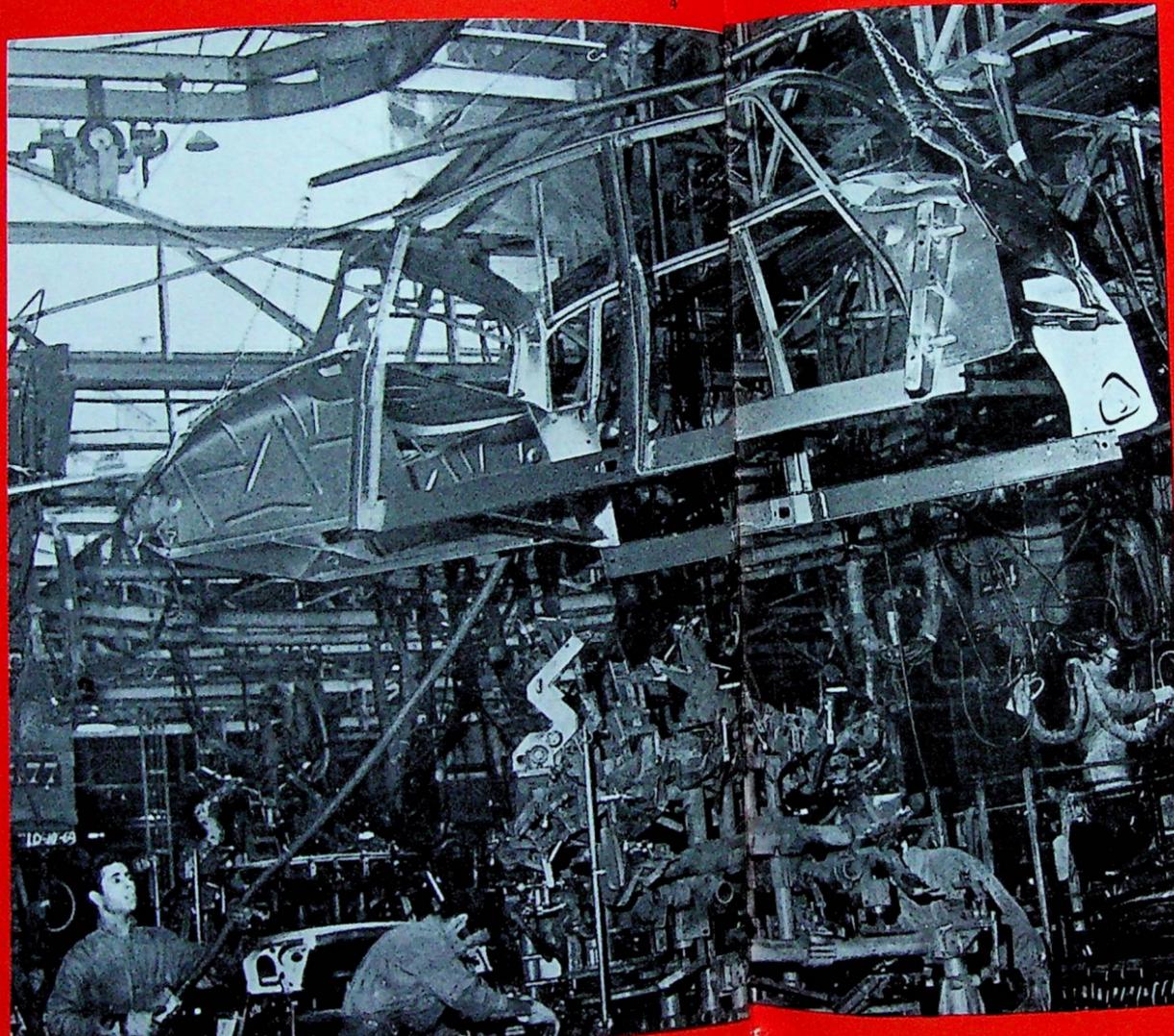
Lorsque la caisse est prête, elle gagne par convoyeur le deuxième atelier du secteur, celui où elle reçoit les éléments de sa robe.

Ceux-ci ont été préparés d'une manière analogue. Si nous suivons par exemple,

l'aile avant de la voiture, telle qu'elle est arrivée, mise en forme de l'usine des Épi- nettes, elle passe sur des postes de soudure individuels et sur des maquettes d'assemblage, pour se voir adjoindre 12 pièces d'habillage intérieur.

Elle est sertie, contrôlée dans son aspect, et contrôlée enfin dans son galbe et son contour. Ces derniers contrôles (contrôles par prélèvements), comportant au total 41 mesures (1); ils s'effectuent sur une ma-

(1) Il y en a 46 pour le capot.



1. Sur ce chariot est déposé l'ensemble du caisson : unit-avant, unit-arrière et plancher. Le chariot, placé sur un carrousel (comportant 17 chariots), progresse automatiquement, et passe sur trois soudeuses multipoints entièrement automatiques.

2. Sur cette soudeuse multipoints capable de 200 points de soudure, effectués en deux temps, passe le caisson complet.

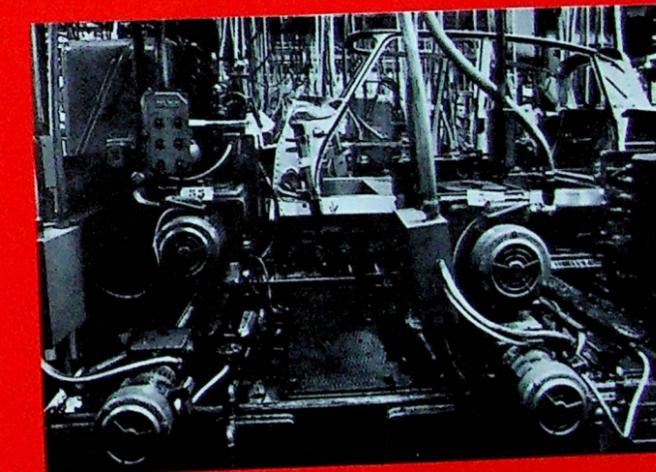
3. Le carrousel d'assemblage du haut de caisse compte six chariots portant des maquettes très précises. Quatorze soudeurs réalisent ensemble 278 points de soudure sur chaque haut de caisse.

4. Le haut de caisse assemblé quitte le carrousel.

5. Réunion du caisson et du haut de caisse. Il faudra 350 points de soudure pour les assembler.

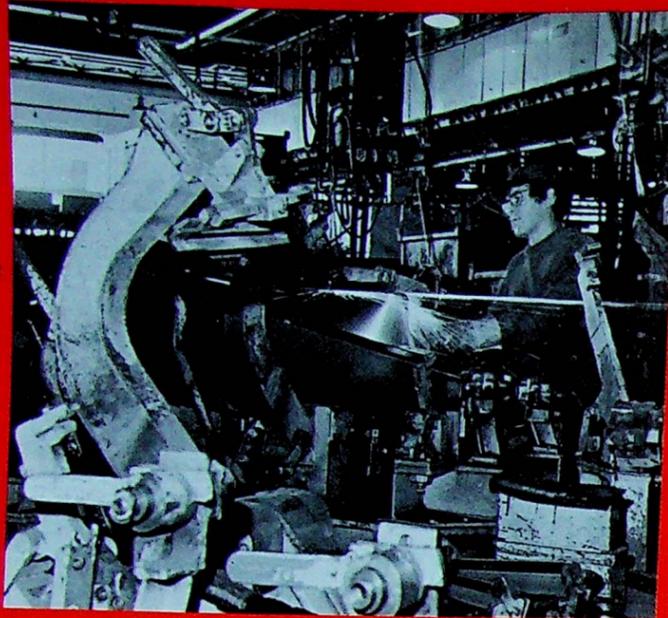
6. La caisse, montée, passe sur des machines GSP pour différents usinages. Il restera à effectuer quelques opérations de finition.

7. Sur poste individuel, une opération de feilage de l'aile.

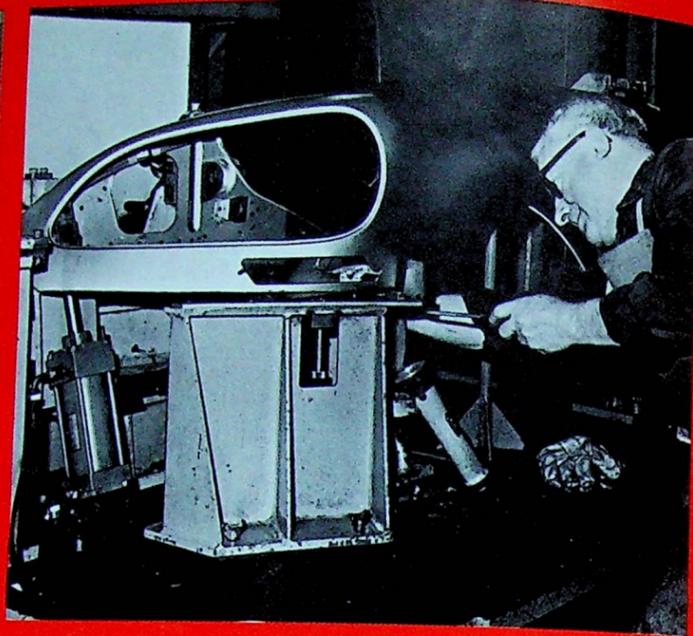


effectués régulièrement, par prélèvement sur les séries de sous-ensembles.

Lorsque la caisse a reçu tous ses éléments, elle fait l'objet d'un certain nombre d'opérations d'usinage : perçages et taraudages de trous de fixation (aux passages de la direction, des bras de suspension...), alésages et lamages (par exemple, sur la face d'appui de la sphère de suspension). Toutes ces opérations, réalisées à une



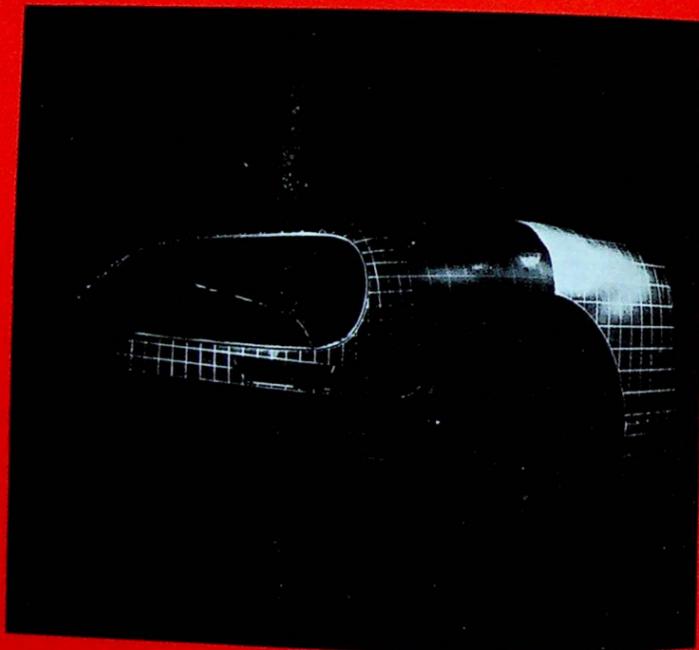
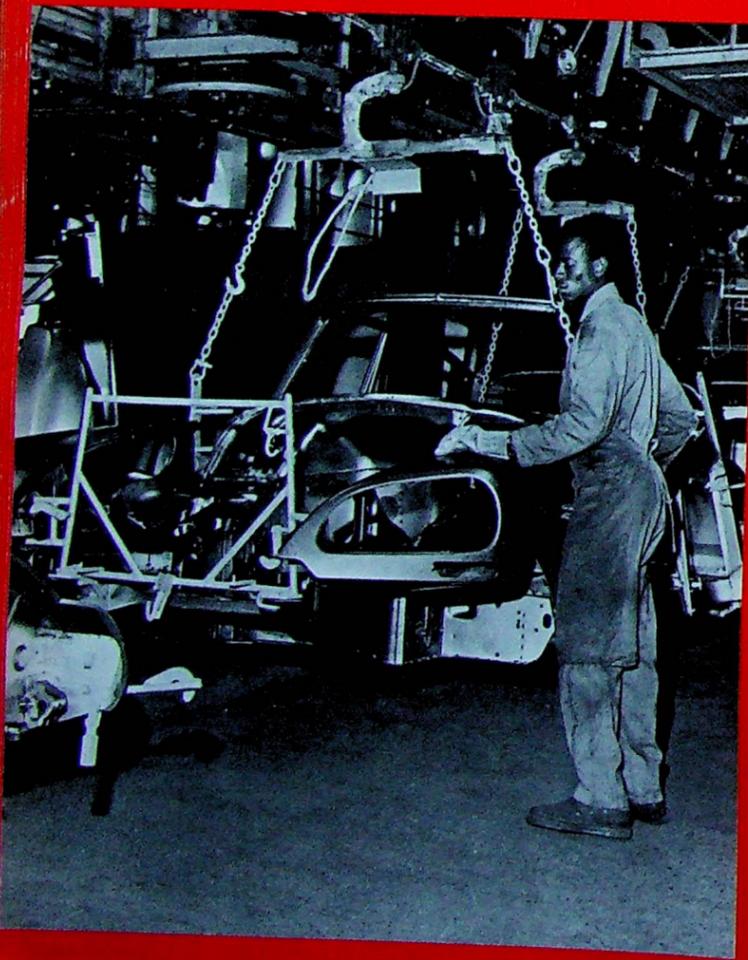
1. Sur ce carrousel de ferrage des ailes avant s'effectuent 78 points de soudure



2. Opérations de contrôle sur une aile terminée : sur cette maquette qui positionne l'aile comme si elle était sur la voiture, ce contrôleur prend 41 mesures

3. Contrôle optique, par quadrillage du contour et du galbe de l'aile

4. Accrochage des éléments de la robe, sur la caisse : la carrosserie est prête pour les opérations de peinture



quette qui impose rigoureusement à l'aile la position qu'elle a sur la voiture. Certaines mesures s'effectuent par projections, en chambre noire, de quadrillages issus de cinq sources lumineuses réparties autour de la maquette, quadrillages qui doivent se superposer exactement si le galbe de l'aile a la précision souhaitée.

Sur les convoyeurs (il y en a près de 1 kilomètre et demi dans l'atelier), les éléments de la robe rejoignent alors la caisse. Des supports les maintiendront (en attendant le montage définitif), car caisse et robe passent ensemble dans les cuves dites de « bondérisation » (dégraissage et phosphatation), puis de peinture. Et ceci fera l'objet de notre prochain article. ■■

## Éclat, netteté, santé.

### A la sortie des ateliers de peinture de Javel, la robe de la DS est un miroir

Du blanc, du bleu, du gris, du beige, du vert... du nacré, du platiné, du métallisé... la DS est une grande coquette.

Pour séduire, elle se pare de tous les tons à la mode et sa « ligne de lumière » attire la première les regards.

Dans les ateliers de peinture de Javel, cependant, on se soucie certes des coloris, choisis par les stylistes (1), et de la composition des laques, déterminée par le Laboratoire (1), mais surtout de la qualité des opérations de revêtement. Celles-ci se déroulent en plusieurs étapes, toutes, très importantes.

Nous les avons suivies ici depuis le moment où la carrosserie assemblée quitte l'atelier de ferrage (notre dernier article) jusqu'à celui où réunis sur une balancelle, tous les éléments de la robe sont prêts à gagner le secteur de la finition.

Sachons tout d'abord que, Citroën a mis au point avec les véhicules du type D la conception dite « en éléments séparés », les différentes parties de la robe venant habiller des squelettes tous identiques. Ailes, capot, portes... auront, dans l'atelier de peinture une existence propre et anonyme au milieu des 5 000 éléments qui y passent tous les jours.

#### Une première phase de préparation.

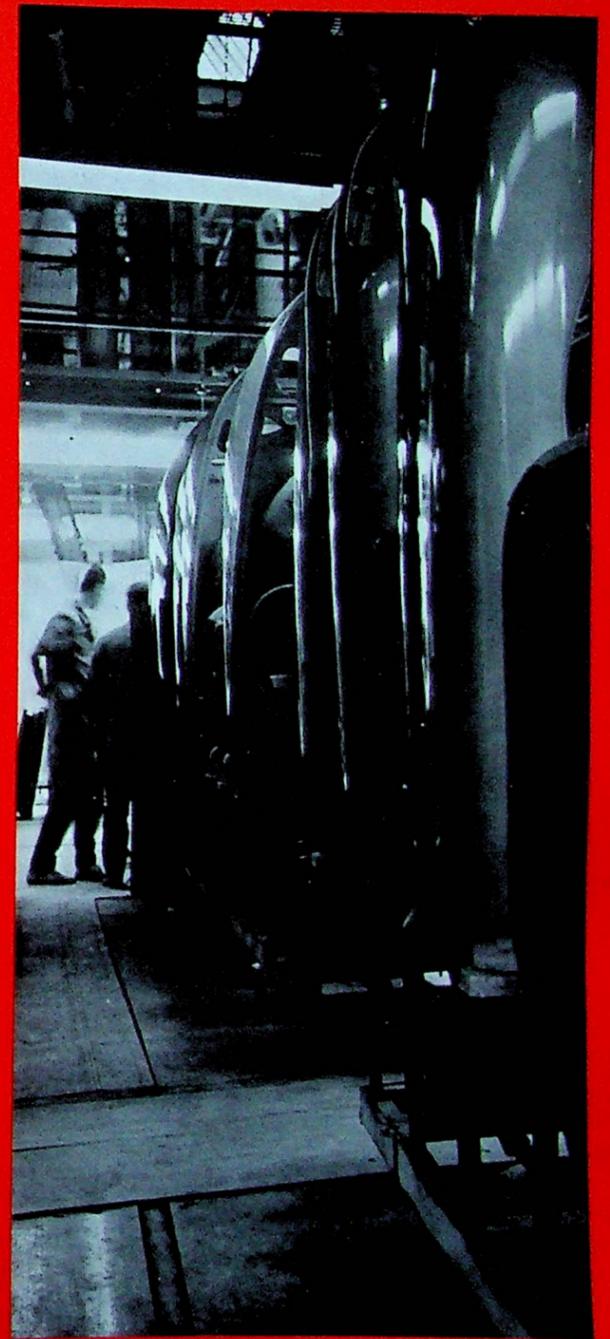
A la sortie de l'atelier de ferrage, la caisse nue, accrochée à un convoyeur aérien est habillée de sa robe complète.

Elle pénètre dans un tunnel de 75 mètres de long où elle est soumise à différents « arrosages » : des jets puissants projettent des produits de dégraissage qui la nettoient complètement, de l'eau pure qui la rince, une solution phosphorique qui transforme la surface de la tôle en lui donnant une structure cristalline constituant à la fois une barrière contre la corrosion et une excellente base d'accrochage pour la peinture. Un dernier arrosage chimique permet à la tôle d'attendre le temps voulu pour les applications ultérieures.

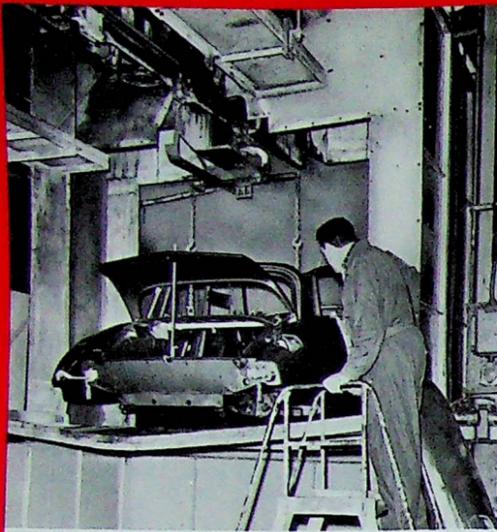
Ce traitement, appelé bondérisation, requiert une vitesse de passage constante, une concentration précise, une épuration en continu des liquides utilisés, des températures, pressions et débits constants, et une parfaite orientation des jets.

#### Après séchage, le bain d'électrophorèse et les apprêts.

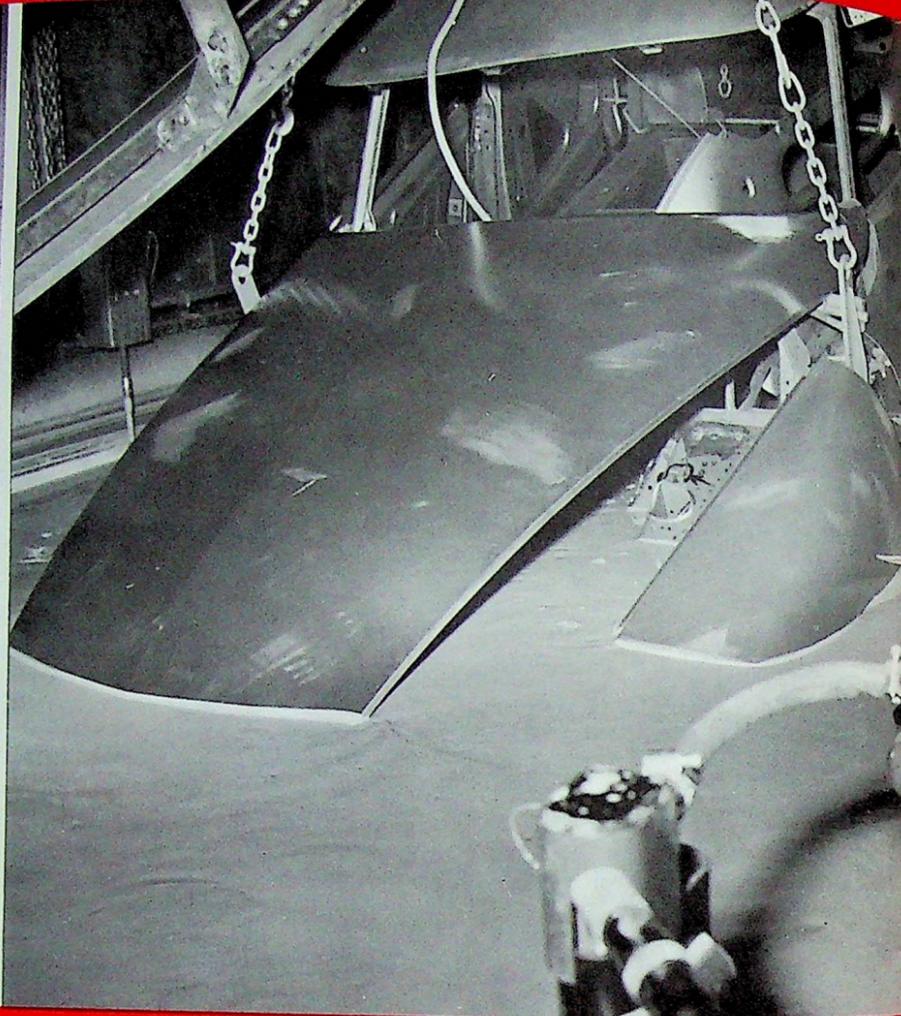
Nous avons déjà évoqué l'intérêt de l'électrophorèse et l'importance des



(1) Nous y reviendrons dans de prochains articles du Bulletin.



1. L'entrée du tunnel de bondérisation.



2. La plongée dans la cuve d'électrophorèse (33 mètres de long, 190 000 litres de peinture).

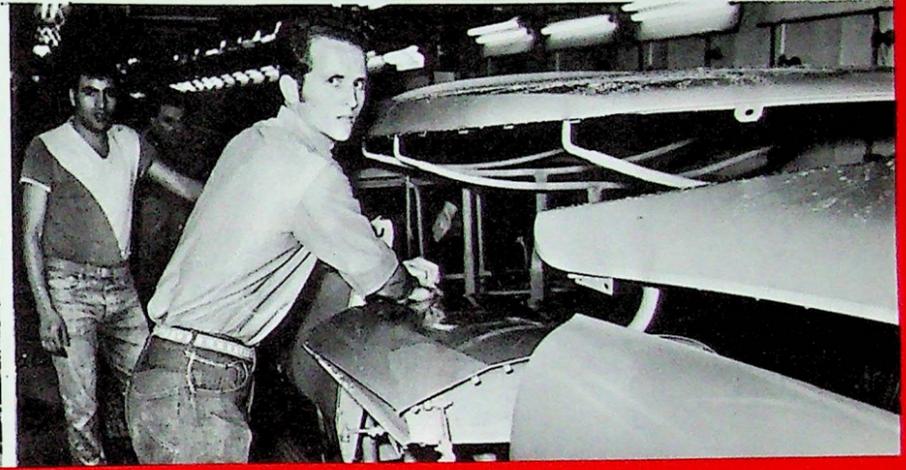
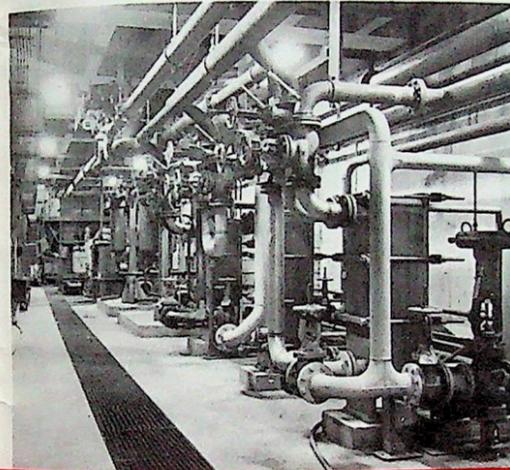
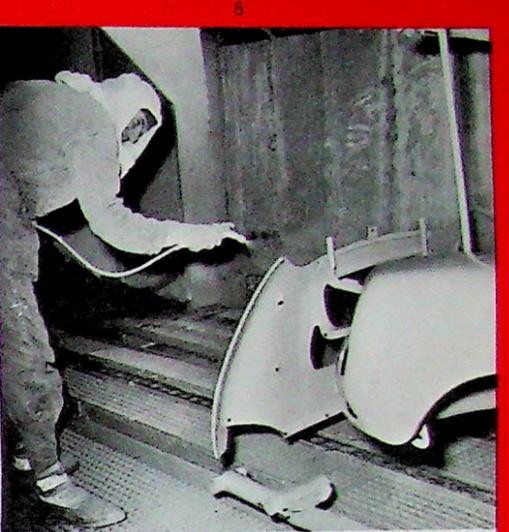
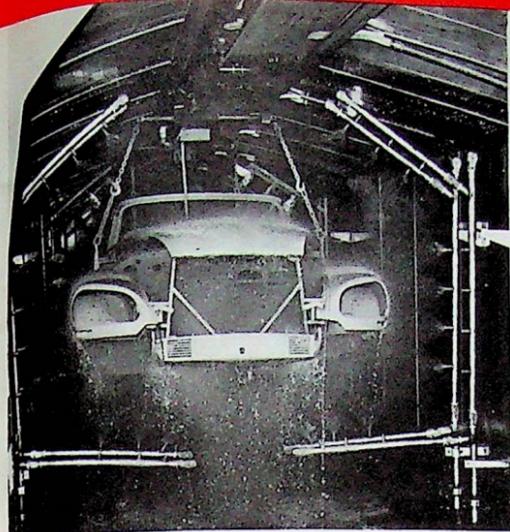
3. Le rinçage après électrophorèse.

4. Les installations annexes de l'électrophorèse : pompes, mélangeurs, agitateurs...

5. Séparation de la caisse et des éléments : ces derniers sont placés sur des chariots.

6. Derrière le pistolet qui applique l'apprêt, un rideau d'eau élimine les brouillards de peinture.

7. Pour le ponçage, les pièces sont basculées, ce qui permet un travail plus facile.



installations inaugurées à Javel en septembre dernier (2). Rappelons que ce procédé permet à toutes les parties de la tôle, visibles ou cachées, de recevoir une couche uniforme d'une peinture protectrice. C'est le courant électrique qui passe entre des électrodes immergées et la caisse à peindre

qui transporte les molécules de peinture sur la tôle où elles s'accrochent solidement.

De puissantes installations agitent, épurent, refroidissent et complètent d'une façon continue le bain.

Après rinçage et cuisson de ce revêtement dans une étuve, les éléments quittent la caisse pour prendre place sur un chariot spécialement aménagé, tandis que la caisse

ne suit son propre circuit d'insonorisation, d'étanchéité et de peinture.

Le chariot, portant les éléments, pénètre quant à lui, dans la zone des apprêts.

Les apprêts ont un double rôle : celui de s'opposer à la corrosion et celui de contribuer à un glaçage des surfaces; la tôle peut présenter de légères irrégularités que la mince pellicule de laque, tendue à

l'extrême, laisserait apparaître si elle était seule; l'apprêt permet d'absorber ces légères traces que le ponçage fera disparaître.

L'application des apprêts se fait dans des cabines où, pour le confort et la sécurité, ainsi que pour la qualité du travail, de véritables usines de conditionnement soufflent des quantités d'air considérables.

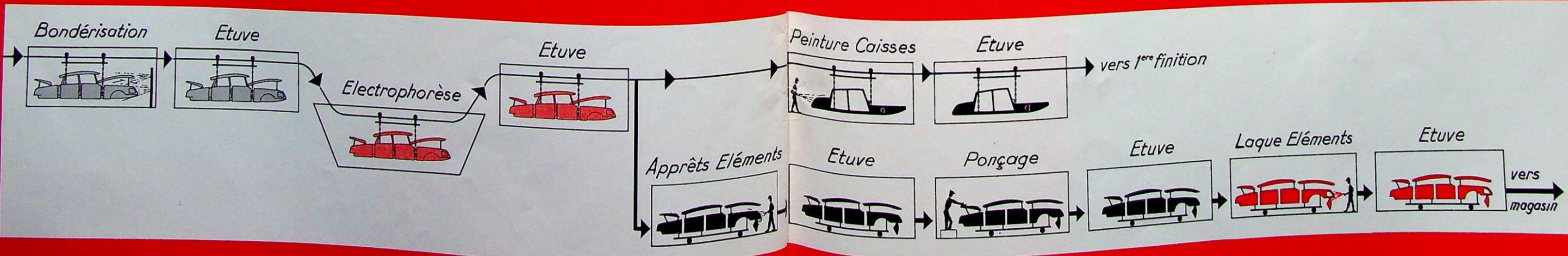
Des étuves assurent ensuite la cuisson de l'apprêt. Les chariots sur lesquels circulent les éléments depuis l'atelier des apprêts jusqu'à celui des laques sont équipés de supports articulés permettant à chacun, peintre ou ponçeur, de travailler dans les meilleures conditions.

C'est, en particulier, en position horizontale, dans une zone puissamment ventilée

et éclairée, qu'à l'aide de papiers abrasifs fins, toutes les irrégularités, même les plus légères, sont éliminées de la surface de l'apprêt.

Dix teintes de laque.

Les éléments, sortant du ponçage ont l'aspect parfaitement lisse qui doit per-



(2) Voir Bulletin de septembre 1969

mettre à la couche de laque d'avoir un brillant sans défaut.

Qu'est-ce qu'une laque ? un mélange de pigments qui donnent la teinte, de résine qui enrobe les grains de pigment, et de solvant qui sert de véhicule à ces deux composants.

Dans les étuves, le solvant s'évapore tandis que la résine se polymérise et, jouant le rôle d'un ciment, donne un film continu, dur et brillant, coloré par les pigments.

Dans les cabines de laque, l'application se fait à chaud, au pistolet pneumatique.

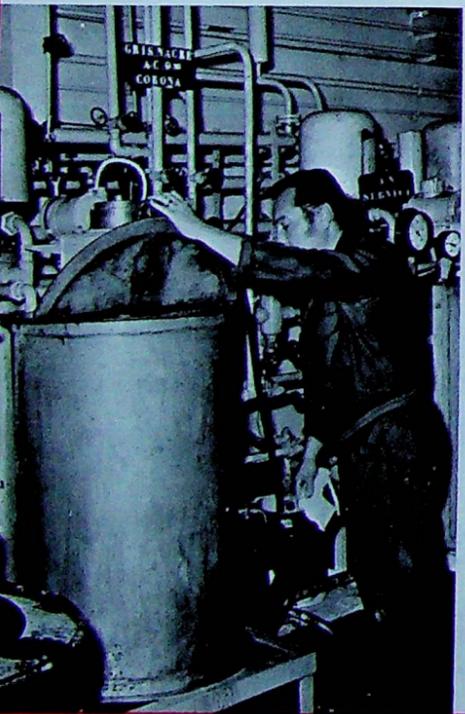
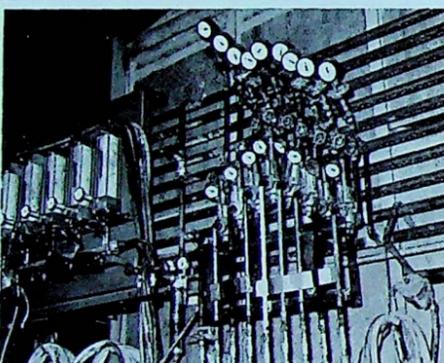
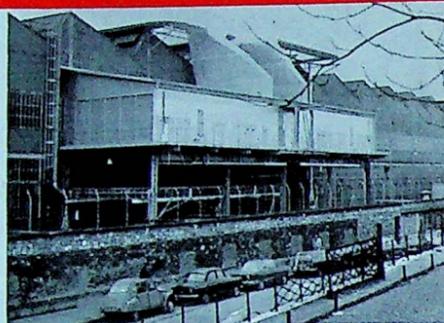
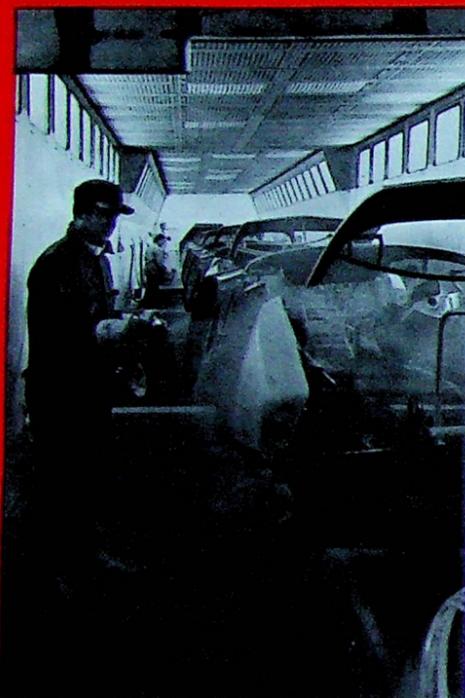
Depuis l'origine des usines, et ceci est particulier à Citroën, ce travail est confié en majorité à des femmes dont le doigté et la finesse de touche dépassent ceux des hommes.

La ventilation des cabines de laque a un débit d'air particulièrement important.

A la sortie des étuves de cuisson, tous les éléments de la robe sont rigoureusement contrôlés, afin que ne soient montés sur voiture que des éléments impeccables. Ils sont enfin rangés par type et par couleur dans des casiers car si l'atelier de peinture

travaille par rafales de dix à vingt chariots de la même teinte, sur les chaînes de montage, par contre, deux voitures qui se suivent sont rarement identiques ; c'est ici que la peinture en éléments séparés offre un de ses principaux avantages. Au moment où l'on aura besoin d'eux sur la chaîne de montage, tous les éléments de la robe d'une voiture (dès cet instant affectée à un client déterminé), se rejoindront sur une balancelle acheminée par convoyeur aérien.

Pour l'atelier de peinture, les opérations sont terminées.



**QUELQUES CHIFFRES**

Longueur des convoyeurs-aériens: 4 500 mètres.

Longueur des convoyeurs au sol: 2 000 mètres.

Débit d'air des conditionneurs: 1 500 000 m<sup>3</sup>/heure.

Longueur totale des étuves: 950 mètres.

**Dans la DS, mieux que dans un fauteuil : c'est à la sellerie de Javel que se prépare son confort**

Quatre cents kilomètres de fil, des tissus dont la surface pourrait couvrir le cinquième de la ville de Paris, près d'un kilomètre de tapis, des centaines de milliers d'agrafes... voilà, entre autres matières, ce que consomme chaque jour la Sellerie de Javel pour assurer aux DS le confort intérieur qui est l'un de leurs atouts et pour lequel Citroën a innové à plus d'un titre.

Quatre cents personnes travaillent dans

ce secteur dont le produit est distribué directement sur la ligne de finition.

Parmi elles, plus de cent cinquante femmes. S'il faut, en effet, une certaine poigne pour assurer une bonne tension des tissus et surtout des cuirs, les mains féminines sont plus expertes aux travaux de couture. Tous cependant, hommes ou femmes, doivent faire preuve de qualités de goût, de propreté, de finesse de travail. Après la carrosserie n'est-ce pas la fini-

tion intérieure qui attire les regards, les coloris des garnitures, la ligne des sièges, la netteté et la solidité des coutures, le dessin des motifs décoratifs ?

**Un vêtement taillé sur mesure.**

A la Sellerie, tout commence par l'arrivée de grands rouleaux de tissus, de mousses, de doublures. Il faut 5,70 mètres de jersey de velours (en 1,30 mètre de large), pour une voiture (sièges et panneaux de



8. La cabine de laque.

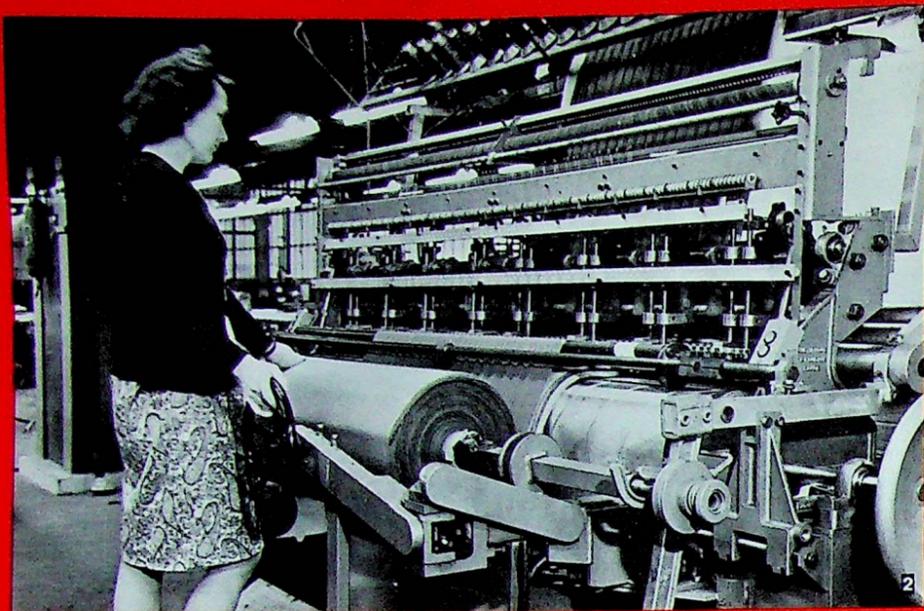
9. Ces conditionneurs renouvellent constamment l'air de la cabine de laque.

10. A l'extérieur de la cabine, la distribution et le réchauffage de la laque.

11. Centrale de préparation et de distribution de la peinture (près de 5 000 mètres de canalisations).

12. Dernier assuyage, avant le départ pour la chaîne de première finition.

1. La découpe d'un « matelas » : ici vingt-cinq épaisseurs de targa destiné aux garnitures. Le tracé des pièces apparaît en blanc. (Talc passé à travers les perforations des patrons de découpe.)



2. Une machine à piquer les côtes (tissu et mousse ensemble) : elle s'arrête lorsqu'un fil casse. Elle est armée de 25 aiguilles et débite 75 mètres à l'heure.

3. L'impression d'un motif, par soudure, mousse et tissu réunis.

4-5-6. Les panneaux intérieurs de porte sont constitués d'isorel, de mousse et de ouate, et garnis de tissu ou de cuir.

(1) La pose de la coiffe sur les accoudoirs est délicate, surtout si cette coiffe est en cuir.

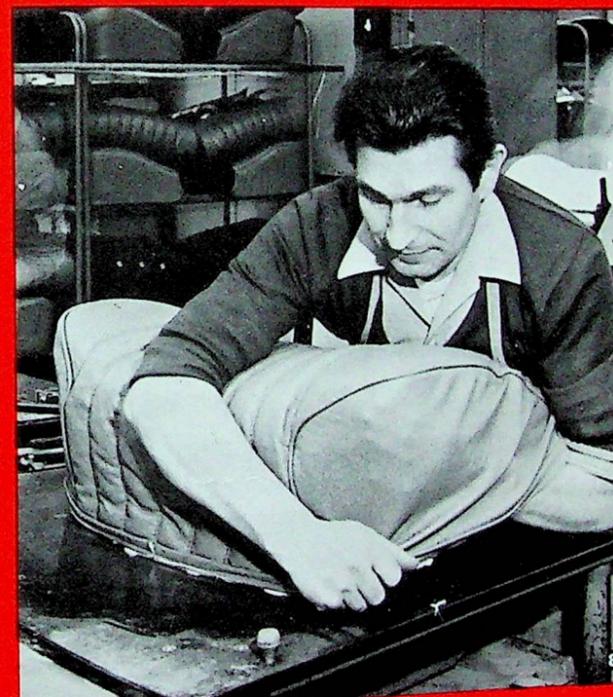
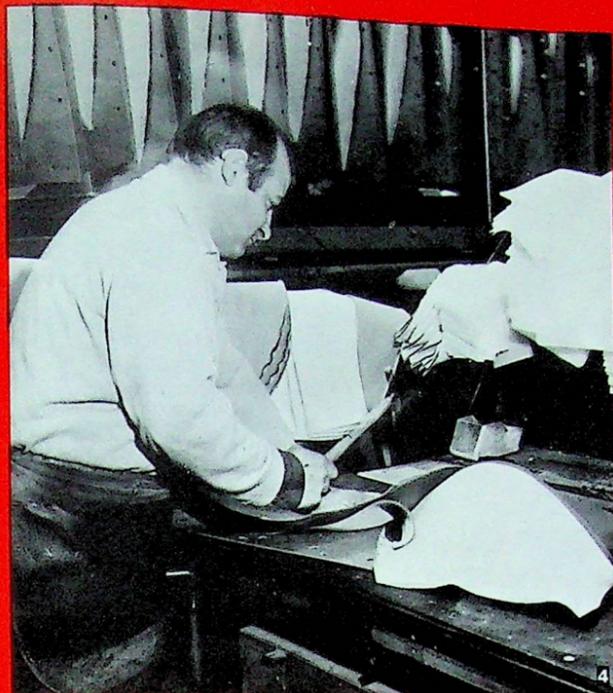
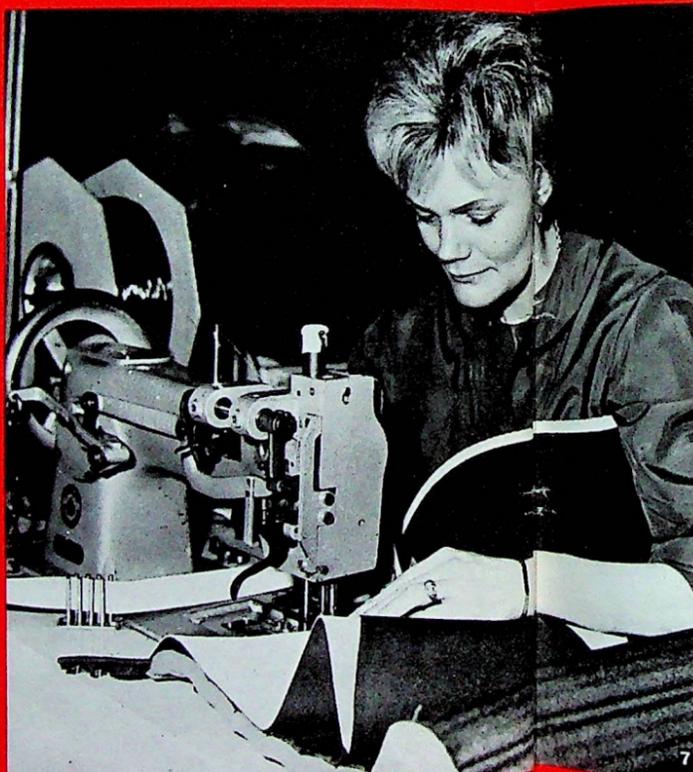
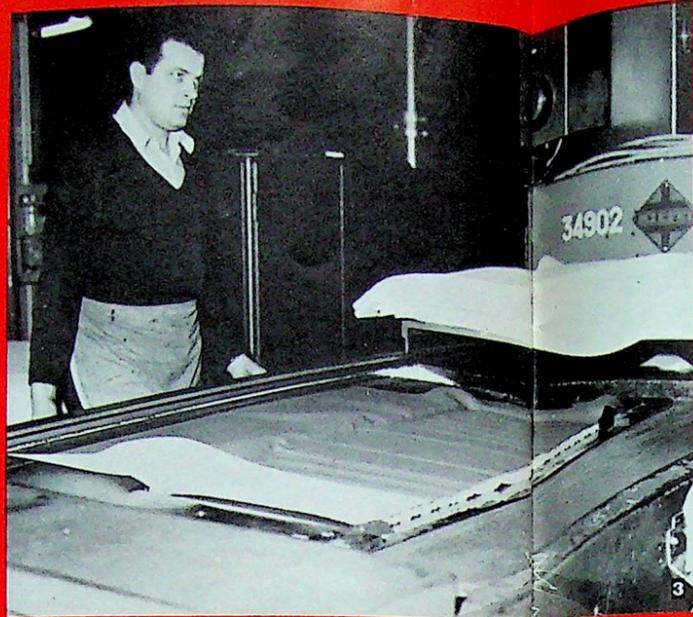
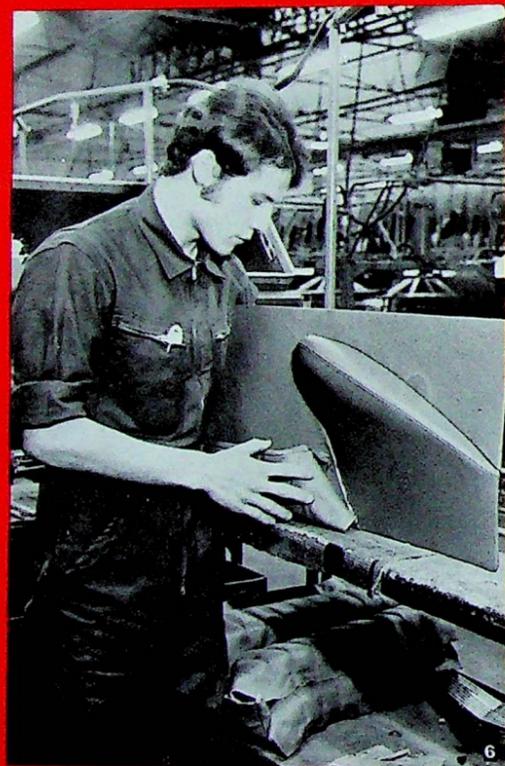
(2) Pour assurer une bonne tension du tissu, il est nécessaire d'utiliser une presse.

(3) Finition du panneau et pose du vide-poche.

7. Le montage d'une coiffe. La machine à piquer la plus rapide atteint les 4 500 points/minute.

8. Pose d'une coiffe de cuir sur un coussin de mousse, à l'atelier de confection. La garniture doit être régulièrement répartie.

9. Pose de l'accoudoir sur une banquette arrière en jersey de velours. Derrière, une balancette portant tous les éléments constituant les sièges.



portes) et si le revêtement est en cuir, il ne faut pas moins de six peaux pour une seule voiture.

La matière première étant très coûteuse, le problème est de découper le tissu en faisant le moins de chutes possible. Toutes les couturières connaissent la question.

C'est au Service des Méthodes qu'il appartient de dessiner le patron ; il le fait sur de grandes feuilles de carton qui sont ensuite perforées suivant le tracé des pièces. En Sellerie, les coupeurs placent le

patron sur le tissu, talquent l'emplacement des trous et retirent le patron : le dessin des pièces apparaît en traînées blanches qu'il suffit de faire suivre ensuite au ciseau mécanique.

Pour accélérer ce travail de découpe, plusieurs épaisseurs de matière sont taillées en même temps. Le « matelas » peut avoir ainsi de cinq à quarante épaisseurs.

Pour les pièces importantes comportant une doublure de mousse et des piqures formant des côtes, le procédé de découpe

est différent. Le tissu et la doublure sont introduits dans une machine multipiqueuse : celle-ci pique les deux, ensemble, selon le nombre de côtes voulues. Une multipiqueuse peut comporter jusqu'à 120 aiguilles et traiter des tissus de 2 mètres de large. A sa sortie, c'est une même machine qui coupe la pièce à la longueur voulue et arrête les points afin de supprimer tout risque d'effilochage.

S'il doit y avoir un motif en relief sur une pièce, et par exemple, sur les sièges de

la D confort, ce motif est réalisé sur une presse, qui effectue en une seule opération « la soudure » du tissu et de sa doublure de mousse, et l'impression du motif.

#### Un confort qui fait école.

Toutes les pièces, ainsi préparées, gagnent le secteur du piquage. Là, sont assemblés et piqués les morceaux qui deviendront la coiffe des sièges.

Les opérations se déroulent en deux temps : assemblage et piquage des parties plates, puis assemblage et piquage de tout

ce qui s'ajuste, en arrondi, en carré, en coin, etc. ; ce sont évidemment ces dernières opérations qui sont les plus délicates et d'autant plus qu'il s'y adjoignent des bourrelets, des doublures, des pièces de tissu de fixation. Le tout doit s'ajuster solidement et sans faux pli.

Dans une autre partie de l'atelier, sont préparées dans le même temps toutes les carcasses, faites de coussins de mousse et d'armatures métalliques.

Citroën a beaucoup innové en matière de

sièges, leur conférant à la fois fermeté et souplesse selon des procédés qui ont fait école chez les constructeurs automobiles.

Sur la DS notamment, les fabrications traditionnelles à base de ressorts et de crin ont été abandonnées pour des matelassures en polyéther fabriquées selon des normes très rigoureuses par des fournisseurs extérieurs.

Ces matelassures, et les armatures métalliques qui les accompagnent, sont assemblées dans un secteur de la Sellerie, puis



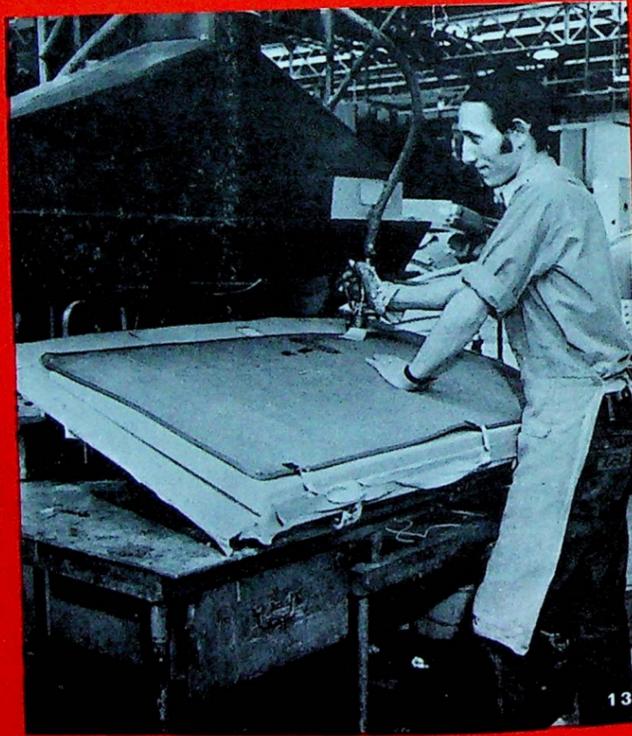
10



11



12



13

10. Après assemblage du siège (dossier et coussin), pose de la tôle de finition ; il restera à fixer le cendrier.

11. Un jet de vapeur pour effacer les derniers plis.

12. Dans l'atelier dit de cartonnerie, les mousses sont découpées sur une presse de 200 tonnes.

13. Dans l'atelier des tapis : ceux-ci sont d'abord bordés, puis enduits de colle pour recevoir leur matelassure de mousse.

schématisées par convoyeurs vers l'atelier de confection.

Dans cet atelier, garniture et coussin reçoivent chacun de leur côté une certaine quantité de colle, puis c'est l'ajustement de l'une et de l'autre, opération qui demande un véritable coup de main. Il faut tirer, lisser, arranger les coins, les arrondis ; là encore, le cuir est plus rétif que le velours ou le targa. Un agrafage, sur les tissus de

fixation prévus de part et d'autre, donne une bonne solidité à l'ensemble. Il reste alors à adapter siège et dossier, et à fixer un cendrier au dos des sièges avant.

Les sièges sont prêts à gagner la ligne de finition... Ils attendent sous housse que leur ordre d'acheminement arrive. Celui-ci est transmis depuis le planning de lancement, par téléautographe (on voit s'inscrire sur un cadran le numéro d'enchaînement de la voiture).

Après un coup de « pressing » pour effacer, à la vapeur, les plis éventuels, les sièges descendent par la goulotte qui domine les lignes de montage.

Il ne se passera plus longtemps avant que l'un de ces sièges, celui du chauffeur, ne reçoive un occupant qui conduira la voiture vers le hall de livraison au client. Nous approchons en effet de la dernière grande étape de la naissance d'une voiture ■■

Après la fabrication, le montage : toutes les 100 secondes, une DS, prête à la livraison, quitte le secteur finition de Javel



**P**OUR arriver à la phase finale de la naissance d'une DS, il nous a fallu parcourir une dizaine d'usines Citroën et observer des fabrications complexes. Moteurs, boîtes de vitesses, organes hydrauliques, transmissions, carrosseries, sièges... ces pièces-maîtresses nous amènent cependant loin du total des éléments qui vont converger vers les lignes de finition pour que la commande de M. X... soit prête selon ses désirs.

Sur ces lignes, où l'on ne « fabrique » plus, le travail est délicat. Il exige précision, minutie. Il est définitif. Le client est proche : il attend un produit de qualité.

L'activité est donc grande dans ce secteur de Javel et le plus spectaculaire qui soit pour le profane de l'automobile.

**Pour « lancer » la voiture, le plus rigoureux des plannings**

Ce sont près de 2 500 pièces et ensembles qui doivent converger vers la ligne, pour chaque voiture (sans compter la visserie).

La voiture de M. X... de plus, n'est pas celle de M. Y. : l'un a commandé un D Spécial blanc cygne, à direction assistée, à avertisseur à compresseur, l'autre une DS 21 sable métallisé, à injection électronique, à boîte de vitesses hydraulique, à phares à commandes dynamique et directionnelle.

Si l'on tient compte, de plus, des modifications imposées à l'exportation selon les pays destinataires, le nombre des combinaisons possibles fait que sur les quelque 350 à 400 voitures montées chaque jour, aucune n'est rigoureusement identique à celle qui la précède ou la suit. Bien que la tendance soit à la standardisation des modèles, on compte des centaines de types de portes

variant avec la teinte, les poignées, les serrures, les garnitures, etc.

Les responsables du planning estiment ainsi à près de 6 000 les types de pièces et ensembles qu'ils doivent faire livrer. Toutes les Usines Citroën participent à ces livraisons, ainsi que de nombreux fournisseurs extérieurs.

Il y a près de 23 magasins dans ce secteur et un très important réseau d'émetteurs et récepteurs, permettant de déclencher les livraisons en temps voulu sur les lignes.

C'est le Bureau Central du Planning (1) également qui commande et surveille, par circuit de télévision et téléautographes, l'ordre d'acheminement des caisses, des éléments et des moteurs. Dès le début de la finition, en effet, la voiture est personnalisée ; c'est la voiture de M. X. ; son ordre d'acheminement ne peut changer sans de très sérieuses perturbations sur toute la ligne.

(1) Une centaine de personnes y travaillent et nous reviendrons sur ce sujet.

## Du lancement à la livraison...

En comptant le hall de livraison, le secteur de montage des D. à Javel, couvre près de 40 000 m<sup>2</sup>. Les lignes de finition s'étendent sur plus de 2,5 kilomètres et se décomposent en deux parties :

• **La première finition**, qui commence lorsque les caisses sortent des ateliers de peinture.

Elle comporte quatre tronçons destinés à la caisse : montage de pièces mécaniques (relais de direction, timonerie...), de pièces hydrauliques (organes de suspension, bloc hydraulique de commande de vitesses), habillage de la caisse, c'est-à-dire garnissage des longerons, des traverses, des pieds-milieu, pose des conduits de répartition, d'aération, de chauffage, contrôle électrique de la voiture.

C'est dans cet atelier que sont montées les canalisations établissant la liaison entre les différents organes hydrauliques de la voiture. Ces canalisations sont « fabriquées » dans un atelier-annexe du secteur.

• **La deuxième finition** est une véritable phase d'habillage.

Le moteur et la boîte de vitesses amenés de Gutenberg, habillés de leur côté, rejoignent la caisse à sa sortie de première finition.

Après le montage de la direction et des transmissions et le contrôle du parallélisme, la voiture reçoit de fausses roues. Celles-ci servent d'abord à recevoir les élingues qui vont hisser la voiture sur un convoyeur surélevé, ce qui permettra de fixer tout ce qui vient sous la caisse (tôles de protection, pot d'échappement, etc.).

Moteur mis en route, et après réglages et contrôle de la liaison au sol, la voiture roule alors pour la première fois, et gagne la dernière grande phase de finition.

Ce secteur comporte deux lignes principales, mais aussi des groupes annexes (préparation des tableaux de bord, pare-chocs, etc.).

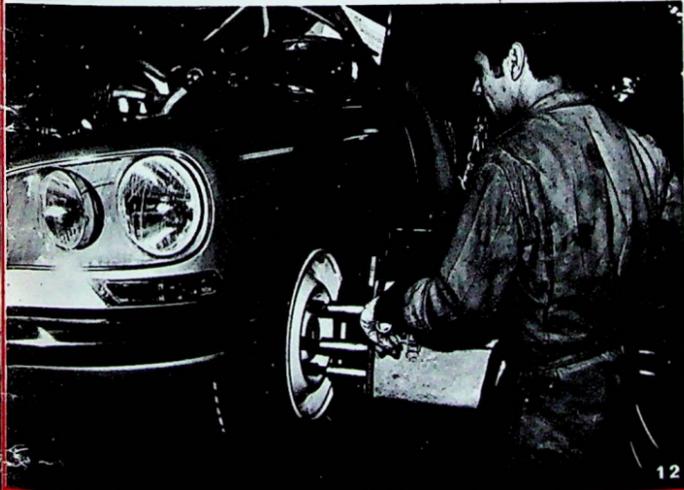
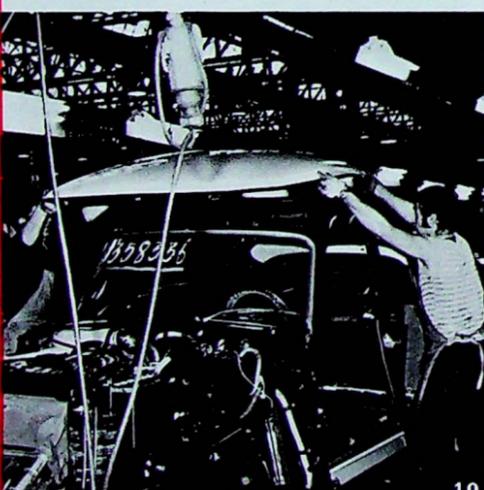
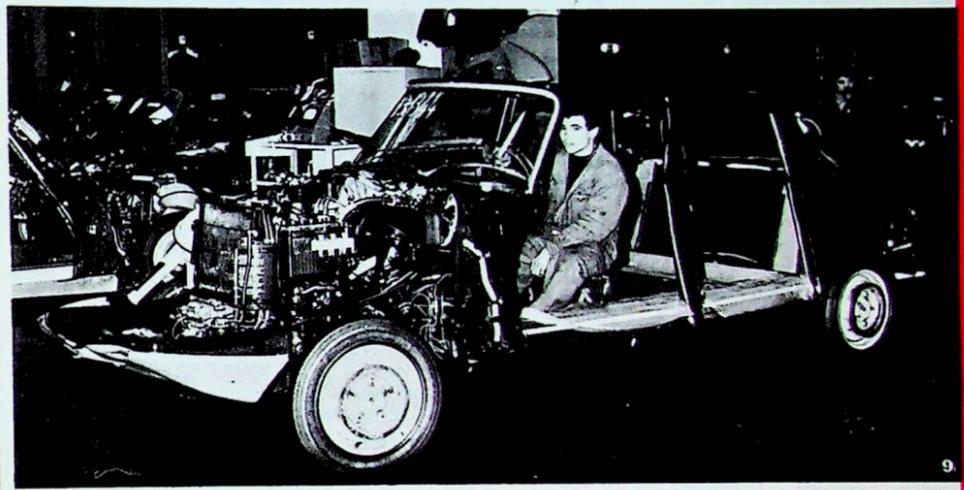
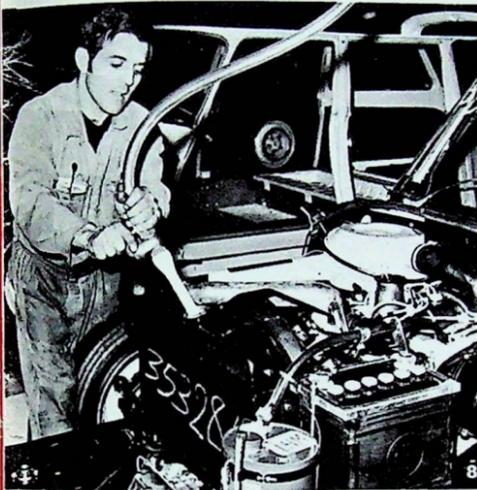
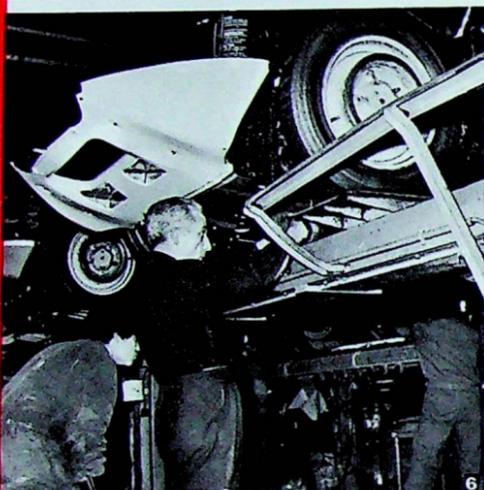
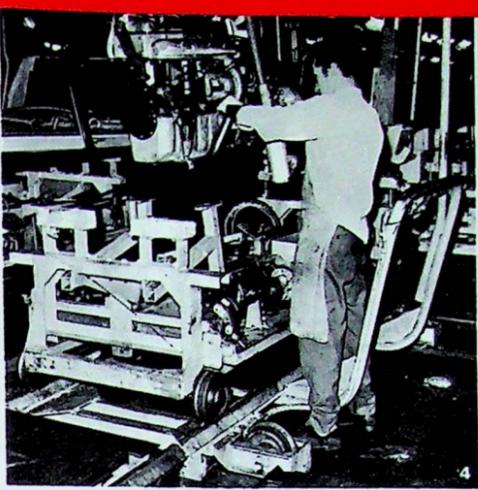
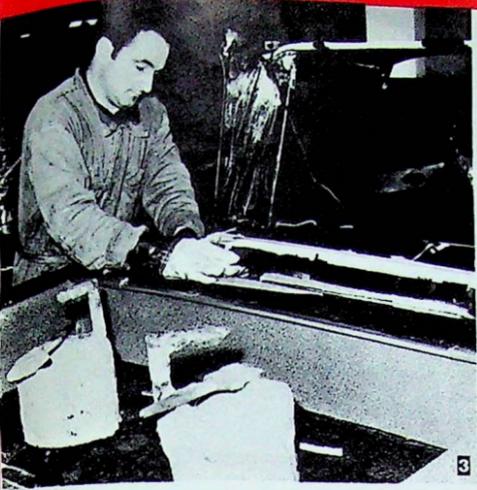
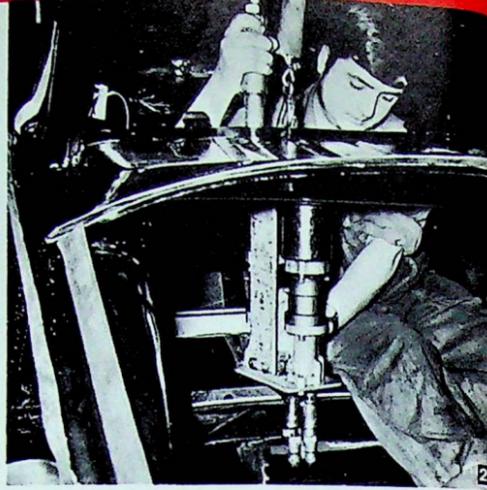
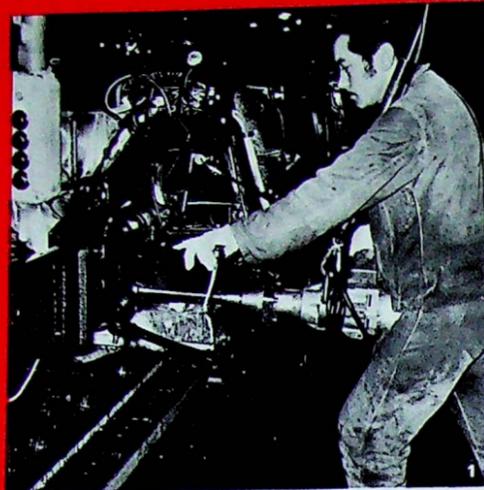
Les moyens d'acheminement vers les lignes sont divers : toboggan pour les sièges, descente par trappe pour les éléments de carrosserie, chariot sur lesquels les magasiniers disposent les pièces moyennes.

Les instruments de travail sont : le tournevis américain, la serreuse électrique, les clés plates et spéciales, les clés de serrage au couple...

Dans ce secteur, le travail ne peut être mécanisé; les tâches multiples, variées, parfois malaisées, demandent de l'habileté manuelle, une grande attention, et le respect de consignes impératives particulièrement à chaque raccordement d'un circuit hydraulique ou de connexions électriques.

Le tout doit être réalisé avec beaucoup de propreté et de soin, afin d'éviter chocs ou rayures sur les carrosseries, traces de colle ou de graisse sur les tissus et les moquettes.

Les sièges sont amenés tout à fait en fin de parcours et la voiture entièrement montée passe alors dans un tunnel, puissamment éclairé, qui permet aux contrôleurs de déceler toute déféctuosité d'aspect.



1. Serrage des boulons de fixation des demi-bras d'essieu avant.

2. Serrage des écrous de fixation de la barre antiroulis arrière.

3. Encollage des feutres d'insonorisation.

4. Moteur habillé, chariot porteur des pièces rejoignent la caisse sur la ligne.

5. Dans l'atelier annexe de tuyauterie, la fabrication des faisceaux de frein.

6. Pose de la tôle d'habillage avant et sous moteur.

7. Le pot d'échappement.

8. Le remplissage d'eau. Le moteur va bientôt tourner.

9. Avec des roues d'emprunt, la future DS quitte le secteur deuxième finition (atelier montage mécanique).

10. Pose du pavillon.

11. Pose de la porte avant : elle sert de référence à tous les autres éléments qui viendront s'aligner sur elle.

12. Le serrage des roues : une opération de sécurité.

13. Le réglage des phares.



L'épreuve de la torade.

Séchée, lustrée, brillante, la touche finale est mise à sa toilette avec les tapis, éléments de confort, et les enjoliveurs des roues dont l'éclat métallique est une dernière coquetterie et qui dissimulent les écrous, utilitaires sans prétentions esthétiques.

En franchissant la porte de l'Usine, notre DS va emporter avec elle son bulletin de naissance, sa carte d'identité gravée sous le capot. Cela signifie qu'elle est répertoriée dans les registres de la Société; c'est aussi la preuve tangible, qui la suivra pendant toute son existence, que cette voiture est une production... CITROËN.

Si la voiture est « bonne directe », le stade suivant est celui du réglage des phares suivi d'un nettoyage général (intérieur et extérieur, éléments peints, tissus, glaces, etc.).

Enfin la voiture doit subir un dernier et im-

portant contrôle, celui de son étanchéité.

Elle est soumise à une véritable trombe d'eau, dont les jets violents dirigés en tous sens, permettent en deux minutes, de déceler la fuite la plus ténue.



Les photographies de ces articles ont été réalisées par les photographes du studio Citroën.

