

L'ERGONOMIE DU PRODUIT AUTOMOBILE CHEZ RENAULT (1952-2000)

YVES TESSIER

INTRODUCTION

À la suite des articles sur l'histoire de l'ergonomie de production chez Renault de Frédéric Decoster¹, et les portraits d'Alain Wisner et de Claude Tarrière de Pierre Alanche², cet article aborde cette fois le domaine de l'ergonomie du produit automobile.

L'ergonomie du produit est née chez Renault un peu avant les années 60, et sa genèse a été évoquée dans les articles mentionnés ci-dessus, puisqu'à cette époque les 2 activités étaient liées au sein du "Laboratoire de Physiologie et Biomécanique"³.

Après un rappel des points marquants de cette naissance et du contexte qui l'a fait naître, l'article suivra un plan assez chronologique, rythmé par les différentes périodes qui peuvent être identifiées.

Ce découpage vise à mettre en parallèle les évolutions du métier, des connaissances et des processus d'intervention des ergonomes, avec celles de l'entreprise, notamment au niveau de l'organisation des projets-véhicules, mais aussi avec les évolutions de l'automobile qui ont entraîné une extension des domaines d'étude des ergonomes.

L'évocation des travaux et projets menés n'a pour but que d'illustrer les apports de l'ergonomie du produit dans la conception des véhicules et dans les prestations offertes aux clients. En encarts on trouvera des exemples et quelques informations complémentaires sur des méthodes ou des contenus "métier" concernant les sujets évoqués.

Encart 1 : remarques sur la (les) définition(s) de l'ergonomie

Parmi d'autres, reprenons la définition "traditionnelle" de la SELF citée dans l'article sur l'ergonomie de production : « mise en œuvre des connaissances scientifiques relatives à l'«Homme» et nécessaires pour concevoir des outils des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés par le plus grand nombre avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité. »

L'essentiel y est, mais appliquée à l'ergonomie d'un produit comme l'automobile, on peut la trouver un peu restrictive. On peut par exemple y ajouter explicitement l'efficacité et la facilité d'autoapprentissage des systèmes (cf. la boutade « un bon produit n'a pas besoin de notice. ») Par ailleurs, une prise en compte plus globale du "facteur humain" dans ses interactions avec un produit ou un service, incite aujourd'hui à y inclure une dimension hédoniste, ou même émotionnelle : la satisfaction et, finalement, le plaisir ressentis à l'usage.

Dans ce texte, par simplification, on parlera d'"ergonomie" dans la mesure où le terme est bien répandu et connu actuellement, même si ce n'était pas du tout le cas dans les années 1950/1960, où les formations et les activités des acteurs étaient plutôt associées à d'autres domaines tels que la physiologie. Il semble que l'on ait repris en France le terme adopté par les Anglo-saxons : « ergonomics⁴ ».

1955 -1962 : LA GENÈSE

La période 1955-1962 a vu naître à la direction des Études et Recherches de Renault, le Laboratoire de Physiologie et Biomécanique avec l'arrivée d'Alain Wisner et très rapidement de Roger Rebiffé, puis de Claude Tarrière (1962).

¹ « L'ergonomie de production parties 1 et 2 », Frédéric Decoster, RH n°44 d'avril 2019 et n°46 d'octobre 2019.

² « Les portraits d'Alain Wisner et de Claude Tarrière », Pierre Alanche, RH n°44, avril 2019.

³ La restitution de cette période initiale dans ce document doit donc beaucoup à Frédéric Decoster que je remercie ici d'avoir fait ce travail, à d'autres publications et à mes souvenirs de discussions avec Roger Rebiffé.

⁴ Du grec "ergon"(le travail) et "nomos" (normes).

Une question essentielle était notamment posée par la direction générale (DG), celle d'améliorer le confort postural des véhicules, qui était de plus en plus critiqué.

Il est clair que les véhicules proposés dans les années 1950/1955 par les constructeurs, offraient un "champ de progrès" dans ce domaine : les réglages de sièges étaient sommaires et la disposition des commandes du poste de conduite, heureusement peu nombreuses, s'avérait souvent mal adaptée à l'usage et à la diversité des utilisateurs.

On note qu'une des premières études demandées au laboratoire touchant au produit, mais aussi à la santé, portait sur l'amélioration du confort d'un siège de tracteur afin de réduire les sollicitations dorsales sévères que subissait l'occupant.

Pour répondre à la demande de la DG, il fallait se constituer un socle de connaissances, notamment en matière d'anthropométrie des populations clientes. Alain Wisner et Roger Rebiffé ont donc entrepris très tôt des études à ce sujet, en s'appuyant sur le monde universitaire et en engageant eux-mêmes des mesures, sur des populations diverses, avec des moyens sommaires, en vue d'obtenir des données utiles pour l'automobile (voir encart 2). Parallèlement, leur activité en ergonomie de production se poursuivait.

Après le départ d'Alain Wisner, les 2 activités sont maintenues, sachant qu'elles comprenaient alors des travaux "de fond" qui pouvaient être utiles aux deux domaines sur les données anthropométriques, physiologiques et biomécaniques, la sécurité, et la vigilance avec l'arrivée en 1963 d'un psychologue, François Hartemann⁵.

Encart 2 : des données anthropométriques pour connaître les clients

Il n'existait pas à l'époque de données anthropométriques réellement et directement utilisables en conception automobile, puisque l'existant concernait essentiellement des mesures de tailles ou de poids sur les militaires –donc exclusivement masculins et jeunes -, souvent provenant des USA, ou sur des populations, mais d'effectifs limités, ou bien des travaux du monde médical.

De plus, ces données ne renseignaient généralement que sur la dispersion des tailles des personnes, ce qui est très insuffisant pour l'ergonomie du véhicule dont le besoin était de disposer des dimensions des segments corporels eux-mêmes (bras, jambes, tronc, etc.), de leur "encombrement" extérieur et suivant des postures adaptées à l'automobile. Roger Rebiffé a donc entrepris très tôt ce travail de constitution de bases de données par mesure de personnes issues du personnel Renault, puis extérieures.

1962 - 1968 : LES DÉBUTS DE L'ERGONOMIE DU PRODUIT, LE TEMPS DES PIONNIERS

S'agissant de l'activité ergonomie du véhicule au laboratoire de Physiologie et Biomécanique, elle ne concernait pour l'instant que l'aspect ergonomie physique, à l'exception des expérimentations sur la vigilance, à la frontière ergonomie/sécurité, et de quelques recommandations pour les tableaux de bord. Mais, cette période 1962/1970 a été importante en cela qu'elle a initié la construction du métier Ergonomie du produit et ses relations avec le bureau d'étude avant-projets.

L'objectif de Roger Rebiffé était de faire évoluer, pragmatiquement, la conception des habitacles, qui était surtout guidée par les contraintes technico-économiques, l'expérience, ou le jugement personnel des hiérarchiques supposés représentatifs des clients, ce qu'ils n'étaient pas bien entendu.

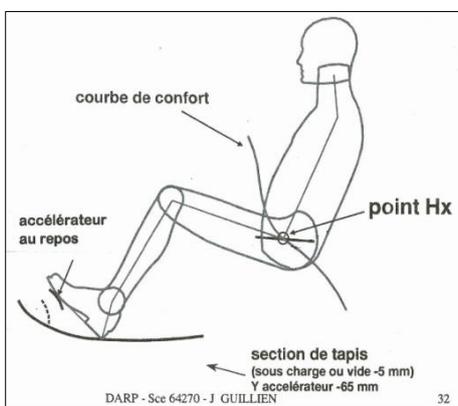
C'est à cette époque, 1962/1967, que, s'appuyant sur les données existantes de la physiologie, sur les travaux d'anthropométrie cités plus haut, et par des essais sur des montages reconfigurables, l'équipe a établi les premiers outils et notions fondamentales du métier :

⁵ « L'ergonomie dans les entreprises », Roger Rebiffé et François Hartemann, et "Bulletin de la SELF mars 2003", entretien Renault Roger Rebiffé et François Hartemann, RH n°31, octobre 2014.

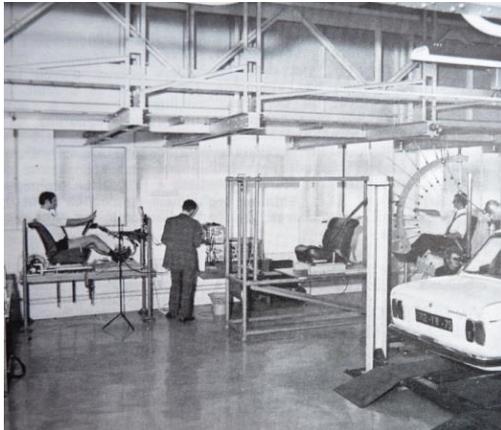
- la diversité anthropométrique des utilisateurs, illustrée par des mannequins “plats” aux segments corporels représentatifs des 5 °, 50 °, et 95 ° percentiles, mis à la disposition des avant-projets
- les “angles de moindre inconfort ” pour le confort postural, qui ont permis de définir la “relation de confort”, donnant les positions de confort des divers occupants dans l’habitacle
- les limites d’atteinte, en situation, pour positionner correctement les commandes essentielles telles que le volant et le levier de vitesse

Dès lors, le dialogue qui s’établissait avec les concepteurs était fondé sur des données, même si les outils étaient sommaires (abaques, tables de valeurs), les tracés de positions de mannequins par exemple se faisant au dessin, “à la main”.

Ceci étant, la conception assistée par ordinateur (CAO) n’existait pas encore, les études amont, pour ce qui concernait l’architecture des véhicules, étaient concentrées en quelques personnes aux avant-projets. C’était donc une avancée importante dans la mesure où Roger Rebiffé appliquait déjà les principes qui lui étaient chers : « *Il faut agir en amont, à la conception et il faut parler aux concepteurs avec le langage et les outils qui sont les leurs.* »



La relation de confort définit la position et la course de réglage à adopter pour le siège conducteur en fonction de la hauteur d’assise choisie (distance verticale point de hanche/point talon) pour que l’arrangement des segments corporels des membres inférieurs se situe, pour les utilisateurs envisagés, à l’intérieur des “angles de moindre inconfort”



Moyens d’essais des années 1970/1972 : poste de conduite paramétrable et roue des atteintes

1969 - 1980 : SÉPARATION PRODUIT/PROCESS ET STRUCTURATION DES ACTIVITÉS DU LABORATOIRE D’ACCIDENTOLOGIE ET DE BIOMÉCANIQUE (LAB)

En 1969, la création de la direction Centrale du Personnel et des Relations Sociales (DCPRS), entraîne le regroupement des actions ergonomie de production/conditions de travail au sein de cette nouvelle direction.

La partie études pour le produit, du laboratoire, est alors rattachée à la direction des Études. Rebaptisé LAB, il se concentre sur l’accidentologie, la sécurité, et sur l’ergonomie du produit, en devenant en 1969 une structure commune de l’Association Peugeot-Renault qui venait d’être créée en 1966, et le LAB s’implante à La Garenne-Colombes, dans les bâtiments de Peugeot.

Les travaux scientifiques menés en commun Peugeot/Renault concernaient alors l’accidentologie et la sécurité, les bases de données en anthropométrie, les mannequins représentatifs de la population, et

les paramètres physiologiques du confort en automobile. Ils pouvaient en effet être partagés sans problème de confidentialité entre constructeurs.

Au fil des années les premières versions des méthodes ergonomiques pour le tracé des postes de conduite ont été enrichies par des abaques paramétrés, plus aisées à utiliser pour la “relation de confort” et le tracé des côtes d’habitabilité à adopter.

Plus directement liés à l’activité de conduite, des compléments sur des critères de vision, des zones d’implantation pour les commandes, etc., sont nés à cette époque. Et logiquement, ces méthodes étaient aussi appliquées chez Peugeot.

Pour les voir appliquées par les architectes dans les projets véhicules futurs, il fallait, comme il est dit plus haut, travailler en étroite collaboration, “sur les planches à dessin”, avec les ingénieurs d’étude. Bien évidemment pour les expliquer, mais aussi pour les confronter aux contraintes des projets, s’assurer qu’elles étaient bien utilisables, les améliorer en fonction des demandes du bureau d’études (BE).

Ce type de collaboration, avec un travail sur des plans d’architecture très en amont, et sur les plans de référence au niveau des avant-projets, n’était pas aisé au sein d’un LAB partagé, localisé extérieurement aux études Renault. De plus, et surtout, des questions de confidentialité se posaient et Roger Rebiffé a souhaité se rapprocher des Études Renault, ce qui fut fait en 1979/1980.

Accidentologie et Sécurité demeuraient au sein de l’association Peugeot Renault, tandis que l’ergonomie devenait une activité propre à Renault, rattachée aux Avant-Projets. Ses liens se sont resserrés avec le BE, avec une formalisation, encore sur supports papier, des tracés “ergonomiques” à respecter, qui étaient expliqués et diffusés aux opérationnels. Ils contribuèrent largement à la collaboration qui s’établissait avec les secteurs d’études.

Encart n° 3 : les domaines d’étude dans les années 1970-1980

- *Le poste de conduite et ses réglages : confort postural (relation de confort), positions et réglages siège/volant/pédales, trajectoires des pédales, atteintes des commandes, visions instrumentalisées.*
- *Critères d’habitabilité : verticale (hauteur d’assise/tête), transversales (largeur aux bandeaux, accoudoirs), longitudinale (garde aux genoux AV, rayon-genou AR).*
- *Accessibilité : AV/AR, coffre.*
- *Visibilité haute et basse.*
- *Confort statique des sièges : géométrie assise, dossier, appuie-tête, répartition des pressions sur l’occupant, maintien postural, praticité et efforts sur les commandes.*

1980 - 1990 : UN SECTEUR ERGONOMIE DU PRODUIT CHEZ RENAULT

Devenu “indépendant”, le groupe ergonomie poursuit cependant la collaboration avec Peugeot⁶ sur les sujets scientifiques puisqu’en 1981, une grande enquête anthropométrique sur les conducteurs et conductrices français a été réalisée pour la première fois à ce niveau d’échantillon (1 665 hommes et 1 587 femmes), réparti dans les diverses régions et avec le soutien d’un certain nombre de sociétés et d’universités. Elle fut publiée en 1982.

Depuis cette date, un suivi des évolutions à partir de différentes sources dans le monde permettait d’avoir une connaissance satisfaisante de la population, française et européenne principalement, mais aussi d’autres pays (USA, Asie), pour prendre en compte le grandissement des populations (accroissement séculaire de la taille des individus), la diversité selon les pays (mixage de populations),

⁶ *Chez Renault cette séparation eut un côté positif dynamisant. Nous ne savons pas sous quelle forme l’activité ergonomie du produit se poursuivait chez Peugeot, mais lors de nos contacts, bien plus tard, nous avons constaté que les premières méthodes, outils et données définis dans les années de l’Association, étaient encore utilisées telles quelles.*

ou les évolutions sociétales (parts conducteurs/conductrices), et plus tard les évolutions morphologiques: accroissement du taux d'obésité ou... tailles des chaussures !

Jacques Guillien, spécialiste de ces questions, était ainsi en mesure d'actualiser régulièrement les dimensions de nos mannequins de référence, leurs postures dans l'habitacle et la valeur des paramètres à retenir par les projets-véhicules pour garantir une couverture satisfaisante des besoins de confort de la population cliente.

Ces évolutions entraînent en effet des conséquences sur l'habitabilité bien sûr, mais aussi sur beaucoup de paramètres et de réglages : réglages volant, visions compteurs, zones d'atteintes, dimensions des sièges, gardes aux genoux, positions des ancrages de ceintures, etc.

L'ERGONOMIE AUX AVANT-PROJETS

Dans cette période, le secteur ergonomie travaille essentiellement avec l'amont, les études exploratoires, avant-projets (Pierre Beuzit), et "Style" comme on disait à l'époque, et avec les études architecture.

Plusieurs raisons à cela :

- parce qu'il s'agissait de contribuer à la définition de prestations⁷ telles que l'habitabilité, le confort postural, ou la vision, très dimensionnantes pour le plan de référence du véhicule et donc établies en amont par les avant-projets, puis par les architectes véhicules ; les interventions de l'Ergonomie étaient en phase amont du processus d'étude,
- parce que l'organisation et la taille de l'ingénierie étaient fort différentes de ce qu'elles furent plus tard avec la création des directions de projets et l'organisation matricielle projets/métiers,
- parce que le nombre de sujets dans lesquelles intervenait l'ergonomie et le niveau d'exigence sur le produit étaient moindres que ce qu'ils devinrent.

Des "cahiers de préconisations de l'ergonomie" existaient (1983) à l'attention des BE carrosserie pour les phases ultérieures, auxquels pouvaient se référer les dessinateurs et les ergonomes intervenaient ponctuellement.

UN PREMIER OBJECTIF : CONFORTER LES CONNAISSANCES "MÉTIER"

Les questions "d'ergonomie" qui se posaient dans le développement des véhicules n'avaient évidemment pas toujours leur réponse dans le socle de connaissances citées plus haut. Les projets offraient donc en permanence des opportunités d'enrichir ces bases, par des analyses, des tests spécifiques, et d'en tirer de nouvelles connaissances, déclinées en cahiers des charges ergonomiques applicatifs.

Sans vouloir détailler les méthodes de travail utilisées, on peut retenir deux principes qui présidaient à ces études, en rappelant que le domaine de travail à cette époque était très majoritairement celui de l'ergonomie dimensionnelle et physique, mais qu'ils s'appliqueront, complétés plus tard dans le même esprit, pour les questions d'interactions "homme-machine" :

- s'appuyer sur des maquettages, ou des prototypes physiques représentatifs des environnements à évaluer "ergonomiquement", en statique ou en roulage selon nécessité,
- faire tester ces supports par des "clients" non impliqués dans le projet, en situation d'usage, observer et écouter les réactions, les avis exprimés ; analyser et identifier les points positifs et les améliorations souhaitables,

⁷ *Prestation : ce que l'on "vend" au client, ce qu'il perçoit comme contribuant à la satisfaction de ses attentes, par exemple dans le domaine "facteur humain" : habitabilité, confort siège, facilité d'utilisation, effort ou perception de qualité sur une commande, pertinence de l'assistance apportée par un système, ergonomie d'utilisation d'un système, compréhension d'un message d'information, etc. Le niveau objectif d'une prestation est évidemment dépendant du projet-véhicule (ce que l'entreprise veut pour le projet, cahier des charges Produit/Synthèse, clientèle visée), sans oublier que sa perception, au final, dépend de chaque client.*

- recourir pour ces recueils d'avis à des panels de "sujets" (et pas seulement à des hiérarchiques de l'entreprise !), représentant au mieux la population des clients du point de vue de sa diversité, ou avec des critères spécifiques vis-à-vis du problème posé, par exemple : anthropométries, hommes/femmes, mais aussi l'âge, etc. Ces personnes étaient "recrutées" dans le personnel de l'entreprise, une base de données (déclarée à la CNIL !) étant constituée à cet effet, qui comprenait, par exemple en 2004, 500 personnes. L'ergonomie fournissait à chacun sa carte anthropométrique personnelle qui permettait de situer chacune de ses dimensions dans l'échelle des percentiles de la population de référence, et à l'ergonomie de constituer un panel "d'essayers" pertinent.

Encart n° 4 : la carte anthropométrique personnelle permet à chacun de situer sa morphologie dans la diversité anthropométrique de la population de référence (voir ci-dessous : Europe 2015)

Dans l'exemple ci-joint, on voit que, selon sa morphologie, on peut évidemment appartenir à une classe de percentile très différente selon le paramètre que l'on observe.

Paramètres	Nom Prénom		Percentiles %
	Valeurs mm		
Stature	1865		86
Hauteur du Buste	998		96
Membre Supérieur	831		89
- Longueur du Bras	383		84
- Longueur de l'Avant Bras	508		91
Membre Inférieur	1110		77
- Longueur de la Cuisse	630		65
- Longueur de la Jambe	580		86
Largeur aux Epaules	449		21
Largeur du Bassin	364		34
Poids	Kg 72		32
Buste en Situation de Conduite	830		97

Source : Ergonomie (7/2008)

LA CONNAISSANCE DE L'UNIVERS CONCURRENTIEL

L'activité d'analyse des véhicules concurrents s'était développée à l'ingénierie dans les années 60 pour l'ensemble des organes techniques des véhicules.

L'ergonomie y prit sa part en assurant la mesure (géométrique) des paramètres ergonomiques des véhicules "intéressants" de la concurrence : c'était le début d'une activité d'analyse ergonomique de la concurrence, d'abord sommaire dans les années 60, et qui prit son extension dans les décennies suivantes. Les bases de données ainsi constituées, numériques et graphiques étaient mises à la disposition des secteurs Produit et Études, qui étaient demandeurs, avec des outils de traitement pour leur exploitation dans les projets (voir encart n° 5).

Encart n° 5 : connaître les véhicules concurrents

L'activité de mesure et d'analyse des véhicules concurrents faisait l'objet de méthodes standardisées. Des investissements notables dans des moyens de mesures ont été faits au fil des années. Le développement et la gestion de cette activité étaient pilotés avec rigueur et compétence par Christian Thiébaud.

Les paramètres mesurés se sont enrichis en fonction de l'approfondissement des critères ergonomiques : toutes prestations dimensionnelles confondues cela a fini par représenter plus de 450 points de mesures par véhicule, plus des tracés de volumes locaux lorsqu'une information plus précise était demandée.

Chaque année une douzaine de véhicules étaient caractérisés, parfois beaucoup plus, car la demande était forte de la part du produit et des BE. Un peu plus tard nous avons dû mettre en place une sous-traitance complémentaire pour cette activité bien formalisée, avec la formation nécessaire.

Une note de synthèse était diffusée pour chaque véhicule, soulignant ses points forts/points faibles, du point de vue de l'ergonomie, avec un "plan de référence" du véhicule mesuré, permettant la comparaison avec celui d'un véhicule Renault, existant ou en projet, sur les mêmes critères.

Les bases de données ainsi constituées permettaient aux secteurs intéressés :

- *de faire eux-mêmes différents traitements statistiques sur les valeurs rencontrées sur les véhicules Renault et concurrents mesurés : évolutions temporelles des valeurs, corrélations entre variables, rapprochement avec des jugements clients, analyses par classes de véhicules, etc.*
- *de disposer dans un livre des "Caractéristiques ergonomiques des véhicules", actualisé et diffusé annuellement, d'une figuration graphique de la distribution des valeurs rencontrées pour chaque variable, chaque véhicule étant identifié pour une lecture facile.*

Ce document était apprécié de la direction du Produit, des BE, et bien sûr des équipes Projet, pour l'aide qu'il apportait à la fixation des objectifs produit/projet, en termes de prestations ergonomiques. Sa diffusion, de quelques exemplaires dans les années 70, s'était largement étendue quelques années plus tard.

DES OUTILS POUR LES CONCEPTEURS : LES "APPLICATIONS CAO"⁸ DE L'ERGONOMIE

L'arrivée de la CAO dans les années 1975/1980 (Unisurf puis Euclid), a marqué une évolution importante dans les méthodes de travail des secteurs d'études. Cela a conduit l'ergonomie à acquérir les compétences nécessaires pour transcrire dans Euclid ses préconisations géométriques afin de les adapter aux besoins des concepteurs.

Les premières générations de ce qui s'est appelé "les applications CAO de l'ergonomie" ont été réalisées : elles permettaient aux dessinateurs de représenter les cahiers des charges de l'ergonomie en employant des outils CAO cohérents avec leurs propres outils et ceux qu'ils utilisaient pour les cahiers des charges d'autres métiers.

Ces informations, paramétrées pour le projet considéré et qui se traduisaient généralement sous forme de "bornes" mini/maxi, de volumes d'atteintes, de trajectoires, ou de zones d'implantation à respecter, pouvaient figurer ainsi sur les plans d'architecture notamment, pour contribuer aux études d'alternatives, à la synthèse des contraintes et à la recherche des compromis.

Beaucoup plus tard, une autre conséquence importante du développement de la CAO, et du numérique en général, a été, comme pour beaucoup de métiers, de faciliter le virage vers le 3D : des critères ergonomiques améliorés et validés par des évaluations clients, pouvaient être représentés par des surfaces, des volumes, permettant, une meilleure cotation des niveaux de prestations probables.

L'accompagnement était aussi à assurer par la formation des utilisateurs à ces applications CAO (25 environ) et à la base de données concurrence. Dans ce contexte – développement des applications et formation – la présence au sein de l'équipe d'une personne compétente en informatique et ergonomie (Jules Trasbot) s'est révélée un atout indispensable dans la réactivité nécessaire, et, dans les années qui ont suivi, pour le dialogue avec le secteur central chargé alors du développement des outils métiers informatiques et des évolutions lourdes comme le passage sous CATIA.

⁸ CAO : conception assistée par ordinateur.

ÉMERGENCE DE L'ERGONOMIE DE LA COMMUNICATION "HOMME-MACHINE" : L'ERGONOMIE COGNITIVE⁹

Les années 1983-1990 ont été marquées par des avancées technologiques dans divers domaines qui devaient trouver leurs applications dans l'automobile : l'électronique (multiplexage, afficheurs), l'informatique et les moyens de calculs (cf. loi de Moore¹⁰), et surtout les systèmes et réseaux de communication (GPS, téléphone, etc.)

Dans l'entreprise les évolutions aussi étaient en marche :

- du côté des projets gamme, des applications nouvelles permises par les technologies de l'électronique arrivaient : tableau de bord à afficheur LCD (Renault 11 Électronique en 1983, puis plus tard Renault 21) avec les limitations technologiques de l'époque. Les LCD apparaissaient aussi avec des systèmes audio plus élaborés, ainsi que les premiers "ordinateurs de bord" (consommations, autonomie, etc.), et, déjà, la trouvaille ergonomique du satellite Audio, paternité qui doit revenir, si je me souviens bien, au service Équipements Électriques de la DE (Daniel Augello), à moins que ce soit au fournisseur¹¹,
- à la direction de la Recherche, un programme concernait les futurs systèmes de "Télématique" et d'assistance à la conduite, la navigation notamment, qui prirent de l'importance avec la participation au programme européen Prometheus¹² (1987-1995).

Le groupe de François Hartemann travaillait sur les questions d'ergonomie que posaient, par exemple les systèmes d'afficheurs et commandes multifonctions qui étaient dans les cartons : lisibilité des informations, arborescences d'accès, etc. On expérimentait également la commande vocale.

Un projet de recherche avait été lancé en coopération avec Sagem et Philips (ATLAS). Il allait donner naissance quelques années plus tard (1995) au système de navigation Carminat (CARin, MInerve, ATlas).

À l'articulation des directions des Études (DE) et de Recherche (DR) un programme "véhicule de synthèse", X04, dénommé "véhicule haut de gamme à fonctions enrichies", avait été mis en place. Sa mission était d'explorer les moyens de faire face à cette complexification des véhicules qu'on voyait émerger à travers ces technologies, aussi bien en termes de solutions et compétences techniques à acquérir, que d'organisation.

Il comportait une partie importante d'électronique (on disait même électro-informatique) pour la gestion de ses nombreuses fonctions, nouvelles et/ou interdépendantes, en mécanique comme en habitacle, qui posaient aussi de nouvelles questions d'ergonomie : compréhension par les utilisateurs, conditions d'usage, compatibilité avec la conduite, etc. Étant en charge au sein du projet de cette partie habitacle, je m'étais intéressé tout particulièrement à ces questions, en interaction avec la DR.

Tout cela constituait les prémisses d'une évolution dans la décennie suivante qui allait porter les questions d'Interactions "Homme/Machine" au premier plan des préoccupations (au moins celles des

⁹ *L'ergonomie cognitive étudie les processus mentaux (perception, attention, mémoire, compréhension, apprentissage...) mis en œuvre dans les interactions entre un utilisateur et un produit, un outil ou un système, dans des situations d'usage données, et leurs conséquences en utilisation (réponses motrices, décisions, efficacité, émotions, charge mentale, erreurs ...). Elle vise ainsi à apporter des connaissances et des critères opérationnels pour concevoir des produits optimisés du point de vue de l'Interaction Homme-Machine, voire de la coopération H/M.*

¹⁰ *Les lois de Moore sont des lois empiriques qui ont trait à l'évolution de la puissance de calcul des ordinateurs et de la complexité du matériel informatique.*

¹¹ *Comme quoi il n'y a pas que dans les têtes des ergonomes qu'il y a de bonnes idées ergonomiques !*

¹² *Lancé à la demande de l'industrie automobile, en particulier allemande, Prometheus fut une des premières initiatives de recherche européenne de grande envergure en vue d'améliorer la circulation routière à long terme, aussi bien pour ce qui concerne le véhicule que l'infrastructure.*

ergonomes !), car il y avait là un champ de connaissances et de savoir-faire largement à construire, appliqués à automobile, dans cette discipline jeune¹³.

1990 – 1994 : EXTENSION DES CHAMPS DES ÉTUDES ET D’INTERVENTION

Au départ en retraite de Roger Rebiffé, fin 1991, j’ai pris en charge le domaine ergonomie. Un service Ergonomie a été créé début 1992, toujours rattaché à la direction des Avant-projets.

Comme il est indiqué ci-dessus, cette période été celle de la mise en place au sein du service de cette nouvelle activité “Ergonomie de la Communication Homme / Machine”.

UN GROUPE “ERGONOMIE DE LA COMMUNICATION HOMME-MACHINE”

Au départ de François Hartmann, un petit groupe a été constitué en 1992 par transfert au service Ergonomie DE de 3 personnes du secteur DR pour poursuivre les travaux d’ergonomie sur les projets qui allaient passer en développement (avec le projet Carminat notamment), renforcé par des contrats extérieurs. Un comité de coordination ergonomie était maintenu pour la liaison avec la DR pour les autres programmes.

Le “groupe”, animé par Jean-François Forzy arrivé en 1989, s’est d’abord concentré sur le projet Carminat en construisant des coopérations avec des laboratoires extérieurs, et le monde universitaire, pour les questions “métier” qui se posaient, ce qui sera poursuivi au fil des années, car ces coopérations en plus de nous apporter un support théorique et méthodologique intéressant, étaient une source d’informations et de contacts.

Parmi les actions qui ont été menées dans ce cadre coopératif¹⁴ on peut mentionner les “Opérations pilotes” de Carminat (1994), qui consistaient à tester sur véhicules et en conduite réelle, des prototypes de systèmes, en particulier de navigation/guidage, pour en mesurer l’apport en termes de prestation et surtout l’impact sur la conduite qu’il convenait d’évaluer.

Ils ont permis de confirmer que, loin de porter atteinte à la sécurité (aucun accident ou “presque-accident” n’a été constaté), ces systèmes encore très imparfaits pourtant, avaient plutôt un apport positif sur la conduite, et bien sûr le guidage, apportant même une “réassurance” chez certaines catégories d’usagers, les seniors par exemple.

Le recours à des intervenants sous contrat et le recrutement de Thérèse Villame en 1994 permirent de renforcer les compétences du groupe (analyse de l’activité de conduite, règles de lisibilité des affichages...) et d’apporter un certain appui aux projets de systèmes en étude (régulateurs de vitesse, répartition des fonctions au satellite audio, commandes sous volant), ou en recherche (système d’alerte changement de voie - déjà ! -, régulateur ”intelligent”).

D’autre part, une activité normalisation en matière d’IHM¹⁵ et systèmes d’information, à visée plus ou moins réglementaire, démarrait au niveau européen et les Allemands comme toujours y étaient actifs. François Hartmann fut chargé, sous contrat extérieur, d’y assurer une veille et la représentation de Renault.

En ce qui concerne les moyens d’essais, 3 voies étaient engagées :

- des dispositifs types “maquette fonctionnelle statique” pour tester les IHM du poste de conduite (informations tableau de bord, ADAC, afficheurs audio/navigation, commandes). Ils permettent, sans lourd développement informatique, d’illustrer rapidement des logiques

¹³ Pour mémoire, la première conférence européenne en ergonomie cognitive – qui ne portait pas encore ce nom – eut lieu en 1982. Elle était centrée sur les interactions homme/ordinateurs.

¹⁴ Les constructeurs n’étaient pas les seuls à se préoccuper de ces questions. Les pouvoirs publics, à travers les laboratoires nationaux comme l’Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS) étaient présents.

¹⁵ IHM : interface homme-machine.

d'affichages, des graphismes, d'identifier des difficultés potentielles, tant que le lien avec les contraintes de la conduite n'est pas critique,

- des essais sur simulateur de conduite du pôle Simulation de la DR. Séduisant sur le principe puisque l'environnement est supposé apporter une dimension représentative de l'activité de conduite, son usage s'est heurté justement à cette représentativité alors imparfaite (vision et perception de vitesse, contrôle de trajectoire, actions sur les commandes) obligeant à un contrôle de la conduite bien plus difficile que celle d'un véhicule réel¹⁶. De plus la mise en œuvre d'un essai sur simulateur étant assez lourde leur usage a été, à ce stade de développement, assez limité,
- des moyens d'essais embarqués sur véhicule, notamment des dispositifs pour enregistrer les fixations oculaires et quantifier les temps de détournement du regard pour les prises d'informations sur afficheurs, ou établir les taux de détection d'une information en fonction de sa localisation dans le champ visuel.



Enregistrement des fixations oculaires

Les résultats des diverses expérimentations menées durant cette période ont permis d'ailleurs de confirmer, avec des données chiffrées, l'intérêt des orientations prises pour les implantations d'afficheurs en haut de planche de bord, contribuant à la construction de la politique Renault en la matière¹⁷ en devenant une « signature » Renault, à quelques rares exceptions près (Premières Dacia par exemple, pour des raisons particulières).

DU CÔTÉ DE L'ERGONOMIE PHYSIQUE

La mise en place des directions de projets-véhicules durant cette période et l'exigence qui en découlait d'avoir des compromis plus affinés sur les prestations, faisaient que, à la fois le nombre des interlocuteurs et celui des sujets à traiter croissaient.

Initialement Roger Rebiffé et son adjoint Jacques Guillien, assuraient conjointement ce double rôle de développement du métier et de présence auprès des projets, mais la charge croissante, des tensions apparaissaient et Roger Rebiffé avait pu obtenir une ou deux embauches.

¹⁶ Les "constantes de temps" en conduite sont de l'ordre de la seconde, ou moins, avec un partage de tâches important surtout dans le cas des études type ergonomie des systèmes d'aide ou d'information. En aéronautique, ou en F1, les contextes et les objectifs sont très différents.

¹⁷ Notons à ce sujet que Renault a ensuite été fidèle à ces orientations précoces, à une époque où, pour les affichages, c'était loin d'être généralisé comme maintenant dans la concurrence. Évidemment l'extension actuelle des dimensions d'afficheurs multifonctions et les évolutions technologiques (écrans tactiles, luminosité et contraste ne nécessitant plus de visière) font paraître bien timides les solutions des années 1990-2000...

Une fonction de “chargé de projet(s) en ergonomie” a été mise en place, d’une part en faisant évoluer la fonction d’une partie du personnel, dont les jeunes embauchés, d’autre part en renforçant peu à peu l’équipe par des cadres à la double formation ingénieur – ergonomiste/conception de produits, dans le sens de ce que Roger Rebiffé avait amorcé.

Ces profils provenaient de l’Université Technologique de Compiègne (UTC). L’objectif était d’avoir des intervenants formés à l’ergonomie au sens large pouvant s’approprier rapidement le savoir-faire existant et le développer, et dont la formation technique faciliterait le dialogue avec les secteurs d’études.

Les problèmes spécifiques rencontrés dans les projets, et qui montraient qu’on pouvait améliorer la robustesse de nos spécifications, étaient traités par le chargé de projet concerné pour mener, en liaison avec le pôle “métier” du Groupe Ergonomie Physique, les analyses ou expérimentations nécessaires. Ceci dit, cette dualité de mission n’était pas facile à assumer.

Ces chargés de projet ergonomie préfiguraient en quelque sorte les Pilotes Prestations Clients (PPC), ce qu’ils sont souvent devenus plus tard, lors des réorganisations ultérieures.

Le choix de ces profils avait aussi l’intérêt de recruter des personnes dont l’évolution professionnelle serait facilitée le moment venu par leur formation de base. Enfin, l’ergonomie développerait ainsi à terme un réseau “d’anciens” qu’on pouvait espérer attentifs dans leurs nouvelles fonctions à l’ergonomie…

On n’en était pas là, mais déjà un “tableau de bord ergonomique” avait été mis en place pour chaque projet à partir d’un inventaire des “validations” ergonomiques à assurer au cours du planning développement d’un projet véhicule, en s’appuyant sur l’expérience et en prenant le programme 64 (Megane/Scenic 1) comme support.

C’est aussi à cette période qu’on a peu à peu systématisé les notes-bilans des véhicules existants et les propositions de cahiers des charges Ergonomie pour leurs remplaçants.

Mentionnons aussi l’épisode avorté avec Volvo, pendant lequel nous avons engagé des échanges intéressants. Les contacts étaient réguliers et les échanges de documents “métier”, traduits, bien engagés. Un dossier de comparaison ergonomique des véhicules haut de gamme, dont Volvo 850 et Safrane, était réalisé. En revanche le positionnement de l’expert ergonomie de Volvo, qui œuvrait sous contrat comme intervenant extérieur n’avait pas permis d’approcher vraiment le mode d’intervention de l’ergonomie chez Volvo, ce qui nous aurait intéressé.

En ce qui concerne les outils métier, une collaboration avait débuté avec l’INRETS sur leur projet “MAN 3D”, qui consistait à développer un logiciel de mannequin numérique en 3D. Pour nous l’objectif était de disposer d’une représentation paramétrée des occupants d’un véhicule, afin – cible plus lointaine – de l’intégrer dans le maquettage numérique d’un projet- véhicule pour l’architecture amont.

Ce travail exploratoire a bien permis d’acquérir des connaissances en matière de modélisation des mouvements et de la physiologie humaine, mais d’autres logiciels sont apparus ultérieurement, plus opérationnels¹⁸ et l’idée de continuer à développer ce logiciel a été abandonnée. L’action sera reprise dans le cadre d’une collaboration avec un consortium, RAMSIS, initié par les constructeurs allemands (voir plus loin).

¹⁸ Cette situation n’était pas rare : la collaboration avec les labos universitaires ou nationaux, intéressante, se heurtait souvent, même accolée à des programmes de recherche européens, à l’insuffisance des moyens par rapport aux objectifs (de part et d’autre), ou à des objectifs qui finalement divergeaient. On ne retrouvait pas toujours l’effet de levier attendu.

1995 – 2000 : CRÉATION DE LA DIRECTION INGÉNIERIE VÉHICULE (DIV), CHANTIER DIV2, ET DÉPLOIEMENT DES PRESTATIONS CLIENTS

Cette période a été l'objet de beaucoup de changements, avec l'implantation progressive de l'ingénierie au Technocentre (TCR), et de restructurations suite aux travaux sur les processus de l'Ingénierie. C'est aussi la période de développement des programmes 65 (Clio2), 84 (Megane 2) et M2 S (Laguna2, Vel Satis, Espace 4), avec, pour ces derniers véhicules, des plannings rapprochés et des prestations très spécifiques.

En janvier 1997 nous déménageons au TCR, dans l'Avancée, où nous bénéficions d'un environnement de travail bien plus satisfaisant que les bureaux et atelier de "BM2" à Rueil (ex Bernard Moteurs).

Évolution aussi du côté de la direction des Avant-Projets devient direction de l'Amont, de la Recherche et des Prestations (DARP, Jacques Lacambre), comprenant une direction des Prestations Clients et de l'Incidentologie Véhicule (la DPCIV, Bernard Dumas), dans laquelle se situe le service Ergonomie.

Dans le chantier "pilotage de l'ingénierie par les prestations" l'ergonomie du véhicule est reconnue comme un domaine de prestations clients ce qui peut paraître évident aujourd'hui, mais ne l'était pas tant que cela dans l'esprit de certains acteurs projet.

Début 1999, la création du domaine d'expertise "Ergonomie du véhicule" (i.e. Ergonomie Physique) dont je suis en charge confirme la maturité du domaine de l'ergonomie physique chez Renault. En même temps nous savons tous que beaucoup reste à acquérir côté Ergonomie cognitive et interactions H/M et que c'est sur ce point que les attentes sont fortes.

Les chargés de projets deviennent des "Pilotes Prestation Client Ergonomie" (PPC). Comme l'ensemble des PPC leur rôle se cale sur les étapes de leur projet : contribution à la définition des cibles de prestations dans la phase amont, tableau de bord des résultats à atteindre aux différentes étapes des projets, suivi de la convergence, alertes sur les dérives, cotation des questions ergonomie à reprendre ou à faire trancher suivant la grille "K1-K2-K3" utilisée alors pour les autres prestations, etc.

Si les PPC Ergonomie physique étaient en place pour les projets véhicules en étude, dont Frédéric Luzi arrivé en 1997, IST¹⁹ venant du secteur Ergonomie des moyens de production, la démarche était moins avancée dans le domaine de l'ergonomie des Interfaces homme-machine.

Or on assistait sur le programme M2 S à une multiplication des systèmes en lien avec la conduite : carte-clé, frein de parking automatique, contrôle de la pression des pneus, régulateurs de vitesse, diagnostic et alertes, etc., qui entraînait une réflexion à mener sur la maîtrise des informations et feedback à transmettre au conducteur pour assurer utilité, simplicité d'usage, cohérence, et compréhension des "états" des systèmes. S'y ajoutait la nécessité d'y intégrer aussi les systèmes déjà bien présents comme la navigation-guidage.

Trois ergonomes ont notamment apporté leurs contributions, du point de vue de l'ergonomie, travaillant en lien avec le produit, les études et le projet, notamment sous l'aspect modes opératoires et logiques de fonctionnement : Thérèse Villame et Muriel Robineau pour le domaine "informations transmises au conducteur", et Laurent Moiselet, venant lui aussi du secteur Ergonomie de production, pour les systèmes navigations-guidage.

Mener ces travaux applicatifs portant sur des innovations avec les impératifs du planning de leur application en projet n'était évidemment pas une situation satisfaisante, surtout que quelquefois la volonté de valoriser ces innovations poussait certains à la surenchère d'informations²⁰. La période

¹⁹ IST : ingénieur sociotechnique.

²⁰ Un exemple est le système de contrôle de la pression des pneus sur Laguna 2, sorti avec des stratégies d'alertes au conducteur bien trop complexes, et qu'il a fallu simplifier dans le sens de ce qu'avait proposé l'ergonomie, pour éviter que les clients signalent des "anomalies" qui n'en étaient pas.

suivante marquera des progrès avec une organisation décisionnaire clairement définie pour traiter ces questions et faciliter le consensus sur une politique IHM Renault.

Cependant, parallèlement, un rapprochement s'était fait avec le Design lors du chantier "Les Fondamentaux du Design". Patrick Le Quément avait été très intéressé par un travail, à vocation assez transversale, fait par Jean-François Forzy qui présentait des exemples illustrés de commandes, d'affichages et de modes opératoires des fonctions sous la forme « ce qu'il ne faut pas faire / ce qu'il faut faire, et pourquoi ? »

Ce n'était qu'un début, mais ce sera approfondi et décliné plus tard par le métier ergonomie IHM dans les fondamentaux des interactions "Homme-Machine", le "macrozoning" Fonctionnel et Spatial du cockpit, et les règles et standards de mise en œuvre pour les IHM.

CONFORT STATIQUE ET MAITIEN POSTURAL DES SIÈGES

Difficile de parler d'ergonomie sans parler des sièges !

Le siège, par nature carrefour de prestations multiples parfois antagonistes, et objet "d'attentions" (on pourrait presque dire d'"injonctions") tout aussi multiples, était un domaine où l'expérience des professionnels était dominante et la mise au point assurée par la synthèse véhicule. Concernant le déploiement de la partie des prestations que l'Ergonomie tentait d'assurer le confort statique et postural, nous spécifions les paramètres géométriques fonctionnels (sections de formes, pentes d'assise, positions et réglages d'appuie-tête...)

Pour la période 1995-2000, signalons 3 actions qui visaient à améliorer ce déploiement :

- au niveau métier et moyens d'essais, la mise au point de mannequins dits "mous" permettant d'établir, avec une nappe de capteurs et un logiciel spécifique, des "cartographies de pressions cibles" à l'interface assise/occupant, une fois corrélées avec le ressenti en essais dynamiques,
- un plan d'essais engagé avec la direction du Produit, le service Sellerie et la Synthèse véhicule, consistant à définir, pour une application sur la Clio 2, un siège "référence", caractérisé et "validé" par un groupe d'essayers de morphologies diverses, en termes de confort d'accueil, confort statique et maintien latéral. Il a servi de Cahier des charges fonctionnel pour le développement du siège de série,
- un groupe de travail "siège grand confort", avec le service Sellerie également, proposé pour M2 S et qui a trouvé son application sur les sièges Vel Satis, à double articulation de dossier, qui permettait soit d'offrir différentes postures de conduite ou de repos, soit de permettre une adaptation à la dispersion observée sur les courbures de dos.
-

2001- 2006 : NOUVEAUX CHANGEMENTS

En novembre 2000, des changements interviennent dans l'organisation des activités Ergonomie. Il est décidé :

- de maintenir à la DPCIV les activités pilotage des "Prestations Client Ergonomie" (PPC), et de les placer sous la houlette du service Synthèse Amont Prestations, qui devient Synthèse Amont, Prestations d'usage et Ergonomie,
- de transférer à la direction de la Recherche le service Ergonomie et Interactions Homme-Machine, en créant un département qui regroupe :
 - **les activités Métier de l'ancien service Ergonomie** (ergonomie physique, ergonomie cognitive & IHM, modélisation humaine, et confort sièges),
 - **le groupe Simulation de Conduite et Réalité virtuelle**, issu du Département Véhicule-Produit de la DR lui-même objet d'une réorganisation,
 - **le Pôle Comportement et Perception de l'Automobiliste**, issu du LAB, et qui travaillait sur les typologies de conducteurs, notamment en situation d'urgence (freinage) et développait une approche innovante de la perception par les méthodes de l'Analyse sensorielle.

Le département Recherche agrégeait ainsi des domaines d'étude antérieurement séparés qui concernaient le "facteur humain", et qui de ce fait faisaient déjà l'objet de réunions de coordination et de présentations mutuelles des activités : avec le LAB pour les études qu'il menait dans le domaine Comportement humain, ou avec le secteur Simulateurs, puisque nous étions parmi les "clients" utilisateurs des simulateurs.

Les relations entre les 2 secteurs : Synthèse Amont Prestations (Hubert De Fraguier) et Ergonomie, étaient déjà étroites. S'agissant des prestations ergonomie, les activités étant complémentaires nous nous sommes recentrés sur les développements métier et la recherche. Pour assurer les échanges et recueillir les attentes, des revues d'avancement "Projets-Métier" ont été mises en place.

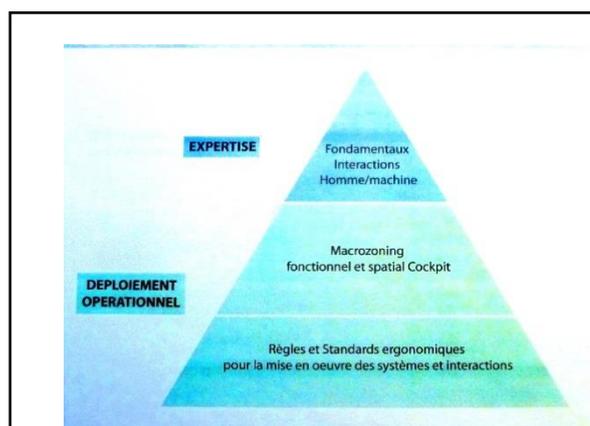
L'équipe PPC Ergonomie du service Synthèse Amont, Prestations d'usage et Ergonomie s'était renforcée et assurerait sûrement une plus forte présence dans les projets : c'était le but recherché, semble-t-il.

DÉPLOIEMENT EN ERGONOMIE COGNITIVE ET IHM

Le chantier principal était le déploiement des prestations "Interactions homme-machine" concernant l'ensemble du cockpit et possiblement l'habitacle, pour guider la conception de l'ergonomie des interfaces de conduite et de confort et celle des systèmes dits multimédias (système d'assistance et d'information/communication), applications en forte extension.

Il a été structuré en 3 niveaux :

- 1) au niveau expertise : l'affirmation des **fondamentaux ergonomiques des interactions H/M**, ensemble d'orientations générales et de principes de conception pour les commandes et afficheurs, fondés sur l'expertise ergonomique, et adaptés au contexte particulier de l'automobile,
- 2) au niveau organisation du poste de conduite : Le "**macrozoning**" **fonctionnel et spatial**, visant à définir des "standards" d'implantation des IHM, et d'affectation de leurs contenus fonctionnels, justifiés par les conditions d'usage : sécurité, utilité, confort et fréquence d'usage, praticité, logiques de regroupement, etc.
- 3) au niveau opérationnel : un ensemble de **Règles et Standards ergonomiques pour la mise en œuvre** dans les projets véhicules et systèmes, notamment pour la gestion des informations transmises au conducteur : classification, règles de regroupement, logiques d'affichages, conditions et nature des alertes et autres informations, règles de priorité, gestion dynamique/temporelle.



Ces travaux, en particulier pour les règles et standards, élaborés par l'Ergonomie et la Synthèse Amont Prestations étaient préparés en groupes de travail, et discutés en "Comité IHM opérationnel" (niveau Services) avec la participation des secteurs Produit et Ingénierie concernés. Des maquettes fonctionnelles permettaient d'illustrer les résultats.

La validation des solutions proposées intervenait en niveau 2 (direction) à travers le "Comité IHM niveau 2" créé à la direction des Prestations Clients (DPC, Bernard Dumas), où étaient représentés le

Produit, la Synthèse Prestations Amont, la Synthèse Véhicule, les Ingénieries Équipements Électriques/Électroniques et Systèmes, et bien sûr l'Ergonomie qui présentait les propositions.

Formalisés dans des documents de référence, les résultats de ces travaux avaient valeur applicative en projets véhicules, sauf dérogation décidée par ce même Comité IHM niveau 2, et constituaient un fort levier d'unification des modes de mise en œuvre des prestations vues du client, tout en préservant une nécessaire déclinaison en gamme.

À l'évidence il ne s'agissait pas non plus de "figer" des choix qui étaient appelés à évoluer en fonction de l'arrivée de technologies et de prestations nouvelles qu'on voyait poindre : généralisation des afficheurs, écrans tactiles, bientôt smartphones et commandes vocales, diverses assistances à la conduite, etc²¹.

Lorsque l'ensemble a été validé, un plan de formation a été mis en place en 2003 pour les opérationnels qui auraient à mettre en œuvre cette "politique" IHM et qui n'avaient pas tous participé aux travaux.

Jean-Pierre Falluel, qui nous avait rejoint pour animer le groupe IHM, y mis son savoir-faire en matière de formation, dans le cadre de "l'école de l'IV", car l'action ne visait pas seulement à présenter des résultats applicatifs : elle avait un but d'initiation/formation au "Facteur humain", aux démarches de l'Ergonomie, et à ce qu'elles pouvaient apporter.

Ce fut aussi l'occasion de faire suivre ce parcours au personnel ergonome en vue d'un partage des connaissances entre les personnes présentes dont la diversité des formations et des expériences était forte.

Du côté métier, et en dehors de l'assistance portée aux PPC, les activités se sont constituées en projets de recherche dans deux directions générales :

- la préparation de concepts nouveaux d'IHM : projet-métier "Plate-forme de recherche IHM", coordonné avec le Design, le Produit-IHM, et l'Ingénierie DIEC, où un plateau-projet « IHM du Cockpit/Cockpit du futur » avait été mis en place. Laurent Moiselet, sera détaché sur ce plateau,
- l'ergonomie des systèmes d'information et d'assistance à la conduite sous l'aspect impact sur la conduite et la sécurité, sujet sensible, et la connaissance des comportements et des typologies de conducteurs en vue d'optimiser l'efficacité de ces systèmes (Aide au Freinage d'Urgence par exemple).

-

L'ANALYSE SENSORIELLE

Dans les nouvelles expertises que le département acquérait, il y avait l'approche analyse sensorielle appliquée à l'automobile. Un thésard Cifre, David Blumenthal, avait conduit sa thèse sur le thème de l'influence du sensoriel et de l'image de marque sur la perception du confort global, et était l'expert méthodologique de ce domaine. Des études avaient été conduites avec la Synthèse Véhicules (confort dynamique siège, optimisation des sensations de freinage).

À partir de 2001 l'Analyse sensorielle a été impliquée dans de nombreux projets recherche dans lesquels elle apportait de nouvelles méthodes. Par exemple un ensemble de programmes de travail a été construit avec les secteurs de la Synthèse véhicules qui étaient demandeurs, notamment sur les thèmes de la dynamique véhicule : plaisir de conduite, profil sensoriel direction, perception de gabarit, perception de roulis et maintien latéral, perception de freinage.

Dans d'autres domaines, on citera la caractérisation du confort statique des assises, le confort de passage des vitesses, l'étude perception d'habitabilité.

Ces travaux ont permis de développer l'expertise des clients internes, ce qui a souvent conduit à une refonte des critères, à une meilleure compréhension partagée de ces critères entre les essayeurs, et pour le Produit à une amélioration de la connaissance des attentes clients.

²¹ *Le bon accueil, sur le plan ergonomique, des générations suivantes de postes de conduite et de leurs IHM (R-Link, et aujourd'hui Media-Control/ Media-Nav Dacia...) montrent que les évolutions ont été nombreuses et qu'elles ont été bien menées !*

Encart n° 6 : L'Analyse sensorielle

Définition : ensemble des techniques qui utilisent les organes des sens de l'être humain pour étudier et mesurer les propriétés sensorielles d'un produit.

Largement utilisée dans l'industrie alimentaire, les produits cosmétiques, les textiles, etc., l'analyse sensorielle est une méthode normalisée (AFNOR, ISO).

L'objectif est d'expliquer les préférences des clients par les propriétés sensorielles quantifiées des produits étudiés. Il s'agit d'explicitier 2 fonctions de transfert : celle qui relie l'intensité d'un stimulus à l'intensité de la sensation qu'il produit, et celle qui relie l'intensité de la sensation à la préférence du sujet.

Elle met en œuvre, principalement, 2 types d'études, bien distinctes, mais concourantes à une étude d'analyse sensorielle complète :

1) des études analytiques pour identifier les caractéristiques sensorielles des produits étudiés et les classer, en fonction des sensations qu'ils génèrent et de leur intensité. Elle nécessite le recours à un groupe **"d'essayeurs" entraînés²²**, chargés d'établir une liste de **descripteurs sensoriels** pertinents des produits étudiés. (Cf. les "nez" de l'industrie des parfums). Chaque participant évalue pour chaque produit l'intensité de chaque descripteur. Un traitement statistique (Analyse en Composantes principales) permet d'associer à chaque produit une carte d'identité sensorielle: c'est son **profil sensoriel** sur les descripteurs choisis.

2) des études de préférences : des clients utilisateurs des produits étudiés sont invités à donner leurs préférences ou rejets des produits. La diversité des avis conduit à identifier des classes de clients. Dans ce type d'évaluation hédonique, les notes de préférences de chaque client pour chaque produit sont mises en relation (exemple : modélisation par la **Cartographie des préférences**) avec les propriétés sensorielles quantifiées des produits. On peut ainsi identifier quels produits sont (ou seraient) préférés par les différentes classes de clients identifiées et "prédire" l'adéquation d'un produit futur à la population cliente visée.

LES OUTILS NUMÉRIQUES POUR L'ERGONOMIE

La période a vu se développer les outils numériques aux Études et au Design : l'ergonomie devait suivre, d'autant que maintenant notre positionnement était à la Recherche, en accentuant ce qui avait été amorcé dans la période précédente, en matière d'outils numériques pour l'ergonomie.

Deux axes étaient travaillés:

1) La modélisation humaine

Au-delà de la simple représentation "human like" d'un passager ou d'un conducteur dans une maquette numérique, ce qui était recherché était de pouvoir intégrer à ces mannequins des propriétés biomécaniques, faire interagir avec un véhicule une population de personnages et en déduire un bilan ergonomique de cet environnement. Pour un opérateur virtuel, on analyserait le "confort" de son activité sur un poste de travail. Un programme européen existait sur le sujet (REALMAN).

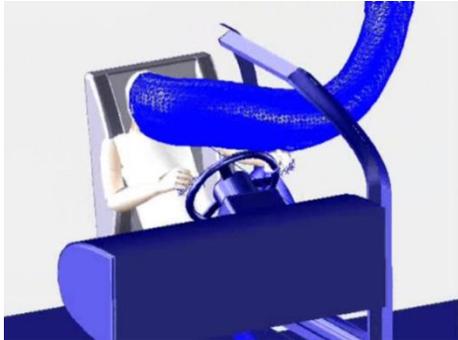
C'était évidemment une cible fort complexe à atteindre, et de notre côté, pour viser des applications pratiques pour les projets, le premier stade avait été d'établir des méthodes pour la simulation des mouvements.

Comme mentionné plus haut, nous participions au développement d'un logiciel de modélisation humaine RAMSIS. En interne Renault nous avons établi un projet de recherche (RPx) qui nous a permis d'acquérir du savoir-faire pour modéliser quelques mouvements dans RAMSIS, avec une méthode pour l'évaluation d'un "rating" de confort/difficulté : entrée/sortie du véhicule, passage du

²² Le panel, une fois entraîné, doit répondre à des critères de qualité : homogénéité dans sa performance : répétabilité, accord entre les individus, capacité à discriminer les niveaux de sensations, etc.

ped d'un passager arriere. Les methodes utilisees ont ete presentees comme notre contribution aux travaux des reunions du consortium Ramsis.

À partir de 2008 ce projet a ete poursuivi comme projet recherche du [E] : Digital Human Modeling for Numerical Design, avec notamment une application adoptee par l'IDVU pour l'evaluation de l'accessibilite a bord des remplaçants des Trafic/Master.



Capture d'un mouvement d'entree sur maquette pour etude comparative et/ou d'optimisation



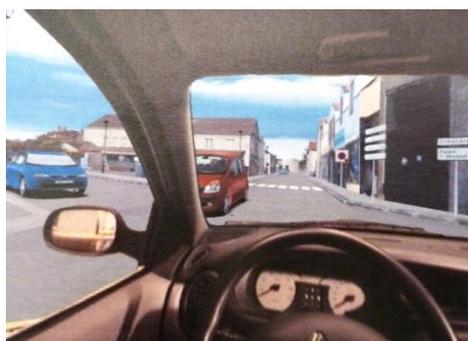
Simulation de la trajectoire de sortie de pied à l'arriere

2) Les outils ergonomiques pour l'ingenierie numerique

Le but etait toujours de pouvoir faire des evaluations ergonomiques des l'existence d'une definition numerique d'un vehicule, afin de "debusquer" des problemes potentiels.

Un outil qui allait dans ce sens a ete developpe avec le concours du groupe Simulateurs de conduite, et applique à l'Ingenierie pour l'evaluation sur simulateur de la vision et la perception du poste de conduite en "realite augmentee".

Un peu plus tard un autre projet concernera la simulation de l'incidence des reflets parasites sur le confort visuel, vision et lisibilite des instruments, dans le champ de vision du conducteur, afin de pouvoir "calibrer" ce qui etait acceptable ou non. Il faisait suite à la "decouverte" survenue sur Clio 3 tardivement – sur vehicules – de reflets genants dus par exemple à des entourages d'aerateurs d'aspect chromé.



Vision en environnement urbain au simulateur



Modélisation de reflets

Pour nos besoins d'expérimentations sur simulateurs, deux types d'outils etaient utilises suite à l'experience des annees precedentes :

- des simulateurs statiques pour des experimentations où l'activite de conduite n'avait pas besoin d'etre reproduite fidelement : une simple "occupation" de l'attention pour etre en situation de multitache pouvait suffire,

- les simulateurs dynamiques, lorsque l'impact sur la conduite était l'objectif recherché, par exemple lors d'une expérimentation menée sur l'usage du téléphone en conduite²³.

L'ALLIANCE RENAULT NISSAN

La création de l'Alliance Renault Nissan en 1999 ne nous a pas concernés tout de suite.

La collaboration sera initiée d'abord avec le NTC pour échanger sur les règles métier respectives en ergonomie physique, et sur le projet Modélisation humaine plus tard (2007) pour lequel Nissan s'était déclaré intéressé, sans donner suite. Notre implication dans le consortium Ramsis aurait de toute façon posé problème.

Nous avons eu un peu plus d'échanges à partir de 2004 dans le domaine IHM/Perception avec nos correspondants désignés au NRC (recherche), sous la forme de présentations de travaux de recherches et de visites mutuelles, limités aux connaissances et aux méthodologies, vu le lien de l'Ergonomie avec les identités de marques respectives.

De plus il faut reconnaître que, si Nissan accueillait fort aimablement nos propositions de collaboration (par exemple sur les comportements des conducteurs, les stratégies de conduite ou la modélisation humaine), il était rarement demandeur. En fait, une "cartographie" des projets de recherche respectifs, établie à l'initiative de Nissan d'ailleurs, montrait bien que les 2 secteurs Recherche ne visaient pas le même horizon d'application : recherches beaucoup plus amont chez Nissan et très tirées par les technologies, alors que de notre côté les perspectives d'application des connaissances à moyen terme étaient essentielles dans la sélection des recherches.

ORGANISATION ET RESSOURCES HUMAINES

En 2005 le département comprenait environ 25 personnes, hors thésards et intervenants extérieurs, 2/3 de cadres et 1/3 de techniciens. Il était très équilibré entre hommes et femmes. Il me semblait important dans les sujets qui nous concernaient de veiller à conserver cette dualité, ce qui d'ailleurs était facilité par le fait que la formation des ergonomes était déjà bien "féminisée" au plan national.

Début 2006, Michel Vimont remplace Pierre Beuzit, les évolutions intervenues depuis quelques années dans nos domaines d'expertises, et les recrutements en cours, nous donnent l'occasion, de modifier l'appellation du département qui devient au 1^{er} mars 2006 : **département Ergonomie, Perception et Facteur humain**.

D'autre part l'organisation évolue :

- Xavier Chalandon arrive au poste de chef de l'UET²⁴ Ergonomie cognitive et Interactions H/M,
- le pôle Perception et Analyse sensorielle, appelé à se renforcer, devient une UET,
- le groupe Application de la simulation et des outils de Réalité virtuelle devient également UET.

Les pôles modèles et outils IAO pour l'ergonomie, et confort statique sièges sont conservés.

2006- ... : LA RECHERCHE SE RESTRUCTURE, CRÉATION DE LA DREAM

Mi-2006 la DR évolue et devient direction de la Recherche, des Études Avancées, et des Matériaux, (DREAM, Michel Vimont, puis Rémi Bastien).

Elle comprend la direction des Technologies Avancées Automobiles (DTAA, Claude Contet), à laquelle le département Ergonomie, Perception et Facteur humain est rattaché.

²³ Nous n'étions pas les seuls utilisateurs des simulateurs, et la vocation du département n'était pas de gérer le développement et l'utilisation d'outils aussi lourds. Le groupe Simulateurs de conduite quitta le département avec la création du Centre Technique de Simulation (CTS) en 2002.

²⁴ La Recherche s'alignait ainsi sur la dénomination pratiquée dans les autres directions de Renault.

La recherche s'organise alors, clairement à l'image de celle de Nissan, en projets du Plan [T] (technologique) pour les innovations produit, et projets du Plan [Ex] (expertises), pour les projets de développement des expertises présentes ou à acquérir.

L'inscription des propositions de recherches dans l'un ou l'autre des plans suit un processus rigoureux de présentation et de décision avec phase exploratoire ("Créativité"), phase préliminaire de préparation d'un projet avec inscription ou non en (Pre[T]/Pre[Ex]), puis présentation en "Comité Stories"²⁵ pour décision de le retenir ou non aux plans [T] / [Ex], validant l'affectation des ressources nécessaires.

Les projets en cours du département se structurent suivant ce nouveau schéma, la plupart passent la barre du Comité Stories, et de nouveaux thèmes, souvent plus prospectifs (influence Nissan ?) sont identifiés pour le vivier "créativité".

Le ciblage demandé est maintenant clairement orienté recherche, et les actions en ergonomie physique "dimensionnelle" sont très largement assurées et pilotées par le service Synthèse Amont, Prestations d'usage et Ergonomie de la DPC, à part les études menées en Perception et analyse sensorielle.

Sur 2007/2008, un chantier d'Expertise Facteur humain a été conduit au niveau du département pour identifier la situation actuelle de nos compétences et les points sur lesquels les efforts devaient porter. Il en est notamment ressorti un plan d'action dédié aux Facteurs émotionnels intervenant dans la perception des produits ou en situation de conduite et des programmes ont été lancés en ce sens.

En 2008 nous complétons le "panel" des 5 domaines de compétences du service :

- ergonomie cognitive et IHM
- perception et analyse sensorielle
- confort statique sièges
- modélisation humaine
- applications de la simulation numérique en ergonomie

par l'arrivée de Michelle Moessinger, précédemment au LAB²⁶, pour créer une UET : "Psychologie et neurophysiologie des usagers automobile".

In fine, l'insertion du département dans les processus de conception et la recherche peut être résumée par ce bilan de 2008 :

- implication dans 9 projets [T], 3 projets Pré-[T], 5 projets [Ex]
- responsabilité directe de 2 projets [Ex], 1 projet Pré-[Ex], 1 projet Pré-[T]
- 4 nouveaux projets Pré-[T] labellisés pour démarrage en 2009, suite aux travaux menés en "créativité".

CONCLUSION

Ce texte ne revendique pas une rigueur historique que seule une documentation adéquate constituée au fil des années aurait pu permettre, ce dont je ne dispose pas. Il doit être pris plutôt comme l'évocation du cheminement dans l'entreprise, d'une discipline aux multiples facettes, un peu particulière dans le monde technique de l'entreprise, généralement bien reconnue, quelquefois un peu moins par d'autres.

Elle y est apparue très tôt, sans doute (ou sûrement) parce qu'elle était poussée par des pionniers motivés et qu'elle était en phase avec certaines valeurs de l'entreprise, et sans aucun doute elle l'est encore.

Au fil des années elle s'est constituée des connaissances sur le Facteur humain dans l'automobile, et des outils pour apporter sa contribution à la conception des véhicules. Elle a su les faire évoluer en

²⁵ *Stories : Comité DG DREAM statuant sur la sélection des projets de recherche.*

²⁶ *Ce regroupement faisait suite à la volonté de PSA d'arrêter les activités Facteur Humain au LAB pour ne garder que l'activité Sécurité.*

utilisant des méthodologies nouvelles élargissant son domaine initial, et elle est reconnue comme domaine d'expertise.

Nul doute qu'elle continuera à s'adapter aux révolutions en cours.

Pour avoir un éclairage sur les programmes d'études et de recherches menées dans les dernières années couvertes par cet article, on pourra consulter le n° Spécial « Interactions et Facteur humain » du Bulletin Technique Renault, n° 110 de juin 2010, qui en donne un panorama assez représentatif