



naissance  
d'une  
automobile



*Sûre, performante, confortable, élégante, la CX est née du métal, du caoutchouc, du verre, multiples matières maîtrisées par les hommes.*

*Moins complexe que celle d'un corps humain où la nature règne en maîtresse et où l'homme ne fait qu'observer et corriger quand il le peut, la naissance d'une voiture n'en constitue pas moins une aventure qui, quant à elle, sollicite au maximum le savoir-faire de l'homme et mérite d'être contée.*

*Acquis au fil du temps, chaque progrès s'ajoutant à un autre progrès, tout nouveau modèle contribue non seulement à l'amélioration du modèle suivant mais aussi à une nouvelle étape dans la vie de l'entreprise qui l'a fait naître.*

*Comme ses aînées dans la gamme des Citroën, la CX a apporté sa part dans cette marche en avant : nouveaux équipements pour le Bureau d'Etudes, utilisation accrue des techniques informatiques à tous les stades, installations et moyens neufs dans la plupart des usines... elle consacre surtout le véritable démarrage de la nouvelle usine Citroën d'Aulnay-sous-Bois.*

*Page à page, à grands traits et en beaucoup d'images, voici la CX et une histoire déjà longue, celle de sa naissance.*



## SOMMAIRE — Septembre 1974 - N° 729

	Pages
● CX : un nom de baptême, une place dans la gamme des Citroën .....	3
● La CX sur toutes ses coutures .....	4-5-6
● Caractéristiques techniques : moteur - transmissions - suspension - freinage .....	7
● La CX : Véhicule de Sécurité .....	8-9-10
● Études et Expérimentation : la CX au Bureau d'Études .....	11-12
● Les outillages .....	13
● Fabrications pour la CX :	
La mécanique brute : Clichy - Nanterre - Charleville .....	14-15
Le moteur : Gutenberg .....	16-17
La boîte de vitesses : Metz .....	18-19
L'hydraulique : Asnières .....	20-21
Les transmissions : Mulhouse .....	22
Les liaisons au sol : Caen .....	23
La carrosserie : Rennes-la-Janaïs .....	24-25-26
Le caoutchouc : Rennes-la-Barre-Thomas .....	27
● Naissance de la CX à Aulnay-sous-Bois : assemblage, peinture, sellerie, montage ...	28-37
● Dans les coulisses .....	38





## *Cx : symbole de l'aérodynamique*

La nouvelle Citroën CX profile son élégante silhouette au sein de la gamme Citroën, entre les GS et les DS. Berline 4 portes de grande diffusion, son originalité dans cette gamme est la disposition transversale de son groupe motopropulseur placé à l'avant... en traction, bien sûr.

La SM, la CX, la GS ? Cet air de Grande Famille unie, est séduisant. Le dénominateur commun : la pénétration dans l'air. Les calculs informatiques en aérodynamique et les essais en soufflerie ont dicté leurs formes galbées, basses et rassurantes (la CX l'est à plus d'un titre, nous en reparlerons plus loin). Le symbole Cx qui caractérise l'aérodynamique d'une voiture était donc tout désigné pour l'appellation de ce nouveau véhicule, longtemps connu dans nos services sous le nom générique de "L".

Moderne, racée, la forme de la CX a été spécialement travaillée en ce qui concerne le coefficient de pénétration dans l'air de la surface frontale (CxS), amélioré de plus de 11 % par rapport à celui de la DS (qui passait pourtant à juste raison pour une réussite du genre). Ceci

constitue un facteur d'économie de carburant important au moment où, partout, le prix de l'essence a augmenté.

### **Quelles limitations ?**

Personne d'autre que Citroën n'est parvenu à maîtriser l'utilisation de l'hydro-pneumatique avec autant de succès et les ingénieurs du Bureau d'Etudes Automobiles continuent à travailler comme s'il n'y avait pas de limitations de vitesses. Des solutions de confort et de sécurité étudiées pour des vitesses élevées ne peuvent être que plus efficaces à vitesse moyenne...

La CX est le résultat d'une évolution mûrie en chaque point des techniques propres à l'esprit novateur de Citroën. Elle constitue la synthèse de tous les progrès techniques apportés par la Marque à ses véhicules, depuis de longues années. La possession aisée de ces techniques au niveau des études et de la fabrication a permis de tout donner à la CX y compris, en option, la fameuse direction à rappel asservi hydrauliquement de la SM.

### **Une voiture honnête, sans mystère, sans souci**

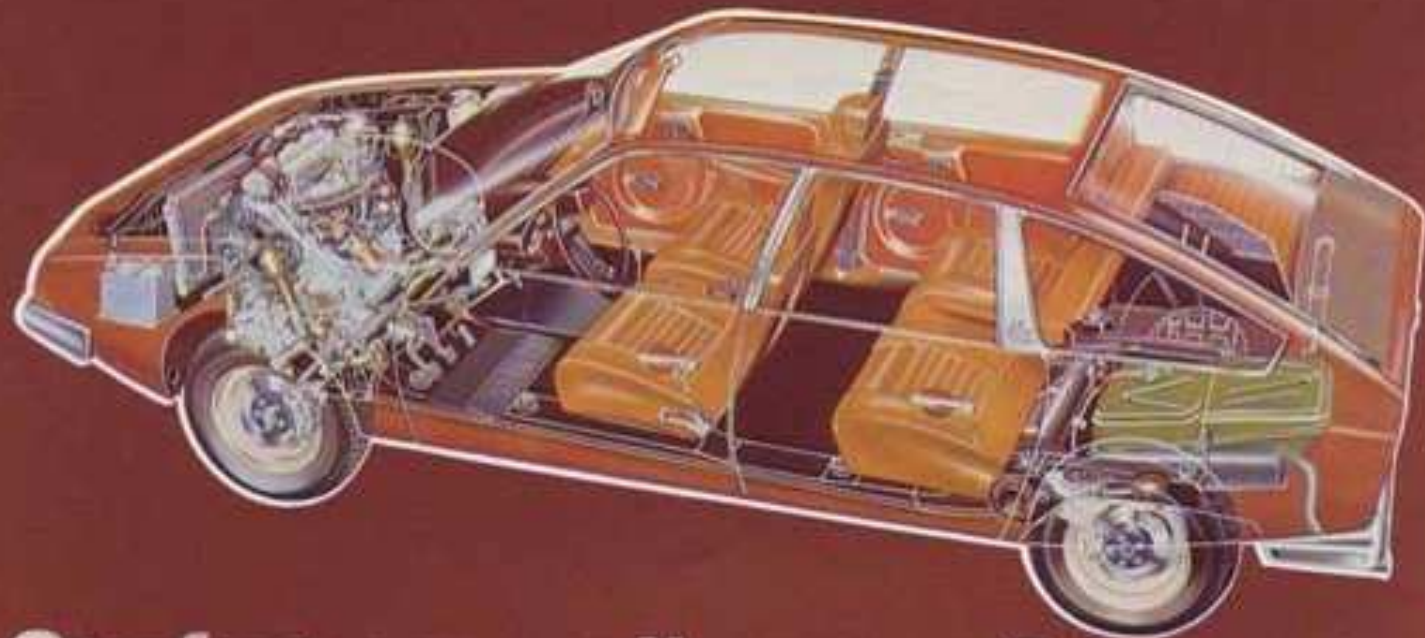
Grâce à la longue expérience des hommes et à l'équipement des unités de production, la CX peut être proposée, comme la GS, au même prix que ses concurrentes et dans certains cas à un prix bien inférieur (concurrentes étrangères notamment).

La jeune Citroën vise une nouvelle clientèle sensibilisée par les prix, dont celui de l'énergie n'est pas le moins préoccupant. Il y a trois versions dont l'une ne consomme que 7,6 litres aux 100 km à 90 km/h.

Citroën a pensé aussi à l'économie en général : pour l'entretien, pour la durée de vie du véhicule, pour une économie de vies humaines (prévention des accidents et protection en cas d'accident), pour la préservation de la santé (on passe plus de temps en voiture à 90 km/h ; un confort et un agrément de conduite accrus préservent le système nerveux, les muscles, les vertèbres...).







## Confort sans silence = 0



Le silence exceptionnel qui permet de goûter le confort et le plaisir de rouler avec la CX a été obtenu grâce à une nouvelle solution liée aux résultats obtenus dans l'amélioration de la sécurité du véhicule (voir à ce chapitre, page 8, avec schémas).

La conception de l'architecture du véhicule isole l'habitacle des bruits du moteur et des organes mécaniques. C'est ainsi que la carrosserie, qui est une coque autonome, vient se fixer lors du montage à la double structure longitudinale qui porte les organes de suspension et le groupe moto-propulseur. L'ensemble est associé en 16 points par l'intermédiaire de coussinets élastiques insonorisants.

Cette technique nouvelle isole efficacement l'habitacle des vibrations organiques et des chocs de roulement sur la chaussée.



► Depuis les événements énergétiques et leurs conséquences, précédés par des attaques amplifiées contre l'automobile, la clientèle susceptible d'acheter une voiture de la catégorie de la CX peut se ranger en trois groupes : 1°) ceux qui préfèrent acheter une voiture d'un prix inférieur pour en changer plus souvent ; 2°) ceux qui, de toute façon, ne modifient pas leur comportement face aux restrictions et conservent une certaine idée de l'automobile de haut de gamme ;

3°) ceux qui gravissent un échelon dans la hiérarchie automobile consacrant un budget un peu plus élevé qu'auparavant à l'achat d'un véhicule qu'ils garderont plus longtemps, profitant ainsi des qualités supérieures de cette nouvelle génération d'automobiles. Génération qui refuse de sombrer dans la banalité vers laquelle les contraintes actuelles tendraient à l'entraîner.

Le cahier des charges s'est imprégné

des nouvelles données du marché cerné par le "Marketing", des observations des Services à la Clientèle et des recherches permanentes du Bureau d'Études Automobiles.

C'est pourquoi la CX doit satisfaire une nombreuse clientèle, avec ses qualités inégalées

**de SÉCURITÉ,  
de ROBUSTESSE, d'ÉCONOMIE  
et de CONFORT RAFFINÉ.**



## Tableau de bord Citroën CX

- 
- 1 - Combiné arrêt - contact - démarreur
  - 2 - Tableau de bord
  - 3 - Starter
  - 4 - Emplacement poste de radio
  - 5 - Aérateur central
  - 6 - Haut-parleur
  - 7 - Essuie-glace
  - 8 - Cendrier avant
  - 9 - Boîte à gants
  - 10 - Aérateur orientable
  - 11 - Commande d'ouverture du capot
  - 12 - Pédale de débrayage
  - 13 - Pédale de frein
  - 14 - Pédale d'accélérateur
  - 15 - Commande de lève-glace électrique (avant gauche)
  - 16 - Frein de secours et d'immobilisation
  - 17 - Allume-cigare
  - 18 - Commande de lève-glace électrique (avant droit)
  - 19 - Commande de chauffage électrique de lunette arrière
  - 20 - Commande de chauffage
  - 20e - Commande de répartition d'intensité
  - 20b - Pulseur d'air chaud - 3 vitesses
  - 21 - Commande de réglage de la garnie au sol
  - 22 - Commande des indicateurs de direction
  - 23 - Voyant jaune de frein de secours d'immobilisation
  - 24 - Voyant bleu des phares
  - 25 - Voyant vert des indications de direction
  - 26 - Voyant vert d'éclairage des lanternes
  - 27 - Voyant rouge du signal de détresse
  - 28 - Voyant rouge de pression hydraulique
  - 29 - Voyant rouge d'arrêt impératif
  - 30 - Voyant rouge de pression d'huile moteur
  - 31 - Voyant rouge de température huile moteur
  - 32 - Bouton de contrôle des voyants rouges
  - 33 - Voyant rouge de température d'eau
  - 34 - Voyant jaune d'usure des freins
  - 35 - Voyant jaune d'éclairage des codes (feux de croisement)
  - 36 - Voyant jaune de chauffage électrique de lunette arrière
  - 37 - Commande d'éclairage des codes (feux de croisement)
  - 38 - Commande d'appel optique
  - 39 - Commande des lanternes et des phares (feux de route)
  - 40 - Commande de rhéostat d'éclairage du tableau de bord
  - 41 - Détecteur de charge
  - 42 - Jauge de carburant
  - 43 - Compte-tours électronique
  - 44 - Compteur kilométrique, totalisateur
  - 45 - Compteur kilométrique journalier
  - 46 - Compteur de remise à zéro du compteur kilométrique journalier
  - 47 - Tachymètre
  - 48 - Commande de remise à l'heure
  - 49 - Montre électrique
  - 50 - Commande de signal de détresse
  - 51 - Commande d'essuie-glace et de lave-glace électrique
  - 52 - Commande d'avertisseur sonore

# Les CX2000 et CX2200 à l'œil nu :

**un équipement complet et une finition raffinée.**

Les CX 2000 et CX 2200 innovent une gamme Citroën issue d'une nouvelle génération de voitures née d'une transformation brutale du marché automobile. Les stylistes et les ingénieurs ne se sont pas laissés aller à la facilité d'un dessin flatteur rendant attrayant seulement ce qui est visible. Les CX sont d'un confort raffiné et discret, comme savent l'être les techniques mises à son service (suspension hydro-pneumatique, insonorisation...). Mais avant tout, leurs créateurs se sont attachés à porter les caractéristiques cachées, à leur optimum : dans les

domaines de la sécurité, de la robustesse et de l'économie.

Sous une double appellation se cachent en réalité trois versions : la CX 2000 de 1985 cm<sup>3</sup> (11 CV), la CX 2000 "économique" et la CX 2200, plus puissante (2175 cm<sup>3</sup> et 12 CV) et d'une finition encore plus approfondie.

### CITROËN CX 2000

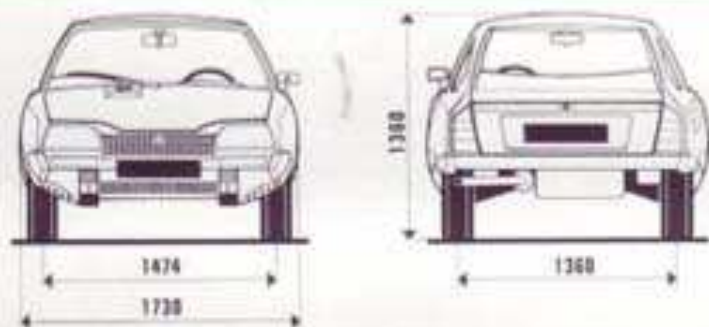
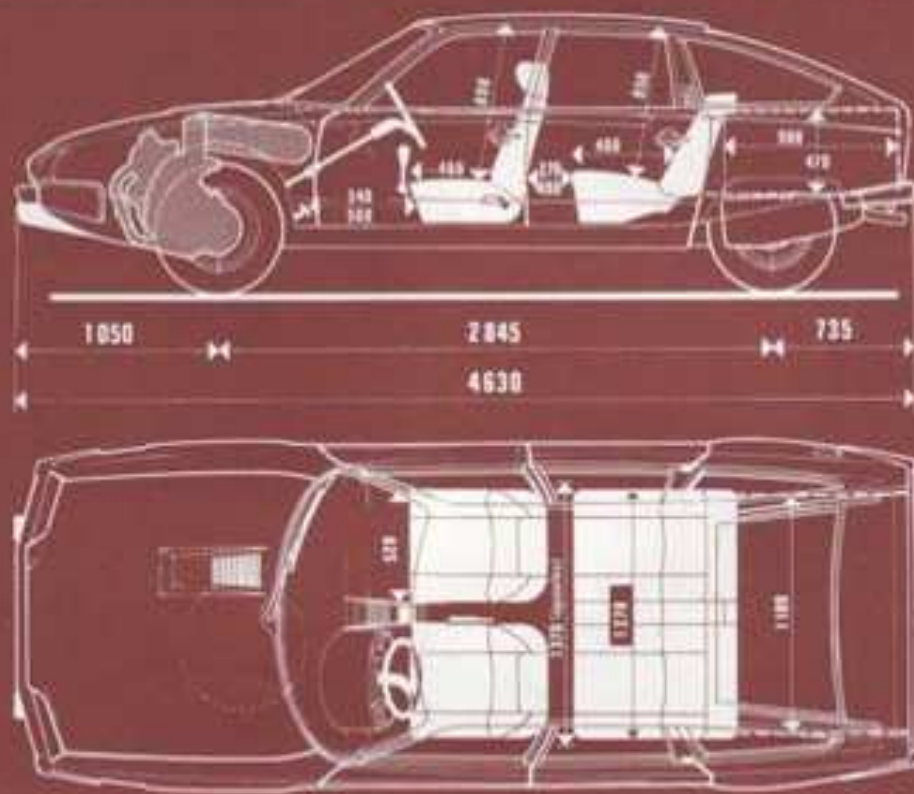
Coloris - Neuf couleurs dont trois métallisées en option (\*) : beige Vanneau ; rouge Soleil ; vert Guérande ; blanc

Meije ; bleu Lagune ; noir ; gris Largentière\* ; bleu Delta\* ; sable Cendré\*.

A l'intérieur, les sièges et la banquette sont garnis de tissu et de simili combinés, avec un choix entre trois coloris harmonisés, comme pour les panneaux de portes (moulés et revêtus mousse). Choix également entre deux coloris pour la planche de bord, le volant, la console et la tablette arrière, d'une part, et deux coloris pour le pavillon et le pare-soleil, d'autre part.

\* Options





**Équipement extérieur** - Projecteurs avant "européens" avec phares à iode. Feux de recul. Pare-brise sécurité en super-Triplex (89 dm<sup>2</sup>). Lunette arrière chauffante, incurvée, procurant un excellent champ de vision arrière. Glaces teintées\*. Lève-glaces avant électriques\*. Logotype "CX 2000" sur la porte de la malle.

**Nouveau** : un équipement "spécial caravane" est proposé\*. Il comprend : une fixation pour crochet supportant une traction de 1 500 kg ; un câble spécial avec prise pour l'éclairage et la signalisation de la caravane ; un refroidissement spécifique du moteur (caravanes de + 900 kg) ; un alternateur de 1 000 W. Il est également possible de relier le circuit hydraulique de freinage à celui de même nature d'une caravane.

**Équipement intérieur** : voir le dessin légendé, en page 5.

A noter néanmoins :

- le compteur lumineux de vitesse (avec distances de freinage) et le compte-tours\*, à lecture directe par lucarne, du type GS;

- le bloc de commandes groupées derrière le volant, à touches basculantes qui se manœuvrent d'un doigt sans quitter le volant et en position normale des mains sur ce volant "9 h 15".

- l'éclairage nocturne des cendrier, allume-cigare et commandes de climatisation;

- le dégivrage-désembuage des glaces latérales avant;

- l'arrivée d'air aux places arrière;

- l'extraction d'air vicié par les montants de custode arrière;

- l'essuie-glace monobalai-deux vitesses, issu de la compétition. Ce système présente une solution de continuité dans le balayage, évitant les décrochements. De plus, le balai est toujours parallèle aux filets d'écoulement de l'air, ce qui évite le décollement de la raclette, quelle que soit la vitesse du véhicule;

- les ceintures de sécurité 3 points aux places avant, bouclables d'une seule main; enrouleur sur option; appuis-tête\*;

- le vaste coffre, éclairé et garni-feutre au sol, est libre de la roue de secours placée sous le capot, etc.

## CITROËN CX 2200

Identique à CX 2000 avec en plus, en série :

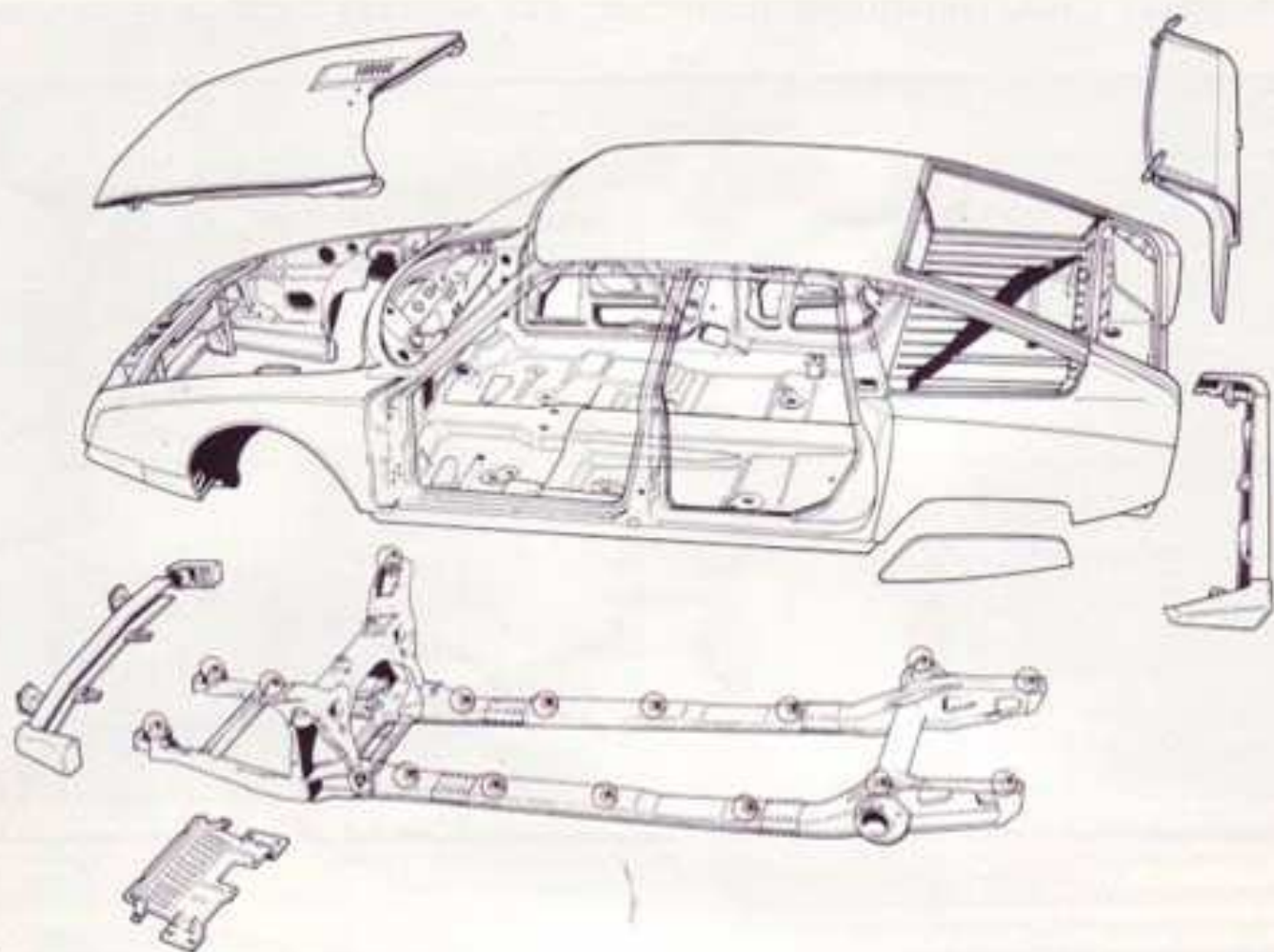
**Équipement extérieur** : son logotype "CX 2200"; des enjoliveurs de roues recouvrant tout le voile de la roue; un embout d'échappement en inox et une tôle de finition noire sous le pare-chocs arrière.

**Équipement intérieur** : compte-tours; témoin d'alerte pour incidents majeurs (stop) avec testeur et témoin de serrage du frein à main; commande de plafonnier sur console centrale; plafonnier type SM; jauge d'huile pneumatique-type GS Birotor; ceintures de sécurité à enrouleur; lève-glaces avant électriques; garnissage sièges et banquette tissu; vide-poches à soufflets au dos des sièges; haute moquette; tablette arrière garnie moquette; pavillon garni tissu.

**PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES MODÈLES CX 2000 ET CX 2200**

<b>MOTEUR</b> : "Traction avant". A l'avant, transversal, incliné 30° vers l'avant.		<b>CX 2000</b>		<b>CX 2200</b>	
Nombre de cylindres .....		4 en ligne		4 en ligne	
Puissance administrative en CV .....		11		12	
Alliage Course en mm .....		86 - 85,5		90 - 85,5	
Cylindres en cm <sup>3</sup> .....		1 985		2 178	
Rapport volumétrique .....		9		9	
Puissance DIN en ch tr/min .....		102 - 5 500		102 - 5 500	
Couple DIN en m.kg tr/min .....		15,5 - 3 000		17 - 3 500	
Refroidissement .....		eau + ventilation à commande thermostatique			
Électrics .....		batterie 12 V 250/50 Ah; alternateur 780 W - 1000 W (suivant équip.); faisceau diagnostic avec capteurs pour contrôle-réglage allumage			
<b>TRANSMISSION</b>		<b>Version normale</b>	<b>Version économique</b>		
Rapports 1 <sup>er</sup> .....		3,166	3,166	3,166	
de 2 <sup>e</sup> .....		1,833	1,833	1,833	
de 3 <sup>e</sup> .....		1,133	1,133	1,133	
boîte de vitesses 4 <sup>e</sup> .....		0,8	0,75	0,8	
MAR .....		3,153	3,153	3,153	
Couple réducteur .....		13/62	14/61	12/65	
1 <sup>er</sup> .....		7,8	8,5	8,1	
Vitesse en km/h 2 <sup>e</sup> .....		13,5	14,8	14,1	
pour 3 <sup>e</sup> .....		21,9	23,9	22,7	
1000 tr/min 4 <sup>e</sup> .....		31	36,2	32,2	
MAR .....		7,9	8,6	8,2	
<b>SUSPENSION</b>					
Hydropneumatique à hauteur constante, 4 roues indépendantes. Garde au sol à positions variables sur commande. Dispositif anti-cabreur. Barres anti-roulis.					
<b>FREINAGE</b>					
Hydraulique, assisté, en 2 circuits séparés. Pression variable en fonction de l'effort sur la pédale et, à l'arrière, de la charge. 4 disques, ventilés à l'avant. Surface totale freinage principal : 336 cm <sup>2</sup> .					
<b>PNEUMATIQUES</b>		AV - AR .....		185 SR 14 ZX - 175 SR 14 ZX - 185 HR 14 XVS - 175 HR 14 XVS	
Pressions en bars		AV - AR .....		1,9 - 2,1	
<b>DIRECTION</b>		<b>Mécanique</b>		<b>Assistée (option)</b>	
Rapport de démultiplication .....		1/24,5		1/13,6	
Nbre tours volant butée à butée .....		4,5		2,5	
à braquage entre roues .....		11,80		11,80	
à braquage entre trottoirs .....		10,80		10,80	
<b>POIDS (en kg)</b>					
Poids DIN .....		1 265		1 280	
Poids total en charge .....		1 740		1 760	
Poids remorquable .....		1 500		1 500	
<b>DIVERS</b>					
Longueur : 4,63 m. Largeur : 1,73 m. Hauteur : 1,36 m et garde au sol : 0,155 m constantes-moteur tournant. Empattement : 2,848 m. Voie AV : 1,474 m. Voie AR : 1,36 m. Surface vibrée totale : 293 dm <sup>2</sup> . Volume coffre : 325 dm <sup>3</sup> (valises) ou 475 dm <sup>3</sup> ("eau"). Capacité essence : 68 litres (Super). Vidange moteur tous les 5 000 km ("boîte" tous les 20 000 km). Aucun graissage.					
<b>PERFORMANCES</b>					
0 - 400 m .....		18"5		18"7	
Conducteur seul 0 - 1 000 m .....		34"4		34"6	
0 - 100 km/h .....		13"1		13"3	
Vitesse maxi DIN km/h .....		174		167	
Consommation à 90 km/h .....		8,4		7,6	
à 120 km/h .....		10,4		9,7	
à 140 km/h .....		12,4		11,7	
Demi-charge Consommation DIN (litres) .....		10,5		9,7	
				10,2	





Les ensembles de carrosserie de la CX, avec en bas, la structure longitudinale portant le cadre avant et le cadre arrière. En couleur, les 16 points élastiques de liaison avec la caisse, qui isolent des bruits mécaniques et de roulage.

## Les CX2000 et CX2200 radiographiées...

Jusqu'ici de telles automobiles baptisées "véhicules de sécurité" n'avaient été réalisées par les constructeurs qu'au stade du prototype expérimental que l'on montrait dans les colloques internationaux. Les modèles CX sont les premières voitures de sécurité globale commercialisées dans le monde.

Citroën est depuis longtemps en avance dans le domaine de la sécurité primaire, dite également "active" car elle participe activement à la sécurité des occupants. Elle leur permet de prévenir l'accident par une tenue de route, une direction, une suspension, un freinage, un confort, une vision..., irréprochables. Allégés dans cette voie, les ingénieurs ont pu faire progresser de façon spectaculaire la sécurité secondaire ou "passive" des nouvelles Citroën.

C'est en fonction de la position idéale

du conducteur et des passagers que les CX ont été conçues à partir d'expériences qui ont conduit à résoudre le problème de la sécurité comme un indissociable ensemble, structure - volume résiduel - sièges - moyens de retenue, autour de l'être humain.

### Une nouvelle conception de la carrosserie

L'habitacle rigide conserve, en cas de choc, le volume nécessaire pour que les ceintures de sécurité puissent jouer leur rôle.

La carrosserie est une coque indépendante reliée à la suspension-liaison au sol par une double structure longitudinale qui renforce le soubassement de caisse. Le fond de caisse est composé d'une seule pièce emboutie avec tra-

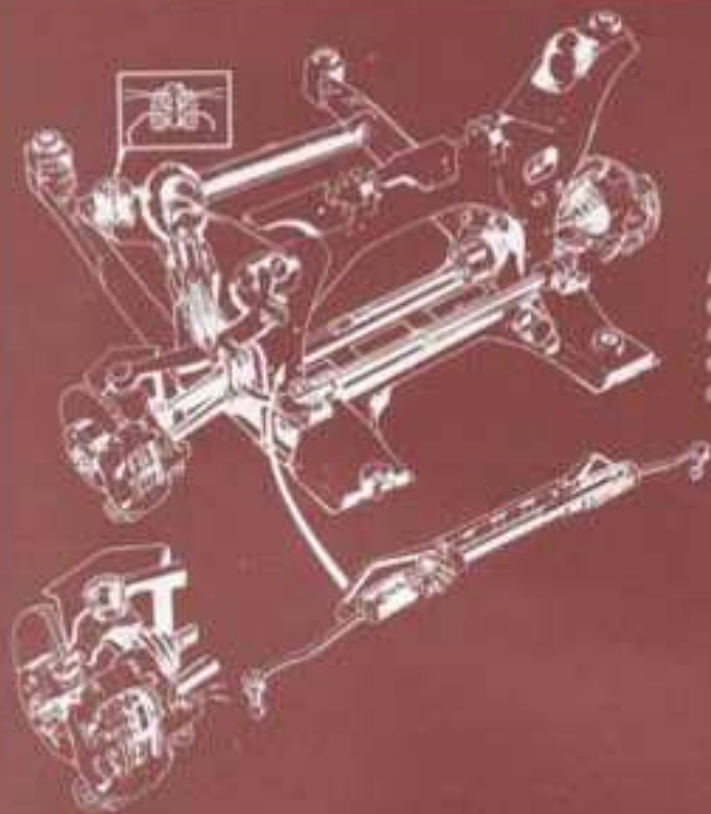
verses intermédiaires offrant une retenue importante de la partie inférieure de l'habitacle.

Le dessin de cette structure est techniquement conçu afin que les déformations intervenant dans une collision soient scientifiquement organisées et assurent ainsi une dissipation optimale d'énergie sur une course minimale.

L'architecture et la structure du véhicule sont telles que celles-ci dépassent largement les performances exigées par les réglementations actuelles les plus sévères :

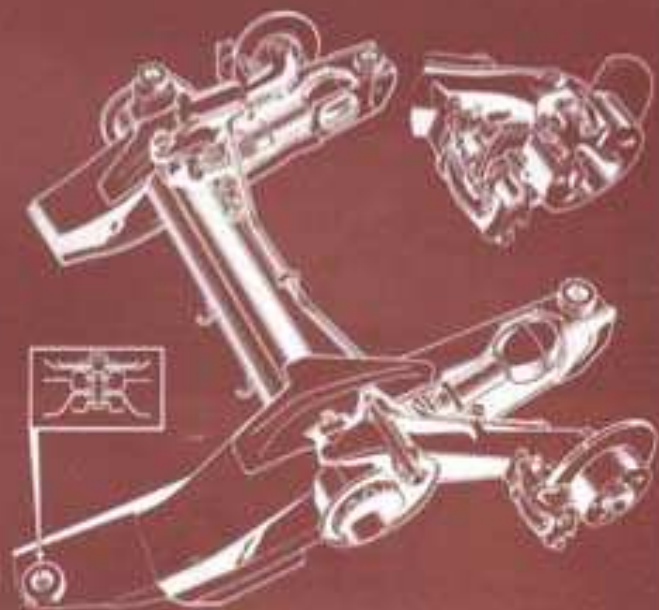
Le groupe moto-propulseur, placé transversalement à l'avant, offre en cas de choc frontal un maximum de distance d'écrasement sans atteindre l'habitacle.





*Le cadre avant, porteur des éléments mécaniques de traction, de suspension, de transmission, et de liaison au sol (direction et freinage). Plus qu'un élément fonctionnel, il a été étudié en tant qu'élément de sécurité secondaire.*

*Le cadre arrière et ses éléments de suspension et de liaison au sol. En vignette : une liaison élastique.*



## ... de vrais véhicules de sécurité

L'habitacle rigide est indépendant du cadre dont les corps creux longitudinaux complètent avantageusement les longerons de caisse. Ceux-ci comportent une âme verticale en tôle épaisse. Au rôle de tenue en flexion de la structure, s'ajoute un effet de stabilisation de l'ensemble au moment du choc. Ils se prolongent vers l'arrière, constituant ainsi un complément de protection au cadre support d'essieu arrière.

- Les efforts engendrés par les masses non suspendues, accélérées au moment du choc, agissant directement sur le cadre, diminuant ainsi les déformations de l'habitacle composant le volume résiduel.

- La déformation du cadre avant est dirigée grâce à la succession "organisée" des déformations des éléments constituant la structure. Ainsi la partie

avant de ce cadre a été l'objet d'études approfondies pour déterminer la hiérarchie des déformations (dessin, épaisseurs variables, position des points de soudure). La partie supérieure des passages de roues avant a également fait l'objet de recherches particulières tendant à ne pas trop "charger" le panneau de côté, élément important pour la tenue de l'habitacle.

- La direction des déformations est imposée par les butoirs de sécurité situés sous le pare-chocs avant.

- Le panneau de côté, largement dimensionné, permet une bonne tenue de l'habitacle afin d'offrir le maximum de possibilités de dégagement par les portes après un choc. En essai contre un mur de béton à 50 km/h (sous 60° d'incidence) trois portes sur quatre peuvent être ouvertes. Pour satisfaire

aux normes, une porte suffisait.

- Une tôle de protection au fond du coffre liée avec la tablette arrière évite que les objets ne passent dans l'habitacle en cas de choc.

### Des aménagements de protection

L'ensemble des aménagements techniques et de protection que nous ne pouvons pas tous citer, représente une véritable percée dans le domaine de la sécurité secondaire. Voici quelques solutions de protection :

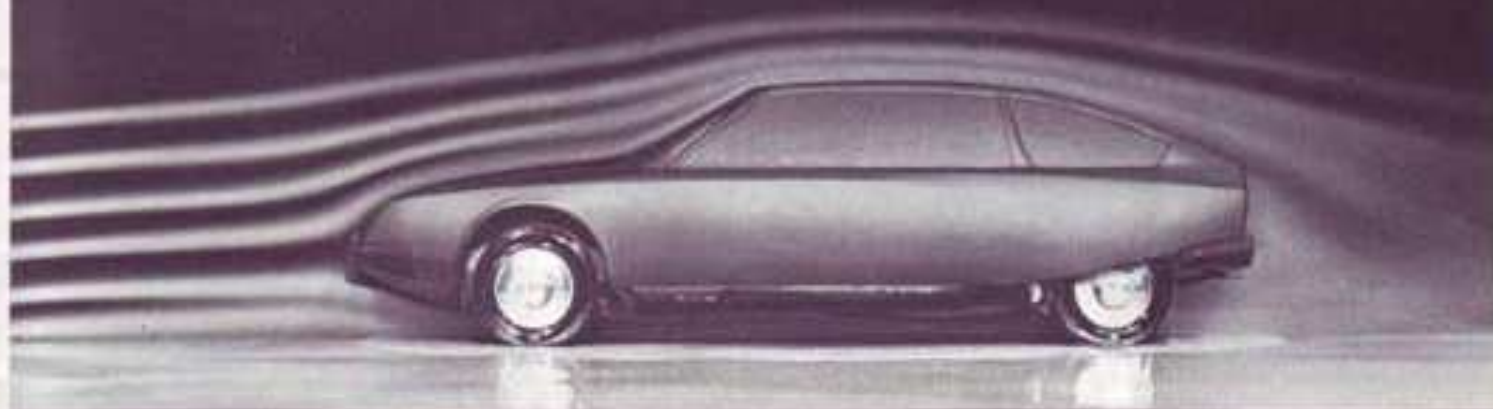
Les ceintures de sécurité qui se bouclent d'une main, ont fait l'objet de soins attentifs, en étude et en expérimentation. Sur les ceintures à enrouleur, le dispositif automatique d'enroulement est encastré dans la base de pied milieu afin d'être naturellement







La CX en soufflerie. Il s'agit de vérifier ses caractéristiques aérodynamiques, donc ses performances. Une maquette-plâtre à l'échelle du 1/5 reproduit fidèlement la forme projetée par le Centre-Style. La vitesse d'écoulement dans la veine d'air correspond à une vitesse en vraie grandeur de 50 km-heure.



Torture pour le bras de suspension de la CX.

## Vélizy et la CX : Etudes et expérimentation

Déterminer la date exacte de la naissance de la CX est très difficile, car la première concrétisation ou "Cahier des Charges" est le fruit de réflexions permanentes. Définition des modèles, Marketing, Service commercial et son département Après-Vente ont précisé, en fonction du marché, à quels clients, à quel prix, à quelle date, il fallait offrir un modèle de tel type.

Le Bureau d'Études de Vélizy, de son côté étudie en permanence et tient prêtes dans ses cartons, des formes, des techniques, des études en tous genres. On peut estimer cependant que la naissance d'une voiture commence par la remise au Bureau d'Études du Cahier des Charges. Pour la CX, celle-ci se situe au début de l'année 1971.

Deux impératifs s'imposent aux constructeurs automobiles de notre époque : ils doivent travailler vite pour répondre aux goûts d'une clientèle qui évolue rapidement et ils doivent penser sécurité. Ces deux impératifs se rejoignent au sein d'un troisième : celui du

respect d'un prix à ne pas dépasser sous peine de voir le client bouder son produit, faute de pouvoir l'acheter.

Le Centre Technique de Vélizy qui regroupe le Bureau d'Études et une partie des Méthodes-Production a amélioré considérablement ses équipements dans les deux premières voies, ce qui a permis à la CX de voir le jour dans un délai relativement court, de répondre sur le plan sécurité aux normes imposées par la législation européenne dans la fourchette de prix imposée par le Cahier des Charges.

Dans le domaine de la carrosserie, deux facteurs ont été déterminants : l'utilisation de l'ordinateur et des techniques informatiques à tous les stades des études, et la mise en place de multiples bancs d'essai. L'ordinateur permet d'explorer en quelques heures des solutions qui auraient demandé des centaines d'heures de calcul ; les bancs d'essais accélèrent l'expérimentation. Les prototypes d'éléments ou de voitures complètes deviennent plus précis :

d'où un gain sur le plan du coût et du temps nécessaire à leur exécution.

La Citroën GS avait déjà largement profité de l'équipement de Vélizy en moyens informatiques : machine Alpha 3 D (3 D = 3 dimensions) capable de relever en quelques jours les 2 500 points définissant une voiture ; machine à dessiner Gerber produisant à partir de ces cotes, à différentes échelles, dessins en plans, en perspectives ou en position d'emboutissage ; fraiseuse à commande numérique permettant directement l'usinage d'un outil ou d'une pièce étalon... La CX a utilisé au maximum ces équipements.

Sur le plan expérimentation, la CX a non seulement bénéficié des bancs d'essai déjà existants, mais d'autres ont été créés pour elle. Certains sont des bancs d'endurance qui brutalisent au maximum un élément ou la voiture complète pour voir jusqu'où elle peut aller ; les autres permettent des études très fines visant essentiellement au





Au banc de fatigue Budd, torture sur 5 plans : avant moteur - arrière ▲  
moteur - charge intérieure (passagers) - charge arrière (coffre) - freinage

Pour que la CX soit homologuée, il fallait qu'elle obéisse à des règles très strictes : son habitacle devait rester intact après un choc au mur à 50 km/h, ce qui correspond à celui d'une voiture arrivant à 100 km/h contre une voiture à l'arrêt. La CX est sûre et bonne pour le service.



▲ Une CX-fantôme sur le banc à rouleaux. Seul le soubassement est réel; la forme n'étant pas définitivement déterminée lors de l'essai, la partie supérieure a été simulée par des tubes et des tôles.



confort du passager. Il s'agit de mener la résistance de la voiture bien au-delà de ce qui pourra arriver à un client et aussi de déterminer ce qui se passe en cas d'accident. Tout est mesuré, calculé, étudié et il n'est pas nécessaire d'avoir terminé un essai pour commencer à étudier les modifications nécessaires : renforcement de la matière, emplacement des points de soudure.

Les essais correspondent selon les organes testés, à des kilométrages variables mais très importants, dans des conditions de difficultés maxima. Ils sont menés au niveau de la pièce, puis d'un sous-ensemble, puis de l'ensemble complet : on passe, par exemple, du bras de suspension seul, au demi-essieu complet, puis à toute la suspension.

De multiples bancs ont été conçus sur place pour tester toutes les pièces et mécanismes susceptibles de se fatiguer :

- La direction se braque des milliers de fois à droite, à gauche, dans des efforts allant bien au-delà des manœuvres de parking les plus dures. Le choc au trottoir n'est rien à côté de celui qui lui est infligé à l'essai.

- Les portes s'ouvrent et se referment inlassablement, selon des forces cal-

culées, pour examiner charnières, serrures, tirants...

- Les mécanismes du système de chauffage s'actionnent en des milliers de manœuvres dans des conditions déterminées de température.

La torture des bancs d'essai n'a pas été moindre pour les structures. Des moyens nouveaux récemment implantés à Vélizy ont permis d'aller très loin dans ce domaine, si important pour la sécurité. L'ensemble structure et éléments a été livré à un banc d'essai statique qui a mesuré ses déformations à des torsions et flexions en tous genres : aucune partie molle ne doit être décelée.

Sur le banc de fatigue Budd, le plus évolué de ce type, il ne s'agissait plus de torsion ou flexion, mais de mesures de résistance, à partir d'efforts imposés dynamiquement en certains points de la structure.

Autre procédé d'étude utilisé pour la résistance des matériaux, "la photo-stress", méthode qui permet de visualiser les zones particulièrement chargées (longeron, par exemple).

Structures, organes mécaniques sont passés ensuite, ensemble ou séparément, en test d'endurance, sur un banc à rouleaux. Celui-ci reproduit, selon des

programmes précis, avec des vitesses variables, tous les obstacles de la route : pavés, bosses, tôle ondulée.

Le simulateur de route, la chambre "sans écho", ont permis derrière, une observation très fine, non plus pour amener la voiture à la limite de ses forces, mais pour éliminer vibrations et petits bruits divers qui exaspèrent tant l'automobiliste.

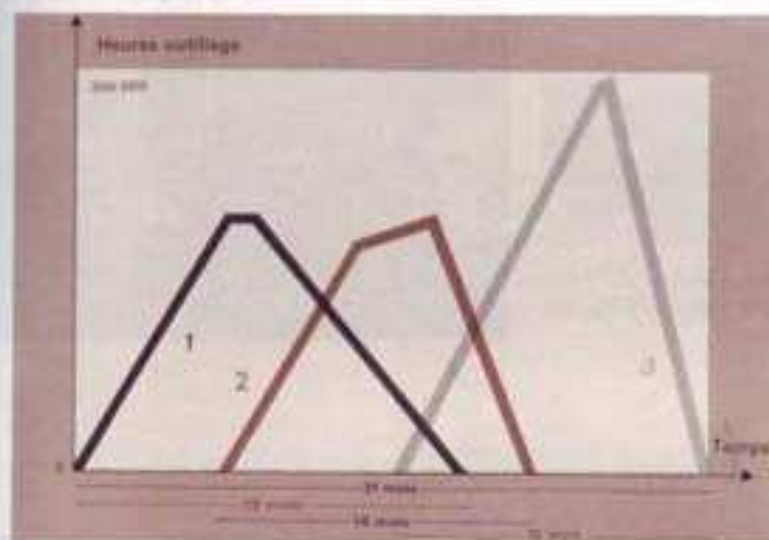
Si l'expérimentation sur bancs d'essai accélère le processus d'études, il ne faudrait pas croire cependant qu'elle suffit : l'étude de la résistance des structures et donc des matériaux, est menée parallèlement avec les laboratoires de métallurgie, de chimie, d'essais. Elle ne supprime pas non plus, bien entendu, l'épreuve d'endurance sur piste et sur route : des prototypes de la CX ont circulé pendant des mois bien avant que le véhicule ne reçoive ses caractéristiques définitives et son nom de commercialisation. Il a subi aussi des épreuves redoutables : les essais de collision à 30, 40, 50 kilomètres à l'heure, de face, de côté, véhicule contre véhicule.

De tous ces essais, la CX est sortie "bonne pour le service" sur le plan de la fiabilité et de la sécurité (nous avons souligné les points essentiels de cette sécurité dans les pages précédentes).





Remarquable outil de contrôle : la fausse-caisse étalon de la CX.



Courbe d'écoulement des outillages-carrosserie de la CX, entre les premiers découpages de la voiture, la détermination des premières formes et le début de la fabrication en série.

1. Courbe d'études. 2. Phase de commande des outillages. 3. Courbe de livraison des outillages.

Le délai nécessaire à cette courbe d'écoulement se réduit dans le temps, avec chaque nouveau véhicule. Pour la CX, il a été de 12 mois.

## Les outillages de la CX

La réalisation des outillages nécessaires à la fabrication de la CX représente plus de 4 millions d'heures de travail. 53 % de ces outillages ont été réalisés par le Service Outillage Citroën et les filiales du Groupe, telles que la Sogamm, la Scemm et la Carrosserie de Levallois; les 47 % restants sont des réalisations de fournisseurs extérieurs.

En volume d'heures de travail, les outils d'emboutissage arrivent en tête, puis dans un ordre décroissant, les outils de ferrage et les machines spéciales d'usinage, les outils de fonderie; viennent ensuite les étaux et moyens plastiques, les moules caoutchouc et plastiques, et les moyens de forge.

L'atelier d'Outillage-Travaux Neufs de Rennes-la-Janaïs, le plus important de la Société, avec 710 personnes dont 560 professionnels, a fabriqué plus de la moitié des outillages de carrosserie (soit 370 000 heures de construction et de mise au point pour 164 outils), le tiers des outillages de ferrage (soit 400 000 heures, pour 136 outils), et une grande partie des moules caoutchouc et plastique.

En carrosserie, la technique de la commande numérique a apporté une contribution, très importante sur le plan des délais, à la réalisation des moyens pour les formes extérieures. Maîtres-modèles ou étalons et outils d'emboutissage ont été pour la plupart, réalisés à partir des relevés de cotes effectués au Bureau d'Études par la machine Alpha 3 D et transmises après les traitements appropriés, aux machines d'usinage.

Signalons aussi la réalisation originale par l'Unité d'Outillage de Javel, d'une machine à coudre à commande numérique qui assemble à plat les faisceaux électriques de la CX, à raison de 1 000 points à la minute.

Sur le plan mécanique, les réalisations les plus importantes pour la CX, sont les machines transfert: pour le pivot-étrier construite par l'Unité de Javel (voir photo page 23) et pour le demi-étrier et le bras inférieur construites à la Scemm. A elles trois, elles représentent 100 000 heures de travail.

Des avant-séries de pièces mécaniques

de la CX, ont été réalisées sur le Centre d'usinage de l'Unité de Javel.

Autre réalisation dont bénéficiera la CX pendant toute la durée de sa fabrication, un outil de contrôle remarquable, à l'actif de la Sogamm: il s'agit d'une fausse caisse-étalon qui sert au réglage des lignes d'assemblage finales et garantit ainsi la précision de la fabrication en série. Sa précision est celle de la maquette-plâtre... qui sert de point de départ à toutes les études.

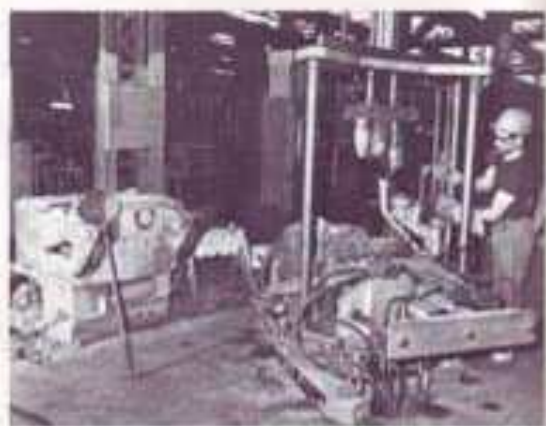
Elle est composée d'un châssis mécanosoudé à éléments plastiques fixes (panneaux de côté, baie de pare-brise, traverses avant et arrière, etc...) et d'éléments amovibles (portes latérales et de coffre, capot, ailes avant et arrière, volets d'ailes...). Tous les éléments de série peuvent être montés sur cette fausse-caisse et inversement, les éléments amovibles de la fausse-caisse peuvent se monter sur n'importe quelle partie de la caisse, en cours de montage. Cette fausse-caisse, unique en son genre en France, a demandé 17 000 heures de travail.





L'atelier d'assemblage et de mise en place des noyaux sur la chaîne des moules du carter-moteur. La fonte liquide s'insinuera dans les espaces laissés libres par les noyaux de sable aggloméré.

Sortie d'un bras moulé en aluminium (bras arrière). Après sciage des masselottes et ébarbage, chaque pièce est contrôlée par radiographie à lecture directe.



## La mécanique brute de la CX naît

Du métal, du caoutchouc, du verre, du tissu, des matières plastiques, des mousses... Des plus lourds aux plus légers, ces matériaux servent à la fabrication d'une automobile. Leurs caractéristiques connues et améliorées par les bureaux d'études, les laboratoires et les Méthodes permettent de les choisir en fonction de leur utilisation précise sur la voiture.

Parmi ces matériaux, le métal est le plus largement utilisé : fontes, alliages légers, aciers laminés, en barres, en fil... En attendant la nouvelle fonderie de Charleville, opérationnelle dans son ensemble au cours du dernier trimestre 1974, les usines Citroën de Clichy et de Nanterre sont les principales pourvoyeuses de pièces mécaniques métalliques, brutes et semi-usinées.

### Nanterre : la coulée sous pression.

Nanterre est la spécialiste incontestée de la coulée d'aluminium sous pression. Pour la CX, elle produit certaines pièces importantes comme les carters de boîte de vitesses et d'embrayage.

L'aluminium a été choisi pour ses qua-

lités propres de métal léger, résistant à chaud comme à froid, peu vulnérable à la corrosion et de bonne conductibilité thermique. Les progrès accomplis par les techniques de moulage ont permis de confier des pièces de formes compliquées et précises à la coulée sous pression.

La quantité de métal nécessaire est injectée sous une très forte pression entre les "mâchoires" d'une presse porteuse du moule; le métal en fusion épouse parfaitement les formes que l'on a voulu donner à la pièce. Avec le minimum de surplus de métal, la pièce sort presque prête à usiner. La précision acquise en coulée sous pression permet de supprimer quelques opérations d'usinage.

### Clichy-Fonderie. Pièce maîtresse : le carter-moteur.

Pour le carter-moteur, le procédé est plus traditionnel. La bonne fonte grise classique donne satisfaction. Elle a fait ses preuves depuis longtemps et ses qualités progressent toujours, en laboratoire et en fabrication. Et puis, il y a fonte et fonte : la nouvelle "fonte G.S." (à graphite

sphéroïdal), a bien réussi à supplanter l'acier forgé, en qualité et en prix, pour certaines pièces mobiles robustes.

Un carter-moteur comme celui de la CX pèse à lui seul 55 kg. Il n'est donc pas étonnant d'enregistrer une production annuelle, pour Clichy-fonderie, de 53 000 tonnes de pièces, produites à partir de 73 000 tonnes de matières premières ! (chiffres année 1973) Les noyaux de sable placés dans le moule afin de donner à la pièce son épaisseur et ses formes creuses et en relief, lors de la coulée, exigent 40 000 tonnes de matière par an.

Les chiffres impressionnants ne manquent pas à Clichy. Par exemple, le cubilot 17, le plus important, peut produire 10 tonnes de métal liquide par heure. Comment ? Des bennes déversent toutes les cinq minutes dans son large "gueulard", 120 kg de coke et 800 kg de produits ferreux, par couches alternées, sur ses 12 mètres de hauteur. La combustion du coke fait fondre le métal qui descend au fond du four. Le métal liquide recueilli est ensuite maintenu en fusion à 1 510°, dans des fours électriques. Les fondeurs sont alimentés





Les quatre opérations finales (sur neuf) de fabrication de deux bielles faites à partir d'un lopin d'acier brut de section ronde, frappé à chaud.



#### La CX en brut, à Clichy :

- En fonderie-aluminium : culasse (12,5 kg), tubulure d'admission, bras de suspension arrière (3,850 kg), pivots-étriers freins avant et demi-étriers avant et arrière, etc... (Photo 1).
- En forge : bras de suspension avant et entraîneurs de transmission, soudés par friction, traxe, arbre primaire, pignonnage, etc... (à noter parmi les absents de la photo : bielles et leur chapeau, moyeux, culbuteurs, fusées). (Photo 2).
- En fonderie : carter-moteur, chemises, tubulure d'échappement, volant moteur, plateaux de freins (ventilés à l'avant), boîtier de différentiel, pompe hydraulique haute pression, etc... (Photo 3).



## à Clichy et à Nanterre

régulièrement sur les postes voisins de coulée des moules, par l'intermédiaire de poches mobiles appelées "Mane-Jeanne".

Pour le visiteur, le carter moteur naît réellement lors du décochage qui laisse apparaître la pièce brute par dégagement du sable et cassage des noyaux. Première opération de finition : le décapage par projection de grenaille. Il est ensuite déposé de ses parties superficielles ("ébarbage"), peint en vert contre l'oxydation, vérifié, retouché éventuellement et pré-usiné (points de départ pour son usinage ultérieur).

#### Les lettres de noblesse de l'aluminium confirmées

Pour la première fois, une pièce de "sécurité" est confiée à la fonderie-aluminium : il s'agit du bras de suspension arrière de la CX. En tôle sur la 2 CV/Dyane, en acier forgé sur la DS et à l'avant de la CX, en fonte "GS" sur la GS Birotor, il est en alliage léger (à l'arrière) sur le nouveau modèle. Grâce à un nouvel alliage de hautes qualités métallurgiques, l'aluminium peut enfin

entrer dans la constitution d'une telle pièce dont les responsabilités et la charge de travail ne sont pas à démontrer... Cette pièce coulée par gravité, fait la fierté des fondeurs-alu.

#### A Clichy-Forge, le "Super-Vulcain" se nomme : "Hatebur".

Clichy, qui emploie plus de 6 000 personnes sur 152 500 m<sup>2</sup> (St-Denis-Pleyel inclus), c'est aussi la forge. La seule de la Société Citroën (la filiale : "Société des Forges de Froncles" pratique la frappe à froid). Son importance se traduit par un volume de fabrication proche de celui de la fonderie. En 1973, elle a consommé 62 000 tonnes de matières premières pour produire 46 000 tonnes de pièces forgées.

Ce secteur forge progresse également. De même qu'en fonderie, ses nouveaux équipements vont dans le sens d'une amélioration des conditions de travail. Elle va de pair avec la disparition des anciens pilons à chaud. Une presse à forger automatique "Hatebur" d'une puissance de frappe de 1 200 tonnes et d'une puissance électrique de 2 800 kW/h (chauffage des barres

d'acier par induction) était en démarrage lors de notre reportage. Elle produira par campagne des pièces de mouvement qui requièrent une fiabilité à toute épreuve : pièces de pignonnage, bagues de roulements, baladeurs, tri-axes de transmissions, etc. Cadence : de 35 à 70 pièces/minute, à partir de lopins d'acier de 0,4 à 3 kg, découpés à chaud par la presse, sur le premier de ses cinq postes de travail.

Pour la CX, Clichy-Forge continuera à fabriquer d'autres pièces traditionnellement confiées aux forgerons. Complément d'avenir de la forge : la soudure par friction nouvellement introduite qui permet de produire une pièce complète et complexe en limitant la partie forgée à un seul des éléments constitutifs. Les parties sont frottées l'une contre l'autre par rotation, un échauffement se produit et l'on presse le tout fortement (bras de suspension avant, entraîneurs de la transmission de la CX).





Le montage en images.



● *Personne ? Pourtant il était 14 heures... Cette bande transporteuse d'un kilomètre de méandres dessert sans intervention humaine 650 machines automatiques d'usinage du carter-moteur.*

○ *Contrôle des manetons du vilebrequin par faisceau lumineux. Chaque rayon de raccordement des manetons est reporté sur l'écran; il doit coïncider avec le tracé de référence.*

1. Pose du vilebrequin sur ses paliers.

2. Introduction de chaque cylindre complet préparé avec son embiellage.



## Premiers battements du cœur de

Pour les motoristes de Javel-Gutenberg, la fabrication du moteur de la CX ne pose pas de problème. Ils usinent et montent déjà de nombreuses versions de moteurs de DS et assurent leur assemblage avec la boîte de vitesses. Celle de la CX sera accouplée à Aulnay.

De constitution différente de par sa position en travers et inclinée à 30 % vers l'avant, le moteur offre une cylindrée similaire à celle des D Spécial, D Super et DS 20 de 1985 cm<sup>3</sup>, pour la CX 2000 et à celle de la D Super 5 de 2 175 cm<sup>3</sup> pour la CX 2200, avec pour toutes les deux un gain en puissance réelle (respectivement 102 ch et 112 ch à 5 500 t/mn).

### Cure d'amaigrissement en usinage.

Lorsque le carter-moteur arrive à Gutenberg, en provenance de la fonderie

de Clichy, il pèse plus de 50 kg. Lorsqu'il est prêt à recevoir son vilebrequin, ses chemises et son embiellage, sa culasse avec l'arbre à cames, il a perdu une dizaine de kg entre les "griffes" des machines d'une ligne-transfert unique chez Citroën.

650 machines sont installées sur 361 postes automatiques de travail échelonnés le long d'un kilomètre de bande transporteuse lovée en longues boucles. Elles travaillent la pièce en tous sens. Cet atelier est pour ainsi dire vide de personnel car les opérations restantes se résument à du contrôle de pièces et de machines, puis au réglage et à la maintenance de ces dernières. Chacune des douze travées présente un tableau de bord lumineux qui permet au contre-maître de surveiller le déroulement des opérations en cours et de déceler les

anomalies éventuelles.

Cet ensemble reste néanmoins souple car toute machine ou groupe de machines peut être débrayé à volonté du circuit d'usinage, pour entretien ou pour un travail "en manuel".

La partie la plus travaillée est le support de sortie de vilebrequin - côté volant. Il exige sept usinages de broches de dimensions différentes afin d'arriver par approches successives à la précision requise, du niveau du 1/100e de millimètre (soit trois fois moins que l'épaisseur d'une feuille de papier à cigarette). Les surfaces actives (supports de paliers, notamment) et jointives sont l'objet des mêmes soins minutieux. Ailleurs, les machines fraisent, percent de part en part (environ 180 trous), filent (96 de ces trous), alèsent, rodent, rectifient...





5

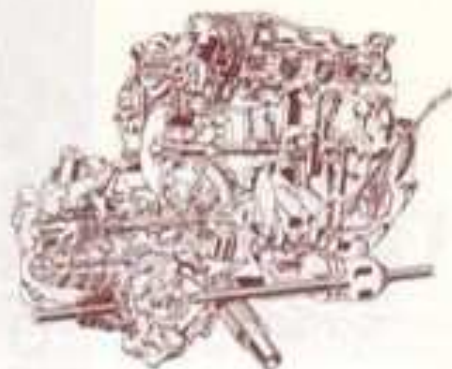
3. Ligne voisine de préparation de la culasse : pose de la rampe des culbuteurs d'admission.

4. Après pose du joint, serrage efficace de la culasse par une serreuse multiple pneumatique. Elle garantit une fixation équilibrée et une étanchéité parfaite avec le bloc moteur.

5. Opération délicate de réglage des culbuteurs. Au premier plan : la cale.

6. Premiers tours de vilebrequin du moteur. Il est testé pendant 20 minutes sur banc d'essai. Il reçoit également un réglage de l'avance à l'allumage d'après une visualisation par lampe stroboscopique.

Avant d'être expédié à Aulnay, le moteur parcourt encore quelques mètres au long desquels il reçoit les derniers accessoires et sa médaille d'identité.



Ensemble moteur-boîte de vitesses-transmission de la CX



6

## la CX à "Gutenberg"

### Précision et équilibre pour le vilebrequin.

Au plein régime du moteur toléré par le compte-tours - soit 5 500 tr/mn - le vilebrequin accomplirait 495 000 révolutions sur les 200 kilomètres de l'autoroute Paris-Lille dans un temps record de 70 minutes ! C'est dire le travail de cette pièce maîtresse du moteur, même à la vitesse autorisée de 140 km/h, sur le trajet autoroutier Dunkerque-Nice.

Sa tâche est complexe et sa constitution nécessite de la robustesse et de la précision. Le vilebrequin doit transformer en mouvement de rotation continue, le mouvement alternatif des quatre pistons. Bombardé de chocs à chaque explosion, il n'est pas question pour lui de fléchir ou de se tordre en aucun

point de sa masse ; il doit transmettre à l'embrayage une rotation parfaitement régulière par l'intermédiaire du volant d'inertie.

Là encore la précision d'usinage par les moyens dont dispose "Gutenberg" est primordiale pour la vie du moteur. Les 250 outils qui vont sculpter la pièce brute de forge, la déformeront, il faudra la redresser sept fois, à partir de deux points d'alignement initialement déterminés. Ébauche, demi-finition, finition des manetons et des paliers : à chaque fois le contrôle est obligatoire. On travaille plus que jamais au 1/100e de millimètre. En cours d'usinage le métal est durci et fixé par traitement thermique suivi d'une trempe.

Les perçages successifs déséquilibrent la pièce. Un nouveau centre-électronique

d'usinage lui redonne son équilibre par calcul d'après sa rotation puis par intervention sur place, au moyen de broches qui enlèvent la quantité de matière décidée par le "cerveau", exactement où il faut...

Parmi les contrôles aux divers stades, celui du poste final porte sur la bagatelle de douze mesures, dont les résultats apparaissent simultanément sous les yeux de l'opérateur.

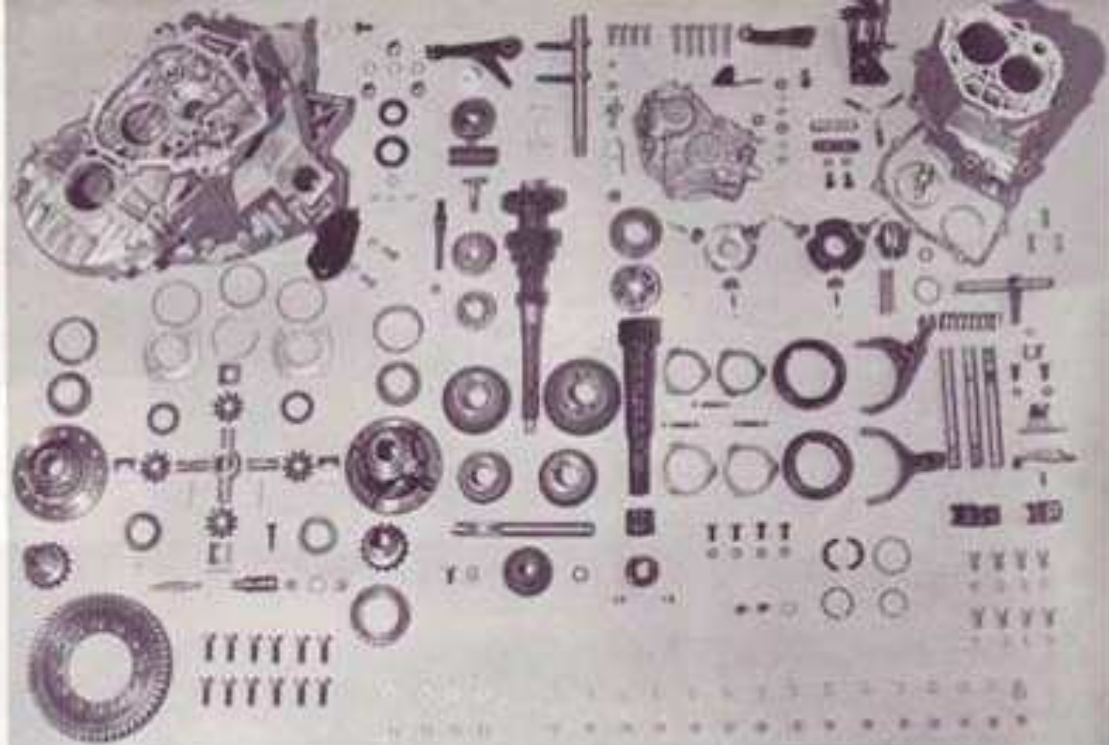
### Montage : un puzzle de 600 pièces.

Le montage ? Silence... c'est tellement plus "parlant" en images pour un moteur insonore (voir reportage ci-dessus).



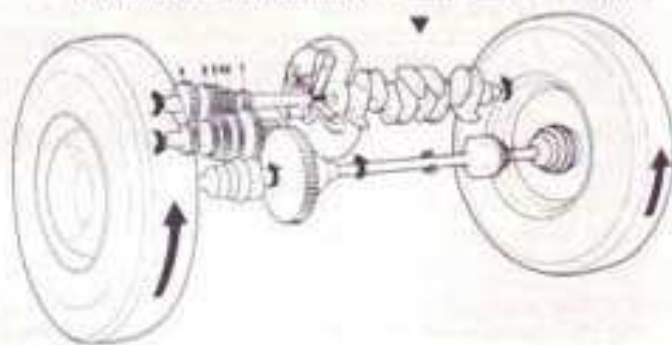


300 pièces  
à assembler  
au service  
du moteur  
et de la transmission  
(voir également l'éclaté  
page 17).



◀ Usinage des carters d'embrayage sur machine transfert.

Disposition "en travers" de la boîte de vitesses,  
située dans le prolongement du moteur. Cette  
disposition explique l'absence de couple conique.



## Une nouvelle boîte de vitesses

A une nouvelle, moyens et produits nouveaux. Notre jeune spécialiste lorraine de la boîte de vitesses ne manque pas à la règle. En attendant de devenir la seule productrice Citroën dans ce domaine, elle va ajouter à l'usinage et au montage de la boîte de vitesses de la GS la fabrication complète de celle de la CX.

Partie en juin 1965 avec 60 000 m<sup>2</sup> d'atelier, elle a doublé de surface, 3000 personnes appuyées par un potentiel de fabrication de 1 700 machines s'emploient à réaliser un ensemble mécanique qui contribue à donner à la voiture ses qualités.

### Une disposition en travers.

Comme le moteur auquel elle est liée par nature, la boîte de vitesses est placée en travers sur la CX. Cette dispo-

sition est nouvelle, en grande série, chez Citroën.

La boîte de vitesses permet au moteur de tourner à son meilleur régime, de lancer dans un minimum de temps une masse inerte d'un peu plus d'une tonne à sa vitesse maxi autorisée, de gravir des côtes sans ralentir, de profiter des descentes pour "récupérer", de regagner rapidement le temps perdu par un ralentissement, et ainsi de suite.

Par l'intermédiaire de quatre jeux de pignons de diamètres différents, démultipliant ou surmultipliant la vitesse de rotation du moteur, elle transmet aux roues la puissance de ce dernier (voir dessin page 17 et le chapitre "transmissions" page 22).

### Usinage : des dents par millions.

A partir de pièces forgées (Clichy),

coulées en aluminium sous pression (les quatre pièces des carters de boîte et d'embrayage, à Nanterre), décolletées (Asnières), le secteur usinage donne à ces pièces brutes leur forme et leur fonction définitives.

La "boîte" est un organe complexe (enclenchement et verrouillage des 4 rapports + marche arrière, synchronisation), très sollicité par les efforts et vulnérable aux bruits (résonance, sifflements de ces multiples dentures d'acier). Pour éviter ces inconvénients, le profil des dents doit être réalisé avec une précision de l'ordre du 1/100e de mm.

La synchronisation très efficace est obtenue grâce à des bagues femelles en acier fritté qui s'appuient sur des cônes de pignons récepteurs revêtus, comme les fourchettes, de molybdène rectifié. Cette opération est pratiquée dans l'atelier de métallisation.



Taillage de l'arbre primaire. La précision finale doit être de l'ordre du 1/1000e de mm.



Enfournement de pignons de renvoi et de couronnes pour un traitement par cémentation gazeuse (apport de carbone).



Un poste de montage des lignes primaire et secondaire, ▲ placé sous la responsabilité d'une personne agréablement représentative de la jeunesse de Citroën-Metz.

▲ Passage systématique de la boîte de vitesses sur l'un des quatre bancs d'essai programmés

## pour Metz

### Essentiel : le traitement thermique.

La boîte de vitesses est l'organe mécanique à plus forte densité de pièces traitées dans l'objectif essentiel d'une maîtrise des déformations de denture. Pour un poids total de la boîte de 43 kg, le poids de pièces traitées représente 29 kg. On comprend pourquoi l'Usine de Metz est la mieux équipée des usines Citroën dans ce domaine.

Les sept heures de cheminement dans l'un des quatre fours de cémentation portés à 925°, permettent par l'apport de carbone de concilier la résilience interne du métal et la résistance externe à l'usure. Dès leur sortie du four, les pièces sont redressées sous presse et "saisies" par trempe à l'huile.

Les pièces de pignonnerie acquièrent des propriétés sensiblement analogues par passage dans l'un des six fours de

carbonitruration de l'usine. Elles passent trois heures à 850° pour être ensuite trempées dans un bain de nitrure. D'autres pièces sont chauffées par induction sur certaines parties, avant d'être brusquement immergées.

Pour certaines pièces, ce détour ne constitue qu'une étape en cours d'usinage. Pour d'autres, c'est terminé : elles se dirigent vers le secteur de montage.

### Montage : une médaille de bonne conduite...

Un circuit de ramassage par convoyeur aérien permet de récolter sur une même balancelle, les pièces et sous-ensembles constitutifs de la boîte de vitesses. Cette balancelle se présente devant différents postes de conformité sur lesquels le Contrôle effectue toutes les vérifications nécessaires.

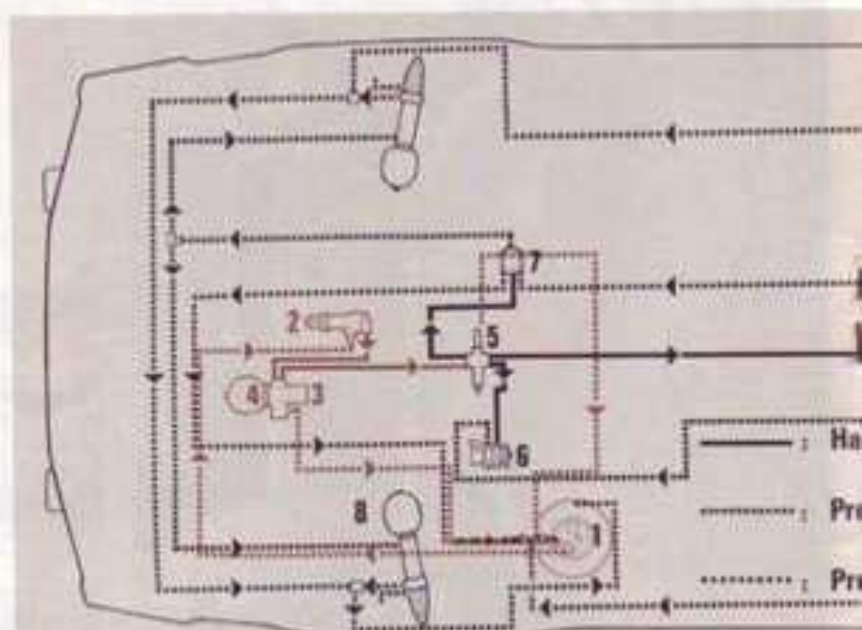
Le convoyeur aboutit au carrousel de montage jalonné, là encore, par diverses opérations de contrôle. Chaque "boîte" terminée doit ensuite faire ses preuves. Elle est reprise par un convoyeur qui la transmet au contrôle d'étanchéité, au remplissage d'huile puis au banc d'essai final (quatre bancs). Ce banc sert à vérifier la synchronisation des vitesses et le bon fonctionnement de l'ensemble, selon un programme strict et immuable, avec une montée en régime à 6 000 tr/mn.

Avant son expédition vers Aulnay, la boîte de vitesses reçoit une huile neuve et le Contrôle appose alors son visa de sortie sous forme de médaillage d'identité. Une fiche suiveuse, récapitulative des étapes de sa fabrication, est archivée à l'Usine pour toute sa vie.





Usinage des cylindres de suspension (ne pas confondre avec les sphères contenant le gaz qui seront montées dessus) par quatre têtes horizontales de travail et une verticale.



CIRCUIT HYDRAULIQUE DE SUSPENSION E

- 1 : Réservoir
- 2 : Pompe volumétrique
- 3 : Conjoncteur-disjoncteur
- 4 : Accumulateur principal
- 5 : Vanne de priorité

Contrôle du corps du conjoncteur-disjoncteur-accumulateur principal. Le passage d'air comprimé dans tous les conduits permet de vérifier par jauge du débit, qu'ils ont été usinés aux normes strictes.

## Hydraulique: les talents de la CX entre les mains expertes d'Asnières

Malgré toutes les qualités propres à la CX, il faut bien avouer qu'elle doit ses principaux atouts de confort et de sécurité active à ses aînées. Le système hydropneumatique est l'un des points forts de Citroën depuis la Traction 15-Six de 1953, développé deux ans après sur la DS 19, amélioré sur la SM en 1970 avec la direction à rappel asservi, démocratisé sur la GS la même année et devenu une évidence sur la CX en 1974.

La CX reprend ainsi les solutions longuement éprouvées sur des Citroën et ajoute même la célèbre direction à rappel asservi hydrauliquement que l'on rencontrait seulement jusqu'ici sur une voiture de haut luxe : la Citroën SM. Cette direction (en option) est plus ou moins assistée en fonction de la vitesse

du véhicule et de l'angle de braquage.

Grâce à l'hydropneumatique, tenue de route et confort ont enfin pu être dissociés et rendus exceptionnels, l'un et l'autre. Les circuits hydrauliques de la CX desservent la suspension sur les quatre roues, le freinage avant et arrière en deux circuits séparés (le freinage arrière est lié à la suspension, la pression croissant avec la charge du véhicule) et, pour ceux qui l'ont choisie, la direction à rappel asservi.

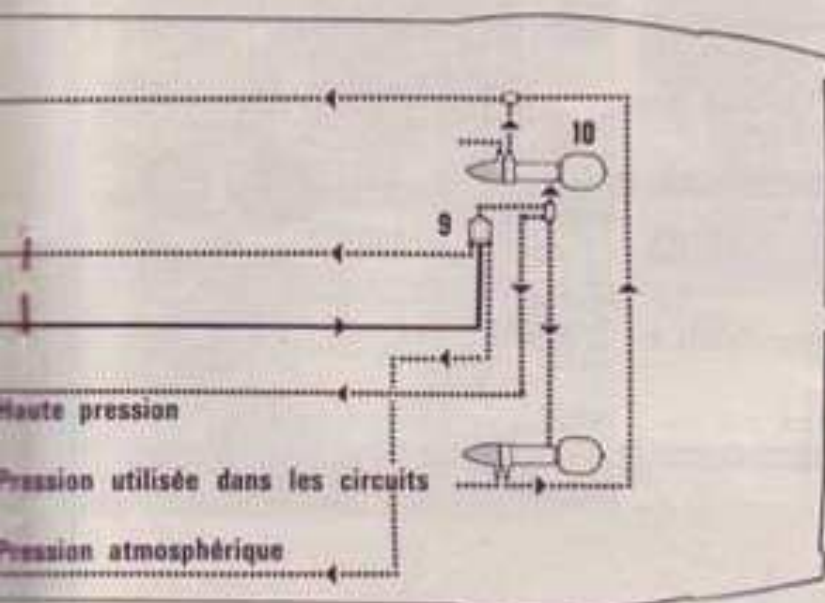
### Simple pour Citroën...

Le secret de la suspension Citroën ? C'est d'avoir remplacé l'élasticité relative des antiques ressorts d'acier par l'élasticité fondamentale et variable sur commande d'un gaz comprimé. Au

moyen de quatre sphères remplies de gaz, disposées aux quatre points de liaison avec la route, la carrosserie repose sur quatre véritables petits matelas pneumatiques.

Un liquide, le liquide minéral "LHM" élaboré par notre Laboratoire-Chimie conjointement avec les laboratoires de Total et distribué par cette marque préférée de Citroën... agit pour comprimer plus ou moins le gaz. Il résulte de cette combinaison une absorption des inégalités du sol et un maintien irréprochable de la voiture à l'horizontale et avec une garde au sol constante (centre de gravité immuable et le plus bas, avec possibilité pour le conducteur de faire varier la hauteur sur commande pour des mauvaises routes, che-





#### ET CIRCUIT RÉSERVE DE PRESSION (couleur)

- 6 : Doseur
- 7 : Correcteur avant
- 8 : Sphères et cylindres de suspension avant
- 9 : Correcteur arrière
- 10 : Sphères et cylindres de suspension arrière



▲ Essai de chaque pompe liné.

Nouveaux bancs d'essai de la direction assistée hydraulique et à rappel asservi. Au premier plan, le bloc de commande, indépendant de la direction. La deuxième partie, la crémaillère, est cachée par le dispositif d'essai. ▼



▲ Montage des petits éléments des pistons du corps de la pompe haute pression. Pièce essentielle, son rôle est de faire circuler le liquide dans les circuits en l'aspirant ou en le refoulant par ses sept pistons (selon l'équipement), tout en créant la forte pression de 175 kg/cm<sup>2</sup> (175 bars).

mins, passage d'un seuil ou changement de roue...).

#### Le règne de la précision

Les sphères de suspension sont embouties, serties, usinées et remplies de leur gaz à Citroën-Caen. Asnières a la délicate responsabilité du reste du système hydraulique mais la longue expérience aidant, elle n'a plus guère à apprendre dans cette spécialité.

Les nouveaux équipements d'Asnières pour la CX représentent un lourd investissement. Ils vont dans le sens d'une précision en usinage toujours plus grande, compatible avec la production en grande série, obtenue avec des moyens plus rapides grâce aux progrès technologiques. L'évolution des moyens

entraîne nécessairement une adaptation technique du contrôle, présent à chaque stade, que ce soit au décolletage, en cours d'usinage, en super finition et en montage d'organes (voir photos).

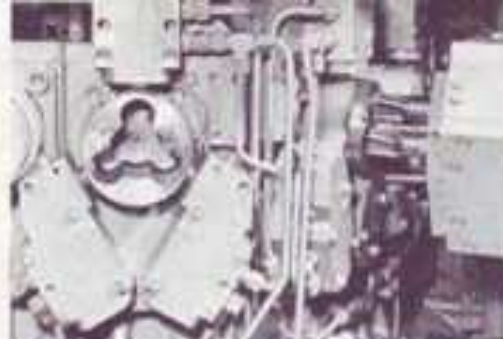
L'essentiel des circuits repose sur un système de distributeurs (vannes, "tiroirs") qui s'ouvrent ou se ferment selon les ordres, laissent passer la quantité de liquide nécessaire à la fonction demandée (freinage léger, suspension, correction,...) ou le bloquant, sans en laisser filtrer une goutte malgré une pression de 175 kg/cm<sup>2</sup>.

Les distributeurs sont en général constitués par une chemise à l'intérieur de laquelle un "tiroir" coulisse sans effort. La précision des chemises et des tiroirs

est telle que les erreurs de cotes ne peuvent excéder 1/40<sup>e</sup> de l'épaisseur d'une feuille de papier à cigarette; il existe même des surfaces pour lesquelles un défaut de cote équivalent à la 1/200<sup>e</sup> partie de cette même épaisseur entraîne la mise au rebut de la pièce.

Un détail important de ce travail de précision et du respect de la qualité par Asnières : les ateliers de super-finition sont climatisés à 20-23°, afin que des variations de température ne perturbent pas l'assemblage "au micron" de deux pièces (5<sup>e</sup> de différence suffisent !). Le dépoussiérage est constant et les outils de contrôle des monteurs sont maniés avec délicatesse, en évitant de fausser les mesures par transmission de la chaleur des mains...

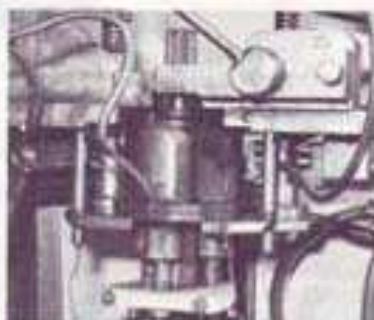
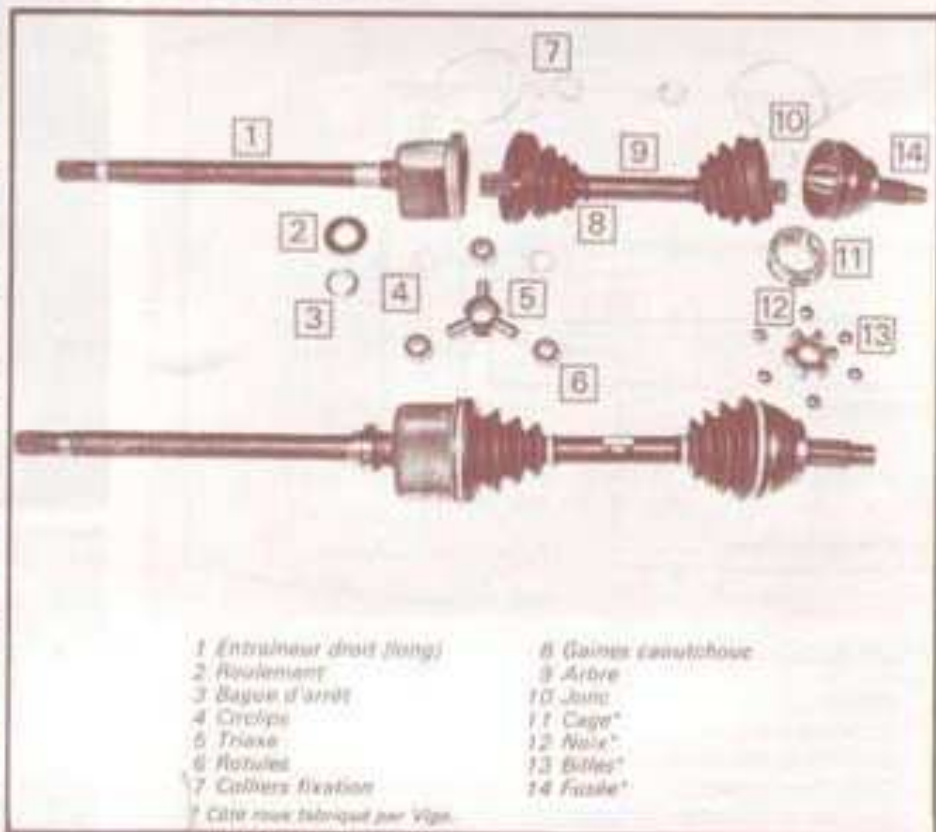




Après roulage de la denture des queues et leur traitement thermique, usinage interne du corps des entraîneurs sur machine automatique - 5 postes. La précision est de rigueur pour les trois pistes destinées à recevoir le triaxe et ses rotules.



Montage de l'ensemble fusée-arbre, - préparé et contrôlé sur quatre autres postes - avec l'entraîneur, et habillage.



Cette pièce, subira le mouvement omnidirectionnel des rotules. Les surfaces de contact (pistes) reçoivent un traitement de durcissement par chauffe à induction suivie d'une trempe.

## Mulhouse : Centre national des transmissions Citroën

Depuis ses débuts, en 1957, cette unité de mécanique fabrique des transmissions. Comme le montrent clairement les dessins des pages 17 et 18, la transmission est un ensemble complexe d'organes qui transmettent aux roues le mouvement du moteur, quelle que soit la position de ces dernières (débattements et pivotements). Outre sa souplesse de travail aux articulations, la caractéristique d'une transmission doit être sa solidité à toute épreuve.

Une transmission comprend : un arbre de transmission, des joints (dont la "fusée", côté roue) et un arbre de diffé-

rentiel (ou "entraîneur", côté boîte de vitesses). Pour la CX, la transmission du type "RZeppa-tripode", a été choisie. Solution moderne adoptée pour la GS depuis ses débuts, elle présente un joint RZeppa à billes - côté roue et un joint tripode - côté boîte. La fabrication de ce dernier et le montage de l'ensemble concernent l'Unité de Mulhouse, l'autre joint-côté roue provenant de notre filiale espagnole (usinage, montage).

Cette nouvelle fabrication a pris place dans un atelier de 4 600 m<sup>2</sup> créé spécialement pour la CX, à Mulhouse 2. L'usinage a nécessité l'implantation

d'une quarantaine de machines.

Particularité de la CX : avec la disposition en travers du groupe moto-propulseur, la transmission n'est pas symétrique. La sortie de boîte est plus près de la roue gauche. Néanmoins, un palier relais fixé sur le carter inférieur moteur permet d'obtenir des arbres de transmission d'égale longueur (voir dessin page 17). La différence porte sur les arbres de différentiel dont le plus long est soutenu par le palier. A Mulhouse, on distingue ainsi deux types de fabrication : la transmission à entraîneur long (ou droit) et celle à entraîneur court (ou gauche).





◀ Le montage des essieux avant.

L'une des sept machines-transfert équipant l'atelier. Elle usine les pivots-étriers de freins. Pour l'Outillage central de Javel, elle représente 45 000 heures de travail.

500 points de soudure pour chaque berceau avant : la maquette circulaire facilite le travail des opérateurs.



## Les liaisons au sol à l'usine de Caen

Spécialisée dans les liaisons au sol, c'est-à-dire essieu avant, essieu arrière, direction et frein, l'apparition de la CX s'est traduite à l'usine de Caen par l'implantation d'un nouveau bâtiment d'une surface de 38 000 m<sup>2</sup>. Une grande partie de ce bâtiment lui est entièrement consacrée et a été dotée d'équipements entièrement neufs.

Un important parc de machines spéciales et surtout de machines-transferts équipe le secteur usinage qui traite les pièces arrivées brutes de Clichy. La plupart de ces machines ont été conçues et réalisées dans les ateliers d'outillage Citroën ou de filiales telles que la SCEMM. La plus importante est la machine-transfert sur laquelle passent les pivots-étriers de freins : réalisée à l'Unité d'Outillage central de Javel, elle mesure 25 mètres de long et ne comporte pas moins de 30 têtes d'usinage réparties de part et d'autre de la machine. Toutes les opérations nécessaires à l'usinage d'un pivot-étrier de frein sont réalisées en 5 minutes.

Le secteur assemblage est particulièrement bien équipé. N'oublions pas que l'essieu-avant par exemple est une partie de structure très importante sur le plan sécurité. En cas de choc, il doit absorber l'énergie, sans dommage pour le passager. Sa déformation a été étudiée avec le plus grand soin dans le secteur Expérimentation du Bureau d'Études (voir pages 11 et 12) : l'empla-

cement, la précision, la qualité des points de soudure obéissent à des impératifs extrêmement stricts. La fabrication est d'ailleurs dotée d'une installation dont le seul rôle est de "débou-tonner", par arrachement, ces points de soudure pour mesurer leur section et vérifier leur qualité. Ses 2 vérins appliquent des forces allant jusqu'à 24 tonnes...

Les opérations d'assemblage se font par étape, sur des installations parallèles.

Pour le berceau avant ou le berceau arrière, le schéma est le même : préparation des traverses (supérieures et inférieures), opérations de poinçonnage et de sertissage, assemblage des unes et des autres sur carrousel. Les procédés retenus sont la soudure à l'arc sous gaz protecteur (MAG) et la soudure par pulsation qui peut permettre l'assemblage de plusieurs épaisseurs de tôle (jusqu'à 8 mm au total). Les machines des lignes de préparation sont très perfectionnées : elles sont munies de pinces à souder pneumatiques qui effectuent un ou plusieurs cycles et sont toutes équipées d'un "déphasage programmé" (1). Le carrousel d'assemblage des berceaux-avant est particulièrement spectaculaire : il mesure 105 mètres de long et peut recevoir 30 maquettes d'assemblage. Celles-ci sont circulaires,

ce qui résout le problème du positionnement des pièces.

La ligne compte 52 transformateurs de soudure et 104 pinces à souder... La maquette et l'opérateur se déplacent ensemble. Installation très aérée, large, tapis roulant (3 mètres), maniement très "assisté" des pinces à souder, contribuent à faciliter au maximum le travail des opérateurs.

À la sortie du secteur assemblage, berceaux-avant et arrière passent en peinture : ils sont lavés, dégraissés, phosphatés, plongés dans un bain de peinture puis dans une étuve de cuisson où ils restent 20 minutes à une température de 180°... toutes ces opérations, réalisées automatiquement, visent à les rendre agréables d'aspect et surtout résistants à la corrosion et aux gravillons.

La dernière étape est celle du montage : berceau-avant sur une ligne comportant 32 maquettes, berceau-arrière sur une autre de 24 maquettes. Quelques opérations ont été réalisées auparavant sur des postes individuels (préparation des bras, des disques de freins, des sphères de suspension...).

Après contrôle, réglage de la géométrie des essieux, médaillage, c'est-à-dire repères qui serviront à identifier le véhicule, berceaux-avant et arrière sont placés sur des claies conçues à cet effet pour leur transport vers l'usine d'Aulnay.

(1) Procédé permettant d'ajuster l'intensité du courant de soudage en fonction de l'usure des électrodes.



La plus grande pièce emboutie à Rennes-la-Janais.  
le panneau de côté de la CX de 3,23 mètres sur 1,37 mètre.

▼ Départ du flan, préalablement découpé sur la ligne de découpe

Une opération de retournement prépare le positionnement sous le chargeur à ventouses ▼



◀ Le panneau de côté de la CX est terminé

## La carrosserie de la CX : de la bobine de tôle aux pièces prêtes

Entre les pièces nobles qui font la ligne de la voiture (pavillon - capot - ailes - portes - panneaux de côté...) et les pièces cachées ou modestes dans leur taille et leur aspect, la carrosserie de la CX représente plus de 1 000 pièces et ensembles.

Il faut les découper dans la tôle, les mettre en forme, poser des doublures, des encadrements ou des habillages divers... ces opérations précédant l'assemblage proprement dit, avant peinture et montage.

Trois usines se partagent les opérations de découpe et mise en forme : pavillons et baises de pare-brise à l'usine des

Epinettes; pièces de petites et moyennes dimensions, à l'usine de Saint-Duen; grosses pièces de carrosserie et en particulier les pièces nobles de la voiture, à Rennes-la-Janais.

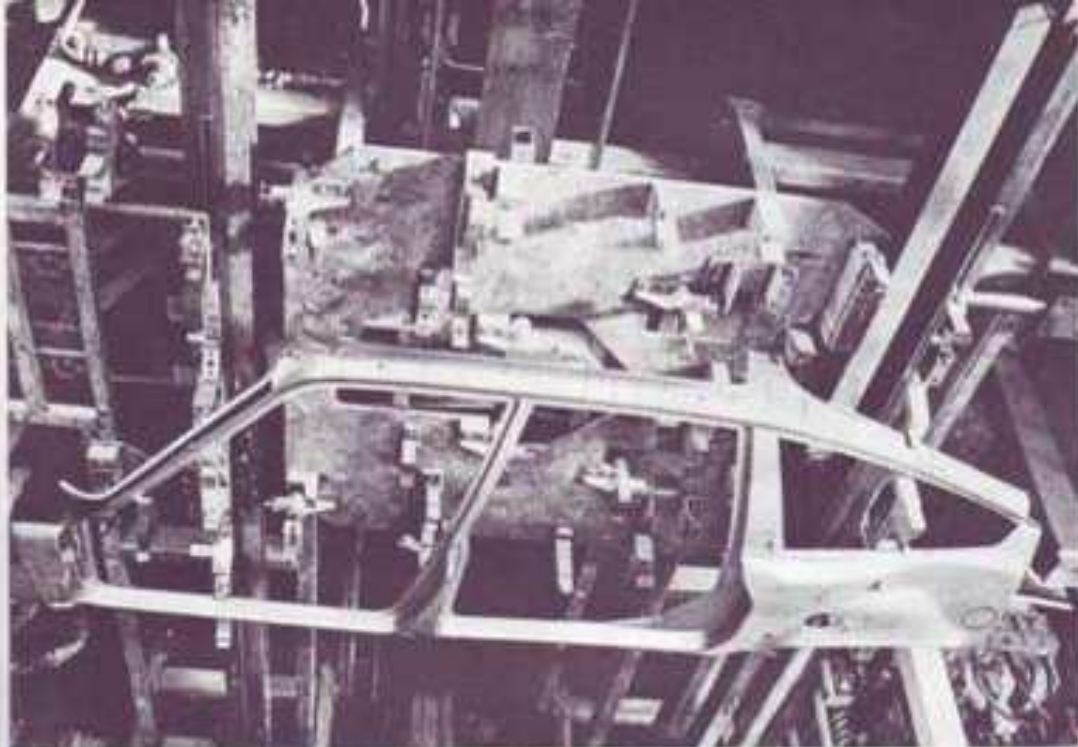
L'apparition de la CX à Rennes-la-Janais a nécessité la mise en place de nouveaux moyens de fabrication mais aussi d'importants moyens de stockage et d'expédition.

Parmi les nouveaux moyens de fabrication figure une ligne de découpe qui est peut-être la seule en son genre en Europe : elle peut recevoir des outils de découpe mesurant jusqu'à 3 mètres de long et 2 mètres de large; la bobine de tôle est directement reliée à la ligne;

avec ses différentes zones de déroulage, lavage, découpe, évacuation des pièces, elle mesure 26 mètres de long; entièrement mécanisée, elle est équipée d'une presse de 630 tonnes, qui peut travailler à une cadence de 25 à 100 coups à la minute. Cette ligne est susceptible de découper les flans de tôle nécessaires à l'emboutissage des grosses pièces de la CX (panneaux de côté - caisson...), et aussi de fabriquer des pièces embouties en utilisant des outils "progressifs"; la pièce avancée sur les postes successifs d'un même outil.

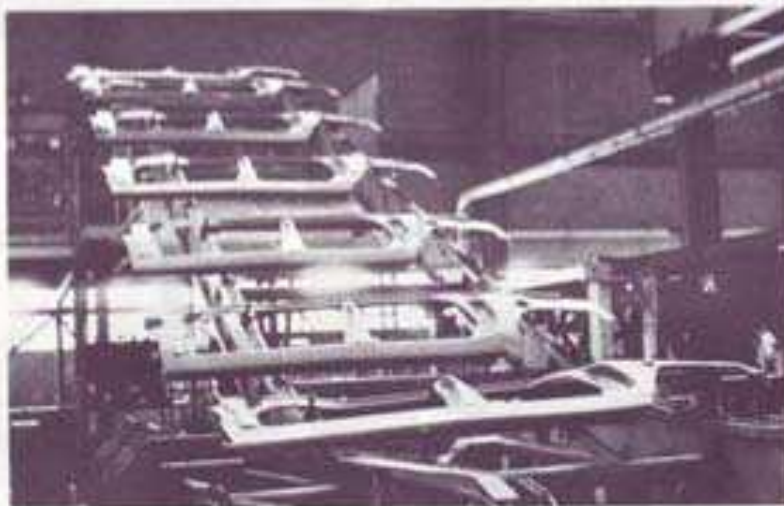
L'atelier d'emboutissage de Rennes-la-Janais a été également doté d'une nouvelle ligne d'emboutissage comportant





◀ Une étape du ferrage.

Entrée du panneau, sur la ligne de ferrage ▼



◀ La pièce terminée: gagne par tapis roulant la zone de stockage.

## au montage

une presse double-effet de 1200 tonnes (celle qui donne sa forme à la pièce) et 4 presses de reprise de 800 tonnes réalisant des opérations de detourage, percement de fenêtres, tombage de bord, poinçonnage, etc...

Comme toutes les lignes de découpe et d'emboutissage de Rennes-la-Janaïs (22 au total représentant 109 presses d'une puissance de 150 à 1200 tonnes), la nouvelle ligne est entièrement automatisée: les pièces circulent de presse en presse sur un tapis roulant; elles sont extraites de chaque presse par un extracteur, et placées sous la presse suivante par un chargeur à ventouses. Les quelques interventions manuelles

sont assurées dans la sécurité...: Commande de la presse, au départ, par une personne travaillant assise; entre chaque presse, positionnement de la pièce sous le chargeur à ventouses, par deux personnes travaillant face à face - et en sortie de ligne, chargement des pièces sur un chariot.

Pour la CX, le rôle de Rennes-la-Janaïs n'est pas terminé avec l'emboutissage. C'est en effet, dans son atelier d'assemblage que les pièces de robe, ailes, portes, capots, panneaux de côté... reçoivent leurs doublures, encadrements, habillages divers, et que certains éléments comme le caisson central et les passages de roues sont assemblés.

La CX a entraîné un important remaniement dans ce secteur, pour faire place à une augmentation de l'ordre de 30% de son parc de machines à souder. Les quatre types de ligne d'assemblage de l'atelier (petite tôlerie - petits sous-ensembles - préparation des portes - lignes-transfert de préparation des soubassements, des panneaux de côté, du caisson) sont des lignes à grand débit et d'une grande souplesse d'utilisation; seuls les outils spécifiques à une pièce changent sur une infrastructure standard.

Les nouveaux moyens mis en place, pour la CX, à l'emboutissage comme à l'assemblage, travaillent tous par cam-





Le stockage des grosses pièces, fabriquées par campagne, a exigé l'implantation d'importants moyens.

◀ *Stockage des caisses.*

Le magasin de stockage en cours d'installation mesure 120 mètres de long, 68 mètres de large, 35 mètres de haut. Il a nécessité 6 000 tonnes de charpente et 10 000 m<sup>3</sup> de béton. Son fonctionnement sera entièrement automatique. ▼

*Zone d'expédition des conteneurs.*



pagne, afin d'être utilisés au maximum et de s'adapter à différents modèles. L'atelier d'emboutissage de Rennes assure à lui seul, près de 80 % des besoins de la marque en grosses pièces de carrosserie, tous modèles, puisque seule celle de la SM échappe totalement à son emprise.

Ceci explique l'importance des *moyens de stockage et d'expédition* dont doit disposer maintenant la grande unité de production bretonne : l'apparition de la CX, voiture de bonne dimension promise à de fortes cadences de production, a entraîné des investissements importants.

Pour le stockage, un plancher de 15 500 m<sup>2</sup> (sur 2 niveaux) a été aménagé entre ateliers d'emboutissage et de ferrage : il reçoit les grosses pièces qui

arrivent par tapis roulant du ferrage et sont placées sur des palettes conçues à la dimension de chacune. Elles sont ensuite expédiées, à la demande, par remorques routières (panneaux de côté, caisson...).

Pour les pièces de robe (portes, ailes, capots...), un système complet de manutention et transport a été mis en place : convoyeurs aériens et tapis roulants, pour acheminer en sortie de ferrage les pièces vers les quais de chargement, où attendent des conteneurs placés sur camions et aménagés selon les types de pièces; plate-forme de stockage et de chargement de ces conteneurs sur des wagons : c'est en effet, par voies ferrées, qu'ils s'acheminent vers l'usine d'Aulnay (à raison d'un train de 16 wagons par jour, dans

la phase de lancement de la CX). Cette plate-forme de 3 600 m<sup>2</sup> est débattue par un portique de 20 tonnes de capacité.

Le lancement de la CX a enfin accéléré le processus de stockage de l'ensemble des pièces fabriquées à Rennes, ou fabriquées ailleurs et nécessaires aux véhicules montés à Rennes. Pour stocker ces pièces au centre de gravité des ateliers utilisateurs, un magasin à grande hauteur représentant au sol 7 800 m<sup>2</sup>, remplacera prochainement 40 000 m<sup>2</sup> de surface de stockage classique. Sa capacité de stockage représente 30 800 caisses-standard pour pièces de moyennes et petites dimensions, et 8 840 palettes pour gros emboutis et pièces ferrées... Ce géant sera entièrement conduit par ordinateur.





Dans cette machine micro-onde qui fabrique les profilés en continu, pénètrent trois matières différentes (deux caoutchoucs et une matière métallique). ▼



▲ La soudure des profilés de portes.

Les liaisons élastiques caisse-cadre sont fabriquées sur cette machine entièrement automatique. La matière est introduite par injection. Mise en forme, pose de l'armure métallique, cuisson... et nettoyage du moule... tout se passe - en 14 postes - sans intervention manuelle. ▶



## Parmi les habillages de la CX... 30 kg de pièces de caoutchouc

Ce sont les profilés d'étanchéité de portes, de capot, de baie de pare-brise, de coffre, plus de quarante mètres au total.

La plupart de ces profilés innovent sur le plan de leur composition : deux mélanges différents, un caoutchouc compact qui enrobe l'épingle de fixation en tôle, et un caoutchouc en forme très souple (mousse) pour assurer l'étanchéité, la vulcanisation en continu de ces profilés étant faite en bains de sel ou par hyperfréquence.

Ce sont aussi des pièces de sécurité, telles que les butoirs (1,4 kg de caoutchouc) situés à l'avant et qui jouent en cas de choc un rôle très important. Parmi les autres organes, pour lesquels la CX a innové, le plus important est sans doute celui qui entre en ligne de compte dans la structure de la voiture sous la forme de 16 blocs élastiques s'interposant entre la carrosserie et le cadre. Cette technique nouvelle vise à éliminer la répercussion des vibrations dues aux obstacles ou aspérités de la route. Elle

concourt en outre à améliorer encore la stabilité de la voiture sur sa trajectoire.

Le caoutchouc de la CX, comme pour toutes les Citroën, est le domaine de l'usine de Rennes-la-Barre-Thomas : celle-ci a reçu à cet effet plusieurs types d'équipements nouveaux, en particulier des boudineuses à bandes froides, des presses Desma à injection pour la fabrication des liaisons élastiques cadre-caisse, et de nombreuses presses pour la soudure des profilés.





*Le dispatching de maintenance : il détecte les défauts, déclenche diverses procédures de dépannage suivant l'urgence, télécommande certaines opérations et assure toute la gestion-maintenance.*



## **Aulnay-sous-Bois et le montage de la CX.**

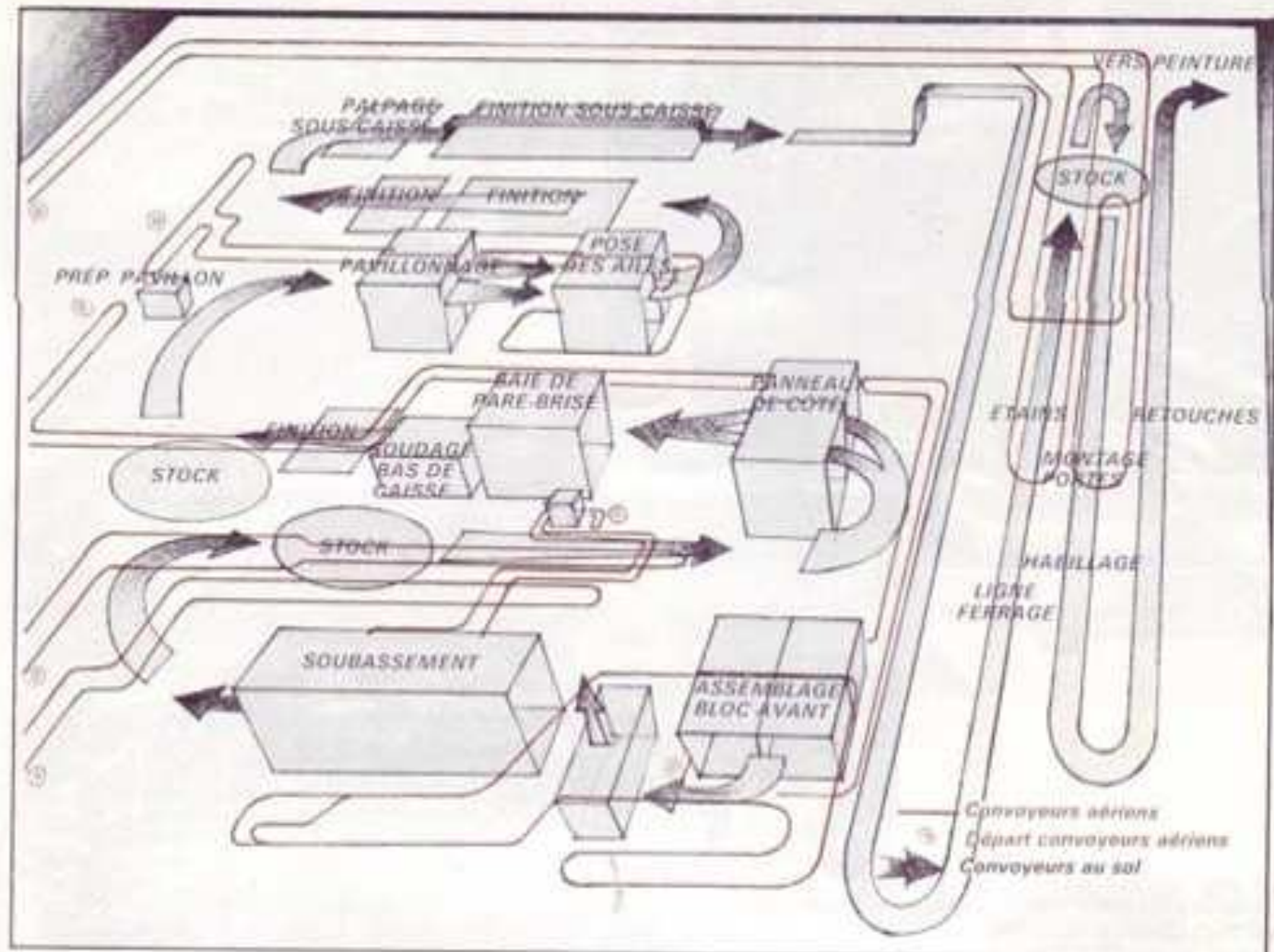
L'usine d'Aulnay-sous-Bois, aux portes de Paris, s'impose à la vue depuis un certain nombre de mois. Vouée dans son premier stade à des opérations de montage, elle a d'abord accueilli la DS transférée des usines de Javel. La CX seule cependant peut revendiquer le titre de fille aînée de l'imposante usine (180 000 m<sup>2</sup> de bâtiments), car c'est dans ses murs qu'elle a vu le jour; elle consacre de plus la véritable mise en route de ses installations pour lesquelles les concepteurs (Service Constructions-Installations, Méthodes-Production, Informatique...) ont recherché

à la fois les meilleures conditions de travail pour le personnel et les solutions techniques les plus modernes.

L'automatisation des moyens de manutention, de fabrication, de stockage a été poussée très loin. Partout où elles pouvaient être implantées, des zones d'attente assurent une certaine autonomie aux groupes de travail. Enfin un Centre Informatique important assiste l'usine dans toutes ses tâches avec trois systèmes 7 IBM. L'un assure la sécurité et la maintenance des installations, à

partir d'un dispatching équipé d'un ordinateur, de 8 écrans et d'une imprimante rapide. L'autre fixe le programme de travail journalier des ateliers et suit la production (position des véhicules, caractéristiques, retouches, stocks inter-ateliers, pièces consommées, etc...); 17 unités d'entrée de données et 29 imprimantes relient les ateliers à l'ordinateur. Les interrogations se passent en temps réel à partir d'un badge métallique associé à chaque voiture et lu par les unités d'entrée. Le troisième système peut suppléer indifféremment à l'un et à l'autre.





Première réalité de la carrosserie de la CX, à la sortie de la Sciaky. Sur un seul transfert se sont rejoints unit-avant, caisson, tôle de dossier, tablette arrière, passages de roue, renforts de pied-milieu.

## L'assemblage de la carrosserie

Longueur : 4,42 m. Largeur : 1,72 m. Hauteur : 1,62 m. Poids : 282 kg. Telle est la fiche d'identité de la carrosserie de la CX : il faut 1 050 points de soudure pour en assembler les éléments arrivant de Rennes et de Caen par camion ou par voie ferrée.

Les convoyeurs partent directement des quais de déchargement, à l'entrée du bâtiment ; à partir de 7 stations équipées elles-mêmes de moyens adaptés à l'encombrement ou au poids des

pièces, ils assurent par voie aérienne la répartition et la circulation des éléments de carrosserie, sur 3,560 kilomètres, tandis que 2,160 kilomètres de convoyeurs au sol acheminent les éléments assemblés, de poste en poste. Les manutentions manuelles n'existent pratiquement pas.

Le schéma ci-contre indique l'ordre d'entrée en scène de chaque ensemble ou élément : préparation de l'unit-avant puis assemblage du soubassement sur

un transfert auto-soudure Sciaky : celui-ci ne mesure pas moins de 62 mètres de long ; mené par 2 opérateurs, il effectue 218 points de soudure, en 1 minute 25. La plupart des éléments sont positionnés automatiquement. S'il y a opération manuelle, c'est sur un pré-montage qui place la pièce lui-même sur la machine tandis que des zones sensibles empêchent la machine de se mettre en marche, si l'opérateur se trouve à un endroit dangereux. À sa sortie, une zone de stockage : elle sert de réserve à





*Pose de la baie de pare-brise sur une machine Languelin : 72 postes de soudure. Quelques opérations manuelles de serrage et de soudure (finition).*

*Le tonneau de retournement permet sans fatigue les points de soudure sous la caisse.*



*La pose des portes : un chargeur à ventouses maintient la porte pendant que l'opérateur règle et visse les charnières.*



différentes fins (autonomie des postes suivants, incident sur la ligne).

À partir de la sortie de la Sciaky, le soubassement circule sur une luge avec laquelle il entre à l'intérieur des machines suivantes; il s'en désolidarise pendant les opérations mais la reprend ensuite. C'est elle qui déclenche le passage sur des tables tournantes qui assurent les transferts transversaux.

L'assemblage se fait alors dans l'ordre

suivant : soubassement et panneau de côté; pose de la baie de pare-brise, du pavillon, des ailes. À ce stade, une machine de palpée automatique contrôle la planéité du soubassement. Puis, la caisse est retournée automatiquement, afin que les opérateurs puissent sans gêne et sans fatigue réaliser les opérations de finition sous la caisse.

Il reste à l'habiller de ses portes latérales et de coffre, et du capot. Avant cela, elle passe dans une zone où les

soudures de raccordement pavillon-caisse sont, pour des raisons d'aspect, enduites d'étain.

La pose des portes sur les charnières est réalisée automatiquement, afin que l'ouvrier n'ait pas à les porter.

L'assemblage est terminé. Le convoyeur dirige la carrosserie de la CX vers "un vertèbre" qui l'emmène à 12 mètres de hauteur, sur un plateau de tri, d'une capacité de 160 voitures.





▲ La zone de tri, entre assemblage et peinture. Elle est déserte. Seul, l'ordinateur commande.



◀ Descente, vers la peinture.

▶ Le tunnel de phosphatation peut contenir 14 voitures. Plus de 3 000 jets les arrosent de bains divers maintenus en concentration constante.



## En peinture : toilette et soins de beauté

Sur le plateau où le vertivier l'a déposé, la CX rejoint ses consœurs ; l'ordinateur donne des ordres, place chacune sur un "tiroir", selon ses caractéristiques. Mis à part les hommes de maintenance, le cas échéant, personne ne circule sur le plateau. Les carrosseries, à l'appel de l'ordinateur, se mettent en route toutes seules pour descendre en peinture.

Cet atelier, de 25 000 m<sup>2</sup> est divisé en deux par un mur : d'un côté les étuves et leur ambiance de chaleur et de

vapeur ; de l'autre, les zones de travail du personnel.

Les "soins" sont ceux d'un atelier de peinture classique : ils débutent dans le tunnel de phosphatation où les carrosseries sont lavées, dégraissées, recouvertes d'une couche de phosphate de zinc qui assure une première protection, un bon accrochage de la couche suivante.

Après égouttage et séchage (à 180°), les carrosseries sur leurs luges sont

dirigées par convoyeur au sol, vers le bain d'électrophorèse. On les élingue pour les y plonger.

Rappelons que l'électrophorèse est un procédé qui permet à toutes les parties de la tôle visibles ou cachées de recevoir une couche uniforme d'une peinture protectrice anti-corrosion. 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. ▶

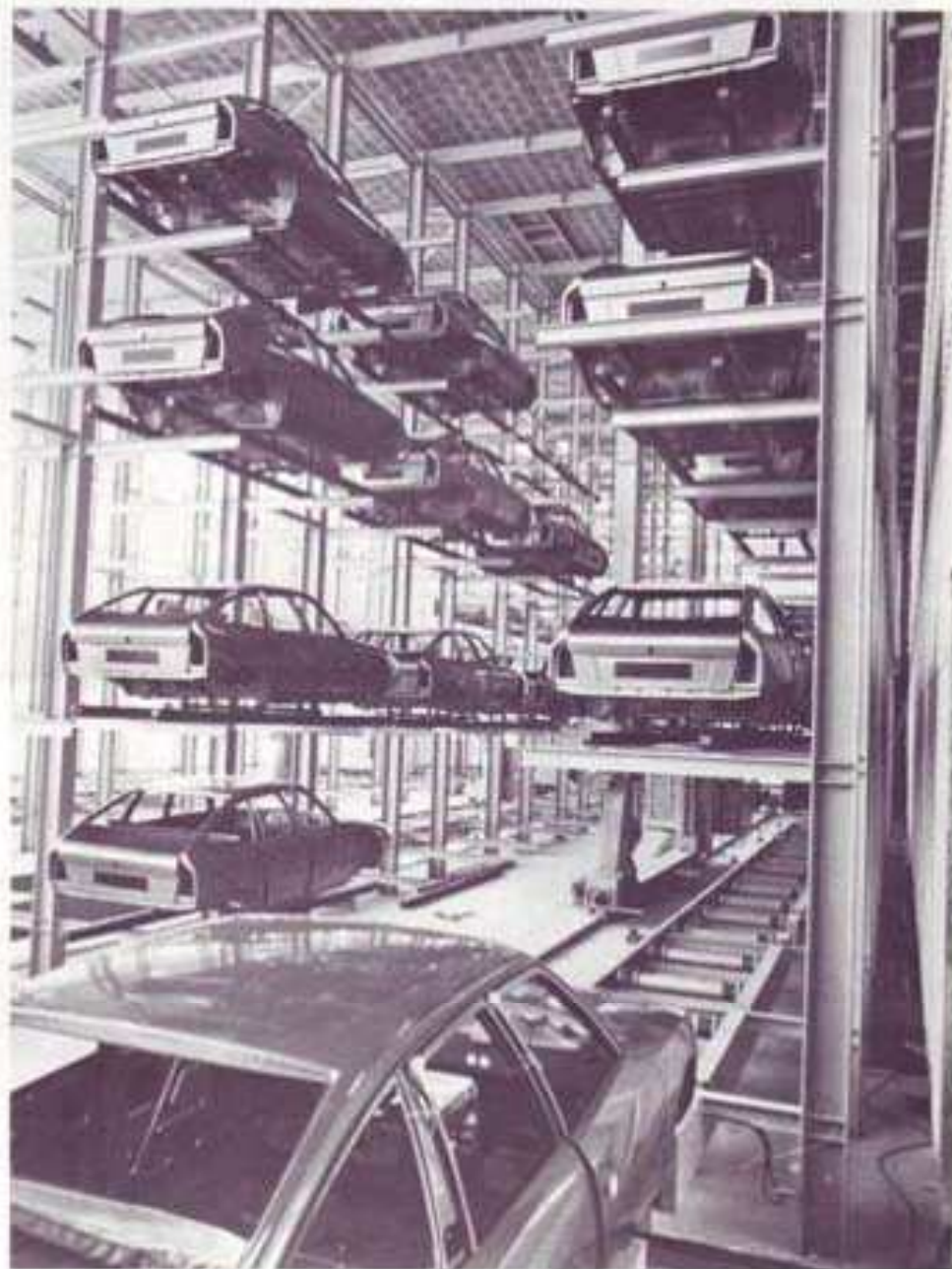




*La plongée dans le bain d'électrophorèse.*

*L'application de la laque. Des robots remplaceront prochainement les peintres au pistolet.*

*Toutes peintes, des carrosseries de CX en attente de départ vers les lignes de montage. Toutes les manœuvres de ce magasin sont commandées par ordinateur.*



► La carrosserie de la CX, ainsi préparée, passe alors en étanchéité et dans une zone d'application d'insonorisants. Elle reçoit ensuite une couche d'apprêt : cette nouvelle couche de protection a aussi l'avantage de mettre en évidence les défauts de la tôlerie. Un ponçage prépare enfin la carrosserie pour le stade final : celui de la pose de la laque.

Celle-ci est réalisée dans des cabines très larges et vitrées où la circulation

de l'air (pour des raisons de qualité et d'hygiène) se fait de haut en bas. L'air soufflé d'en haut passe par trois systèmes de filtrage ; l'excès de laque tombe à travers le sol grillagé, dans de l'eau traitée pour dissoudre immédiatement cette laque.

Chaque application est suivie d'une cuisson (à 180° pour les apprêts, à 140° pour les laques).

Après contrôle et retouches si néces-

saire, les CX, rutilantes et pimpantes, repartent sur leurs luges, par convoyeur aérien, pour une nouvelle étape : le montage final.

Entre-temps, chacune attend sagement que l'ordinateur l'appelle et se range, sur ses indications, dans un magasin entièrement vitré. 159 carrosseries peuvent y prendre place.





*Le chariot-étaleur (20 mètres de long) est équipé d'un œil électronique qui arrête l'avancement à la longueur désirée, au millimètre près.*



*Les plaques portant les outils de découpe (sous le matelas) arrivent sous la presse, par une simple poussée sur les chandeliers (au premier plan).*

## **Dans la CX mieux que dans un fauteuil**

Les sièges d'une voiture jouent un rôle très important, pour le confort mais aussi pour la sécurité. Ils sont étudiés au Bureau d'Études en laboratoires, avec autant de soins que les autres éléments de la voiture.

A l'atelier de sellerie, appartient ensuite de les fabriquer : celui d'Aulnay où la CX régit en maîtresse est un modèle du genre sur le plan des équipements et des méthodes de travail. Comme dans les autres ateliers, les matières arrivent directement sur les postes de travail (pas de manutention manuelle) et l'ordinateur joue le rôle de coordinateur et de gestionnaire.

Armatures métalliques et matelassures extérieures. L'atelier d'Aulnay consacre son activité à la confection de tout ce qui est coiffe. Les rouleaux de tissu (1,55 m de large) sont mis en place sur un chariot étaleur qui débite automatiquement la longueur désirée, à raison de 30 mètres à la minute. Un ouvrier transporté par le chariot, repère les éventuels défauts. Lorsqu'un matelas d'une quarantaine d'épaisseurs est constitué, une scie électrique coupe le tissu. Les quarante épaisseurs sont placées sur une plaque munie d'outils reproduisant la forme de chaque morceau du patron de la coiffe et glissent

par l'intermédiaire de "chandelles" vers une presse à rouleaux qui débite 27 mètres à la minute. Tous les morceaux sont alors stockés dans un magasin inter-atelier.

L'étape suivante est celle de l'assemblage : les tables de piquage, uniques en leur genre dans l'industrie automobile française, permettant à la fois, une grande rigueur et une grande souplesse de travail. Au pupitre de commande, la monitrice appelle une caisse préalablement préparée et correspondant à une voiture (une centaine de morceaux) ; celle-ci s'achemine par tapis roulant jusqu'à une piqueuse





*L'une des deux lignes de piquage : elle est conçue pour éviter aux piqueuses de se déplacer et leur permettre de travailler à leur rythme*



*Toute la câblerie de la CX est préparée à l'usine de Rennes-la-Jalais : il faut 195 mètres de fil électrique par voiture et 260 extrémités... L'assemblage des faisceaux est réalisé dans un ordre très rigoureux : ici, le faisceau de la planche de bord*



*Le carrousel de montage des sièges-avant : le monteur se déplace avec l'échelle supportant le poste de travail : il peut assurer lui-même tout le travail correspondant à un siège. Capacité maximum du carrousel : une voiture, toutes les 80 secondes.*

disponible ; un butoir fait basculer la caisse vers elle ; lorsqu'elle a fini, elle donne elle-même le signal de départ de la caisse qui se déplace sur un tapis roulant inférieur. Chacune des 38 piqueuses de la ligne peut ainsi travailler à son propre rythme ; elle est indépendante des autres. L'ensemble de la ligne permet de fournir en coiffes 200 voitures par jour environ. L'atelier est actuellement équipé de deux lignes de ce type.

Nouveau stockage inter-atelier et tou-

jours géré par ordinateur, entre le piquage et la confection des sièges : ce magasin peut contenir jusqu'à 150 ensembles-voiture, correspondant à toutes les teintes et types de voiture (velours - targa...). Y sont stockés également les médaillons préparés sur les machines à multi-piquage, cartonneries et doublures, etc. Le magasin est alimenté en permanence.

A la demande, le tout est dirigé ensuite vers les carrousels de montage, tandis

que armatures, mousse, arrivent par convoyeurs.

Au côté des carrousels des sièges-avant et des sièges arrière, des postes individuels pour la fabrication des accoudoirs, des appuis-tête et de garnitures intérieures diverses.

C'est évidemment par convoyeurs (aériens) que les sièges s'acheminent ensuite vers l'atelier de montage... le client qui s'y installera n'est plus loin.





*La balancelle-crabe, suspendue au convoyeur tri-rail, laisse la plus grande liberté de manœuvre au personnel : le départ de la première finition.*

*Pour la ligne mécanique (montage berceau avant, essieu, longerons et traverses), le moyen de manutention est ici la maquette transportée avec ses opérateurs par un large trottoir roulant anti-dérapant.*



## **L'étape finale : la CX prête à être livrée**

L'atelier de montage est, avec l'atelier d'assemblage-carrosserie, l'un des plus vastes de l'usine d'Aulnay : 65 000 m<sup>2</sup>. 400 à 600 véhicules peuvent en sortir chaque jour. Il correspond à la première étape de l'activité de l'usine.

Le réseau de convoyeurs aériens qui dessert ses lignes de montage s'étend sur plus de deux kilomètres : c'est lui qui achemine les pièces ou ensembles volumineux ou lourds (moteur, essieux, sièges...) ; les pièces plus petites sont transportées dans des bacs, par car à fourche, depuis les magasins où elles sont stockées.

Les carrosseries arrivent les premières : elles abandonnent les luges avec lesquelles elles ont été rangées dans l'autostockeur en venant de la peinture, et sont prises automatiquement par les quatre bras de balancelles-crabes, elles-

mêmes suspendues à un convoyeur tri-rail. Ce convoyeur se compose d'un rail central avec chaîne d'entraînement et de deux rails porteurs latéraux. Ce moyen de manutention a été préféré au convoyeur au sol, pour la liberté d'action qu'il laisse au personnel : le sol n'est pas encombré ; le personnel peut circuler librement entre les balancelles.

Dès la mise sur balancelle, la voiture est individualisée et prise en charge par l'ordinateur : à la lecture d'un badge correspondant à la voiture, celui-ci édite en tête de ligne une F.A.V. ... Fiche d'Affectation Voiture qui donne toutes les caractéristiques du véhicule (couleurs, options, types) ; il déclenche de même, avec un décalage calculé et en 8 points-clés de l'atelier, l'édition de documents indiquant d'autres choix : planche de bord, sellerie (garni-

ture de panneaux de porte - armature - couleurs de sièges), ensemble moteur-boîte, type d'essieux avant et arrière, pneus (chaussage et équilibrage)...

Le montage se déroule en plusieurs étapes, chacune étant suivie d'un certain nombre de contrôles :

- En première finition, sont réalisées des opérations d'habillage intérieur de la caisse : pose de la planche de bord, du pare-brise, des glaces, de conduits d'aérateur, de chauffage... Aux extrémités de la ligne, sont situés des postes de préparation divers correspondant aux différentes phases du montage.

- Parallèlement, sur la ligne mécanique, s'assemble le dessous de caisse : une maquette transportée par une luge reçoit berceau avant, essieu arrière,





*Le coffrage caisse-cadre se réalise en dynamique ; les convoyeurs ne s'arrêtent pas, ils se déplacent à la même vitesse. Deux personnes guident la manœuvre.*



*Pour le carrousel de montage de l'ensemble moteur-boîte de vitesses, un convoyeur à écaillés transporte à la fois le moteur et l'opérateur qui travaille ainsi à poste fixe.*



*Arrivée sur palette, après le coffrage caisse-cadre, la voiture reprise automatiquement sur balancette, aborde la deuxième finition... le convoyeur l'élèvera à hauteur d'homme dans une zone où sont réalisées certaines opérations sous-caisse (pose du réservoir, du pot d'échappement, etc.).*

longerons, traverses... et les achemine vers une machine à riveter.

La luge poursuit sa progression sur un trottoir roulant de 3 mètres de large qui transporte en même temps les opérateurs ; ceux-ci posent fuyaux hydrauliques, commande de hauteur, transmissions, puis l'ensemble moteur-boîte préparé sur un carrousel annexe.

L'étape suivante est le coffrage de la caisse amenée sur balancette par convoyeur aérien et de l'ensemble mécanique, toujours sur luge : la voiture est devenue une réalité, il reste à lui donner vie.

A ce stade, dans l'atelier, un stock-tampon.

Pour la deuxième finition, la voiture est reprise par une balancette-crabe. Tout ce qui est mécanique est terminé : branchements électriques, connexions de tuyauteries, mise en route du moteur

et mise sous pression du circuit hydraulique... Plus loin, elle reçoit roues, pare-chocs et calandre, moquettes intérieures et sièges. Elle peut quitter la balancette et être déposée au sol : elle roule.

Il reste à la tester et à faire les derniers réglages. Première épreuve : le banc d'essai à rouleaux qui, en 4 minutes et demie, l'amène à 150 km-heure ; boîte de vitesses, accélérations du moteur, freinage, bruits de roulage sont examinés sans pitié, de même que son comportement général à l'épreuve : le passage dans une fosse permet de contrôler le dessous de caisse.

C'est à ce stade que sont effectués divers réglages (phares - direction...), et notamment les réglages anti-pollution : la CX répond strictement aux normes fixées par la législation.

Le passage en tunnel d'étanchéité est l'une des dernières étapes, avant le

contrôle final qui la déclare "bonne pour le service". Un défaut est-il constaté ? De quelque ordre qu'il soit (mécanique, peinture, aspect...), la voiture gagne le secteur "Retouche" : celui-ci possède toutes les installations nécessaires, y compris installation de peinture (tunnel de cuisson, de séchage...), c'est une usine complète-modèle réduit.

Le Service "Qualité Générale" est implanté dans ce secteur : c'est lui qui fait prélever sur la ligne des voitures qui passent des tests supplémentaires, ceux de l'épreuve sur piste de roulement ou sur route. L'usine Citroën d'Aunay est la première usine de montage Citroën à posséder dans son enceinte, une piste de roulement aménagée pour des épreuves diverses dont celle de la tôle ondulée. Un fort pourcentage des véhicules y subit un test de 4 à 5 kilomètres. Un pourcentage moindre part pour des tests de plus longue durée sur route.





La réglage des phares.

L'épreuve du banc à rouleaux - toutes les manœuvres jusqu'à une vitesse maxi de 150 km/heure.



Bien étanche, cette CX ?



Les derniers contrôles avant la commercialisation.





Ce train-avant complet de la CX, réalisé par la Formation Technicien Automobile de Nanterre, sera de toutes les présentations de la CX.



## Dans les coulisses

La naissance de la CX a entraîné le lecteur vers deux aspects essentiels de l'activité de l'entreprise, celui des études et expérimentations et celui de la fabrication. A la mesure des moyens mis en place pour cette naissance, il peut cependant aller au-delà et deviner l'ampleur du travail accompli par d'autres secteurs, pas toujours nommément désigné : Service Constructions et Installations, Laboratoires, Méthodes-Production, Contrôle, Qualité générale, Services financiers (ne faut-il pas suivre de très près les prix de revient...), Service du Personnel... et en aval les Services commerciaux, publicitaires et de Relations publiques pour lancer la voiture dans le public. Il faudrait les citer tous.

### Associés à la naissance de la CX : les fournisseurs.

Ils sont plus d'une centaine de fournisseurs français et étrangers à avoir contribué par leurs services à la naissance de la CX (bâtiments, installations machines, outillages...).

L'assemblage du véhicule lui-même a nécessité l'achat de quelques 5 000 pièces ou ensembles représentant environ 50 % de son prix de revient. Il s'agit de produits très divers allant du démarreur à l'ensemble de chauffage ou du tableau de bord à la goupille.

Pour les ensembles complexes, le fournisseur a étudié lui-même le produit sur cahier des charges du Bureau d'Etudes.

Pour faire face à cet important programme, le Service des Achats a dû renforcer ses moyens et mobiliser une part importante de ses effectifs. Consultation, discussion des prix, passation des commandes, suivi et contrôle des livraisons en qualité, en délai, conditionnement, moyens de transport ont exigé un effort d'autant plus considérable qu'ils s'inscrivaient dans une période particulièrement difficile, marquée par d'importantes hausses des prix des matières premières.

La naissance de la CX a été à cet égard une occasion d'aller plus avant dans la collaboration client-fournisseur : cette collaboration entre Services d'Etudes a été bénéfique à plus d'un titre et a permis d'aboutir à des solutions originales : radiateur de refroidissement moteur en aluminium, avec boîte à eau en plastique - essuie-glace à un seul balai - filtre d'air en plastique injecté, etc...

### La préparation de la présentation au public

La présentation au public d'un nouveau modèle passe par des canaux très divers qui se servent mutuellement de relais.

**La presse** : plusieurs centaines de journalistes, leaders de la presse automobile française et étrangère ont pu essayer la CX dès avant la date effective de lancement, tandis que les documents techniques qui leur étaient remis étaient traduits en dix langues : Anglais, Allemand, Danois, Espagnol, Flamand, Italien, Norvégien, Portugais, Suédois et... Français. La CX sera commercialisée dans les pays d'Europe à partir de Janvier 1975.

**Le réseau** : les concessionnaires Citroën sont les informateurs les plus proches de la clientèle. Pour eux, l'information a concerné non seulement le véhicule, mais aussi l'usine où il a été monté. C'est à Aulnay-sous-Bois que la CX leur a été présentée, en même temps que l'usine elle-même, chaque concessionnaire partant ensuite au volant d'une CX.

**Le public** : informé par la presse et le réseau, il l'est aussi directement par voie publicitaire, sous forme de reportages-images, très complets insérés dans une vingtaine de magazines à grand tirage.

Des documents ont été édités à son intention, dont une brochure de 28 pages qui sera largement diffusée, au prochain Salon de l'automobile notamment.



### Note de la rédaction

*Si la réalisation d'une voiture comme la CX est un travail d'équipe à l'échelle d'une entreprise, celle de ce numéro de Citroën-Information en est un autre. Ses rédacteurs remercient tous ceux qu'ils ont mis à contribution pour le réaliser, et spécialement la maîtrise des secteurs dotés d'équipements nouveaux qu'ils ont été "distraire" dans la période, toujours délicate, du démarrage... Et si certaines images ne sont pas encore le reflet parfaitement exact de ces nouvelles installations, c'est tout simplement que les photographes ont travaillé pendant cette mise en place... afin que ce numéro voit le jour en même temps que la voiture, pour une information complète de ses lecteurs.*



Citroën-Information - "Naissance d'une automobile" - Septembre 1974  
Document Relations Publiques Citroën - Dessins Editechnic  
Photos Heurtier, André Martin, José Naget  
et Service photographique Citroën (Georges Guyot, Roger Rio, François Raymond)  
Imprimerie A. Trouillot, Paris



