

Projet de réalisation d'un caddie pliable pour personnes handicapées en chaise roulante

A. ROULETTE
M. MINCKE
Ing. D. MICHEL
ISICht – Mons

Depuis plusieurs années, les mécaniciens de 1^{ère} master en sciences de l'ingénieur industriel collaborent avec le groupement Altéo de la mutualité chrétienne et le département ergothérapie de la Helha afin d'adapter un caddie aux besoins spécifiques d'une personne en chaise roulante. Cette collaboration permet à la fois d'exploiter les compétences des étudiants mécaniciens pour améliorer le confort de personnes handicapées, de confronter les étudiants à un monde auquel ils sont peu familiarisés, celui du handicap, et enfin pour les élèves ergothérapeutes de découvrir le domaine de la conception d'objets adaptés.

Mots-clefs : caddie de courses, chaise roulante, supermarché, léger, plier, voiture, acier, aluminium.

For many years, the students in engineering from ISIC collaborate with the group Alteo and the occupational therapy department of the Helha to adapt a shopping trolley to the specific needs of the people in wheelchair. This collaboration ensure to exploit the competences of the future engineers to make the comfort of the people in wheelchair better, and to confront them to a new world, the world of the handicap. The students in occupational therapy discovered the conception of adapted objects.

Keywords : shopping trolley, wheelchair, supermarket, light, to fold, a car, steel, aluminium.

1. Mise en situation

A priori, toutes les grandes surfaces ont l'obligation de mettre à disposition des personnes handicapées, et en particulier des chaisards, un caddie qui leur soit adapté. Pareil caddie existe dans le commerce mais, dans les faits, il n'est jamais proposé à l'entrée des supermarchés. Par ailleurs, ce caddie qui s'attache au fauteuil est bien trop long et encombrant lorsqu'il s'agit de passer d'un rayon à un autre. En 2008-2009, un premier groupe d'étudiants mécaniciens, assistés d'une étudiante en ergothérapie, s'était emparé du problème. Ils avaient adapté un caddie à deux paniers, nommé Little caddie, aux besoins spécifiques des personnes en chaise roulante. Ce caddie, qui avait rencontré les attentes des chaisards, ne pouvait se replier, ni s'emporter.

L'objectif du projet de l'année 2009-2010 était donc de concevoir un caddie pliable. Pliable, le caddie peut s'emporter aisément dans un coffre de voiture et donc être acquis par la personne handicapée qui pourra alors solliciter son remboursement partiel ou total par l'AWIPH (agence wallonne pour l'intégration de la personne handicapée). Le produit est donc destiné aux chaisards possédant un certain degré d'autonomie, capables de conduire, de se déplacer et de soulever de petites charges.

Pareil projet n'est pas commun pour des étudiants ingénieurs industriels. Il s'agit d'un travail de conception et non pas d'amélioration ou de dimensionnement de pièces existantes. Pour le mener à bien, les étudiants ont dû collaborer avec des personnes issues de milieux qui ne leur sont pas familiers. L'association Altéo, et plus particulièrement le groupe accessibilité de Mons-Borinage, fédère des personnes handicapées ainsi que des personnes valides ayant pour la plupart un proche en chaise roulante. Ces personnes se battent afin d'aider les moins valides dans leur quotidien. Ils sont à la fois les commanditaires et les testeurs du caddie. Une étudiante en ergothérapie a nourri de ses réflexions la conception du caddie en la confrontant aux possibilités et aux limites physiques des chaisards.

2. Départ du projet

Le caddie adapté l'année précédente répondait aux attentes des personnes en chaise. Sa hauteur, sa capacité et sa maniabilité avaient été reconnues par les utilisateurs potentiels. Au vu de cette estimation très positive, la première idée fut de retravailler ce caddie pour le rendre pliable. Une fois plié, le caddie devra pouvoir rentrer sans trop de difficultés dans un coffre de voiture de type Renault Clio, Seat Ibiza, Opel Corsa, ... dont les volumes sont généralement compris autour de 350 litres et dont le seuil de chargement est en moyenne de 53 centimètres. Les deux paniers associés à la structure devront également prendre place dans le coffre en même temps que le caddie lui-même. Cet objectif d'adaptation paraissait simple au premier abord mais posa de nombreux problèmes par la suite.

Lors de la première rencontre avec les membres d'Altéo, la proposition fut accueillie favorablement mais les chaisards demandèrent que le projet soit réalisé en fibre de carbone. L'évocation de ce matériau, à la fois trop cher et bien trop cassant pour l'utilisation du caddie, indiquait que les membres de l'association voulaient un objet léger. D'autres idées d'améliorations, parmi lesquelles l'ajout d'un frein à main, d'un support pour la liste de courses et d'un porte-canne, furent retenues.



Figure 1 : Photo du caddie adapté de l'année précédente.

Comme matériau, l'aluminium s'imposa pour sa légèreté. Son prix - deux fois celui de l'acier - n'effrayant pas les futurs utilisateurs, ceux-ci donnant visiblement la priorité à l'aisance de manipulation sur le coût, du moins dans une certaine mesure. A la sortie de cette réunion, il était convenu de refaire le caddie existant mais en aluminium et pourvu d'éléments permettant de le plier.

3. Réflexion autour du problème

Le cahier des charges du projet pouvait ainsi se résumer : conserver les éléments satisfaisants du projet précédent, alléger la structure et trouver une technique de pliage/dépliage simple, rapide et sans risques, adaptée à ces utilisateurs.

Les éléments qui avaient rencontré les exigences de nos commanditaires devaient être conservés. Ainsi les bacs de chargement seront inclinés de 20 degrés, le côté le plus bas se trouvant du côté de la poignée, ce qui permet à l'utilisateur de placer et d'enlever les articles plus facilement par l'arrière du caddie. Deux appendices situés de part et d'autre de la largeur du caddie à l'arrière de celui-ci donneront la possibilité à la personne en chaise de diriger l'engin avec les pieds ou avec sa chaise. Une plaque placée à l'arrière du

caddie, entre les appendices cités ci-dessus, permettra à l'utilisateur de le faire avancer en y frappant avec les pieds ou le bas de sa chaise.

Une poignée de hauteur adaptée (plus ou moins à 95 centimètres du sol) et d'une longueur supérieure à celle présente sur un exemplaire destiné aux personnes valides permettra de placer la chaise sous la poignée et dès lors de faciliter la conduite lors des achats.

Un dimensionnement théorique du caddie adapté, pourvu de tubes d'acier pleins de 10 et 12 mm de diamètre, a montré qu'il était largement surdimensionné. En effet, il pouvait supporter 65 kg sur la partie supérieure sans aucun problème. Afin de garantir une légèreté suffisante, les tubes pleins ont été remplacés par des tubes creux, pourvus de caractéristiques de légèreté avantageuses.

La pièce originale pèse 10,5 kg. Par comparaison, une chaise roulante actuelle pèse aux alentours de 8 kg et possède une pliabilité très avancée qui lui permet d'être facilement rangée dans une voiture. Par comparaison, le caddie était donc encore beaucoup trop lourd. Après discussion avec les membres d'Altéo, l'objectif à atteindre a été fixé à 6 kg. Avec des tubes en acier, le poids pouvait se réduire à 8 kg. L'aluminium permettrait de descendre autour des 6 kg souhaités.

La simplicité et la rapidité du pliage/dépliage du caddie était un point essentiel du projet. L'observation et l'analyse d'autres systèmes qui devaient être aussi repliés et facilement manipulables (des poussettes, des chaises roulantes, ...) conduisirent à diverses expérimentations. Au final, un système de glissières s'imposa : l'utilisateur fera glisser le haut du caddie dans la partie basse de celui-ci à l'aide de 2 ergots situés sur les axes verticaux. La partie basse du caddie sera donc plus large de sorte à pouvoir accueillir la partie supérieure qui reste identique. Ces deux parties seront reliées par deux tubes coulissants avec pour arrêts des ergots, comme sur des béquilles. La personne rabattra ensuite la poignée verticale vers le bas, le long du caddie, ainsi que les éléments directeurs au niveau des pieds avant de le ranger dans son coffre. Trois manœuvres relativement simples permettront le pliage ou le dépliage du caddie.

La personne en chaise doit également pouvoir sortir aisément le caddie du coffre ou, au contraire, l'y rentrer. En visant la plus grande compacité possible, le caddie développe une base de 42 cm sur 55 cm, une hauteur de 70 cm ; le tout pour un volume de 160 dm³. Compte tenu que le volume moyen des coffres visés est de 300 dm³, il reste suffisamment de place pour les 2 paniers de courses, de 28 dm³ chacun. Les points de préhension du caddie avant de le placer dans le coffre sont situés à une hauteur de 55 cm une fois le caddie plié. Cependant cette hauteur de préhension est problématique : il est impossible ou extrêmement gênant pour les personnes en chaise roulante, de se pencher suffisamment pour attraper le caddie une fois que celui-ci est plié. La solution passera donc par une position intermédiaire: la personne replierait partiellement le caddie sur sa hauteur, rabattrait le guidon et les éléments directeurs, prendrait ensuite le caddie sur les genoux pour le replier complètement et finalement le glisser dans le coffre. Des tests réalisés par l'étudiante en ergothérapie indiquèrent que la hauteur idéale des poignées se situe à 80 cm de hauteur.

En passant de l'étude théorique à la réalisation d'un prototype, trois problèmes majeurs surgirent. La structure du caddie existant présentait plus 20 points de soudure. Le soudage de l'acier est un procédé bien maîtrisé, celui de l'aluminium se révèle plus délicat. Il nécessite un matériel spécifique ainsi que des compétences assez rares qui se négocient donc chèrement. Or, un prix contenu serait évidemment un bon argument pour la réussite du projet. Une demande de budget, appuyée par un cahier des charges, a dès lors été introduite auprès du gouvernement wallon par le groupe Altéo afin de permettre la réalisation du prototype.

Afin de limiter le nombre de points de soudure, la structure pouvait également être repensée en préservant les aspects positifs du modèle précédent et en intégrant les critères de légèreté et de pliability. Cette nouvelle structure se compose de deux plaques minces pleines séparées par deux croisillons verticaux qui seront repliés pour ranger le caddie dans le coffre. La plaque du bas est posée sur 4 roulettes. La poignée se replie en deux temps afin de servir de point de préhension de hauteur adaptée lors de la manipulation. Les plaques et les tubes menant à la poignée sont réalisés en aluminium alors que les croisillons le seront en acier afin d'augmenter la résistance, sachant que ce sont les points critiques lorsque la structure est chargée.



Figure 2 : Plan 3D du prototype déplié.

Une fois les dimensions du modèle déterminées, les plans 3D ont été réalisés grâce au logiciel Solidworks. Ceux-ci furent présentés aux membres d'Altéo surtout préoccupés par la légèreté du futur caddie (5 à 6 kg au maximum). Pour la première fois, la taille des roulettes retint l'attention des chaisards qui les souhaitèrent grandes afin de franchir d'éventuels obstacles plus facilement. Après avoir écouté leurs demandes, l'étudiante en ergothérapie a procédé à une première simulation de la manipulation du caddie. À l'aide d'un prototype en bois d'environ 5 kg, les personnes en chaise roulante qui le souhaitaient pouvaient s'essayer à la pose de l'objet sur une table jouant le rôle du coffre. Nous avons ainsi pu observer leur manière d'agir, leurs sensations vis-à-vis du poids et de la hauteur à laquelle ils saisissaient le "prototype". La proposition du nouveau modèle ayant été bien reçue, l'apport d'un subside de 1000 euros permit de songer sereinement à la réalisation du modèle en aluminium.

4. Réalisation du prototype

Avant de passer à la réalisation concrète du prototype, quelques tests s'imposaient. Nous avons tout d'abord cintré des tubes d'aluminium de diamètres nécessaires pour la résistance du caddie à la courbure voulue. Manifestement, les rayons de courbures allaient devoir être augmentés à certains endroits. L'aluminium doit être surdimensionné par rapport à l'acier compte tenu de sa limite élastique inférieure à celle de l'acier (f_y acier = 235 N/mm² et f_y aluminium = 180 N/mm²). De ce fait, le volume du caddie replié sera d'autant plus important. Cependant, ce problème pouvait être résolu en augmentant le nombre de tubes mais de diamètre plus petit.

Nous avons décidé de tester le système de repli proprement dit. Il s'agissait de deux tubes de diamètres différents coulissant l'un dans l'autre et stoppés par des ergots. Nous avons alors fabriqué un cadre inférieur sur lequel étaient soudés les tubes de diamètre plus faible et un cadre supérieur sur lequel les tubes de diamètre plus élevé étaient placés. Le tout était réalisé en acier pour plus de facilité dans la réalisation. Lors de l'étape de repliage, si les tubes n'étaient pas parfaitement alignés, le système coinçait. Des tests ont alors été effectués avec des tubes carrés mais le problème perdurait. Il était presque impossible de replier le système en étant assis sur une chaise en tenant les ergots rentrés sans faire de gros efforts et risquer de se coincer les doigts. Si ce système, pourtant couramment utilisé sur les béquilles, posait problème c'est probablement parce qu'il ne supporte pas une manipulation fréquente. De plus, le dessus de la béquille n'est pas chargé lors de la modification de la taille comme c'est le cas dans notre caddie.

Enfin la réalisation des soudures sur l'aluminium demandait l'intervention d'un professionnel que nous peinions à trouver.

La solution à ces trois problèmes consistait à repenser de nouveau la structure pour supprimer les soudures, améliorer la pliabilité et ce tout en conservant les éléments indispensables à la satisfaction des chaisards.

La structure avec deux plates-formes planes sur lesquelles prendraient place les paniers permettrait d'obtenir un objet replié compact dans la mesure où les plates-formes ne devaient pas être très épaisses. Restait à trouver le moyen "d'assembler" ces plates-formes avec un système repliable et compact lui aussi. En observant la cinématique de repli de pieds hydrauliques pour moto-cross, nous avons décidé de relier les plates-formes par des croisillons (voir *figure 3*).



Figure 3 : Pied hydraulique pour motocross.

La structure de base définie, nous sommes passés à la réalisation du prototype. Nous avons d'abord redéfini les mesures exactes de largeur et longueur des plates-formes de base. Pour pouvoir loger un panier de 28 l de manière aisée moyennant le système de croisillons, nous avons fixé les dimensions des plaques à 500mmx410mm. Sachant que le caddie doit supporter des courses hebdomadaires, il n'était pas nécessaire de surdimensionner l'épaisseur des plaques d'aluminium : une épaisseur de 3 mm nous a semblé suffisante. Les glissières placées sur les plaques et dans lesquelles coulisseront les croisillons rigidifieront l'ensemble. Les glissières sont des U de 20mmx20mmx2mm en aluminium également. Pour une raison esthétique et pour faciliter le placement des quatre roulettes, nous avons décidé de rallonger la plaque du bas de 20 mm. Pour vérifier si cette structure convenait, nous avons réalisé une simulation de chargement à l'aide de l'outil CosmosWorks, disponible sur le logiciel Solidworks. La simulation a uniquement été réalisée pour la plaque du haut car il s'agit de la plate-forme la plus contrainte.

Nous avons tout d'abord effectué un essai en chargeant uniquement l'arête avant avec une force de 250 N représentant donc bien plus que ce que ne doit supporter le caddie. La simulation indique le dépassement de la limite élastique de l'aluminium de manière très localisée mais proche du point crucial de la plaque, l'endroit où se situe le trou accueillant l'arrêt. Augmenter l'épaisseur de plaque telle que l'impose la théorie alourdirait le caddie. Sachant que ce type de chargement ne sera pas, ou très rarement, rencontré nous pouvons dans un

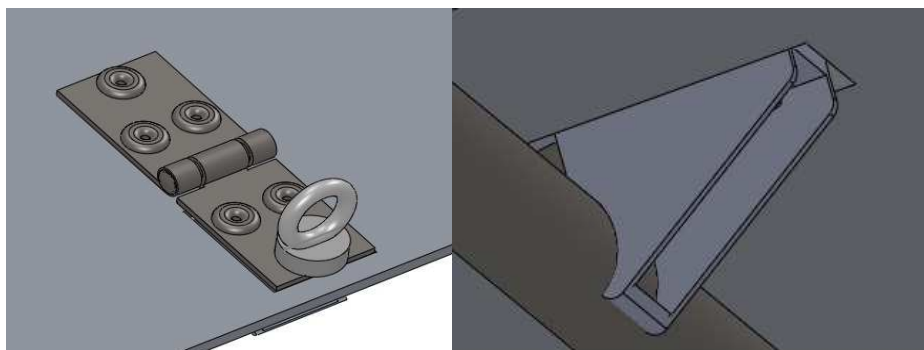
premier temps garder cette dimension compte tenu du dilemme entre poids et résistance. La déformée maximum sera alors de 24 mm.

Nous avons ensuite simulé une charge plus réaliste. Il s'agit d'une pression de 800 N/m^2 sur une surface de $500\text{mm} \times 250\text{mm}$, cela représente plus ou moins un paquet de 6 bouteilles d'eau. Dans ce cas, nous ne dépassons plus la limite élastique et nous obtenons une grande marge de sécurité. La contrainte maximum est ici de $13,3 \text{ N/mm}^2$ et est à nouveau très localisée, les points critiques les plus étendus sont aux alentours de 10 N/mm^2 . Cette valeur indique donc que le choix d'une plaque de 3 mm d'épaisseur est judicieux. Le déplacement est au maximum de 1,1 mm ce qui reste tout à fait raisonnable. Diminuer l'épaisseur de la plaque d'aluminium n'était cependant pas souhaitable compte-tenu des résultats obtenus lors de la simulation précédente.

Les croisillons sont une des parties importantes du caddie car c'est sur eux que repose l'intégralité des charges placées au dessus mais ils jouent également le rôle de jonction mobile entre les parties supérieure et inférieure. C'est pourquoi nous avons décidé de les produire en acier. L'aluminium étant beaucoup moins résistant et moins rigide, il aurait été obligatoire d'opter pour une épaisseur de tôle importante. Celle-ci aurait limité la compacité du caddie une fois replié. L'utilisation de l'acier nous a permis de ne pas devoir prendre des épaisseurs de tôles trop importantes, sans pour autant alourdir trop la structure. Cependant, si les deux croisillons ne sont pas solidaires, le caddie se tordra assez facilement qu'il soit en acier ou en aluminium. C'est pourquoi nous avons lié chacune des extrémités de tôles à son homologue à l'aide d'un tube creux en acier lui aussi. Pour encore améliorer la rigidité, ces tubes ont été soudés aux croisillons. Les tôles utilisées sont de 500 mm de longueur, de 20 mm de largeur et de 4 mm d'épaisseur.

Nous avons ensuite assemblé le croisillon avec les deux plates-formes principales. Chaque croisillon possède deux points fixes situés à l'arrière du caddie et deux points mobiles placés à l'avant. Ces derniers sont mis en œuvre à l'aide de patins en nylon ronds pouvant rouler dans les glissières durant les étapes de pliage et dépliage. Restait à trouver un système permettant d'immobiliser le caddie en position dépliée mais également en position pliée pour faciliter la préhension lors de son chargement dans le coffre. Sachant que nous avons un tube d'acier qui reliait les croisillons opposés, nous avons pensé

à deux simples arrêts pour chacune des deux positions. Il nous a semblé judicieux de les placer sur la plate-forme du dessus afin qu'ils soient facilement accessibles. Nous avons donc percé la plaque et placé les arrêts à l'aide de charnières munies d'œillet permettant de les relever quand cela est nécessaire.



(a) vue du dessus.

(b) vue du dessous.

Figure 4 : Schémas 3D des arrêts de position du caddie.

La conception de la poignée repliable était tributaire de la hauteur requise pour que l'utilisateur du caddie puisse aisément l'attraper pour le ranger dans son coffre. Le point de préhension a été fixé par l'étudiante en ergothérapie aux alentours de 80 cm du sol. Dans cette configuration, la personne en chaise ne doit pas se baisser pour attraper l'objet et ne sollicite donc pas son dos. Pour respecter cette consigne il fallait recourir à une poignée en deux parties. Une fois la partie verticale repliée, la partie horizontale (étant à ce moment-là à la verticale) se trouvera à plus ou moins 80 cm. Celle-ci sera ensuite repliée à son tour. L'ensemble de la poignée complètement dépliée devra également permettre à la personne en chaise de conduire confortablement le caddie. Donner à la partie de poignée verticale, lorsque le caddie est déplié, 250 mm de long permet d'obtenir un placement optimal de la poignée de préhension une fois celle-ci repliée. Pour maintenir la poignée dans la position souhaitée, nous avons opté pour un système d'ergots venant se bloquer dans une plaque percée aux endroits voulus. Pour plus de facilité, les ergots d'un même tenant situés sur chaque "bras" de poignée sont reliés par un fin câble. Cela permet de les rentrer simultanément et avec une seule main, l'autre main étant utilisée pour

faire basculer la poignée. Pour laisser une petite aisance entre le tube composant la poignée et la plaque munie des trous pour les ergots, nous avons placé une plaque calibrée en laiton de 0,5 mm d'épaisseur.

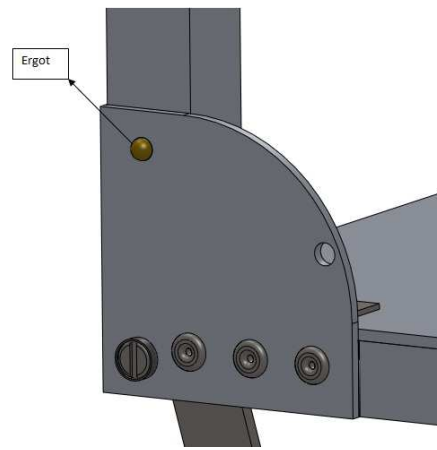


Figure 5 : Schéma 3D du système de blocage de position des poignées.

Afin d'aménager le caddie dans le respect du cahier des charges, nous avons placé des tubes cintrés sur les deux plates-formes. Ceux-ci permettent d'incliner les paniers de 20° vers l'arrière. De plus, le tube situé sur la plate-forme basse sert également de poignée lorsqu'on soulève le caddie pour le placer dans le coffre. Quatre roulettes robustes facilitent les manœuvres dans les parkings de grandes surfaces. Le caddie ressemble finalement aux schémas suivants.



Figure 6 : Schémas 3D du caddie déplié et plié.

5. Test du prototype

Le prototype construit était prêt pour les tests. Le délai pour une première série de tests étant assez court, tous les périphériques n'étaient pas placés (par exemple la plaque arrière permettant de pousser le caddie avec les pieds). Cependant, ceux-ci n'étaient pas nécessaires pour tester le placement dans un coffre de voiture.

Les membres d'Altéo ont tout d'abord testé le prototype en simulant le coffre d'une voiture avec deux chaises mises côte à côte : les premières impressions font état d'une masse supérieure à celle du modèle en bois utilisé lors de la réunion précédente. Cette observation est justifiée, le prototype pèse entre 6,5 et 7 kg, alors que le modèle en bois pèse environ 5 kg. Toutefois le nouveau caddie, pourvu de poignées de préhension placées aux bons endroits, s'est révélé plus facile à manipuler. Les avis étaient cependant partagés, certains pensaient à replacer des roulettes plus petites pour alléger le caddie, d'autres voulaient que nous réalisions les croisillons en aluminium et non plus en acier. Il fut alors décidé de passer à des essais en situation réelle. Nous avons rempli les paniers de courses et invité trois personnes en chaise roulante à effectuer les

actions nécessaires pour rentrer puis sortir le caddie d'un coffre de voiture.



Figure 7 : Test de conduite et de manipulation du prototype.

Ces trois "candidats" ont d'abord réalisé la manœuvre sur une Citroën Berlingo présentant l'avantage d'un seuil de coffre bas et d'un volume de chargement important. L'expérience s'est révélée concluante puisque les testeurs ont estimé que la chose était aisée. Le poids du caddie excédait bien celui du cadre en bois testé précédemment mais restait plus faible qu'une chaise roulante. Les efforts pour le placer dans le coffre restaient donc inférieurs à ceux réalisés pour placer une chaise. Toutefois l'un d'entre eux a voulu pousser le test plus loin en plaçant le caddie dans le coffre d'une Peugeot 206CC, dont le seuil de coffre est plus haut et le volume de chargement nettement moins important. Il en est de nouveau ressorti une impression positive. La majorité des attentes était atteinte. Le caddie est facilement repliable et en peu de manœuvres. Il rentre dans un coffre de citadine avec les deux paniers de 28 l. Il est assez léger pour ce type de manipulations.

Globalement satisfaits, les testeurs ont cependant apporté des critiques autour de 2 points. Bien que le poids soit acceptable, un allègement est souhaitable afin de se rapprocher d'un poids de 6 kg. Il est également nécessaire de replacer

la plaque arrière comme le précisait le cahier des charges afin de faciliter les manœuvres et les déplacements dans le magasin.

De notre côté, nous avons pu constater qu'imposer une méthode de manipulation du caddie n'était pas pertinent. En effet, chaque personne manipule le caddie comme bon lui semble en fonction de sa force musculaire, de son gabarit, de son handicap et parfois en fonction de son modèle de chaise (les accoudoirs pouvant être gênants sur des chaises classiques).

Nous avons donc décidé d'apporter plusieurs modifications au prototype en vue de lui faire subir une seconde série de tests lors de la réunion suivante du groupe accessibilité d'Altéo.

Pour alléger le caddie, plusieurs solutions s'offraient : perforer les plaques d'aluminium composant les plates-formes du caddie en veillant à ce qu'elles soient toujours suffisamment résistantes vis-à-vis des contraintes de poids à respecter ou choisir un modèle de roulettes plus léger tout en faisant attention à ce qu'elles ne se dégradent pas trop vite par fatigue ou encore choisir une poignée plus légère.

La première solution sera mise en œuvre. Ensuite nous fixerons la plaque aidant aux manœuvres, comme demandé lors des premiers tests. Nous avons également remarqué quelques manquements au niveau des accessoires demandés au début du projet (porte liste de courses, frein à main, ...). Cependant, il ne s'agit que d'accessoires qui ne font pas partie de la structure même du caddie ; ils pourront donc être ajoutés par la suite en fonction des désirs des futurs clients comme "options".

6. Conclusion et analyse réflexive autour du projet

Nous l'avons signalé d'emblée ce projet n'est pas courant pour des étudiants ingénieurs. En effet, nous avons pu constater des mois durant que ce ne sont pas d'abord nos qualités "technologiques" telles que le calcul, le dimensionnement, qui ont été les plus sollicitées bien que nous en ayons eu besoin lors de la conception proprement dite. Ce sont plutôt notre organisation, notre communication, notre créativité et notre écoute vis-à-vis des chaisards qui ont dû s'exprimer.

Bien que nous soyons très contents d'avoir choisi ce sujet, force est de constater que ce projet particulier n'a pas été facile pour autant ! Nous avons rencontré plusieurs fois des problèmes de communication (mauvaise compréhension, expression perfectible, vocable différent), d'organisation (dates de réunion ne convenant pas à l'un ou l'autre), des problèmes liés à des points de vue différents sur le choix des critères déterminants (que choisir : le prix? le confort? la facilité de fabrication?).

Ce projet présente aussi, et heureusement, beaucoup d'aspects positifs ! La perspective, en cas de réussite avérée du projet, de voir notre caddie utilisé dans les commerces était assez excitante. La collaboration avec Altéo et l'étudiante en ergothérapie fut particulièrement enrichissante à deux titres. Premièrement, nous avons évolué dans un projet qui était le point de rencontre de compétences différentes et de points de vue différents, qui se heurtaient certes parfois mais qui se complétaient aussi remarquablement bien à d'autres moments. Deuxièmement, la rencontre avec des personnes ayant un quotidien différent du nôtre était très positive.

Ce projet, même s'il s'est déroulé dans un cadre particulier, s'apparente à la conception classique d'un objet commercialisable avec tout ce que cela comporte : des clients à satisfaire, une collaboration avec des partenaires à faire fructifier, un compromis à trouver entre différents critères : prix, simplicité d'utilisation, satisfaction de la demande, ... Ce fut l'occasion de nous engager dans un processus allant de l'analyse d'un besoin à la création et la production d'un produit. Chaque demande formulée par les membres d'Altéo a été chiffrée, souvent grâce aux compétences de l'étudiante en ergothérapie, traitée théoriquement avant de subir parfois encore des modifications lors de la réalisation concrète du prototype. Toutefois le temps aura un peu manqué pour pouvoir nous confronter à l'interprétation industrielle du projet.

Cependant, tout ne fut pas parfait dans nos choix. Nous aurions pu nous rendre compte plus tôt de la difficulté que représentait la transposition en aluminium du caddie adapté l'année précédente. Notre manque de réactivité nous a fait perdre du temps. Cela n'a toutefois pas porté à conséquence.

Ensuite, nous avons rencontré certaines difficultés à nous mettre à la place des personnes en chaise roulante, à nous rendre compte des problèmes qu'elles rencontrent, et ce bien que nous ayons emprunté une chaise à l'école

d'ergothérapie afin de tenter d'expérimenter cette situation et de concevoir ainsi le produit de manière adaptée. Cela constituait une des difficultés majeures du projet. Nous nous sommes parfois trompés mais en définitive nous avons su nous adapter avec une certaine réussite même si cela ne s'est pas fait sans mal. De plus, pour la conception, nous avons dû faire preuve de créativité et emprunter à d'autres domaines des solutions efficaces : notre modèle inspiré de ce qui se fait dans le domaine du motocross en est une bonne illustration. Un autre défi inhérent au projet consistait à allier la conception théorique et la réalisation du caddie. Au vu des réactions émises lors de la présentation du caddie nous estimons que cet aspect de notre travail a été efficace.

En définitive, nous estimons que ce projet a été très bénéfique pour notre apprentissage. Il nous a permis de mettre en valeur d'autres aspects du métier d'ingénieur que ceux vus classiquement aux cours. Pour nous, il était extrêmement motivant aussi que ce travail puisse éventuellement déboucher sur une application concrète qui vienne en aide à une partie de la population qui n'est que trop rarement prise en considération par les pouvoirs publics. En effet, lors de nos rencontres avec les personnes en chaise roulante celles-ci nous ont régulièrement confié les difficultés rencontrées au quotidien. Les bâtiments publics, les lieux de divertissement, les villes ne sont que trop rarement adaptés à la circulation aisée de ces personnes.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé à ce projet et en particulier : les membres d'Altéo, Natacha Agati, étudiante en ergothérapie, ses professeurs ainsi que M. Nutte et Michel, nos professeurs de mécanique pour le temps qu'ils nous ont consacré, leurs conseils toujours judicieux et précieux.

7. Sources

[1] DUCARME L., COLIS R. : *Projet filière mécanique : conception de chariots de courses adaptés aux personnes handicapées*, Projet de fin d'année, ISIC Mons, 2009.

[2] MICHEL D., cours solidworks, ISIC Mons, 2008.

[3] CAPALEX, profilés aluminium, page consultée en 2010.
<http://www.capalex.com>