



EQUIPE :	CEREMH/LISV	PROJET:	BECAPE

RÉSUMÉ

Document de synthèse du projet de recherche BECAPE (Banc d'Evaluation de la Conduite Automobile et de la Préconisation des Equipements) concernant l'évaluation sur banc test, des capacités fonctionnelles nécessaires à l'activité de conduite automobile. Projet financé par la **fondation MAIF**. Durée du projet : 2 ans (de janvier 2011 à janvier 2013).

BECAPE Page 1 of 94





SOMMAIRE

S	OMMAIRE		2
1	INTRODUCT	TION	5
2	ETAT DE L'A	ART	6
	2.1 L'EVALUA	ATION DE LA CONDUITE EN FRANCE	7
		lémarches administratives et les chiffres	
		ma classique d'une évaluation en centre de réadaptation	
		res équipés de simulateurs de conduite ou de bancs d'évaluation	
		res pratiquant l'évaluation de la conduite automobile	
		réseau Comète	
	2.1.4.2 Le 13	réseau GERCAH (Groupe d'Etude et de Recherche pour la Conduite Automobile des personnes Hand	dicapées)
		entres indépendants	
		VTS DE SIMULATEURS DE CONDUITE	
		VTS DE BANCS D'EVALUATION DE LA CONDUITE AUTOMOBILE	
		anc Autoadapt en Suède	
		anc Fiat Autonomy	
		anc Steering Development	
		es systèmes : Les outils de mesures en situation écologique	
		ATION DES CONDUCTEURS EN EUROPE ET DANS LE MONDE	
		e du centre d'évaluation de Truro (Sud de l'Angleterre)	
		odalités de la conduite en Angleterre	
		escription et caractéristiques des évaluations pratiquées au centre de Truro	
		incipe d'une évaluation de conduite	
		onclusion de la visite du centre de Truro	
		e du centre d'évaluation de Suède (Suède) Erreur ! Signet no	
		e du centre d'évaluation de Treviso (Italie)	
		odalités de la conduite en Italie	
		s Centres de Mobilité de Fiat et le centre de Pieve di Soligo	
		banc Fiatévaluation écologique	
	2.4.3.5 De	escription et caractéristiques des évaluations pratiquées au centre de Treviso	34
		incipe d'une évaluation de conduite	
		onclusion de la visite du centre de Treviso	
	2.4.4 Conf	rence téléphonique avec l'équipe médicale de la clinique Romande de Sion (Suisses)	36
	2.4.5 Les d	centres dans le monde	37
3	ANALYSE D	ES BESOINS	39
	3.1 ANALYSE	DU BESOIN	39
		du banc	
		tions attendues du banc	
	3.1.3 Cara	ctéristiques attendues du banc	39
		JISATEURS AVEC LE BANC STATIQUE DTS D'AUTOADAPT	
		yse des difficultés rencontrées par le groupe test	
		te du banc test par rapport à l'évaluation en situation écologique	
		clusion sur l'utilité actuelle du banc DTS	
		S PROPOSITIONS	
	3.4 Conclus	ION	41
4	SPECIFICAT	TONS	42
	4.1 SPECIFICA	ATION FONCTIONNELLE DU BANC STATIQUE D'EVALUATION DE LA CONDUITE	42





		sitif	
		éma pieuvre	
		ion	
		aluation à la conduite	
		5	
		BANC STATIQUE D'EVALUATION DE LA CONDUITE	
		ifsifs	
		e dispositif Becape	
		developper	
		que	
		ique	
		-	58
		conduite	
		ipements	
		pements	
	4.2.3 Partie logicielle du banc	test	02
5	5 CONCEPTION ET DEVELOPP	EMENT DES PROTOTYPES	64
	5.1 T	P	
		TION « BECAPE LIGHT »	
	5.1.1 Les éléments du banc		65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel		65 66
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction	1	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag	1ge	
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol.	n gelant	
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar	gelant	
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p	ge	
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa	n	
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUAC	n	
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUAC 5.2.1 Gestion de la direction	n	
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultas et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
6	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n ge ge lant nt pédales et de modulation du volant artage des données TION « BECAPE » preinage mts/absents NTRE DE REEDUCATION	65 66 67 70 71 72 74 74 75 78 78
6	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n ge ge lant nt pédales et de modulation du volant artage des données TION « BECAPE » preinage mts/absents NTRE DE REEDUCATION LE	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol. 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	65
	5.1.1 Les éléments du banc 5.1.2 Présentation du logiciel 5.1.2.1 Test du temps de réaction 5.1.2.2 Test de la force de freinag 5.1.2.3 Test de la force sur le vol 5.1.2.4 Test de maintien du volar 5.1.2.5 Tests de modulation des p 5.1.2.6 Edition des résultats et pa 5.2 LE BANC STATIQUE D'EVALUA' 5.2.1 Gestion de la direction 5.2.2 Système d'accélération/fr 5.2.3 Assise	n	66





	8.1	PARTENARIAT INDUSTRIEL	90
	8.2	Partenariat universitaire	. 90
		NCLUSION	
10	T	ABLE DES FIGURES	.92
11	L	JSTE DES TABLEAUX	94





1 INTRODUCTION

Le besoin de tester les capacités d'un individu à conduire un véhicule en dehors du réseau routier afin d'assurer sa sécurité remonte à très longtemps. Déjà en 1960, des simulateurs de conduite sont apparus dans les autoécoles pour évaluer et entraîner les futurs conducteurs à l'activité de conduite.



Figure 1.1 : Simulateur de conduite de 1960 pour les autoécoles réalisé à partir d'éléments empruntés à des voitures Renault

Dans les centres de réadaptation ou l'on pratique couramment des évaluations de la conduite automobile orientées pour les Personnes en Situation de Handicap (PSH), le besoin des équipes médicales ou paramédicales de tester les capacités des sujets n'a jamais été aussi important ces dernières années, du fait du vieillissement de la population. Sans nécessairement atteindre les objectifs d'un simulateur de conduite qui peut faire appel à des moyens matériels ou logiciels importants, ces spécialistes de l'évaluation recherchent en permanence, des outils quantitatifs permettant d'améliorer ou de confirmer les diagnostiques réalisés.

Aujourd'hui, il existe de nombreux simulateurs de conduite en grande majorité orientés sur la reconstruction la plus fidèle de l'environnement routier. Parmi ces systèmes, très peu sont orientés pour le handicap et dédiés à l'évaluation des capacités fonctionnelles nécessaires à l'activité de conduite.

Pour répondre à ce besoin, le projet de recherche BECAPE (Banc d'Evaluation de la Conduite Automobile et de la Préconisation des Equipements) a été initié le 14 janvier 2011 avec l'aide et le soutien financier de la **Fondation MAIF** sur une durée de 24 mois.



Objectif

L'objectif du projet est de concevoir un banc d'évaluation des capacités fonctionnelles nécessaires à l'activité de conduite pour une Personne en Situation de Handicap (PSH) ou âgées.

Intérêt

Cette recherche répond aux besoins des centres de rééducation et des hôpitaux de France et d'Europe spécialisés dans l'évaluation de la conduite automobile adaptée et qui recherchent des outils d'analyse quantitatifs appuyant ou confirmant les diagnostiques des thérapeutes et des médecins.

BECAPE Page 5 of 94





Intérêt au sens large

Dans certaines régions, malgré que des centres de réadaptation se soient positionnés en soutien des commissions médicales pour réaliser des évaluations spécifiques (CRRF Kerpape à Lorient), il n'existe pas à l'heure actuelle une organisation nationale permettant de partager des outils d'évaluation et d'harmoniser les pratiques évaluatives qui permettrait de généraliser cette organisation à l'ensemble du territoire.

Le banc de test des capacités fonctionnelles est destiné à fournir un outil commun permettant de constituer une base commune d'évaluation des capacités motrices, sensorielles ou cognitives pour les centres de réadaptation et d'harmoniser ainsi les pratiques.

Ce banc permet de façon simple et fiable de réaliser rapidement une évaluation des capacités fonctionnelles de la personne afin de préciser le type et le niveau d'assistance requis pour une conduite sûre. Cette évaluation peut se faire en préalable à la mise en situation de conduite réelle avec les équipements ainsi définis. Il permet à la personne de réaliser l'apprentissage de la conduite sur un système correspondant à ses besoins. Pour les cas très spécifiques, cette évaluation permet de valider le type d'équipement afin que la personne puisse faire équiper son véhicule personnel pour passation ou régularisation du permis de conduire.

Partenariat/Déroulement du projet

Un partenariat entre le laboratoire **LISV** (Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes de Versailles) de l'Université de Versailles Saint-Quentin, **UVSQ**) et le centre national d'expertise sur la mobilité et le handicap (**CEREMH** :CEntre de REssources et d'innovation Mobilité Handicap) s'est créé avec l'aide de la **Fondation MAIF** pour monter ce projet de recherche. Ce document présentera le déroulement du projet dans ses cinq phases qui sont : (SP1) Etat de l'art et analyse des besoins ; (SP2) Spécification du produit ; (SP3) Développement et réalisation des dispositifs ; (SP4) Tests et analyse des résultats des dispositifs dans les centres de réadaptation ; (SP5) Aspects commerciaux et diffusion des systèmes (voir la figure cidessous).

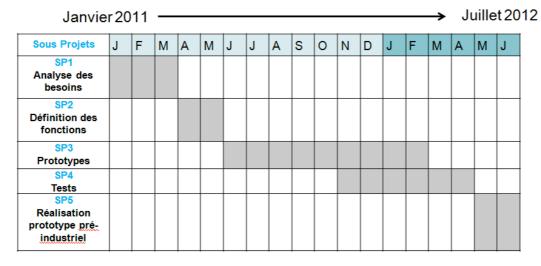


Figure 1.2 : Déroulement initial du projet de recherche Becape

2 ETAT DE L'ART

Le projet de recherche a commencé par un état de l'art sur l'évaluation de la conduite et les pratiques dans les centres de rééducation et les hôpitaux spécialisés. Cette recherche avait pour objectif de situer le

BECAPE Page 6 of 94





projet et d'établir une base de connaissances sur les pratiques évaluatives afin de définir les besoins des utilisateurs. Plusieurs déplacements en Europe et en France ont été programmés pour rendre visite aux équipes médicales et paramédicales spécialistes de cette activité.

2.1 L'évaluation de la conduite en France

2.1.1 Les démarches administratives et les chiffres

Le code de la route (art. R. 412-6 du code de la route) précise qu'il est de la responsabilité de chaque conducteur de signaler une altération de sa santé pouvant constituer un danger pour lui-même ou pour les autres usagers. Il incombe donc aux usagers de prendre contact avec la commission médicale de sa préfecture qui se prononcera sur l'aptitude à la conduite et définira les codes correspondant aux aménagements nécessaires. Lors du passage du permis de conduire ou lors de la régularisation, l'inspecteur du permis de conduire est chargé de valider ces aménagements en situation de conduite.

C'est donc l'usager qui doit contacter la commission médicale de la préfecture en cas de problème. Ceci pourrait expliquer le faible nombre de personnes se présentant devant les commissions médicales des préfectures du fait de la complexité des démarches ou par crainte de se voir retirer son permis sans lequel elles perdront leur autonomie. En effet, selon une enquête réalisée par la Délégation à la Circulation et à la Sécurité Routière (DSCR) auprès des préfectures, environ 1800 personnes se sont présentées en 2007 devant ces commissions. Ce chiffre est à rapprocher des 4500 évaluations réalisées par le CARA en Belgique et aux près de 10 000 par les centres de mobilité en Angleterre (Mobility Centre).

Il existe donc actuellement en France un nombre important de personnes en situation de handicap qui devrait faire régulariser leurs permis de conduire qui ne passent pas devant la commission préfectorale.

Il est à noter que les installateurs d'équipements spécifiques pour le handicap n'ont pas l'obligation de s'assurer que leur client est été évalué par la commission médicale.

Il faut enfin préciser que les médecins membres de la commission médicale et les inspecteurs n'ont pas forcément de formation spécifique aux différents types de handicap ou la connaissance des problématiques spécifiques de certains handicaps.

Toutefois, l'évolution du contexte réglementaire devrait contribuer très rapidement à faire croitre ces demandes d'évaluation et ceci pour différentes raisons :

La loi du 11 février 2005 permet actuellement une meilleure prise en charge des aménagements nécessaires à la conduite, ce qui devrait inciter les personnes à s'engager dans une démarche d'obtention et de régularisation du permis de conduire.

La mise en place des Maisons Départementales des Personnes Handicapées (MDPH) contribue à diriger vers la commission médicale des préfectures des personnes qui, jusqu'à présent, ne régularisaient par leur permis de conduire et se trouvaient donc en infraction et non couverts par leur assurance. En effet, les MDPH exigent pour la constitution du dossier qu'une évaluation de l'aptitude à la conduite soit réalisée.

Les évolutions technologiques vont permettre de réduire les coûts de certains aménagements notamment pour les personnes lourdement handicapées que se soit pour la conduite ou le transport.

Enfin l'évolution démographique va également contribuer à l'augmentation des personnes susceptibles d'être concernées par les régularisations de permis de conduire ou susceptible de vouloir aménager leur véhicule pour pouvoir se déplacer plus facilement. Pour ces populations vont également se poser des problèmes d'évaluation de l'aptitude à la conduite notamment dans le cas des pathologies du vieillissement entrainant des troubles cognitifs (Alzheimer).

Un parcours des études épidémiologiques des pathologies ou traumatismes les plus fréquents, nous permet d'estimer le nombre de personnes en situation de handicap pouvant être concerné par une

BECAPE Page 7 of 94





évaluation d'aptitude, des conseils concernant les aménagements existants, une régularisation ou la présentation du permis de conduire.

Handicaps liés à un traumatisme : 16 500/an

Blessés médullaire: 1500/an

Traumatisme crâniens graves : 15 000/an

Handicaps liés à une pathologie : 51 000/an

Accident Vasculaire Cérébral générant des séquelles : 30 000 /an (18 000 entre 55 et 64 ans)

Sclérose en plaque : 2600 /an

Maladies neuromusculaires : 400/an Polyarthrite rhumatoïde : 18 000/an

Il faut également prendre en compte les handicaps liés aux pathologies du vieillissement en tenant compte que certaines de ces pathologies surviennent aux alentours des 50 ans.

1,23 millions de personnes âgées dépendantes en 2040

- Parkinson : 1.6 % à partir de 65 ans (+ 150 000).
- Démences : 1 à 1,5 % de la population française (900 000).
- 165 000 nouveaux cas par an 15% des déments ont moins de 65 ans soit 24 750/an).
- Age de début: 68,7 +/- 7 ans (54,5 +/- 9,7 ans pour les Dégénérescences FrontoTemporales).

Si l'on écarte les personnes de plus de 80 ans, la population pouvant être directement concernée est de l'ordre de 40 000 à 60 000 personnes par ans. Il faut bien sur tenir compte des niveaux de déficiences, beaucoup de ces personnes abandonne probablement l'idée de conduire en raison de la sévérité du handicap et des aspects cognitifs. Toutefois ce chiffre est à rapprocher des 10000 évaluations réalisées par les Mobility Centre au Royaume Uni.

Il est donc très raisonnable d'estimer à environ 20 000 les personnes qui devraient bénéficier au minimum d'une évaluation.

Cette évaluation doit se réaliser dans un des centres de réadaptation ou hôpitaux spécialisés dans cette activité. Il s'agit du schéma classique d'évaluation de la conduite automobile.

2.1.2 Schéma classique d'une évaluation en centre de réadaptation

Pour les personnes en situation de handicap désireuses, soit d'accéder à la conduite, soit de conserver une activité de conduite, la procédure classique est de passer une évaluation dans un centre de rééducation spécialisé dans l'évaluation de la conduite automobile. Cette démarche va permettre d'évaluer

BECAPE Page 8 of 94





l'aptitude de la personne et, dans le cas favorable, de préconiser l'aide technique la plus adéquate pour compenser la déficience de l'individu et lui permettre de conduire son véhicule.

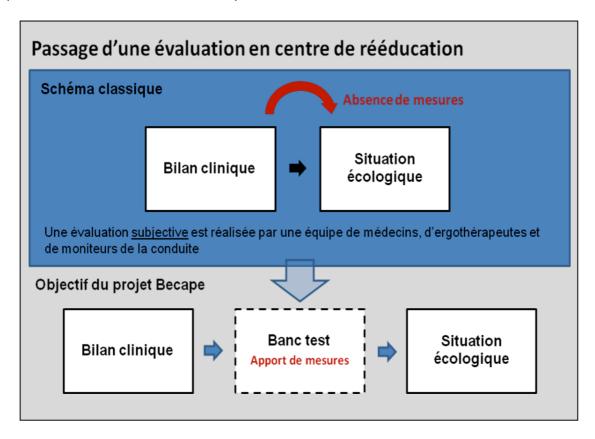


Figure 2.1 : Schéma classique d'une évaluation de la conduite automobile en centre de rééducation

La figure ci-dessus, résume la démarche. L'équipe de thérapeutes propose un bilan clinique tout d'abord permettant d'évaluer les fonctions cognitives et motrices basiques en lien avec l'activité de conduite. Le médecin peut proposer par la suite, selon le résultat, un test en situation réelle (situation écologique) afin de confirmer cette première analyse. Souvent les centres de rééducation sont munis d'un véhicule équipé des principales aides à la conduite (tirer/pousser mécanique, boule au volant, cercle accélérateur etc...). Si ce n'est pas le cas, le centre à recours à une auto-école spécialisée qui vient sur place le plus souvent avec son véhicule aménagé.

Dans le cadre du projet Becape, ce que nous proposons pour répondre à des besoins émis des centres de rééducation eux-mêmes, c'est un outil d'évaluation du type « banc de test » qui permet avant la situation écologique de déterminer quantitativement, grâce à des mesures capteurs, les capacités fonctionnelles du patient. L'outil permet d'appuyer l'analyse du thérapeute avec des résultats chiffrés comme par exemple la mesure du temps de latence sur une situation de freinage d'urgence.

Il permet également d'apporter un résultat concret pour le patient sur ses propres capacités et sur son aptitude à la conduite et il évite ainsi toutes situations de doute ou de rejet de la décision du thérapeute.

Enfin, les véhicules auto-école ainsi que les véhicules aménagés appartenant aux centres évaluateurs sont souvent équipés sommairement. Ils ne regroupent pas toutes les aides à la conduite disponibles sur le marché. Avec le dispositif Becape, il est possible d'envisager d'intégrer dans le banc un

BECAPE Page 9 of 94





maximum d'aides à la conduite. Cela permettrait pour le thérapeute d'avoir le choix de confirmer sa préconisation.

2.1.3 Centres équipés de simulateurs de conduite ou de bancs d'évaluation

Au démarrage du projet de recherche Becape, un état de l'art sur les moyens d'évaluation des conducteurs automobile a été réalisé. Il a permis de constater que plusieurs centres de rééducation se sont dotés d'un simulateur de conduite. Parmi ces centres, on peut citer quelques exemples :

- CHU de Nîmes,
- CHU de Nice,
- Hôpital de la Musse (Evreux),
- CHU de Bordeaux...

A plusieurs reprises nous avons retrouvé un simulateur de conduite développé par la société ECA FAROS, fabricant de simulateurs pour les autoécoles, les entreprises etc... Afin d'évaluer ou d'entraîner les Personnes en Situation de Handicap (PSH) à la conduite automobile, ils ont développé un simulateur dédié aux PMR (Personnes à Mobilité Réduite) présenté sur la figure ci-dessous. Il est équipé de quelques aménagements d'aide à la conduite comme un Tirer/Pousser mécanique, l'inversion de pédale, la boule au volant etc...Le coût d'un simulateur de ce type se situe autour de 68000€.



Figure 2.2 : Simulateur de la société ECA FAROS pour les PMR

Pour rappel, les simulateurs de conduite ne correspondent pas à l'objectif du projet de recherche Becape. Ces systèmes font appel à des moyens informatiques relativement importants. Ce qui engendre des coûts importants. Or nous devons répondre impérativement aux contraintes budgétaires des centres de réadaptation (au maximum 10000€). Pour cette raison, nous n'avons pas approfondi cette voie. Les retours sur ce type de système sont assez mitigés dans la littérature. Certains évoquent le problème du mal du simulateur pour les personnes âgées en particulier. D'autres sont plutôt satisfaits des possibilités d'entrainement des sujets voir de rééducation. Nous resterons à ce niveau dans nos recherches sur le sujet. En revanche, elles ont permis d'imaginer un couplage entre le banc test et le simulateur de conduite. En

BECAPE Page 10 of 94





effet, nous avons eu plusieurs retours positifs des équipes médicales sur la possibilité de transformer le banc test en outil de rééducation ludique (ajouter des jeux vidéo ludiques d'entrainement etc...).

Certains centres sont équipés de banc d'évaluation de la conduite automobile comme c'est le cas du centre de réadaptation de Coubert. Depuis plusieurs années, l'équipe du docteur Désert, spécialisé dans l'évaluation des conducteurs âgés ou déficients ainsi que dans la préconisation des aides à la conduite cherche un outil leur permettant de mesurer certaines capacités fonctionnelles. L'équipe s'était doté d'un premier banc.

BECAPE Page 11 of 94





2.1.4 Centres pratiquant l'évaluation de la conduite automobile

2.1.4.1 Le réseau Comète

Créée le 11 décembre 1992, l'association COMÈTE FRANCE œuvre pour le maintien d'une dynamique d'insertion sociale et professionnelle, pour, autour et avec, les personnes hospitalisées dans les 41 établissements adhérents. L'action de COMÈTE FRANCE vise à développer des stratégies précoces d'insertion sociale et professionnelle permettant de construire, dès l'entrée de la personne dans un établissement ou service de Soins de Suite et de Réadaptation (SSR), spécialisé en Médecine Physique et de Réadaptation (MPR) et avec sa participation volontaire et active, un projet de vie, incluant obligatoirement une dimension professionnelle, qui pourra se concrétiser le plus rapidement possible après sa sortie de l'établissement sanitaire.

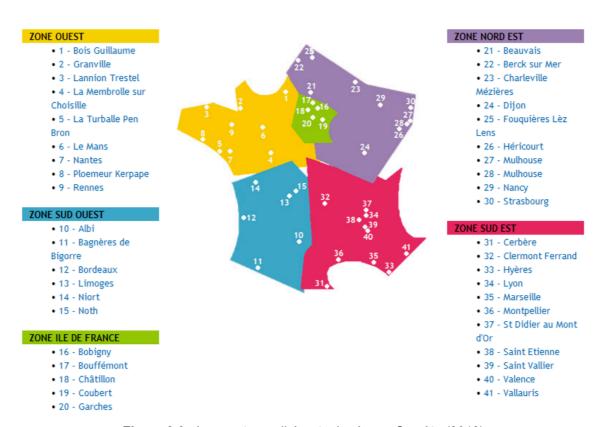


Figure 2.3 : Les centres adhérents du réseau Comète (2013)

Le réseau Comète possède parmi ses adhérents des centres spécialistes de l'évaluation de la conduite automobile. Il est un acteur privilégié pour rentrer en contact avec les équipes médicales spécialistes du domaine. Le 6 septembre 2013, une réunion organisée par le CEREMH a réuni la majorité de ces spécialistes pour présenter le projet de recherche Becape et aborder et valider les solutions du cahier des charges. Le tableau ci-dessous énumère les équipes participantes et les centres du réseau Comète.

BECAPE Page 12 of 94





Equipes COMETE	Participants COMETE	28
ALBI	Dr Eric MAUPAS	1
	Mélanie Romanzin - ergothérapeute	1
BAGNERES	Coralie LELEU	1
	Anaïs NOEL	1
BEAUVAIS	Dr Pascal SOMON	1
BERCK	Stéphane BOUILLAND - ingénieur recherche et développement	1
	Elysabeth BATAILLIE - ergothérapeute	1
	Jean-Michel HATZIG - moniteur auto-école	1
BORDEAUX	Dr MULLER François	1
CERBERE	Dr Michel ENJALBERT	1
CHARLEVILLE	Dr LELUHANT MENU	1
	Pillippe COUPINOT - Chargé d'insertion	1
GARCHES	Dr Anne-Claire D'APOLITO	1
	Angèle MASSONNEAU - ergothérapeute	1
HYERES	Pierre BURLA - ergothérapeute	1
	Marie-Eve LECLAIR - neuropsychologue	1
LA MEMBROLLE	Priscilla COUTEPEROUMAL - ergonome	1
	Mireille BLOUDEAU - ergothérapeute	1
LANNION	Dr Joseph LAURANS - Chef du Pole MPR	1
	Laurence GANTIER - Conseiller insertion ergothérapeute	1
LA TURBALLE	Dr François MOUTET	1
LE MANS	Régine RICHARD	1
MARSEILLE	Joëlle BUROT	1
	Sophie ICARD	1
MONTPELLIER	Nicole TURLAN	1
NANCY	Mme GANIS Véronique	1
NANTES	Angélique STEFAN - Docteur	1
VALLAURIS	Dr Francis LE MOINE	1
	18 Participants CF	28

Equipes COMETE	Participants COMETE	23
ALBI	Marie-Christine MEGEL - chargée d'insertion	1
	Sandrine RAPPENECKER - neuropsychologue	1
BEAUVAIS	Denis QUESTE	1
	Dr Pascal SOMON	1
BERCK	Stéphane BOUILLAND - ingénieur recherche et développement	1
	Elysabeth BATAILLIE - ergothérapeute	1
	Jean-Michel HATZIG - moniteur auto-école	1
BORDEAUX	Dr François MULLER	1
CERBERE	Dr Michel ENJALBERT	1
	Mme BOURRAT - neuropsychologue	1
LA MEMBROLLE	Priscilla COUTEPEROUMAL - ergonome	1
LANNION Trestel	Dr Thérèse LAUSECKER	1
	Cécile MOULIN - Neuropsychologue	1
MARSEILLE	Joëlle BUROT - assistante sociale	1
	Frédéric KLAR	1
MONTPELLIER	Mme MURCIA - neuropsychologue	1
NANCY	Guillaume PELE - Cadre de santé ergothérapeute	1
NANTES	Dr Angélique STEFAN	1
PLOEMEUR Kerpape	Dr Jean-Luc LE GUIET	1
	Anne-Laure BERTAUD - neuropsychologue	1
	C.ALLAIN - moniteur auto-école	1
VALENCE	J.M. ANDRE	1
VALLAURIS	Dr Francis LE MOINE	1
	14 Participants C	F 23

Tableau 1 : Les centres du réseau Comète en lien avec l'activité d'évaluation de la conduite automobile des personnes en situation de handicap

2.1.4.2 Le réseau GERCAH (Groupe d'Etude et de Recherche pour la Conduite Automobile des personnes Handicapées)

BECAPE Page 13 of 94

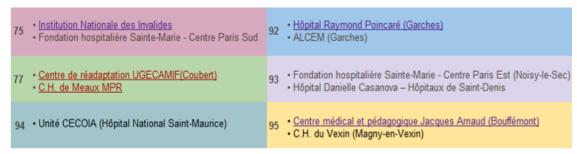




Le GERCAH a été fondé en 2004 suite à une volonté commune de quelques centres d'Ile-de-France, d'échanger sur leurs pratiques d'évaluation des capacités de conduite automobile chez les personnes en situation de handicap.

Le GERCAH compte 10 centres de la région francilienne ayant les mêmes objectifs :

- approfondir et uniformiser cette évaluation.
- faciliter les procédures liées à la régularisation (quand le handicap est survenu chez une personne détenant déjà son permis) ou l'obtention du permis B adapté aux déficits sensori-moteur et/ou cognitif.



Parmi ces 10 centres, aucun centre n'est réellement référent de ce groupe, cependant le centre de Coubert se démarque des autres ainsi que Garches.

Les personnes ressources du centre de Coubert sont le Dr jean-François Désert et Laurence Leboucq, ergothérapeute, elles sont très intéressées pour participer au développement du banc.

Au niveau de Garches, les personnes ressources sont le Dr Anne-Claire d'Appolito et Angèle Massonneaud, ergothérapeute. Elles sont très actives dans le GERCAh pur rechercher des informations et structurer le groupe. Garches est un centre qui requiert de nombreuses démarches administratives. Garches fait partie de COMETE

Le centre de Bouffémont possède une équipe assez dynamique et investie qui peut être un ressource pour étéblir des besoins ou faire des essais avec des patients.

Le centre de Saint-Maurice, dans le cadre de la convention signée avec le CEREMH pourrait devenir un partenaire plus dynamique et privilégié sur la thématique de l'évaluation.

2.1.4.3 Centres indépendants

L'hôpital Rothschild est en lien aussi avec les activités d'évaluation de la conduite des PSH.

BECAPE Page 14 of 94





2.2 Fabricants de simulateurs de conduite

Parmi les nombreux fabricants de simulateurs de conduite, nous pouvons citer quelques constructeurs automobiles comme Honda, Mercedes, Peugeot (figure ci-dessous). Cette catégorie de simulateurs fait souvent appel à des moyens matériels et logiciels très importants. L'objectif de ces systèmes, étant dans la majorité des cas, de reproduire le plus fidèlement possible les sensations de la conduite à bord d'un véhicule automobile sur route. Nous sommes très loin des objectifs du projet de recherche Becape qui vise, rappelons le une nouvelle fois, un coût de développement le plus réduit possible (10000€ maximum). Nous avons donc écarté la piste du simulateur et les rapprochements possibles avec cette catégorie de systèmes et avec leurs fabricants dès le démarrage du projet.









Figure 2.4: Photos de plusieurs simulateurs de conduite (A: Mercedes, B: Honda, C: Peugeot, D: Iffstarr)

BECAPE Page 15 of 94





En revanche, nos recherches bibliographiques nous ont conduits également vers les sociétés spécialisées dans les simulateurs de conduite de type autoécole. Ces systèmes se rapprochent du format que nous souhaitons développer dans le cadre du projet. Il reprend les équipements standards d'un poste de conduite (siège, volant, pédales...) avec un coût plus abordable (15000€). La figure ci-dessous liste quelques fabricants avec leurs systèmes :



Figure 2.5 : Fabricants de simulateurs de conduite pour les autoécoles

Ce type d'industriels pourrait être un partenaire pour le développement et la distribution futur de l'outil Becape. Une réunion s'est tenue au CEREMH avec la société Eca Faros et la société Sogadis. Une piste de collaboration a été évoquée à cette occasion.

BECAPE Page 16 of 94





Enfin, certains fabricants de simulateurs de conduite ont dédié leurs systèmes pour évaluer ou entrainer les sujets en situation de handicap. Il s'agit des sociétés Eca Faros et Mirros. Les simulateurs reprennent quelques aménagements de la conduite pour les PSH comme la boule au volant, le tirer/Pousser etc...

Eca Faros



Mirros



Figure 2.6 : Simulateurs de conduite orientés handicap

BECAPE Page 17 of 94





2.3 Fabricants de bancs d'évaluation de la conduite automobile

Pour répondre aux besoins des centres de réadaptation, certains industriels parmi les pays Européens, se sont lancés dans la fabrication de bancs statiques (« simulateurs ») pour l'évaluation des capacités physiques et cognitives des conducteurs handicapés ou âgés. Nous avons référencés, dans nos recherches, trois compagnies. La société Suédoise « AutoAdapt », la société Italienne « Fiat Autnomy » et la société Britannique « Steering Developpment ». Ces systèmes sont les homologues des prototypes développés dans le projet de recherche Becape. Dans ce sens, un partenariat a été réalisé au début du projet avec la société Autoadapt et la société Pimas qui est le représentant d'Autoadapt en France. Ces deux sociétés nous ont prêtés un dispositif DTS afin d'utiliser celui-ci comme support de discussion au sein des centres de réadaptation d'île de France.

Les caractéristiques de ces bancs varient d'un montage simple et portable avec un volant et des capteurs d'effort lors du freinage ou de l'accélération, à un dispositif lourd du type Fiat/Alfa Romeo

2.3.1 Le banc Autoadapt en Suède

La société Suèdoise Autoadapt, spécialiste des agréments de conduite pour les personnes en situation de handicap, a développé un banc de mesure des capacités fonctionnelles qui est commercialisé en Suède et en Angleterre principalement ainsi que dans d'autres pays. Il est utilisé par plusieurs centres de réadaptation Suédois et Anglais. Il reprend les équipements de base d'un véhicule standard. Il possède un volant, un siège automobile pivotant, des accessoires d'aide à la conduite comme les tirer/pousser mécaniques, l'inversion de pédale etc...



Figure 2.7 : Photos du banc test DTS « Autoadapt »

Le système permet, comme il est possible de voir sur la figure ci-dessus, d'évaluer une personne soit depuis son fauteuil roulant, soit dans un siège automobile standard.

BECAPE Page 18 of 94





La liste des équipements du banc ainsi que ses caractéristiques figurent dans le tableau ci-dessous. Ce système est très peu déployé dans les centres de rééducation de France pour deux raisons principales : son coût et les équipements de conduite qui restent sommaires.

Fabricant	AutoAdapt (Pimas)
Pays	Suède
Nom du produit	DTS
Prix	12 000 €
Fonctions	Test de rapidité (Pédale et Tirer/pousser)
	Test de force (volant, pédales, Tirer/Pousser)
	Temps de réaction (Tirer/pousser et Pédales)
Equipements	Volant
	Accélérateur, Frein au volant
	Siege pivotant
	Adaptateur de bouton de commande avec un kit boutons.
	Pédales d'accélérateur et de frein
	Adaptateur pour pédale d'accélérateur à gauche
	Molette de réglage de la force au volant (jusqu'au blocage)
	Logiciel d'instructions
	Cordon USB
	Outil d'étalonnage

Tableau 2 : Caractéristiques du banc d'évaluation « DTS » de la société AutoAdapt

BECAPE Page 19 of 94





2.3.2 Le banc Fiat Autonomy

L'Italie dispose d'un réseau de centres d'évaluation des conducteurs âgés ou en situation de handicap. Ces centres sont tous équipés du banc Fiat Autonomy (présenté sur la figure ci-dessous) qui a été développé par le constructeur automobile Fiat.





Figure 2.8: Photos du banc test Fiat Autonomy du constructeur automobile Fiat

Il est équipé des agréments d'aide à la conduite standards comme le Tirer/Pousser, le cercle accélérateur, l'inversion de pédale, le frein à main assisté etc... Il permet, comme dans le cas du banc Autoadapt DTS, d'évaluer une personne depuis son fauteuil roulant ou bien dans un siège automobile. La liste des équipements ainsi que ses caractéristiques figurent dans le tableau ci-dessous.

Fabricant	Fiat Autonomy
Pays	Italie
Nom du produit	Banc Fiat Autonomy
Prix	56 000 €
Fonctions	Mesure du champ visuel
	Mesure des performances motrices
	Mesure des performances sensorielles
Equipements	Estrade en aluminium
	Cokpit d'une voiture (AlfaRoméo) équipée de
	commandes primaires et secondaires
	Siege auto pivotant et réglable électriquement
	Instrumentation de mesure du champ visuel
	Pédalier avec inversion de pédale
	Frein à main + aménagement
	Tirer/pousser sous le volant
	Boule au volant
	Logiciel d'exploitation

Tableau 3 : Caractéristiques du banc test « Fiat Autonomy » du constructeur Fiat

BECAPE Page 20 of 94





Enfin, le banc Fiat Autonomy possède un système de réglage du dispositif volant et de la force appliquée par le conducteur. C'est un système électronique à 6 niveaux. Il y a un contacteur qui permet de choisir le niveau. Le niveau 5 (le plus fort) correspond à une voiture X sans assistance (soit 12,5N.m) (6 niveaux : 0, 2.5N.m, 5N.m, 7.5N.m, 10N.m et 12.5N.m).

Durée de l'évaluation : 20 minutes sans temps d'adaptation. 1 heure ou plus avec adaptation.

2.3.3 Le banc Steering Development

La société Steering en Angleterre commercialise un dispositif portatif pour évaluer les conducteurs à domicile. Il n'est pas rare en Angleterre que ce type d'évaluation est lieu lorsque la personne ne peut pas se déplacer dans un centre évaluateur. Les équipes évaluatrices se déplacent alors avec cet outil qui permet de mesurer le temps de latence (à l'aide d'une pédale « ouah ouah » utilisée plus couramment pour la musique) et la force sur le volant.



Figure 2.9 : Photos du banc test portatif de la société Steering Development

BECAPE Page 21 of 94





Le tableau ci-dessous décrit les caractéristiques de ce banc test. Ce système est similaire au banc Becape light développé dans le projet Becape (voir paragraphe 3).

Fabricant	Steering Development
Pays	Angleterre
Nom du produit	/
Prix	8 428€
Fonctions	Mesure de la force sur le volant Mesure du temps de réaction (à l'aide d'une pédale "Ouah ouah")
Equipements	Tableau de bord de voiture Volant + survolant pour mesurer la force Pédale "Ouah ouah" pour mesurer le temps de latence Logiciel d'exploitation

Tableau 4 : Caractéristiques du banc d'évaluation portatif de la société Steering Development

BECAPE Page 22 of 94





2.3.4 Autres systèmes : Les outils de mesures en situation écologique

Enfin, pour conclure ce listing des outils d'évaluation de la conduite, il existe également des systèmes pouvant être embarqués à l'intérieur du véhicule directement. Nous parlons dans ce cas d'évaluation écologique. Ces systèmes ne rentrent pas dans les objectifs du projet Becape dans cette première phase. Dans le cadre du projet, il s'agit bien de développer des outils d'évaluation précédents l'évaluation écologique (dans le véhicule aménagé). En revanche, pour la suite du projet de recherche, ils sera intéressant d'étudier cette voie et de comparer les performances d'un conducteur entre le banc d'évaluation et la situation écologique.



Figure 2.10 : Système écologique de mesure de la force sur le volant et du temps de réaction

BECAPE Page 23 of 94





2.4 L'évaluation des conducteurs en Europe et dans le monde

Dans plusieurs pays d'Europe, nous retrouvons, au sein des centres évaluateurs de la conduite les mêmes problématiques. Nous avons donc visité ou pris contact avec plusieurs centres pratiquant des évaluations en Angleterre, en Suède, en Suisses, en Italie, en Espagne. Ces visites ont permis d'établir les besoins des évaluateurs.

2.4.1 Visite du centre d'évaluation de Truro (Sud de l'Angleterre)

Dans le cadre du sous-projet SP1 pour l'analyse du besoin, nous avons visité le centre de mobilité de Truro en Angleterre. Ce centre est équipé d'un banc d'évaluation de la conduite Fiat pour les évaluations au sein du centre et d'un banc mobile pour les évaluations à domicile. L'objectif de cette visite était recueillir des informations au près de personnes expérimentées avec ce type de banc afin de renforcer la définition du cahier des charges fonctionnel.

2.4.1.1 Modalités de la conduite en Angleterre

A partir de 70 ans, les conducteurs résidents au Royaume-Uni sont obligés de remplir un questionnaire sur leur état de santé pour renouveler leur permis. A partir des réponses le DVLA (Driving and Vehicle Licence Authority), on détermine si la personne peut encore conduire ou s'il est nécessaire qu'elle passe une évaluation médicale ou une évaluation dans un centre de mobilité.

2.4.1.2 Centres d'évaluation

Il y a **17 centres d'évaluation** principaux au Royaume Uni reconnus par le gouvernement. Le centre «Cornwall Mobility Centre » fait parti de ce réseau et est responsable pour les comtés de Cornwall et Devon. Fondé en 1986 à Camborne pour les activité de réhabilitation il était transféré à un nouveau site au Royal Cornwall Hospital àTruro en 1994. Il propose un service complet d'évaluation et de conseils pour la conduite, l'installation de passagers et d'enfants, le choix de fauteuils et d'aménagements de domicile. Il y a un centre de service des voitures pour l'installation et la réparation d'adaptations pour la conduite, un autre pour la vente et réparation de fauteuils roulants et une centrale de démonstrations, d'essais et vente d'équipements pour les PMR dans la maison. L'équipe du centre d'évaluation automobile est composée de :

- 1 directeur général,
- 3 ADI plein temps,
- 1 ADI 3 jours par semaine et 1 ergo,
- 3 techniciens.

Au total, il y a 29 personnes avec le service d'assistance à la maison.

BECAPE Page 24 of 94







Figure 2.11 : Réseau de centres d'évaluation de la conduite en Angleterre

Le centre dispose d'activités annexes telles que l'activité fauteuils roulants, poussettes et équipements d'aide à domicile. Les personnes peuvent venir tester et choisir le matériel adapté à leur besoin.



BECAPE Page 25 of 94







L'atelier (réparations FR) :



Le garage (installations, réparations) :



2.4.1.3 Description et caractéristiques des évaluations pratiquées au centre de Truro

Le centre évalue 600 personnes par an. Parmi ces 600 patients, 440 sont évalués pour la conduite automobile (problèmes cognitifs et moteurs confondus). Les autres évaluations concernent les passagers, enfant ou adulte, les personnes ayant besoin d'un fauteuil roulant ou d'un équipement d'assistance pour la maison.

Les pathologies évaluées sur leur banc test sont : Neurologiques, Cognitives, AVC, Diabète (faiblesses des jambes). Le banc n'est pas utilisé pour les cas de démence ou MA parce que les patients n'arrivent pas à suivre les consignes, même si par la suite ils sont approuvés pendant l'évaluation sur route.

Initialement le banc était utilisé dans 50 % des cas, mais le pourcentage est maintenant autour de 20%. Ces évaluations sont effectuées toujours par un ADI spécialisé (Approved Driving Instructor). Les ADI's sont classés par le DSA en 6 niveaux. Seulement, un ADI de niveau 5 ou 6 peut travailler dans un centre de mobilité et il est autorisé à travailler suite à 12 mois minimum d'apprentissage.

BECAPE Page 26 of 94





D'autres centres utilisent les bancs plus souvent et surtout ceux qui sont financés directement par le système de santé où les ergothérapeutes sont plus impliqués dans l'évaluation initiale (Edimbourg par exemple)

Le banc Fiat qui était développé selon le cahier des charges de Motability coûtait 50000 livres (75000€) il y a 10 ans. Dix bancs ont été commandés pour les centres au Royaume Uni mais le centre de mobilité de Truro comme les autres a payé une livre symbolique.

Le centre de Truro a mentionné qu'il n'était pas possible d'évaluer certaines personnes en FRE car la hauteur du volant n'est pas réglable. Le siège automobile du banc n'a pas tous les réglages (largeur d'assise, profondeur).

Toutes les personnes ne sont pas évaluées sur le banc. Seulement 20% des sujets évalués passent le test du banc. C'est donc une option. Ils utilisent le banc que dans les cas spécifiques ou ils ont un doute. Le banc permet d'obtenir des chiffres sur le temps de réaction par exemple et de confirmer la décision de l'évaluateur. Les cas de démence ne peuvent pas être évalués sur le banc.

Les évaluateurs ont également précisé que le banc était trop encombrant. Il occupe toute leur pièce de 4m*3.5m. C'est une problématique pour eux.

En ce qui concerne les données, celles-ci restent en interne dans leur structure. Ils contactent les autres centres quand ils ont un doute sur une personne qui a une pathologie particulière. Ils demandent des conseils ou des informations pour savoir s'ils ont déjà eu un cas comme celui là. Pour le projet avec TRL 4 centres partageaient les données.

Le centre a également précisé que le test du banc rallonge la durée globale de l'évaluation. C'est aussi une raison pour laquelle seulement 20% des sujets sont évalués. Les clients sont envoyés avec un rapport sur leur situation.

Enfin, ils aimeraient rendre le banc un peu plus proche d'un simulateur avec un défilement de la route sur un écran. C'est-à-dire améliorer la perception du sujet dans un environnement, voir ses réactions, connaître ses réponses à des instructions de conduite.

2.4.1.4 Principe d'une évaluation de conduite

Le schéma classique d'une évaluation de conduite au centre de mobilité de Truro est le suivant :

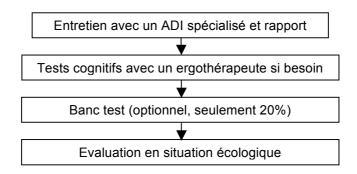


Figure 2.12 : Déroulement d'une évaluation de la conduite au centre de Truro

BECAPE Page 27 of 94





2.4.1.5 Conclusion de la visite du centre de Truro

Le banc statique Fiat et le banc mobile du centre de mobilité de Truro ne peuvent pas répondre à tous les besoins des évaluateurs. La plupart des sujets sont évalués dans leur voiture. Les bancs permettent d'évaluer facilement les capacités motrices mais difficilement les fonctions cognitives. Les évaluateurs pratiquent donc des évaluations subjectives fondées principalement sur leurs expériences. De plus, ils n'ont pas les données des constructeurs automobiles et des aménagements de conduite. Il est alors difficile de déterminer l'aide à la conduite appropriée au handicap de la personne. Surtout que le résultat dépend beaucoup du type de véhicule. La même aide à la conduite ne donnera pas le même résultat d'assistance selon le véhicule (largeur des pneus, largeur de l'essieu, poids du véhicule exemple : Ford Galaxy 10lbs au volant/VW Caravelle plus dur...).

Ils sont convaincus que la situation réelle de conduite déclenche d'autres réactions, d'autres automatismes chez le sujet évalué. Par exemple les temps de réaction sont toujours meilleurs en situation réelle que sur le banc. C'est pour ces raisons que seulement 20% des sujets sont évalués sur le banc d'évaluation. Le premier élément manquant sur le banc cité par l'équipe d'évaluateurs du centre de Cornwall est un simulateur de route. Il faudrait pouvoir rajouter cette fonction au banc dans certain cas d'évaluation. L'autre point d'amélioration proposé est le réglage de la hauteur du volant pour permettre de faire des évaluations avec une personne en fauteuil roulant électrique. Situation impossible aujourd'hui avec leur banc Fiat actuel qui ne propose aucun réglage à ce niveau là.

Enfin, nous avons pu voir aussi l'intérêt du banc pour des activités de recherche. Une équipe de l'hôpital de Truro a utilisé le banc Fiat pour déterminer le temps nécessaire pour la reprise de la conduite des sujets ayant subi une intervention pour le remplacement de l'articulation de la rotule. Les conclusions de leur recherche ont montré que cette durée était comprise entre 2 et 8 semaines.

BECAPE Page 28 of 94





2.4.2 Visite du centre d'évaluation de Treviso (Italie)

Dans le cadre du sous-projet SP1 pour l'analyse du besoin, nous avons rendu visite au centre de mobilité de Trévise (Treviso) à Pieve di Soligo en Italie. Ce centre situé dans un village du même nom environ 15 km à l'ouest de Conegliano, (la gare de chemin de fer la plus proche) fait partie des 18 centres de mobilité Fiat en Italie. Il est équipé d'un « simulateur » ou banc d'évaluation de conduite conçu par Fiat pour les évaluations et de deux véhicules adaptés (Une Fiat Grande Punto et une Panda). La réglementation impose que les évaluations en voiture doivent avoir lieu sur circuit fermé pour les personnes sans permis, donc chaque centre du programme Fiat a son propre circuit pour les évaluations écologiques. Dans ce cas le circuit est d'une longueur d'environ 1,2 km au total.

L'objectif de cette visite était de recueillir des informations au près de personnes expérimentées avec ce type de banc afin de renforcer la définition du cahier des charges fonctionnel, d'apprendre les détails du fonctionnement du centre, leur méthodologie pour les évaluations cognitives et le système pour aider les personnes handicapées et les personnes âgées en Italie. Le responsable du service d'évaluation cognitive le Dr Alec Vestri est un des auteurs du livre publié dans le cadre du projet Européen PORTARE le Handbook of Disabled Driver Assessment.

Les autres personnes rencontrées étaient Silvia Pizzighello, psychologiste, Paolo Spaditto ergothérapeute, et Paulo Boscarato, physiothérapeute et ergothérapeute et deux médecins, Dr Alec Vestri et Dr Luca Verticilo. Mais il y a 32 personnes dans l'équipe du centre,

2.4.2.1 Modalités de la conduite en Italie

On peut conduire une voiture en Italie à partir de l'âge de 18 ans. Une visite médicale est obligatoire à cet âge avant d'obtenir le permis et par la suite il faut passer une visite médicale tous les dix ans jusqu'à l'âge de 60 ans et tous les 5 ans à partir de cet âge jusqu'à 80 ans. A 80 ans le conducteur doit passer par une commission médicale pour lui permettre de continuer à conduire. La commission médicale est organisée par province et composée de 3 ou 4 experts qui peuvent demander des évaluations par des médecins spécialisés ou par les centres de mobilité. Une personne refusée par la commission peut déposer un appel suite à une évaluation par un centre de mobilité ou en redemander une. Aucune aide directe pour la mobilité des personnes handicapées n'est prévue dans le système de sécurité sociale, mais la TVA sur les aides techniques et les véhicules est diminuée de 20% à 4% et les véhicules Fiat sont disponibles aux prix intéressants par le programme de Fiat Autonomie avec une subvention de 14 ou 15%.

Une personne en situation de handicap physique souhaitant bénéficier du programme Fiat Autonomie doit déposer sa demande pour un permis temporaire avec la commission médicale et fournir les documents nécessaires avec un rapport de son médecin traitant. Le programme Fiat est axé sur les solutions et les aides techniques pour les incapacités physiques et il n'est pas prévu pour les personnes avec des problèmes cognitifs..

2.4.2.2 Les Centres de Mobilité de Fiat et le centre de Pieve di Soligo

Il y a actuellement **18 centres d'évaluation** reconnus par le programme de Fiat Autonomie en Italie, dont le plupart était des centres de réhabilitation avant la décision de Fiat de lancer le programme en 1994. Le centre de Pieve di Soligo est un centre spécialisé dans la réhabilitation qui était fondé en 1947 et fait partie d'une organisation religieuse « La Nostra Famiglia. En 2004 le centre de Pieve di Soligo est devenu un centre de Mobilité et Fiat a donné deux voitures et un banc statique (ou « simulateur ») pour équiper le centre.

Dans le cadre de leur programme d'autonomie, Fiat finance aussi les évaluations des personnes avec des incapacités physiques qui sont effectuées aux centres de mobilité Fiat. Ces évaluations courtes

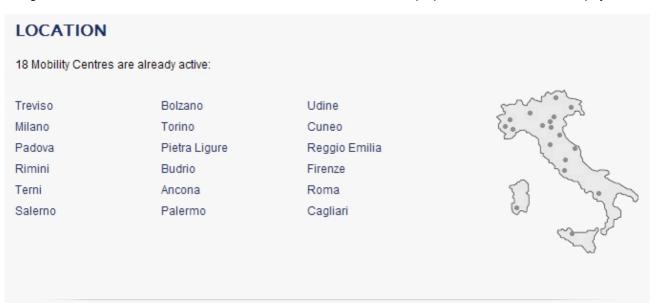
BECAPE Page 29 of 94





(« ridotto ») se déroulent sur une journée selon des spécifications de Fiat avec une évaluation systématique sur le simulateur et une évaluation en voiture sur circuit fermé. Ces évaluations sont effectuées à un prix de 80€ et elles sont financées par Fiat pour les personnes inscrites dans leur programme d'autonomie. Un deuxième type d'évaluation est proposée au centre, le « completo » qui dure 3 jours en totale avec des tests cognitifs et psychologiques aussi bien que les tests en voiture et sur simulateur. Le prix de cette évaluation est 300 €.

La figure suivante montre les centres de mobilité Fiat en Italie dont la plupart sont dans le nord du pays.



Treviso

Associazione "La Nostra Famiglia" Via Monte Grappa, 96 31053 Tel 04389062

Pieve di Soligo (TV)

Il centro è dislocato all'interno del centro di riabilitazione "Giacomo e Maria Battistelli" gestito dall'associazione "La nostra famiglia", un'organizzazione che opera dal 1947 per la riabilitazione e il reinserimento sociale dei disabili.

Figure 2.13 : Centres de Mobilité Fiat en Italie juin 2011 et l'adresse de Treviso

Selon la publicité de Fiat en 2003 il y avait 14 autres centres Fiat Mobilité en Europe et 3 au Brésil, mais je n'ai pas trouvé confirmation de ces chiffres. Il est possible qu'ils aient compté les 10 centres du Mobility Forum en Grande Bretagne qui étaient équipés avec les bancs Fiat en 2003, le centre de Mobileitetcentre en Gôteburg, le centre Sion en Suisse et un autre centre inconnu dans ces chiffres

L'organisation « La Nostra Famiglia » a plusieurs centres dont un centre résidentiel pour les enfants handicapés aussi bien qu'une clinique et centre pour la formation à Conegliano à 15 km de Pieve di Soligo. Conegliano est la gare la plus proche à Pieve di Soligo et sur la ligne de chemin de fer entre Venise et Udine..

A Conegliano, il y a presque 2000 personnes comprenant les enfants handicapés et les jeunes avec des déficiences intellectuelles. Il y a également un centre de formation attaché à l'université de Padue où

BECAPE Page 30 of 94





l'équipe de Pieve di Soligo est impliqué dans deux formations du niveau Laurea (ou licence) en ergothérapie et physiothérapie.



Figure 2.14 : Piscine au centre de Pieve di Soligo pour la réhabilitation et les résidents du village

Le plupart des personnes traitées par le centre vient pendant la journée sur rendez-vous et les évaluations complètes sur 3 jours sont organisées sur plusieurs jours en fonction de la disponibilité des spécialistes. Il y a également des chambres pour permettre jusqu'à 11 patients de rester pendant des périodes de traitement plus longues. Ce centre effectue entre 55 et 70 évaluations pour la conduite chaque année, mais l'équipe de 32 professionnels s'occupe aussi de la réhabilitation classique, des aides techniques, de l'aide pour la réinsertion, les sports pour la réhabilitation et les séances en groupes de patients avec la maladie d'Alzheimer etc...



Figure 2.15 : Séance de groupe pour les patients avec MA (à gauche) et équipement pour réhabilitation

2.4.2.3 Le banc Fiat

BECAPE Page 31 of 94





Le banc Fiat est installé dans une grande salle avec d'autres appareils pour tester l'acuité visuel et d'autres paramètres pour la conduite. Les séries de tests classiques prévus par Fiat sont effectuées sans exception sauf pour le test de la vision péripherique. On voit quelques différences par rapport au banc Alfa Romeo à Truro. Les lumières pour tester les réactions dans la zone du parabrise sont toutes autours de la périphérie et celles pour les tests de vision périphériques sont toujours en place en position verticale, mais elles ne sont pas utilisées.



Figure 2.16 : Le banc Fiat coté conducteur avec l'opérateur Paulo Boscarato, ergothérapeute (gauche) et une vue d'ensemble (droite)



Figure 2.17 : Vue du plancher et pédalier du banc Fiat

2.4.2.4 L'évaluation écologique

BECAPE Page 32 of 94





Les voitures fournies par Fiat sont une Panda et une Fiat Punto, toutes les deux équipées avec des aides techniques pour les personnes en situation de handicap et des doubles contrôles pour l'évaluateur. L'évaluation est effectuée selon les principes décrits dans le livre PORTARE.



Figure 2.18 : Fiat Panda équipée par HandyTech et DAL BO sur le circuit de Pieve di Soligo



Figure 2.19 : Vue de l'intérieur et de la porte du conducteur de la Fiat Panda équipée par HandyTech

BECAPE Page 33 of 94







Figure 2.20 : Fiat Punto équipée par Scardallato (concessionaire Fiat à Derzo TV) avec aides de Guidosimplex

2.4.2.5 Description et caractéristiques des évaluations pratiquées au centre de Treviso

Le centre évalue entre 50 et 70 personnes par an seulement pour la conduite automobile (problèmes cognitifs et moteurs confondus). Les résultats complets d'environ 400 évaluations effectuées pendant les 7 dernières années (depuis 2004) sont disponibles.

Le centre de Treviso évalue toutes les pathologies. Pour bénéficier de la subvention Fiat, il faut passer chaque personne par le banc statique. Les personnes traitées par le centre sont principalement les personnes en réhabilitation après un accident ou souffrant des traumas cérébrales. D'autres sont envoyés par la commission médicale de la région. Il y a quelques cas de consultations privées pour les personnes refusées un permis par la commission médicale. Dans ce cas le centre propose une formation et thérapie pour améliorer leurs performances. Dans un cas cité la personne avait des problèmes d'anxieté et après des séances de formation il a réussit de récuperer son permis. Dans ce cas le demandeur a payé sa formation.

Le centre fait parti du système Fiat Mobilité pour évaluer les personnes avec les incapacités physiques et le banc est utilisé dans 100 % des cas, Ces évaluations sont effectuées toujours par l'ergothérapeute spécialisé qui est également qualifié pour choisir les adaptations nécessaires.

Le banc Fiat qui était développé directement par Fiat a été fourni gratuitement aux 10 centres Fiat Mobilité. Un nouveau banc est en cours de développement à Fiat, mais ce centre n'est pas consulté pour donner son avis. (NB Sans doute les plus grands centres à Turin, Milan et Bologne sont plus proches aux développements Fiat.

Toutes les personnes sont évaluées sur le banc statique, sur les bancs de test d'acuité visuel et sur le circuit fermé avec une des voitures du centre ou une voiture fournie par les sociétés spécialisées dans les adaptations spécifiques. Le rapport standard va prendre en compte tous ces résultats qui sont fournis à la commission médicale qui va prendre la décision, mais l'évaluation écologique est le plus fiable indicateur de compétence pour la conduite. La commission peut demander des tests cognitifs à n'importe quel centre ou spécialiste dans la région.

Les fournisseurs peuvent prêter les véhicules pour une évaluation sur circuit fermé ou la personne peut être évaluée dans sa propre voiture.

BECAPE Page 34 of 94





2.4.2.6 Principe d'une évaluation de conduite

Le principe classique d'une évaluation de conduite au centre de mobilité de Treviso est décrit par le synoptique suivant :

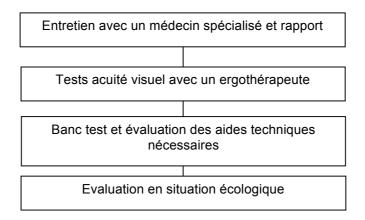


Figure 2.21 : Déroulement d'une évaluation de la conduite au centre de Treviso

Remarque : L'évaluation est standard pour les personnes avec des déficiences physiques et les tests cognitifs et psychologiques sont effectués pour les personnes qui en ont besoin. Le centre n'a pas de rôle de former les personnes à la conduite, c'est toujours effectué par une auto-école agréée. Par contre le centre peut proposer des séances de formation psychologique sur mesure pour aider les personnes de l'extérieure lorsque leur permis est refusé..

2.4.2.7 Conclusion de la visite du centre de Treviso

Les caractéristiques fonctionnelles du banc statique Fiat du centre de Pieve di Soligo ne sont pas contestées par les évaluateurs qui sont obligés d'utiliser ce banc et un programme d'évaluation standard pour continuer d'appartenir au programme Fiat. Les bancs permettent d'évaluer les capacités motrices de leurs patients et les fonctions cognitives sont évaluées utilisant les tests adaptés aux besoins de chaque patient. Les personnes responsables pour le banc sont les ergothérapeutes sous la responsabilité des médecins et il n'y a pas de moniteur ni de technicien impliqué dans l'évaluation, sauf pour les cas spécifiques où on peut faire appel à un moniteur spécialisé d'une auto-école extérieure approuvé par Fiat. Cette situation n'est pas étonnant étant donné l'historique du centre qui était une clinique spécialisée dans la réhabilitation et réinsertion avant d'être sélectionné comme un centre Fiat Mobilité en 2004

Pour les évaluations cognitives il n'y a pas de batterie de tests standards. Les médecins et les évaluateurs pratiquent donc des évaluations utilisant les tests pour chaque patient adaptés à leur patient. Les tests sur banc donnent une valeur acceptable ou insuffisante pour chaque paramètre, mais Fiat ne donne pas d'informations sur les niveaux de force nécessaires pour la conduite de leurs véhicules.

Par contre les compétences dans le domaine de l'évaluation cognitive et leur disponibilité de partager les résultats de leurs évaluations avec nous sont des facteurs intéressants. Ils sont en cours de développer des nouvelles activités pour l'évaluation des personnes âgées en anticipation de la demande croissante pour ce type de prestation. Dans le cadre des leur collaboration avec l'université de Padue ils vont s'équiper avec un simulateur de moto et il semble qu'il y a des possibilités d'échanges et de collaboration avec eux dans ce domaine pour les jeunes avec des déficiences intellectuelles.

BECAPE Page 35 of 94





2.4.3 Conférence téléphonique avec l'équipe médicale de la clinique Romande de Sion (Suisses)

Nous avons pris contact avec l'équipe du Docteur Vuadens de la clinique romande de Sion en Suisses. Cette clinique s'est équipée d'un simulateur de conduite de type FIAT Autonomy depuis 1999. Un article a été publié en 2008 dans la revue scientifique nommée « Annales de réadaptation et de médecine physique». Il s'intitule « Intérêt du simulateur de conduite pour la reprise de la conduite automobile en situation de handicap ».

Suite à la prise de connaissance de cet article, il nous semblait intéressant de contacter cette équipe pour connaître leur expérience sur un banc d'évaluation d'aptitude à la conduite. Cette démarche nous a permis de renforcer notre analyse du besoin au près des centres évaluateurs en France et en Europe.

Personnes présentes à la réunion :

- CEREMH/LISV : Olivier Rabreau, Camille Péchoux, Pierre-Antoine Leyrat, Eric Monacelli et Claude Dumas.
- Clinique romande de Sion : Docteur Vuadens et Monsieur Comte (ergothérapeute).

Paramètres testés sur le banc :

 6 paramètres sont testés sur le banc : La force de freinage, la capacité à doser l'accélérateur, la force développée pour tourner le volant, le temps de réaction, le champ de vision, la capacité à réagir à des stimuli visuels.

Population évaluée sur le banc :

Nombre: 1491 personnes en 11,5 ans,

- Pourcentage: 24% de femmes, 56% d'hommes,

- Plage : de 14 ans à 94 ans,

- Moyenne d'âge : 47,5 ans,

- Population déficiente : 35% de liaisons cérébrales AVC TC, 18% orthopédique membres inférieures,
 16% d'atteintes médullaires, 12% d'atteintes des membres supérieurs,
- Pour 25% des évaluations, l'équipe fait appel à un moniteur de la conduite (évaluation et réentrainement),

Réglementation en Suisses :

- A partir de 70 ans et tous les 2 ans, toutes les personnes doivent remplir un certificat d'aptitude à la conduite. Dans le cas d'un doute, une expertise est nécessaire dans un centre d'évaluation. La clinique romande de Sion intègre le réseau constitué de 5 centres reconnus par le gouvernement Suisses pour effectuer les évaluations d'aptitude à la conduite. Les personnes handicapées et les personnes de plus de 70 ans nécessitant une évaluation doivent passer dans l'un de ces 5 centres.
- Il est possible en Suisses de définir des zones de circulation par rues ou par cantons pour un seul conducteur.

Les éléments manquants sur leur banc :

BECAPE Page 36 of 94





- Ils ne peuvent pas tester la clef de contact,
- Le frein à main n'a pas de résistance,
- La hauteur du volant n'est pas réglable. Donc ils ont toujours effectué les évaluations dans le siège automobile après avoir fait un transfert pour les personnes en fauteuil roulant.
- Le volant tourne que de 1/8 ième de tour (il serait préférable qu'il tourne sur 2 tours),
- Il manque un levier de vitesse de boîte manuelle,
- Ils ont adapté des rallonges de pédale pour évaluer des personnes de petite taille,
- Pas de volant à plat,
- Pour une personne obèse, ils ont eu une fois un conflit abdomen/volant,
- Pour le dosage de l'accélérateur ils se fient plus sur le feeling que sur le résultat du test.

Valeurs de référence pour l'évaluation :

- La force de freinage minimale par l'intermédiaire de la pédale de frein est de 50Kg pour une voiture et 70Kg pour un camion,
- L'angle du champ de vision minimal est de 140°,
- La force d'appui minimale sur la pédale d'embrayage est fixée à 30Kg,

Divers:

- Dans le cas de troubles neurologiques, l'équipe préfère avoir une évaluation écologique avec un moniteur de conduite spécialisé.
- Ils ont jugé à une certaine époque que leur Bilan neuropsychologique était trop sévère par rapport à ce qui est exigé pour conduire. Donc pour les personnes âgées, ils leur semblent plus adapté de faire une évaluation écologique avec un moniteur,
- Les personnes âgées ont du mal à s'habituer au simulateur.

Conclusion de la discussion :

Pour le handicap physique le simulateur répond à 100% des besoins de l'évaluation. Par contre pour tester les fonctions exécutives (planification, exécution...) c'est plus difficile. Dans ce dernier cas, une situation écologique avec un moniteur de conduite spécialisé devient essentielle. Cette remarque faite par le docteur Vuadens, montre les limites de leur banc. Il nous a, à ce sujet, suggérer de tester la multitâche. Cette proposition renforce notre volonté de rajouter au banc test BECAPE une fonction simulateur.

2.4.4 Les centres dans le monde

Dans nos recherches bibliographiques, nous avons également trouvé des bancs d'évaluation de la conduite au Brésil, en Australie etc.

BECAPE Page 37 of 94





BECAPE Page 38 of 94





3 ANALYSE DES BESOINS

L'analyse des besoins (SP1 : Sous-Projet n°1 du projet de recherche Becape) s'est déroulée de janvier à mars 2011. Elle a duré 2 mois. Dans cette phase, l'équipe du projet Becape s'est focalisée sur la synthèse des travaux exploratoires réalisés en 2010 ainsi que sur les visites des centres en Europe. L'objectif étant, de comprendre le besoin exact des équipes spécialisées dans l'évaluation de la conduite automobile.

3.1 Analyse du besoin

3.1.1 Rôle du banc

Les centres de réadaptation souhaitent détenir un outil d'évaluation et de rééducation servant à apprécier les aptitudes à la conduite automobile des personnes en situation de handicap. Ils souhaitent qu'il soit plus représentatif de l'activité de conduite que les bilans classiques.

Cet outil doit être une aide à la prise de décision finale avant d'orienter le patient vers une évaluation en situation écologique

Il doit servir d'étape entre l'évaluation par les bilans classiques et l'évaluation en situation écologique, en permettant de préconiser les aides techniques et les commandes adaptées à la situation de la personne évaluée.

3.1.2 Fonctions attendues du banc

L'objectif du banc statique est de permettre d'évaluer les aptitudes motrices et cognitives de la conduite automobile, c'est-à-dire les capacités du patient à atteindre le seuil des fonctions principales (accélération, freinage, manipulation du volant, temps de réaction, temps de latence etc...) pour réaliser les gestes nécessaires à l'activité de conduite.

Certains centres ont émis le souhait que le banc soit un outil de rééducation et de réadaptation.

3.1.3 Caractéristiques attendues du banc

Le banc doit atteindre les caractéristiques mécaniques similaires aux commandes d'une voiture, avec en plus, des possibilités de réglage.

Les scénarii d'évaluation des aptitudes de conduite automobile devront être réalistes et adaptés aux différents types de handicap, notamment la possibilité d'incorporer des distracteurs.

Le programme-logiciel devra être simple d'utilisation et très lisible avec des consignes visuelles et vocales (guidage visuel dans le logiciel).

Des accessoires devront permettre de s'adapter à chaque type de handicap, notamment à la conduite en fauteuil roulant.

L'encombrement devra être minimal.

La pédale d'embrayage sera indispensable pour tester les capacités motrices des personnes avec leur pied gauche.

3.2 Test utilisateurs avec le banc statique DTS d'Autoadapt

Des tests utilisateurs ont été effectués avec le banc DTS d'Autoadapt pour évaluer ses caractéristiques et sa capacité à mesurer les performances nécessaires à l'activité de conduite.

BECAPE Page 39 of 94





La population retenue incluait 44 personnes divisées en 2 groupes : personnes valides et présentant un handicap. Ce deuxième groupe était divisé en deux sous-groupes : personnes avec un handicap moteur et personnes avec un handicap moteur engendrant des séquelles cognitives.

La synthèse de ces essais n'expose pas les résultats intrinsèques des tests mais les principaux enseignements qu'il a été possible de tirer concernant l'utilisation du banc.

3.2.1 Analyse des difficultés rencontrées par le groupe test

Les commandes manuelles : Tirer/Pousser pour l'accélération et le freinage :

- Manque de souplesse,
- Positionnement trop proche du volant,
- Manque de réglage de la force occasionnant des difficultés pour certaines pathologies,
- Pédales de frein et d'accélérateur,
 - o Problème de positionnement,
 - o Problème pour les personnes de grande taille,
- Champ visuel : le volant gêne la visibilité de l'écran,
- Siège : difficulté de réglage.

3.2.2 Limite du banc test par rapport à l'évaluation en situation écologique

D'après les tests, dans le cas de trois sujets, des troubles non détectés sur le banc ont été décelés grâce à l'évaluation écologique :

- Fatigabilité,
- Prise en compte de l'environnement,
- Le manque de flexibilité mentale, d'anticipation et de prise de décision,

Ceci montre les limites du banc à évaluer les capacités cognitives des sujets.

3.2.3 Conclusion sur l'utilité actuelle du banc DTS

- Le banc permet d'évaluer les principales fonctions motrices,
- Il permet d'évaluer également les capacités cognitives de base : temps de réaction à un signal d'alerte,
- L'outil sert à établir une orientation sur les adaptations à prévoir avant l'évaluation en situation écologique. Il se place entre les bilans classiques et la situation écologique qui reste irremplaçable.

3.3 Premières propositions

A la suite des tests utilisateur et de l'évaluation des bancs auprès des centres de rééducation, des premières recommandations ergonomiques ont été formulées.

Accessibilité

- Mettre en place des commandes manuelles électriques et réglables en résistance avec une possibilité de changement de la prise,
- Changer le principe d'accélération et de freinage par les commandes manuelles pour accélérer en poussant et freiner en tirant.
- Remplacer les commandes manuelles gauche et droite de façon à ne pas se frotter avec le volant et avec la bordure du simulateur,

BECAPE Page 40 of 94





- Ajuster le positionnement des pédales afin qu'elles soient linéaires, moins écartées et plus accessibles -Installer un siège réglable en hauteur et plus flexible dans la manipulation,
- Mettre en place un volant mené d'une sur-assistance et des commodos, un levier de vitesse, et un pédalier réglable avec retour d'effort,
- Ajuster l'emplacement du volant de façon à ne pas cacher la partie bas de l'écran,
- Agrandir l'écran et l'écarter, afin que le champ visuel de la personne ressemble le plus possible à celui de la conduite en situation réelle,
- Prévoir le maximum d'accessoires (boule, fourche) de manière à ce que le volant d'adapte au mieux à toutes les pathologies.

Scénarii d'évaluation

- Besoin de se focaliser sur certaines pathologies et donc d'établir des scénarii différenciés,
- Pour le handicap moteur, il serait souhaitable d'évaluer : le transfert, l'amplitude articulaire, la force d'accélération, de freinage et de manipulation du volant, le dosage d'accélération / freinage, la fatigabilité musculaire, l'endurance et l'adaptation aux aménagements,
- Pour le handicap cognitif, il serait souhaitable d'évaluer : la vigilance, l'attention, la concentration, le temps de réaction, le temps de latence, l'exploration visuelle, la prise en compte de l'environnement, l'anticipation, la prise de décision, la capacité à faire plusieurs tâches, et la fatigabilité mentale par rapport au facteur « temps ».

3.4 Conclusion

Si certaines demandes et évaluations paraissent clairement définies et unanimes, d'autres en revanche nécessiteront une étude complémentaire, soit parce qu'elles ne sont pas partagées, soit parce qu'elles restent à préciser.

Parmi les demandes qui semblent faire l'unanimité, nous trouvons :

- La place du banc par rapport aux bilans classiques et à l'évaluation en situation écologique, qui est confirmée par les tests utilisateur,
- L'avantage principal cité par les utilisateurs des bancs de ce type est la possibilité d'effectuer les mesures quantitatives et reproductibles des capacités physiques dans une situation proche à la conduite automobile.
- La nécessité d'un maximum de réglage sur les commandes, afin d'être le plus proche possible des caractéristiques d'une voiture, et de pouvoir s'adapter au mieux à toutes les pathologies,
- Un besoin d'établir des scénarii ciblés, adaptés aux différents types de pathologies.

En revanche, les possibilités d'évaluation des capacités cognitives, qui sont pour l'instant restreintes, restent à définir. Tout d'abord parce que la demande n'est pas unanime, et ensuite parce que l'évaluation en situation écologique est à même de rendre compte de ces difficultés.

Il reste également à définir si le banc doit servir uniquement à l'évaluation, ou être également un outil de rééducation.

BECAPE Page 41 of 94





4 SPECIFICATIONS

Suite au Sous-Projet n°1 (SP1), d'analyse des besoins, nous avons démarré le sous-projet n°2 pour la spécification de l'outil Becape. Plus d'une dizaine de réunions ont été nécessaires sur une durée de deux mois (d'avril 2011 à fin mai 2011) pour établir le cahier des charges fonctionnel du banc Becape ainsi que le cahier des charges techniques. Ce paragraphe reprend quelques éléments de ces documents et résume les principes évoqués.

4.1 Spécification fonctionnelle du banc statique d'évaluation de la conduite

L'équipe Becape a établi un premier cahier des charges fonctionnel pour définir l'ensemble des fonctions que le futur banc statique d'évaluation pourrait inclure. Cette démarche suppose qu'il n'y a pas de limite dans les possibilités de réalisation. Toutes les fonctions utiles aux besoins des utilisateurs sont évoquées et incluses dans le Cahier des Charges Fonctionnel (CDCF). Le paragraphe suivant reprend les éléments principaux de ce document.

4.1.1 Schéma pieuvre du dispositif

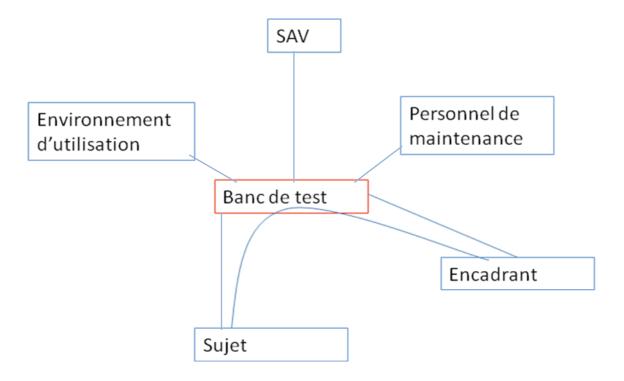


Figure 4.1 : Schéma pieuvre du banc statique d'évaluation de la conduite automobile

BECAPE Page 42 of 94





4.1.2 Descriptif détaillé du schéma pieuvre

4.1.2.1 Sujet

- Personnes déficientes motrices
 - o Utilisateur Fauteuil Roulant
 - o Problèmes membres supérieurs
 - Amputation
 - o Problèmes membres inférieurs
 - Amputation
 - o Perte de force musculaire
 - o Perte d'amplitude articulaire
 - Perte de motricité volontaire
 - o Personnes présentant des mouvements involontaires.
 - o Trouble du tonus axial
- Personnes déficientes cognitives.
 - Troubles executifs
 - o Troubles attentionnels
 - o Troubles mnésiques
 - o Troubles visio-spaciaux
 - o Troubles comportementaux
 - Troubles praxiques
- Personnes déficientes intellectuelles.
 - o Personnes Trisomiques
 - Retard mental
- Personnes déficientes sensorielles.
 - o Déficiences visuelles
 - o Déficiences auditives
 - o Déficiences extéroceptives, proprioceptives.
- Personnes déficientes psychiques.
 - o Ralentissement psychomoteur
 - o Troubles comportementaux
- Personnes petites/grandes tailles (ou membres petites tailles).
- Personnes obèses.
- Personnes âgées
- Personnes valides.

BECAPE Page 43 of 94





4.1.2.2 Encadrant

- Ergothérapeutes.
- Médecins
 - o MPR
 - o Commission médicale
- Neuropsychologues
- Evaluateurs auto-école.
- Assureurs
- Inspecteurs permis de conduire

4.1.2.3 Environnement d'utilisation

- Utilisation en intérieur (T° ambiante)
- Etablissement hospitalier
- Locaux Auto école
- Locaux assureur
- Locaux administratifs (commissions médicales)
- Salons, expositions (Handicap....)

BECAPE Page 44 of 94





4.1.2.4 Chaine d'actes pour l'évaluation à la conduite

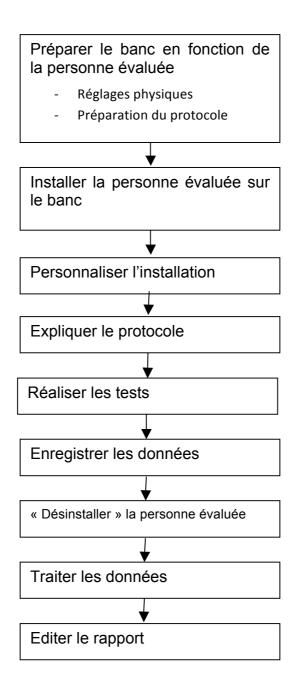


Figure 4.2 : Chaîne d'actes pour l'évaluation à la conduite

BECAPE Page 45 of 94





4.1.2.5 Fonctions du banc

Le paragraphe ci-dessous reprend une partie de la liste des fonctions du banc statique énumérées dans le CDCF.

4.1.2.5.1 Fonctions principales

Deux fonctions principales ont été identifiées dans le dispositif Becape. FP1 (Fonction Principale n°1) précise que le banc devra servir comme outil d'évaluation. FP2 précise que le banc pourra également être un outil de rééducation ou d'apprentissage.

FP1	Le banc doit permette à l'évaluateur d'évaluer le sujet sur ses capacités fonctionnelles nécessaires à la conduite automobile
FP2	Le banc doit aider l'évaluateur à rééduquer, entraîner et instruire le sujet

Tableau 5 : Fonctions principales du banc statique d'évaluation Becape

4.1.2.5.1.1 DETAILS DE LA FONCTION PRINCIPALE FP1

Le banc doit permettre de préparer l'évaluation
Connecter et régler des assistances à la conduite
représentatives du commerce
réaliser des réglages du banc avec ou sans le sujet
De mettre en place un protocole
de préparer un recueil de mesure
Le banc doit permette à l'évaluateur d'installer le sujet.
de réaliser un transfert fauteuil roulant/siège
d'installer une personne en fauteuil roulant
d'installer une personne en fonction de sa taille et de
son poids
d'installer une personne ayant des difficultés à passer de
la position assise à debout (et réciproquement)
d'affiner les réglages du poste de conduite

Tableau 6 : Sous-fonctions de la fonction principale FP1

BECAPE Page 46 of 94





	Le banc doit permettre au sujet d'apprendre
FP1.3	l'utilisation
FP1.3.1	De comprendre le fonctionnement des assistances
FP1.3.2	de comprendre les consignes du test
FP1.3.3	de valider les réglages adoptés lors de l'installation
FP1.4	Le banc doit permettre à l'utilisateur d'évaluer les capacités fonctionnelles du sujet
11 2.4	capacites ionetionnelles du sujet
FP1.4.1	d'évaluer la capacité du sujet à régler son siège
FP1.4.2	d'évaluer la capacité du sujet à mettre le contact
FP1.4.3	d'évaluer la capacité du sujet à mettre une ceinture de sécurité
FP1.4.5	Securite
	d'évaluer la capacité de la personne à actionner le frein à
FP1.4.4	main
FP1.4.5	d'évaluer la capacité du sujet à actionner le volant
FP1.4.6	d'évaluer la canacité du cuiet à actionner un ioustiel
FF1.4.0	d'évaluer la capacité du sujet à actionner un joystick
FP1.4.7	d'évaluer la capacité du sujet à actionner un guidon
FP1.4.8	d'évaluer la capacité du sujet à passer les vitesses

 Tableau 7 : Sous-fonctions de la fonction principale FP1

BECAPE Page 47 of 94





FP1.4.9	d'évaluer la capacité du sujet à actionner les clignotants
FP1.4.10	d'évaluer la capacité du sujet à accélérer/freiner sur le système choisi lors de l'installation
FP1.4.11	d'évaluer la capacité du sujet à utiliser les rétroviseurs
FP1.4.12	d'évaluer la coordination dans l'utilisation des différentes commandes
FP1.4.13	d'évaluer les capacités cognitives de base nécessaires à la conduite
FP1.5	Le banc doit permettre d'exploiter les données
FP1.5.1	d'enregistrer les données
FP1.5.2	d'interpréter les données sans traitement supplémentaire
FP1.5.3	d'imprimer les données depuis l'application
FP1.5.4	d'éditer un rapport de test
FP1.5.5	de consulter les données
FP1.5.6	d'échanger les données

 Tableau 8 : Sous-fonctions de la fonction principale FP1

4.1.2.5.1.2 DETAILS DE LA FONCTION PRINCIPALE FP2

BECAPE Page 48 of 94





	Le banc doit permettre l'entrainement à l'installation
FP2.1	au poste de conduite
FP2.1.1	D'entraîner au transfert fauteuil roulant/siège
	Le banc doit permettre l'entrainement à l'utilisation des
FP2.2	différents organes de conduite
	Le banc doit permettre la connexion à un dispositif de jeux
FP2.2.1	vidéos/simulateur
FP2.2.2	de réaliser des exercices spécifiques
FP2.2.3	de paramétrer les assistances en fonction du scénario
	l'entrainement à l'utilisation coordonnée des organes de
FP2.3	conduite
FP2.3.1	entrainer le sujet à mettre une ceinture de sécurité

 Tableau 9 : Sous-fonctions de la fonction principale FP2

BECAPE Page 49 of 94





4.1.2.5.2 Fonctions secondaires

Les fonctions secondaires évoquent d'autres aspects ou d'autres possibilités d'utilisation du banc statique comme par exemple la possibilité pour les chercheurs ou les médecins d'utiliser cet outil à des fins scientifiques. Le tableau ci-dessous énumère ces fonctions.

Fonctions secondaires					
FS1	Le banc doit permettre de réaliser des recherches				
FS2	Le banc doit permettre de réaliser des sensibilisations				
FS3	Le banc doit permettre une auto-sensibilisation				
FS4	e banc doit permettre d'évaluer de nouvelles aides à la conduite				
FS5	Le banc doit permettre de faire des mises à jour du logiciel				
FS6	Le banc doit permettre l'apprentissage de son utilisation à un évaluateur				
FS6.1	en externe				
FS6.2	en interne				
FS7	De ranger les éléments amovibles				
FS8	Le banc devra permettre le rangement des accessoires				

Tableau 10 : Fonctions secondaires du banc statique d'évaluation Becape

BECAPE Page 50 of 94





4.1.2.5.3 Fonctions contraintes

Enfin, l'équipe Becape a défini la dernière étape du CDCF qui est la liste des fonctions contraintes. Elle reprend les éléments à respecter pour le développement et les fonctions futures du banc. Le tableau cidessous énumère ces contraintes.

Fonctions contrainte	
FC1	Le prix de vente du banc ne devra pas excéder 10 000euros
FC2	L'encombrement maximal permettra de
FC2.1	passer par une porte de 90cm
FC2.2	tourner à 90° dans un couloir d'une largeur de 1.4m
FC3	Le banc devra pouvoir être transporté d'un lieu à un autre
FC3.1	être transporté dans un petit utilitaire (type Kangoo, Partner)
FC3.2	être démonté en module de 20kg maximum ou 50kg sur roulette
FC4	Le banc devra respecter les normes d'hygiène hospitaliere pour les matériels de rééducation
FC5	Le banc devra être déplaçable et passer un ressaut de 2cm par une personne seule
FC6	Le banc sera relié au réseau électrique
FC7	Le prix de revient du banc ne devra pas dépasser 5000€
FC8	Design sympa

Tableau 11 : Fonctions contraintes du banc statique d'évaluation Becape

BECAPE Page 51 of 94





4.2 Spécification technique du banc statique d'évaluation de la conduite

Suite à la rédaction du cahier des charges fonctionnel, le laboratoire LISV a pris le relais pour proposer des solutions technologiques en réponse aux fonctions établies dans le CDCF. Deux solutions principales ont été retenues : le développement d'un premier dispositif léger ou portatif appelé « Becape light » et un deuxième dispositif complet d'évaluation appelé « Becape ».

4.2.1 Présentation des dispositifs

Nous avons choisi de développer deux systèmes dans le cadre du projet de recherche Becape afin de répondre au mieux aux contraintes budgétaires des centres de réadaptation. Lors de l'analyse des besoins, une des priorités remontée par les centres concernait le financement d'un tel dispositif. Or très rapidement, deux budgets assez éloignés ont été évoqués par les professionnels rencontrés : 2000€ et 10000€. Face à cette différence importante et pour répondre aux deux cas, le laboratoire LISV et le CEREMH ont proposé deux bancs statiques d'évaluation. Un premier système, portatif, léger et ne dépassant pas les 2000€ a été pensé. Il est basé sur une arcade de jeu de la société Logitech. Il s'agit du dispositif volant/pédales G27. Puis, un deuxième système plus complet a été développé. C'est un banc statique d'évaluation basé sur un châssis en profilé aluminium mobile, permettant d'inclure les différentes aides à la conduite du marché (Tirer/Pousser, Joystick, Cercle accélérateur...) et les équipements standards d'un poste de conduite (siège automobile, volant pédales...).

Pour limiter les coups de développement, ces deux systèmes renvoient les données des capteurs et donc les actions de l'utilisateur sur les interfaces de conduite, par l'intermédiaire d'un bus de communication USB. Le format des données étant identique, une seule carte microprocesseur ainsi qu'un seul logiciel de traitement sont nécessaires pour ces deux dispositifs. Cela a permis de réduire le temps de réalisation ainsi que le coût de développement.

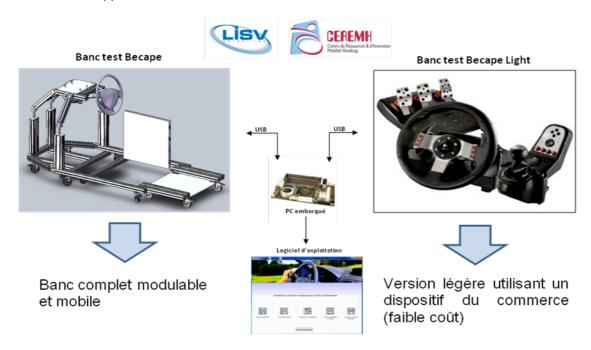


Figure 4.3 : Présentation des deux dispositifs développés par le LISV en partenariat avec le CEREMH

BECAPE Page 52 of 94





4.2.2 Fonctions prévues dans le dispositif Becape

Le paragraphe suivant reprend les solutions technologiques qui ont été proposées dans le Cahier des Charges Technique (CDCT) du banc Becape. Qu'une partie seulement des solutions ont été implémentées dans le prototype Becape à la fin du projet. Le paragraphe 6 (bilan du projet) précise les fonctions non réalisées.

4.2.2.1 Description du produit à développer

Il s'agit d'un banc de test mobile équipé des organes principaux d'un poste de conduite (un volant, un siège automobile, un jeu de pédale et des équipements d'aide à la conduite pour les personnes handicapés). Le siège automobile devra être lui aussi mobile et détachable du poste de conduite. Chaque interface sera instrumentée avec des capteurs de force ou de mouvements. Un système électronique d'acquisition permettra d'enregistrer en temps réel et de renvoyer les données par un bus USB relié à un ordinateur équipé d'un logiciel de traitement. La configuration des scénarios d'évaluation se fera à partir du logiciel. Les données devront être sauvegardées dans une base de données informatique accessible depuis par une connexion Internet.

4.2.2.2 Chassis

Le laboratoire LISV a repris un châssis développé avant le démarrage du projet Becape en 2010. Il s'agissait d'une structure constituée de profilés en aluminium. Ces éléments sont très modulables, légers et à faible coût. Ils répondent ainsi aux critères de développement des prototypes.



Figure 4.4 : Châssis en profilé Aluminium du banc Becape

BECAPE Page 53 of 94





La figure ci-dessus est extraite de la CAO du châssis réalisée sous le logiciel SolidWorks. Elle donne un aperçu de la structure nue, sans les agréments de conduites.

4.2.2.3 Direction

4.2.2.3.1 Volant

L'objectif du système de direction est de reproduire le plus fidèlement possible les sensations d'une direction assistée ou non assistée d'un véhicule léger de type berline. Ce système devra répondre aux conditions suivantes :

 L'assistance au volant devra être réglable. Pour cela, le laboratoire a récupéré un système de direction assisté de CLIO II. Cette pièce mécanique intègre une colonne de direction cannelée aux extrémités pour accueillir un volant, un capteur de couple et un moteur électrique relié à la colonne pour assister la direction (voir la photo ci-dessous).



- Avec ce dispositif, le couple au volant est modifiable en changeant la tension d'alimentation du moteur électrique. Le capteur de couple permettra d'évaluer la force appliquée sur le volant par l'utilisateur,
- Le type de volant devra être interchangeable facilement à l'aide d'une goupille traversant située sur le côté de l'arbre de direction,
- L'inclinaison du volant sera réglable à l'aide du système présent sur le bloc volant de Clio II. Ce système permet d'incliner le volant de plus ou moins 15° par rapport à la position centrale,
- La hauteur du poste de conduite sera réglable (hauteur du volant : de 70cm à 90cm),
- Les différents volants pourront accueillir une boule au volant interchangeable à l'aide d'une tige à clips,

BECAPE Page 54 of 94

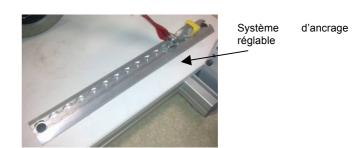




4.2.2.3.2 Joystick

Un joystick électronique provient de la société Allemande Paravan qui équipe les véhicules à condutie joystick. Il pourra être rajouté au poste de conduite. Ce sera un module optionnel. Il sera fixé sur une tige réglable verticalement et latéralement permettant sa disposition à hauteur des membres supérieurs de la personne. L'ancrage au sol du module sera assuré par le système d'ancrage réglable (voir la photo cidessous).





4.2.2.3.3 MiniVolant

Un minivolant de la société Paravan pourra également être rajouté au poste de conduite. Ce sera un module optionnel.



BECAPE Page 55 of 94





4.2.2.4 Accélération et freinage

4.2.2.4.1 Dispositif à pédale

Il est prévu d'équiper le banc test d'un dispositif avec 3 pédales standards très similaires aux dispositifs présents dans les véhicules à boîte manuel (accélérateur, frein et embrayage). Les standards entre les différents constructeurs automobiles sont très différents malgré qu'il existe la norme **ECE35** définissant des contraintes ergonomiques et dimensionnelles sur les pédales de voiture. Notre dispositif devra donc être réglable pour couvrir un grand nombre de systèmes du commerce. La photo ci-dessous illustre le système mécanique que nous souhaitons intégrer dans le banc test.



Caractéristiques du dispositif :

- Hauteur des pédales par rapport au plancher réglable,
- Ecartement des pédales réglable,
- Chaque pédale pourra être retirée sans l'aide d'un outil (modification à apporter au pédalier CST),
- Un cylindre bloc sur la pédale de frein permet de simuler l'amortissement,
- Les pédales gauche et droite situées en extrémité ont le même ressort de rappel et la même course pour permettre d'intervertir la position de l'accélérateur. Il y aura donc 3 configurations possibles :
 - Dispositif à pédale standard pour véhicule manuel (une pédale d'embrayage gauche, une pédale de frein milieu et une pédale d'accélérateur droite),

BECAPE Page 56 of 94





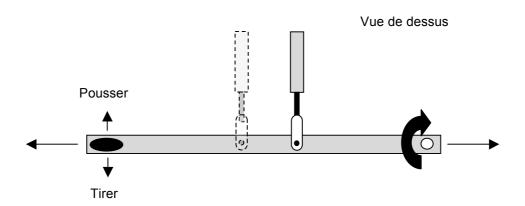
- Dispositif à pédale pour véhicule automatique avec accélérateur droit (une pédale de frein milieu et une pédale d'accélérateur droite),
- Dispositif à pédale pour véhicule automatique avec accélérateur gauche (une pédale de frein milieu et un pédale d'accélérateur à gauche).
- La pédale de frein est équipée d'un capteur de force avec une plage maximale de force de 60Kg (force d'appui sur la pédale). Les autres pédales sont équipées d'un capteur de position réalisé à partir d'un potentiomètre. Le potentiomètre est accouplé à la rotation de la pédale pour mesurer ainsi la position angulaire.



Capteur de force type S

4.2.2.4.2 Tirer/Pousser mécanique

Il existe de nombreux dispositifs d'aide à la conduite pour accélérer ou freiner un véhicule avec une manette située à hauteur des membres supérieurs du conducteur. Nous avons choisi, pour cette version, d'équiper le banc test d'un seul Tirer/Pousser mécanique. Celui-ci devra se situer sous le volant. Il y aura 2 configurations possibles : Soit la manette ou la poigné se situera à droite, soit elle se situera à gauche. Dans chaque cas, le dispositif agira sur un vérin à gaz et un capteur de force de type S. Le schéma ci-dessous illustre ce dispositif :



En poussant la manette vers le vérin, l'utilisateur comprimera le vérin à gaz et le capteur de force. En tirant sur la manette, l'utilisateur actionnera un câble avec un dispositif à ressort par l'intermédiaire de l'ensemble « vérin à gaz et capteur de force ».

4.2.2.4.3 Tirer/Pousser électronique

BECAPE Page 57 of 94





Un module Tirer/Pousser électronique de la société Allemande Paravan pourra être rajouté au poste de conduite. Ce sera un module optionnel. Il sera fixé sur une tige réglable verticalement et latéralement permettant sa disposition à hauteur des membres supérieurs de la personne. L'ancrage au sol du module sera assuré par le système d'ancrage réglable (voir la photos ci-dessous).





4.2.2.4.4 Cercle au volant

Le volant sera équipé d'un cercle accélérateur électronique (mesure de l'appui sur le cercle avec un potentiomètre). Deux configurations seront possibles (montage sur le dessous ou montage sur le dessous).

4.2.2.5 Assise et transfert

Un premier prototype de siège a été réalisé durant l'année 2010 par le laboratoire LISV (photo cidessous). Nous reprendrons l'embase mobile et nous adapterons un siège automobile sur celle-ci.



Les caractéristiques du siège seront les suivantes :

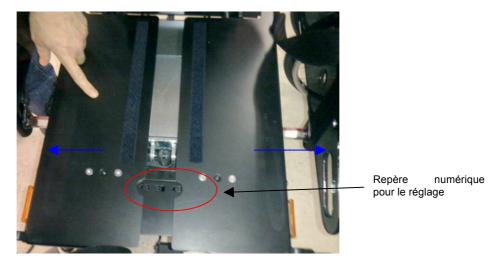
- Le siège développé l'année dernière avait une base sur roulettes détachable du poste de conduite.
 Elle intégrait 4 rails coulissants qui permettent de déplacer le siège latéralement. Nous modifierons ce système pour rendre le siège pivotant et sortant. Une base pivotante sera rajoutée.
- La largeur globale « montants + siège » mesure 79cm. Cette dimension est inférieure à la largeur de portes standards afin de pouvoir déplacer le banc facilement.

BECAPE Page 58 of 94

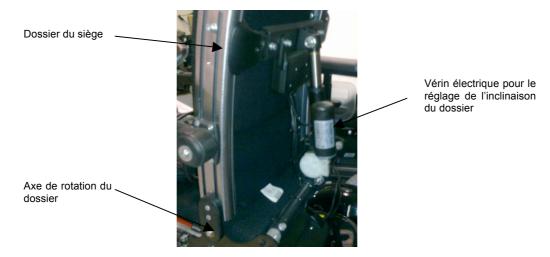




- L'avance et le recul du siège sera assuré par une glissière de siège automobile avec une barre de verrouillage manuelle située à l'avant du siège.
- La largeur d'assise sera réglable de 35cm à 60cm à l'aide de plaques écartables situées sur les côtés (voir la photo ci-dessous).



- La largeur du dossier sera également réglable sur le même principe que l'assise.
- L'inclinaison du siège pourra être modifiée électriquement avec un vérin électrique comme sur la photo ci-dessous.



- La hauteur du siège devra être réglable entre 35cm et 65cm (depuis le sol) électriquement à l'aide d'un lift de fauteuil roulant électrique. Nous utiliserons un système du commerce (photo ci-dessous) que nous positionnerons entre l'assise et l'embase du siège automobile.

BECAPE Page 59 of 94

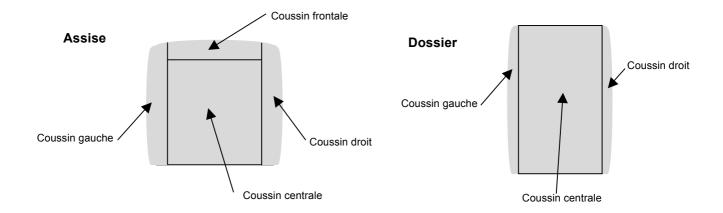






Lift électrique de fauteuil roulant électrique

 Des cousins avec un revêtement en cuir et du velcro permettrons de recréer l'assise et le dossier d'un siège automobile. Plusieurs largeurs seront disponibles selon le réglable de l'assise.



BECAPE Page 60 of 94





4.2.2.6 Fonctions secondaires de conduite

Liste des équipements secondaires :

- Le banc sera équipé d'un jeu de comodos autour du volant .



- Il faudra prévoir un module levier de vitesse boîte manuel (6 rapports) et un module levier de vitesse boîtier automatique. Ces modules pourront se fixer sur le système d'ancrage à trous en aluminium situé de chaque côté du siège automobile sur les longerons du banc test. Ces modules seront optionnels.
- Il faudra concevoir un module frein à main fixé sur le système d'ancrage à trous en aluminium situé de chaque côté du siège automobile. Ce module sera également optionnel.

4.2.2.7 Accessoires et autres équipements

- Pour simuler la portière et travailler les transferts fauteuil roulant/siège et les points d'appui, le banc sera équipé d'un profilé aluminium d'une longueur d'1m10 avec une tige de support entre le sol le profilé aluminium. Il sera articulé au niveau d'un des montants gauche ou droite du banc test. Cet élément pourra se démonter facilement en retirant une goupille.



- Pour simuler différentes hauteurs de bas de caisse de voiture, le banc sera équipé d'une barre fixée sur 2 montants télescopiques. Ce module viendra se connecter sur la barre d'ancrage aluminium.



Le siège automobile devra être équipé d'une ceinture de sécurité récupérée en casse automobile.

BECAPE Page 61 of 94





- Le banc sera équipé d'un Neman avec une clef de contact à fixer sur la colonne de direction au niveau du volant.

4.2.2.8 Liste des principaux équipements

Le tableau ci-dessous liste les principaux matériels qui seront intégré dans le banc test.

Désignation	Visuel	Référence	Fournisseur	Prix	Qts
Capteur de force type S (100Kg)		TS-A 100	Ningbo board insdustry	18 €	1
Bloc de direction assistée de CLIO 2		NC	Renault	140 €	2
Lift de fauteuil roulant		Lift SH22 24V	Balle	308€	1
Vérin électrique (inclinaison du siège)	-	-	-	-	1
Pédalier	M	CST-3B	MOBSIM	837€	1
Joystick Paravan	(5)	NC	PARAVAN	0€	1
Carte microcontrôleur		CHIPKIT-MAX32	LEXTRONIC	43,99€	2
Chassis		-	LISV	-	1
Embase roulante siege		-	LISV	-	1
Mini volant Paravan	9.0	NC	PARAVAN	0€	1
Tirer/Pousser électronique Paravan		NC	PARAVAN	0€	1
Cercle accélérateur ACA		NC	ACA	0€	1

BECAPE Page 62 of 94





Glissières	E 11.1.	GTL140-450	HPC	29,19€	4
Volant		NC	Renault	NC	1
Système de 4 vérins AZ 200mm	Mars.	AZ200	Minitec	1035€	1
Embase pivotante		CBT014RD2C	Narbonnes accessoires	250€	1
Rails de siège automobile	-	-	Casse auto	-	1
Coussins	-	-	-	-	7
Carter/Design	-	-	-	-	1
Frein à main	-	Renault Clio 2	Casse auto	-	1
Levier de vitesse	-	Renault Clio 2	Casse auto	-	1
Ceinture	-	-	Casse auto	-	1
Comodos	-	Renault Clio 2	Casse auto	-	1
Neman	-	Renault Clio 2	Casse auto	-	1
Compteur tdb	-	Renault Clio 2	Casse auto	-	1
Commande satellites	-	-	-	-	1
Boule au volant	-	-	-	-	1
Appui tête	-	Renault mégane	Casse auto	-	1

Tableau 12 : Liste des matériels principaux dans le banc Becape

4.2.3 Partie logicielle du banc test

Le logiciel d'exploitation des résultats issus du banc becape a fait l'objet d'un cahier des charges à part. Nous ne détaillerons pas ce document dans cette synthèse mais seulement les points essentiels suivants :

Six tests ont été spécifiés :

- Le test de temps de latence,
- Le test de la force de freinage,
- Le test de force au volant,
- Le test de maintien du volant,
- Le test de modulation des pédales,
- Le test de modulation du volant.

Le logiciel devra gérer l'acquisition des données retournées par le banc via une communication USB, exploiter ces résultats et les stocker dans une base de données.

BECAPE Page 63 of 94





5 CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT DES PROTOTYPES

Suite à la spécification du dispositif général de banc test, le laboratoire LISV a procédé à la réalisation des deux bancs d'évaluation Becape et Becape Light au cours de la phase SP3 du projet. Ce paragraphe présente ces deux réalisations.

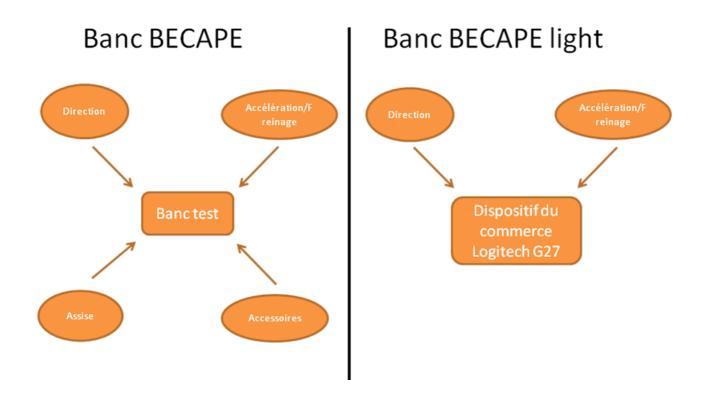


Figure 5.1 : Fonctions évaluées par les bancs de test

La figure ci-dessus compare les possibilités entre le banc test « Becape » et le banc test « Becape light ». Le dispositif « Becape light » n'inclut pas d'assise ni d'accessoires d'aide à la conduite. Les fonctions liées à ces équipements ne seront ainsi pas évaluées. En revanche, pour la direction et l'accélération/freinage, les deux dispositifs possèdent un volant et un pédalier standard.

BECAPE Page 64 of 94





5.1 Le banc portatif d'évaluation « Becape light »

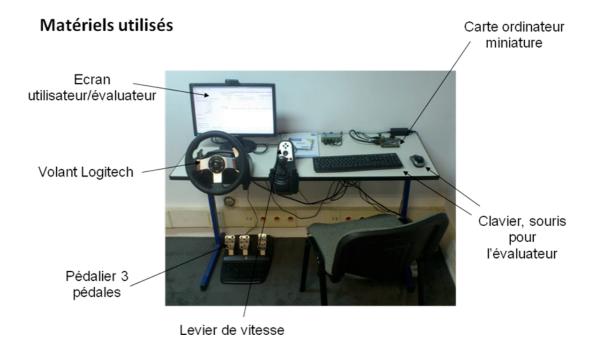
5.1.1 Les éléments du banc

Le banc « Becape light » a été conçu pour être portatif et facilement transportable. Il utilise l'interface de jeu « Volant/Pédales/Levier de vitesse » type G27 de la société Logitech. C'est un système très largement commercialisé pour des applications ludiques tel que les jeux vidéo, les simulateurs etc. Son coût dans le commerce s'élève à 250€ environ.



Figure 5.2 : Interface volant/pédales/levier de vitesse G27 de la société Logitech

Nous avons choisi ce dispositif en raison de son faible coût et de sa fidélité du retour d'effort dans le volant et dans les pédales. Le pédalier est conçu sur les bases définies dans la norme ECE35 référente des pédaliers des constructeurs automobiles. En revanche, la taille du volant n'est pas standard (26cm de diamètre au lieu de 36cm dans la majorité des véhicules automobiles du marché).



BECAPE Page 65 of 94





Figure 5.3 : Présentation du banc « Becape light »

La figure ci-dessus, est une photo du dispositif « Becape Light » installé et prêt à l'emploi. L'évaluateur est assis à droite du conducteur en test. Le patient, assis sur une chaise également (non présente sur la photo) ou bien dans son fauteuil roulant manuel ou électrique, se positionne devant le volant et le pédalier. Il doit alors suivre les consignes de l'évaluateur ainsi que les instructions qui s'affichent sur l'écran d'ordinateur face à lui. Il doit agir sur les interfaces. L'ordinateur recueil pendant toute la durée de l'exercice, via le bus de communication USB, la position du volant et des pédales.

5.1.2 Présentation du logiciel

Pour la partie logicielle, nous avons fait appel à un sous-traitant situé à Issy-les-Moulineaux. Il s'agit de la société Novasys spécialisée dans les développements sur systèmes embarqués.

Etape 2 Créer un évaluateur Etape 1 Créer un centre Etape 4 Lancer un test Etape 5 Editer des résultats

Dans l'étape 1 je dois d'abord créer mon centre. C'est-à-dire enregistrer dans la base de données le nom du centre auquel les données des patients et des évaluateurs vont être rattachées. Ensuite je dois saisir le nom du ou des évaluateurs qui vont procéder à la passation des tests avec les patients. Dans l'étape 3, je dois entrer dans la base les informations du patient qui va être soumis à l'évaluation. Ensuite je dois sélectionner un test à réaliser (mesurer le temps de réaction sur un stimulus visuel par exemple...). Puis j'exécute ce test avec la personne choisie. Enfin je peux éditer des résultats (indicateurs de performance) sur l'exercice réalisé.

BECAPE Page 66 of 94





5.1.2.1 Test du temps de réaction

Ce test a été conçu pour mesurer le temps de latence du conducteur dans une situation d'urgence. L'objectif est de déterminer sa capacité à agir sur la pédale de frein dans un minimum de temps pour stopper son véhicule en cas d'obstacle sur la route.

Afin de diminuer l'aspect cognitif de l'exercice, le stimulus visuel est le plus simple possible. Dans cette première version, il s'agit d'un carré vert qui s'affiche à l'écran dans un premier temps. Le conducteur doit alors accélérer un appuyant sur la pédale d'accélérateur (droite ou gauche). Puis le stimulus change de couleur (passage au rouge) matérialisant ainsi le signal d'arrêt d'urgence. Le conducteur doit alors appuyer sur la pédale de frein dans les plus brefs délais. Le temps de latence approximatif d'un conducteur valide se trouve aux alentours de 700msec. Le stimulus peut être également sonore à la place du carré vert/rouge.

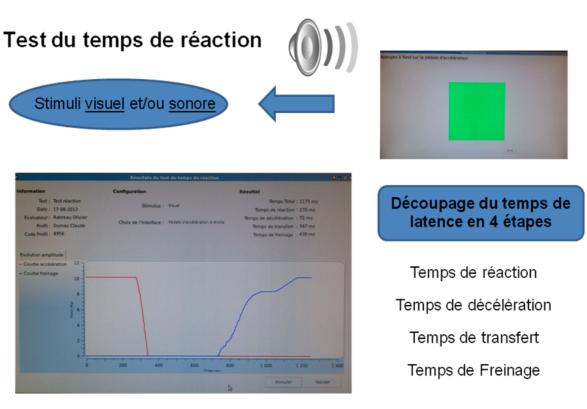


Figure 5.4 : IHM du test du temps de réaction (logiciel Becape Light)

La figure ci-dessus montre les IHM (Interfaces Homme Machine) visualisées par l'utilisateur et l'évaluateur au début du test (carré vert en haut à droite), puis à la fin du test (courbes en bas à gauche) permettant de revoir la position des pédales (accélérateur et frein) au cours du temps. Le temps de latence est décomposé en quatre temps :

BECAPE Page 67 of 94





Le temps total du temps de latence inclut :

- Le temps de réaction : c'est le temps compris entre l'activation du stimulus visuel (carré rouge) ou sonore (son) et le moment où l'utilisateur commence à relâcher la pédale d'accélérateur,
- Le temps de décélération : c'est le temps que met le conducteur à relâcher complètement la pédale d'accélérateur,
- Le temps de transfert : c'est le temps que met le conducteur à transférer son pied de la pédale d'accélérateur à la pédale de frein,
- Le temps de freinage : c'est le temps que met le conducteur à appuyer sur la pédale de frein jusqu'à la consigne d'appui.

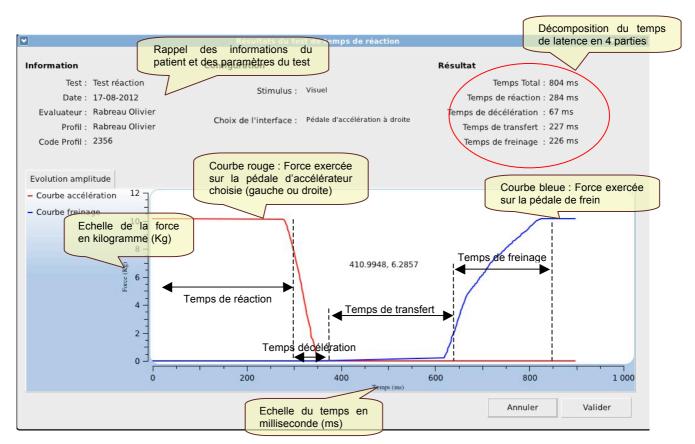


Figure 5.5 : IHM d'analyse des résultats du test du temps de latence (logiciel Becape Light)

La figure ci-dessus permet de visualiser rapidement le résultat du test. Un graphique affiche l'appui sur les pédales de frein et d'accélérateur en fonction du temps. Le point d'origine du graphique (t0, 0msec) correspond au moment de l'affichage du carré rouge à l'écran ou au moment de l'activation du stimulus sonore. La courbe rouge correspond à la position de la pédale d'accélérateur et la courbe bleue correspond à celle de la pédale de frein.

BECAPE Page 68 of 94





5.1.2.2 Test de la force de freinage

Ce test permet d'évaluer les capacités du patient à appuyer sur la pédale de frein située au centre du pédalier. L'objectif est d'atteindre la course maximale de la pédale de frein (buttée mécanique). La force alors développée dans ce cas est aux alentours de 10Kg.

Test de force de freinage



Jauge affichant la contrainte exercée

Figure 5.6 : IHM du test de la force de freinage (logiciel Becape Light)

Une jauge s'affiche à l'écran et se remplie en fonction de la course de la pédale de frein. Plus la pédale est enfoncée et plus la zone verte (figure ci-dessus) remplie la jauge et monte vers le haut de l'écran. Un curseur rouge enregistre la position maximale atteinte.

BECAPE Page 69 of 94





5.1.2.3 Test de la force sur le volant

L'objectif de ce test est d'évaluer les capacités motrices du patient nécessaires à la rotation du volant. Il permet de quantifier la valeur de l'assistance au volant (souvent exprimée en gramme par les thérapeutes spécialistes de l'évaluation de la conduite automobile) nécessaire dans le futur véhicule du patient. L'objectif du test est de tourner le volant jusqu'à atteindre l'angle de rotation choisi (exemple : si l'évaluateur choisit 90°, le patient devra tourner le volant d'un quart de tour) avec un retour d'effort choisi.

Test de force sur le volant

La force est paramétrable L'angle de rotation +/- 450°



Figure 5.7: IHM du test de la force sur le volant (logiciel Becape Light)

L'exploitation du résultat se fait à l'aide l'IHM présentée sur la figure ci-dessous. Elle affiche la position du volant en fonction du temps. Cette courbe permet de voir les fluctuations, les tremblements etc.

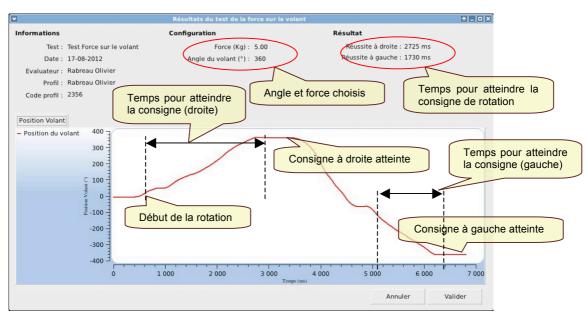


Figure 5.8: IHM d'analyse du test de la force sur le volant (logiciel Becape Light)

BECAPE Page 70 of 94





5.1.2.4 Test de maintien du volant

Le test de maintien du volant a pour objectif d'évaluer la capacité de préhension du volant. L'objectif est de maintenir le volant le plus fermement possible et de résister aux à-coups donnés dans le volant. Il est possible de paramétrer le nombre d'à-coups ainsi que leurs directions.

Test de maintien du volant

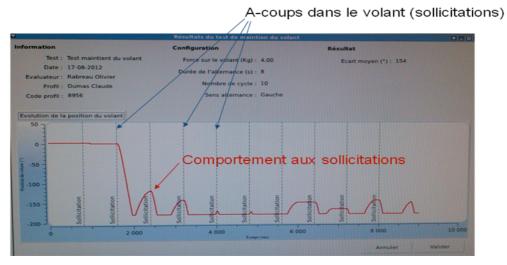


Figure 5.9: IHM d'analyse du test de maintien du volant (logiciel Becape Light)

L'IHM d'analyse des résultats présente une courbe affichant l'écart par rapport à la position centrale du volant. Elle permet de quantifier les déviations du volant à chaque sollicitation.

BECAPE Page 71 of 94





5.1.2.5 Tests de modulation des pédales et de modulation du volant

Ce test à deux objectifs : évaluer et entrainer le patient à tourner le volant ou à appuyer sur les pédales. Le thérapeute peut créer son propre scénario. Il peut simuler des rotations rapides ou lentes sur des durées plus ou moins importantes. L'objectif du test est de maintenir une bille rouge actionnée par l'interface volant ou l'interface pédale dans un carré vert se déplaçant horizontalement sur l'écran pour le volant ou verticalement pour les pédales.

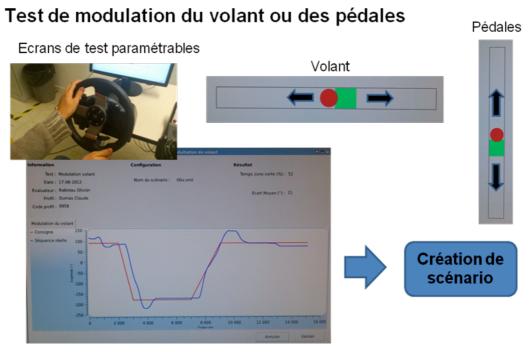


Figure 5.10 : IHM du test de modulation du volant ou des pédales (logiciel Becape Light)

L'IHM affichant les résultats du test permet de visualiser une courbe de référence en rouge créée par le thérapeute et qui correspond à des consignes de position en fonction du temps et une courbe bleue correspondant à la position du volant ou de la pédale actionné en temps réel par le patient.

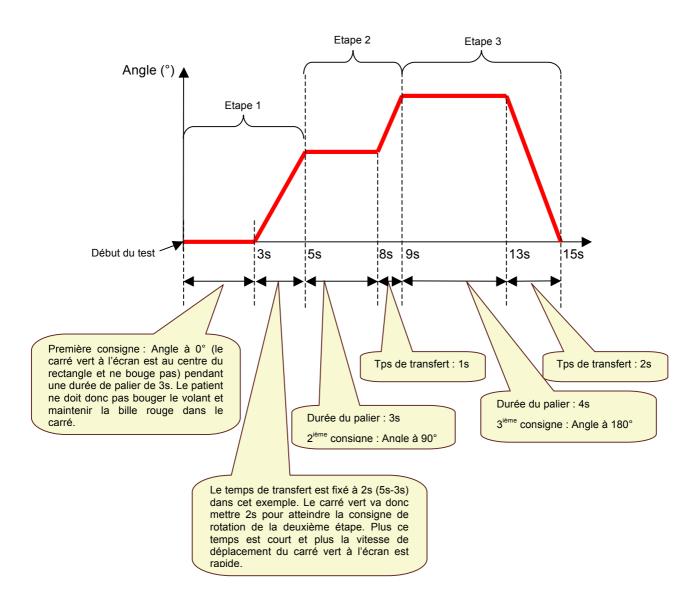
Le thérapeute peut construire ses propres scénarios. C'est à lui de déterminer les variations de position au cours du temps ainsi que la durée de l'exercice.

BECAPE Page 72 of 94





Graphique expliquant la construction du scénario :



5.1.2.6 Edition des résultats et partage des données

L'évaluateur peut à la fin d'une évaluation, éditer l'ensemble des résultats dans un rapport de test.

BECAPE Page 73 of 94





5.2 Le banc statique d'évaluation « Becape »

Le banc statique d'évaluation « Becape » n'a pas été achevé au cours des deux ans du projet de recherche. Celui-ci est encore en cours de finalisation au sein du laboratoire LISV. Nous présenterons dans cette partie l'état d'avancement du banc et les éléments manquants par rapport aux spécifications du cahier des charges.



Figure 5.11 : Banc statique d'évaluation « Becape »

5.2.1 Gestion de la direction

Le banc « Becape » a été équipé d'un bloc de direction assistée électrique issu d'une voiture Renault Clio 2. Par l'intermédiaire de ce système équipé d'un moteur électrique, il est possible de modifier la force au volant. Nous pouvons assister la rotation (aider l'utilisateur à tourner le volant) ou bien au contraire s'y opposer (cas inverse permettant d'évaluer les capacités motrices du conducteur). Il remplie le même rôle que le volant à retour d'effort du banc « Becape light ».



BECAPE Page 74 of 94





Figure 5.12 : Colonne de direction assistée électrique

Le système électronique de contrôle du dispositif est toujours en cours de développement. Une première version devra sortir début septembre 2013.

Le laboratoire LISV a choisi ce dispositif pour trois raisons : le système est simple et commercialisé par les sous-traitants automobiles ; son coût est faible (aux alentours de 140€) ; enfin, il reproduit fidèlement les sensations perçues par le conducteur pendant les rotations du volant (amortissement et résistance mécaniques naturels liés à la mécanique de la direction du véhicule).

La hauteur du volant est réglable également entre 70cm et 90cm. Cette fonction permet d'adapter la hauteur du poste de conduite à la hauteur de l'assise du conducteur. En effet, la hauteur des assises de fauteuils roulants ou bien la hauteur du siège automobile est réglable.

5.2.2 Système d'accélération/freinage

Le banc a été équipé du pédalier de la société Mobsim. Le système répondait aux exigences du cahier des charges. L'inclinaison, la hauteur et l'écartement des pédales sont réglables d'origine. La pédale de frein est équipée d'un capteur de force. Grace à ces configurations possibles, les thérapeutes pourront choisir et simuler de nombreux pédaliers des véhicules futurs de leurs patients. C'est une mise en situation exacte et fidèle à la future configuration. C'est un des objectifs premier du banc statique Becape.



Figure 5.13 : Pédalier Accélérateur/Frein/Embrayage

Des modifications mécaniques devront être apportées au système pour répondre complètement aux exigences du cahier des charges (ajout de l'inversion de pédale et changement de la configuration : mode automatique ou manuel). Ces modifications ne sont ne pas en place actuellement.

BECAPE Page 75 of 94





5.2.3 Assise

Le banc dispose d'une embase mobile équipée d'un siège automobile. Le principe de l'embase mobile permet d'enlever le siège automobile lors d'une évaluation en fauteuil roulant manuel ou électrique (figure ci-dessous).



Figure 5.14 : Evaluation en fauteuil roulant sur le banc statique « Becape »

L'inclinaison et la hauteur de l'assise sont réglables à l'aide de vérins électriques. Le siège automobile peut également être utilisé pour travailler les transferts d'une personne depuis sont fauteuil roulant (figure ci-dessous).



Figure 5.15 : Possibilité de travailler les transferts (fauteuil roulant/siège automobile)

BECAPE Page 76 of 94





Comme illustré sur la figure ci-dessus, le patient aidé ou non de son thérapeute pourra travailler les transferts. Le siège est équipé pour cela d'une embase pivotante et sortante qui permet d'orienter et de rapprocher le siège près du fauteuil.

Enfin, le siège automobile respecte également les critères du cahier des charges. La largeur du dossier et de l'assise sont réglables (de 35cm à 60cm) pour permettre d'accueillir toutes les morphologies de patients.



Figure 5.16 : Siège automobile avec largeur d'assise et de dossier réglable

Le thérapeute doit pour cela modifier l'écartement de l'assise et du dossier (voir la figure ci-dessus). Puis il doit replacer un coussin central sur l'assise et sur le dossier adapté à la nouvelle largeur. Dans la version finale du banc « Becape », il est prévu de fournir des jeux de coussins centraux pour trois largeurs d'assise différentes.

BECAPE Page 77 of 94





5.2.4 Les accessoires

Le banc permet de fixer des interfaces d'aide à la conduite tout autour du patient. Dans cette première version, nous avons inclut un joystick, un minivolant et un Tirer/Pousser électroniques de la société allemande Paravan. Le thérapeute pour ainsi évaluer ces équipements disponibles dans le commerce avec son patient.





Figure 5.17 : Les équipements d'aide à la conduite Paravan (de gauche à droite : Tirer/Pousser, Joystick et Minivolant)

De nombreux autres équipements d'aide à la conduite comme le cercle accélérateur, la boule au volant, le Tirer/Pousser mécanique pourront être intégrés dans le système. La figure ci-dessous donne l'aperçu actuel du banc.



Figure 5.18: Banc statique d'évaluation « Becape » dans sa version actuelle

BECAPE Page 78 of 94





5.2.5 Listes des éléments présents/absents

Le tableau ci-dessous permet de visualiser les fonctions qui ont été incluses à ce jour dans le banc statique d'évaluation « Becape ».

Fonctions du banc statique "Becape"	Statut
Direction	
Cercle accélérateur	NOK
Joystick	OK
Mini-volant	OK
Volant	ОК
Hauteur du volant réglable	OK
Fonctions secondaires de conduite/accessoires	
Module frein à main	NOK
Module boîte de vitesse manuelle	NOK
Module boîte de vitesse automatique	NOK
Clignotants	NOK
Neman	OK
Platine de boutons	NOK
Comodos	OK
Portière	NOK
Hauteur de bas de caisse	NOK
Accélération/Freinage	
Pédale d'accélération	OK
Péda le de frein	OK
Péda le d'embrayage	OK
Tirer/Pousser mécanique	NOK
Tirer/Pousser électronique	OK
Assise	
Siège automobile	OK
Lift	OK
Inclinaison du dossier	OK
Ecartement de l'assise	OK
Ecartement du dossier	OK
Rotation du siège	OK
Translation du siège	OK
Agréments du banc	
Chassis	OK
Coque	NOK
% accompli	64%

Tableau : Statut actuel des fonctions présentes dans le banc « Becape »

BECAPE Page 79 of 94





6 EXPERIMENTATIONS EN CENTRE DE REEDUCATION

6.1 Objectifs

Les objectifs de cette phase d'évaluation de la première version du dispositif Becape Light étaient multiples. Tout d'abord, il s'agissait de valider les principes généraux d'ergonomie du logiciel Becape Light.

Deuxièmement, l'objectif était de mettre en évidence la pertinence de chaque test proposé, à la fois en termes d'évaluation et termes de rééducation.

Etant donné le caractère novateur de l'interface et des tests proposés, aucune norme sur la réussite ou pas des tests n'existent. Un des objectifs de cette phase était donc d'évaluer la manière dont les thérapeutes s'approprient le système et se créent (ou pas) une échelle de référence informelle, après passation de plusieurs patients.

Enfin, l'objectif, plus largement, était d'associer étroitement des centres de rééducation au processus de conception du système, afin de rester le plus proche possible de leurs besoins concrets et profiter de leurs pistes d'amélioration.

6.2 Méthodologie

Le cadre général de l'évaluation consistait en une phase de prêt du système Becape Light auprès des centres, sur une période d'environ un mois (selon les possibilités calendaires de chaque centre), afin que les thérapeutes intègrent le système dans leurs activités quotidiennes.

Le système était amené et installé auprès de chaque centre par l'équipe du CEREMH, qui expliquait également les principales fonctionnalités offertes.

Aucune autre consigne sur l'usage n'était donnée, l'objectif étant que les thérapeutes s'approprient le système de la manière la plus « naturelle » possible, et qu'émergent ainsi les points forts et faibles dans un cadre d'utilisation quotidienne.

Une grille d'évaluation était donnée à chaque utilisateur, afin qu'il puisse noter au fur et à mesure de l'utilisation son avis sur chaque fonction, ses préférences et commentaires sur chacune d'entre elles.

Voici les dimensions approchées dans la grille :

- Initialisation du logiciel :
 - o Création d'un centre : facilité de gestion des données, pertinence des intitulés et des options
 - Création d'un évaluateur : facilité de gestion des données, pertinence des intitulés et des options
- Organisation générale du logiciel
 - o Compréhension de la logique de séparation de l'écran
 - Pertinence des informations à l'écran

BECAPE Page 80 of 94





- Intuitivité du système de navigation
- o Facilité de navigation

Tests

- Configuration : pertinence des intitulés, compréhension des options, pertinence et exhaustivité des options.
- Passation : Pertinence des consignes de tests, pertinence des environnements graphique et physique, fatigue et danger éventuels induits par le test pour la personne évaluée
- o Données produites : Clarté, pertinence, représentativité, exhaustivité des données fournies.
- Données graphiques: Clarté des intitulés, pertinence des options d'affichages, facilité d'exploitation des graphes, représentativité des courbes, pertinence et exhaustivité des données graphiques.
- Appréciation générale : aide apportée par le test dans la détermination des capacités de la personne évaluée, pertinence du test dans le cadre d'un programme de rééducation, bilan générale sur le test.

- Export des données

- Exhaustivité des possibilités d'export
- o Facilité

Appréciation générale

- Adéquation entre les fonctions proposées et les activités d'évaluation de conduite d'un centre de rééducation
- o Exhaustivité des tests proposés dans le cadre d'une pré-évaluation à la conduite
- Exhaustivité des tests proposés dans le cadre d'une rééducation
- Aide apportée par le manque dans la détection de troubles, moteurs ou cognitifs.
- Avis général

6.3 Organisation

BECAPE Page 81 of 94





Une première journée de présentation du système aux centres partenaires du réseau Comète France a été organisée, le 21 Septembre 2012.

Cette réunion a permis de présenter les grandes fonctions de Becape Light, d'obtenir des premiers retours et d'identifier les centres désirant obtenir le système lors de la phase d'évaluation.

Journée Pen Bron avec les centres de rééducation du réseau Comète (21 septembre 2012)



Premiers retours



Essais de <u>Becape light</u> avec des ergothérapeutes et médecins présents à cette journée







- Choix des couleurs des stimuli,
- Positionnement des marqueurs,
- Choix des consignes,
- Double écran: intérêt?

Plusieurs centres de réseau Comète ont ainsi manifesté leur intérêt pour participer à la phase d'évaluation du système. Si, pour des raisons organisationnelles, certains centres n'ont finalement pas pu recevoir le système, 2 centres du réseau Comète ont participé à l'évaluation :

- Le centre de Coubert, en Seine-Et-Marne, auquel le banc a été prêté du 17 octobre 2012 au 8 janvier 2013
- Le centre de Réadaptation de Mulhouse, dans le Haut-Rhin, dans lequel le bac a été laissé du 11 février au 12 mars 2013

BECAPE Page 82 of 94





Un centre hors du réseau Comète a également participé à l'évaluation :

Le centre de Rothschild, à Paris, auquel le banc a été prêté du 7 au 28 mars 2013

En tout, ce sont 6 thérapeutes qui ont pu utiliser le système (4 ergothérapeutes, 1 neuropsychologue, 1 kinésithérapeute).

28 personnes ont été évaluées à l'aide du dispositif.



6.4 Résultats qualitatifs

Pour des raisons de clarté et de concision, nous ne donnerons pas les résultats détaillés de la phase d'évaluation, mais les grandes tendances qui ont émergé.

6.4.1 Interface physique

BECAPE Page 83 of 94





S'il est intéressant d'avoir un système facilement transportable, certains reproches ont été adressés à l'interface physique : le volant est plus petit qu'un volant standard et il est pour l'instant très difficile d'y installer des aides techniques (type boule au volant par exemple).

Le pédalier présente également des points faibles : il glisse facilement, ce qui peut rendre difficile certains tests, et les pédales de frein et d'embrayage sont un peu trop rapprochées.

Une surcouche volant, permettant d'installer des aides techniques, va être développée.

Une fixation du pédalier est également prévue.

Dans le cadre d'un protocole de mesure strict, le fait qu'il n'y ait pas de support bâti fixe permettant de fixer les éléments à une position donnée peut poser problème, notamment pour les aspects de reproductibilité des conditions de test.

6.4.2 Initialisation

Les modalités de création de centre et d'évaluateur ont été bien comprises et n'ont pas posé de problème.

Il en va de même de l'écran permettant de créer un profil patient, même si une plus grande proximité avec les dossiers patients des hôpitaux a parfois été demandée, ainsi qu'une plus grande précision dans la définition de la pathologie du patient.

6.4.3 Test du temps de réaction

Les possibilités de réglages du test sont bien comprises.

Au niveau de la passation du test, le premier essai fait avec un patient n'est jamais pertinent, car il a d'abord besoin de se familiariser avec l'environnement. Cette remarque (qui a été faite pour d'autres tests également) nous indique la nécessité d'un écran transitoire entre l'écran principal de l'application et le début du test.

Il sera également nécessaire de revoir le stimulus sonore.

Concernant les données produites, de petits problèmes compliquent l'accès aux données. Cependant, les courbes produites présentent un réel intérêt pour évaluer les capacités de la personne.

Globalement, ce test a été jugé très intéressant, il donne un bon aperçu qualitatif et quantitatif des performances de la personne quant à son temps de réaction en cas d'urgence.

Le retour visuel que permet l'application, notamment grâce aux graphes produits, peut aider l'évaluateur à faire prendre conscience à la personne d'éventuelles difficultés qu'elles pourraient dénier.

BECAPE Page 84 of 94





6.4.4 Test de la force au freinage

Ce test, bien qu'intéressant dans sa définition, nécessite quelques améliorations pour pouvoir être utilisé de manière représentative. Si la configuration et la passation pose peu de problème, les données produites sont lacunaires.

Ainsi, la demande forte pour ce test est d'avoir des graphes analogues à ceux produits à l'issue de la passation du test de temps de réaction (évolution de la force sur la pédale en fonction du temps au cours du temps), permettant une approche quantitative pouvant mettre en évidence, notamment, le temps mis par la personne pour appliquer sa force maximale.

6.4.5 Test de la force au volant

A l'instar du test de la force au freinage, les dimensions approchées par le test ont été jugées très intéressantes, mais des adaptations sont à apporter pour pouvoir être exploitées pleinement.

Tout d'abord, au niveau de la configuration, certains intitulés sont inhomogènes avec les valeurs couramment utilisées par les professionnels du secteur : il est par exemple important de parler en termes d'assistance de direction.

Lors de la passation, hormis les limites du volant déjà évoquées en 6.4.1, le même problème de pertinence du premier essai, déjà remonté pour le test du temps de réaction, a été signalé.

En revanche, les courbes produites sont pertinentes et apportent un aide dans la détermination des capacités du patient à tourner le volant.

6.4.6 Test de maintien du volant

Si certaines possibilités de réglages du test font peu sens, la logique de création de scénario a été bien comprise. En revanche, il paraît important de proposer des scénarios pré-enregistrés.

La passation pose assez peu de problème, même si un écran transitoire entre l'écran principal et le début du test serait le bienvenu. En revanche les données produites sont difficiles à interpréter. Les critères fournis sur la réalisation du test ne permettent pas de mettre en évidence une capacité directe de la personne à conduire, et les courbes sont difficilement interprétables en termes qualitatifs.

Il est donc nécessaire, pour ce test, de définir des scénarios précis et de revoir les critères, afin qu'il apporte une information ciblée sur les capacités de conduite.

6.4.7 Test de modulation du volant

A l'instar du test de maintien du volant, la logique de création de scénario a été bien comprise mais des scénarios pré-enregistrés sont demandés.

Lors de la passation, un écran transitoire permettant de mieux préparer la personne est demandé. L'interface graphique du test a tendance à mettre la personne en échec, ce qui rend difficile une évaluation de capacités précises.

BECAPE Page 85 of 94





Il apparaît donc nécessaire de revoir l'interface graphique du test, afin que la personne évaluée puisse mieux anticiper les actions qu'elle a à faire.

Si les données chiffrées sont peu parlantes, à la fois parce qu'elles n'isolent pas de capacités précises et que le test est trop difficile et donc la mesure trop sévère, les courbes fournies sont intéressantes.

Ce test semble ainsi plus orienté vers des aspects de rééducation; des modifications, notamment sur l'interface graphique, sont à apporter afin qu'il puisse être intégré à des programmes de rééducation.

6.4.8 Test de modulation des pédales

Les remarques sont quasiment identiques au test de modulation du volant.

Il sera nécessaire de revoir l'environnement graphique afin d'orienter l'exercice vers des activités de rééducation.

6.4.9 Bilan de l'évaluation

Les tests de temps de réaction, de force au freinage et de force au volant, s'ils nécessitent des modifications en termes d'interface physique et logicielle, peuvent rentrer dans les activités d'évaluation des centres de rééducation, comme premier outil d'évaluation des aptitudes à la conduite.

Les tests de maintien du volant, de modulation des pédales et du volant sont plus difficilement utilisables en tant qu'outil d'évaluation, et, en l'état, peu adaptés pour s'insérer dans un programme de rééducation. De nouveaux exercices, sur la base de ceux présentés, pourraient être développés afin d'offrir une vraie plusvalue dans un cadre de rééducation.

7 BILAN DU PROJET BECAPE

7.1 Planification prévisionnelle

Au démarrage du projet de recherche Becape, le planning décrit par la figure ci-dessous a été établi. Il incluait les cinq sous-projets

BECAPE Page 86 of 94





Planning du projet BECAPE							
Ν°	Nom de la tâche	% achevé	Durée	Début	Fin	Préc	Noms ressources
1	Projet BECAPE	7%	347 jours	Lun 10/01/11	Mar 08/05/12		
2	Réunion de démarrage du projet	100%	1 jour	Ven 14/01/11	Ven 14/01/11		Equipe BECAPE
3	Réunion: Synthèse des travaux exploratoires de 2010	100%	1 jour	Ven 28/01/11	Ven 28/01/11		Equipe BECAPE
4	SP1 Analyse des besoins/Evaluation des deux dispositifs existants par panel CRF	100%	16 jours	Lun 31/01/11	Lun 21/02/11	2	
5	Création d'une page descriptive des acteurs du projet (doc à faire circuler par mail)	100%	10 jours	Lun 31/01/11	Ven 11/02/11		Claude, Eric, Florence, Peter
6	Synthèse des documents des travaux exploratoires de 2010	100%	2 jours	Lun 07/02/11	Mar 08/02/11		Benjamin et Florence
7	Recherches bibliographiques	100%	5 jours	Lun 07/02/11	Ven 11/02/11		Olivier
8	Réunion bilan de synthèse (Travaux de 2010)	100%	1 jour	Lun 21/02/11	Lun 21/02/11		Equipe BECAPE
9	SP2 Définition du cahier des charges	20%	31 jours	Jeu 03/03/11	Jeu 14/04/11		
10	Ecriture du CDCF	57%	20 jours	Jeu 03/03/11	Mer 30/03/11		Equipe BECAPE
11	Réunion n°l écriture du CDCF	100%	1 jour	Jeu 03/03/11	Jeu 03/03/11		Claude, Florence, Pierre-Antoir
12	Réunion n'2 écriture du CDCF	100%	1 jour	Mer 09/03/11	Mer 09/03/11	11	Claude, Florence, Pierre-Antoir
13	Réunion n'3 écriture du CDCF	100%	1 jour	Lun 14/03/11	Lun 14/03/11	12	Claude, Florence, Pierre-Antoin
14	Réunion n⁴ écriture du CDCF	100%	1 jour	Ven 18/03/11	Ven 18/03/11	13	Claude, Florence, Pierre-Antoin
15	Réunion n'5 écriture du CDCF	0%	1 jour	Mer 23/03/11	Mer 23/03/11	14	Claude, Florence, Pierre-Antoir
16	Réunion n'6 écriture du CDCF	0%	1 jour	Ven 25/03/11	Ven 25/03/11	15	Claude, Florence, Pierre-Antoir
17	Béunion n⁴7 finalisation du CDCF	0%	1 jour	Mer 30/03/11	Mer 30/03/11	16	Equipe BECAPE
18	Ecriture du CDCT	0%	13 jours	Mar 29/03/11	Jeu 14/04/11		LISV, CEREMH
19	SP3 Développement de 2 Dispositifs	0%	187 jours	Ven 15/04/11	Lun 02/01/12		
20	Réalisation d'un premier prototype	0%	187 jours	Ven 15/04/11	Lun 02/01/12	18	LISV
21	SP4 Tests avec mise à disposition d'un dispositif auprès des CRF	0%	41 jours	Mar 03/01/12	Mar 28/02/12		
22	A complèter	0%	41 jours	Mar 03/01/12	Mar 28/02/12	20	
23	SP5 Développement Final d'un prototype pré-industriel	0%	347 jours	Lun 10/01/11	Mar 08/05/12		
24	SP5.1 : Evolution du Banc Auto-Adapt	0%	50 jours	Mer 29/02/12	Mar 08/05/12		
25	A complèter	0%	50 jours	Mer 29/02/12	Mar 08/05/12	22	
26	SP5.2 : Réalisation d'une nouvelle version de Banc BECAPE	0%	50 jours	Lun 10/01/11	Ven 18/03/11		
27	A complèter	0%	50 jours	Lun 10/01/11	Ven 18/03/11		

Figure 7.1 : Planning prévisionnel du début de projet

BECAPE Page 87 of 94





7.2 Déroulement réel du projet

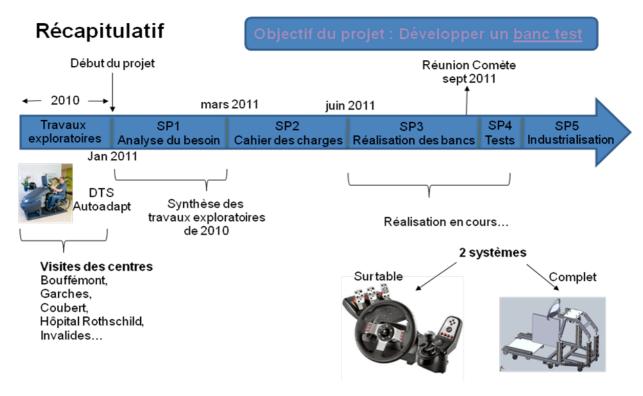


Figure 7.2 : Déroulement du projet de recherche Becape

BECAPE Page 88 of 94





7.3 Répartition des hommes/mois du projet

	LISV		CEREMH	Durée (mois)	
	Prévus	Réalisés	Prévus	Réalisés	,
Coordination	0	0,2H/m	0,5 H/m		18
SP1	1 H/m	2H/m	0,5 H/m		2
SP2	0,2 H/m	0,5H/m	0,2 H/m		1
SP3	1,5 H/m	3,5H/m	0,5 H/m		8
SP4	0,7 H/m	0,1H/m	0,5 H/m		2
SP5	1 H/m		0		5

Tableau 13 : Répartition des hommes/mois du projet de recherche Becape

7.4 Interventions stagiaires/doctorants

- Stage de 6 mois (master recherche ergonomie Paris 6) sur le protocole d'évaluation,
- Stage de 6 mois (master CSER Université de Versailles) test de la faisabilité sur un système embarqué Windows,
- Stage de 2 mois et demi (DUT GEII) Développement de la commande du siège et du volant.
- Doctorante Amina Gacem (Identification d'un modèle de comportement)

7.5 Imputations budgétaires

Dépenses matériels : 10 758 €,
Développements logiciel : 25 146 €,

- NDF : 1725,73 €,

Total des dépenses pour le matériel : 37 629,73 €

BECAPE Page 89 of 94





8 PERSPECTIVES DU PROJET

8.1 Partenariat industriel

Trois partenariats sont actuellement en cours d'investigation. Les partenaires industriels potentiels ont besoin d'un dossier de fabrication pour estimer le coût et la faisabilité d'un tel produit. Ce dossier sera remis pas le laboratoire LISV pour la fin d'année 2013.







8.2 Partenariat universitaire

Le CEREMH a signé une convention de partenariat avec le CIRRIS (Centre Interdisciplinaire de Recherche en Réadaptation et Intégration Sociale) et l'IRDPQ (Institut de réadaptation en déficience physique de Québec) afin de poursuivre le développement et surtout valider les tests conçus durant le projet Becape.

Ce partenariat devrait nous permettre de proposer aux centres évaluateurs des outils d'évaluation sur le banc Becape validés scientifiquement.

Nous intégrerons dans cette démarche les centres de réadaptation du réseau Comète France.

Une convention est également en cours de rédaction avec l'hôpital Broca afin de définir les tests plus particulièrement intéressants pour les personnes âgées.

BECAPE Page 90 of 94





9 CONCLUSION

Les bancs statiques sont utilisés dans plusieurs pays à l'étranger. L'Italie, utilise depuis au moins 20 ans ce type de dispositif. L'évaluation sur un Banc est obligatoire dans tous les centres Fiat Autonomy. Les centres de Grande Bretagne sont également équipés des bancs statiques d'évaluation Fiat et autres dispositifs.

Autres: Suède, Allemagne, Brésil, Suisse et autres...

L'Espagne commence à s'équiper également. Nous sommes en contact avec le centre de Valence (Espagne) pour travailler sur le protocole.

Notre objectif serait maintenant d'évaluer dans les centres de rééducation de France les Deux dispositifs. Mettre en œuvre un protocole d'évaluation en accord avec les thérapeutes. Mettre en place la plateforme d'échange Web pour constituer une première base de données référençant les résultats selon les pathologies. Mutualiser les pratiques d'évaluation et de rééducation. Terminer la réalisation du dispositif Becape pour fin mars.

BECAPE Page 91 of 94





10 TABLE DES FIGURES

Figure 1.1 : Simulateur de conduite de 1960 pour les autoécoles réalisé à partir d'éléments empruntés à de voitures Renault				
Figure 1.2 : Déroulement initial du projet de recherche Becape	6			
Erreur ! Référence de lien hypertexte non valide.				
Figure 2.2 : Simulateur de la société ECA FAROS pour les PMR	10			
Figure 2.3 : Les centres adhérents du réseau Comète (2013)	12			
Figure 2.4 : Photos de plusieurs simulateurs de conduite (A : Mercedes, B : Honda, C : Peugeot, D : Iffs				
Figure 2.5 : Fabricants de simulateurs de conduite pour les autoécoles	16			
Figure 2.6 : Simulateurs de conduite orientés handicap	17			
Figure 2.7 : Photos du banc test DTS « Autoadapt »	18			
Erreur ! Référence de lien hypertexte non valide.				
Figure 2.9 : Photos du banc test portatif de la société Steering Development	21			
Figure 2.10 : Système écologique de mesure de la force sur le volant et du temps de réaction	23			
Figure 2.11 : Réseau de centres d'évaluation de la conduite en Angleterre	25			
Figure 2.12 : Déroulement d'une évaluation de la conduite au centre de Truro	27			
Figure 2.13 : Centres de Mobilité Fiat en Italie juin 2011 et l'adresse de Treviso	30			
Figure 2.14 : Piscine au centre de Pieve di Soligo pour la réhabilitation et les résidents du village	31			
Figure 2.15 : Séance de groupe pour les patients avec MA (à gauche) et équipement pour réhabilitation	31			
Figure 2.16 : Le banc Fiat coté conducteur avec l'opérateur Paulo Boscarato, ergothérapeute (gauch une vue d'ensemble (droite)				
Figure 2.17 : Vue du plancher et pédalier du banc Fiat	32			
Figure 2.18 : Fiat Panda équipée par HandyTech et DAL BO sur le circuit de Pieve di Soligo	33			
Figure 2.19 : Vue de l'intérieur et de la porte du conducteur de la Fiat Panda équipée par HandyTech	33			
Figure 2.20 : Fiat Punto équipée par Scardallato (concessionaire Fiat à Derzo TV) avec aide Guidosimplex				
Figure 2.21 : Déroulement d'une évaluation de la conduite au centre de Treviso	35			
Figure 4.1 : Schéma pieuvre du banc statique d'évaluation de la conduite automobile	42			
Figure 4.2 : Chaîne d'actes pour l'évaluation à la conduite	45			
Figure 4.3 : Présentation des deux dispositifs développés par le LISV en partenariat avec le CEREMH	52			
Figure 4.4 : Châssis en profilé Aluminium du banc Becape	53			
Figure 5.1 : Fonctions évaluées par les bancs de test	64			
Figure 5.2 : Interface volant/pédales/levier de vitesse G27 de la société Logitech	65			





Figure 5.3 : Présentation du banc « Becape light »	66
Figure 5.4 : IHM du test du temps de réaction (logiciel Becape Light)	67
Figure 5.5 : IHM d'analyse des résultats du test du temps de latence (logiciel Becape Light)	68
Figure 5.6 : IHM du test de la force de freinage (logiciel Becape Light)	69
Figure 5.7 : IHM du test de la force sur le volant (logiciel Becape Light)	70
Figure 5.8 : IHM d'analyse du test de la force sur le volant (logiciel Becape Light)	70
Figure 5.9 : IHM d'analyse du test de maintien du volant (logiciel Becape Light)	71
Figure 5.10 : IHM du test de modulation du volant ou des pédales (logiciel Becape Light)	72
Figure 5.11 : Banc statique d'évaluation « Becape »	74
Figure 5.12 : Colonne de direction assistée électrique	75
Figure 5.13 : Pédalier Accélérateur/Frein/Embrayage	75
Figure 5.14 : Evaluation en fauteuil roulant sur le banc statique « Becape »	76
Figure 5.15 : Possibilité de travailler les transferts (fauteuil roulant/siège automobile)	76
Figure 5.16 : Siège automobile avec largeur d'assise et de dossier réglable	77
Figure 5.17 : Les équipements d'aide à la conduite Paravan (de gauche à droite : Tirer/Pousser, Minivolant)	-
Figure 5.18 : Banc statique d'évaluation « Becape » dans sa version actuelle	78
Figure 7.1 : Planning prévisionnel du début de projet	87
Figure 7.2 : Déroulement du projet de recherche Becape	88





11 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les centres du réseau Comète en lien avec l'activité d'évaluation de la conduite automo personnes en situation de handicap	
Tableau 2 : Caractéristiques du banc d'évaluation « DTS » de la société AutoAdapt	19
Tableau 3 : Caractéristiques du banc test « Fiat Autonomy » du constructeur Fiat	20
Tableau 4 : Caractéristiques du banc d'évaluation portatif de la société Steering Development	22
Tableau 5 : Fonctions principales du banc statique d'évaluation Becape	46
Tableau 6 : Sous-fonctions de la fonction principale FP1	46
Tableau 7 : Sous-fonctions de la fonction principale FP1	47
Tableau 8 : Sous-fonctions de la fonction principale FP1	48
Tableau 9 : Sous-fonctions de la fonction principale FP2	49
Tableau 10 : Fonctions secondaires du banc statique d'évaluation Becape	50
Tableau 11 : Fonctions contraintes du banc statique d'évaluation Becape	51
Tableau 12 : Liste des matériels principaux dans le banc Becape	63
Tableau 13 : Répartition des hommes/mois du projet de recherche Becape	89