

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية التكنولوجيا
FACULTE TECHNOLOGIE
قسم الالكترونقني
DEPARTEMENT ELECTROTECHNIQUE

Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Électrotechnique
Option : Energies renouvelables

Par : Guenaya Wiame
THEME

Conception d'un système de stockage d'énergie d'un fauteuil roulant électrique avec assistance solaire

Le jury est composé de :

Mr. Hadjadj A .chafik	Professeur	Président
Mr. Lakhdar Mokrani	Professeur	Examineur
Mr. Bendjedia Bachir	Maître de Conférence A	Encadrant
Mr. Hamdi A. lkacem	Professeur	Représentant de l'incubateur

Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercierons Dieu tout-puissant de m'avoir donné courage, volonté, patience et santé pendant toutes ces années, grâce à lui ce travail a pu être réalisé.

Je tiens à exprimer tout ma gratitude au rapporteur Mr Bendjedia Bachir, d'avoir proposé le sujet sur lequel je travaillais, et qui a assuré la direction et l'encadrement du travail présenté dans ce mémoire. Sa disponibilité et son encouragement à toutes les étapes de l'étude et ses conseils m'ont beaucoup aidé tout au long de ce travail, qu'il a trouvé ici ma plus grande appréciation.

Je tenon tout d'abord à exprimer mes reconnaissances envers les membres du jury, dont la renommée et la qualité scientifique honorent grandement ce travail.

Enfin, je ne pourrais terminer, ces remerciements sans une pensée à l'ensemble de mes enseignants qui sont à l'origine de tout mon savoir.

Dédicace

Je souhaite, témoigner toute ma gratitude à ma mère, à mon père et à mes frères pour leur soutien sans faille et sans lequel je n'aurais pas pu poursuivre ma formation, sur les plans économique, moral et physique.

A toutes les personnes, qui ont contribué de près ou de loin, à l'aboutissement à ce travail, je les remercie tous, particulièrement ma famille et tous mes amis.

À « Mme. B/CH ET M. H./Ih » qui ont collaborés avec nous dans ce travail.

SOMMAIRE

Table des matières

Table des matières	
Liste des abréviations et symboles	
Liste des tableaux.....	
Liste des figures.....	
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre 1 Généralités Sur Les Fauteuils Roulants Electriques	
1.1 Introduction.....	2
1.2 Historique du fauteuil roulant	2
1.3 Les origines du fauteuil roulant électrique	6
1.4 Descriptif du fauteuil roulant électrique	6
1.5 Différents types du fauteuil roulant électrique	7
1.5.1 Fauteuil d'intérieur :	7
1.5.2 Fauteuil d'exterieur :	8
1.5.3 Fauteuil veritecalisateur :	8
1.5.4 Fauteuil à hauteur variable :	8
1.6 Les avantages d'un FRE :	8
1.7 Les inconvénients d'un FRE.....	9
1.8 Autonomie d'un fauteuil roulant électrique :	10
1.9 Fauteuil roulant électrique B400 :	12
1.9.1 Avantages	13
1.9.2 Inconvénients	13
1.10 Conclusion.....	13

Chapitre 2 Cahier Des Charges Du Système De Stockage D'Energie (SSE)

2.1	Introduction.....	15
2.2	Caractéristique du Fauteuil roulant électrique (B400)	15
2.2.1	Description des composants principaux de B400.	16
2.2.2	Caractéristiques techniques de B400	19
2.3	Cahier des charges.....	20
2.3.1	Mission considérée.....	20
2.3.2	Modèle dynamique du FRE	25
2.3.3	Caractéristique du système de stockage	28
2.4	Problèmes liés au SSE du B400.....	29
2.4.1	Système de stockage Electrique (SSE).....	29
2.4.3.	Les fournisseurs des batteries de FRE :.....	32
2.5	Conclusion	33

Chapitre 3 Dimensionnement du Système de Stockage d'Energie pour B400

3.1.	Introduction.....	34
3.2.	Dimensionnement des batteries	34
3.3.	Caractéristiques des technologies de batterie	37
3.3.1.	Batterie AGM	37
3.3.2.	Batterie a gel	38
3.3.3	Batterielithium	40
3.4	.Résultas de dimensionnement	42
3.4.1.	Les graphes des résultats	42
3.4.2.	Discussion des résultats.....	43
3.5	Conclusion.....	46

Chapitre 4 Etude De L'assistance Solaire du FRE

4.1.	Introduction.....	48
4.2.	Effet photovoltaïque	48

4.3.	Caractéristiques techniques de GPV	49
4.3.1.	Panneau solaire (PV).....	49
4.3.2	Technologie des cellules solaires.....	50
4.4.	Dimensionnement de l'assistance solaire	52
4.5.	Résultats de dimensionnement.....	54
4.5.1.	Les graphes des résultats	54
4.5.2.	Analyse de résultats.....	54
4.6.	L'effet d'ombrage :	56
4.7.	Les résultats de l'étude :.....	58
4.7.1.	Analyse des résultats :.....	60
4.7.2.	Étude des coûts totaux :.....	61
4.8	Étude présomptive	63
4.9	Conclusion.....	65
	CONCLUSION GENERALE	66
	Bibliographie	

LISTE DES SYMBOLES ET ABREVIATIONS

Liste des abréviations et symboles

Abréviations

FRM	Fauteuil Roulant Manuel
FRE	Fauteuil Roulant Electrique
SSE	Système de Stockage Electrique
GPV	Générateur Photovoltaïque
PV	Photovoltaïque
SOC	State of Chargé
MCC	Moteur à Courant Continue
GPS	Global Positioning System
OBD	On Board Diagnostic
WPD	Web Plot Digitizer
AGM	Tapis de verre absorbé

Symboles

F_{ACC}	force d'accélération
F_{AERO}	force aérodynamique
F_{ROUE}	force due à. contact de roue sur la chaussée
F_{GX}	force gravitationnelle en raison de la pente
S	Surface maitre couple
ρ	densité de l'air
C_X	Coefficient de pénétration dans l'air
C_1	Coefficient de résistance au roulement à l'état dynamique
C_0	Coefficient de résistance au roulement à l'état statique

P_{FRE}	Puissance de Fauteuil Roulant Electrique
E_{FRE}	Energie de Fauteuil roulant électrique
E_{BAT}	Energie de batterie
N_b	Nombre de cellule de batterie
C_{el-b}	Capacite nominal de batterie
V_{el-b}	tension élémentaire de batterie
DOD	Profondeur de décharge
N_c	Nombre de cellule solaire
S_t	Surface de toit du FRE
S_c	surface de la cellule solaire
E_j	énergie journalier
P	Puissance crêt
H_i	Rayonnement moyen journalier

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau 1 : Dimensions et poids du FRE B400 [5]	19
Tableau 2 : Composants électriques de FRE[5].....	20
Tableau 3 : Caractéristique de la mission.	22
Tableau 4 : paramètres du modèle dynamique du Fauteuil roulant électrique B400.....	25
Tableau 5 : Les caractéristiques des éléments de batteries plomb[14]	28
Tableau 6 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-ion et liFePo4.....	28
Tableau 7 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-polymère.....	29
Tableau 8 : les caractéristiques d'une batterie de B400 [9].....	30
Tableau 9 : profondeur de décharge des modèles des batteries [13].....	32
Tableau 10 : Durée de vie nominale des batteries AGM[14].	37
Tableau 11 : Les caractéristiques des éléments de batteries plomb[14].....	38
Tableau 12 : Durée de vie nominale des batteries à gel[14].....	38
Tableau 13 : Les caractéristiques des éléments de batteries à gel[14].	39
Tableau 14 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-ion et liFePo4.....	40
Tableau 15 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-polymère	41
Tableau 16 : caractéristiques des cellules monocristallines « M10 ET H4 » [19].....	51
Tableau 17 : Données météorologiques de la ville de Laghouat[(01/05/2023) a 15.00h]	52
Tableau 18 : les caractéristiques techniques du panneau solaire étudiées.....	53
Tableau 19 : les caractéristiques énergétiques	59
Tableau 20 – les caractéristiques du panneau « THSE08545W » [20].....	64
Tableau 21 : résultats du dimensionnement.....	64

Liste des figures

Figure 1 : Véhicule à propulsion manuelle Inventé par Fontana en 1420 [2].	3
Figure 2 : Premier fauteuil roulant à manivelles mis au point par Stephen Farfler en 1655 [2].	3
Figure 3 : « Fauteuil à tourniquet » utilisé par Georges Couthon entre 1791 et 1794) [2].	4
Figure 4 : Premier fauteuil roulant manuel conçu par H.C. Jennings et H.A. Everest [1]	5
Figure 5 : Le premier fauteuil roulant électrique	6
Figure 6 : la conception du FRE [3].	7
Figure 7 : les différents types de fauteuil roulant électrique [1]	7
Figure 8 : Fauteuil roulant électrique B400 (utilisé dans l'étude)	13
Figure 9 - Composants principaux de B400 [5].	16
Figure 10 - Boîtier de commande de B400 [5]	17
Figure 11 - Batterie de B400 [15]	18
Figure 12 – chargeur de fauteuil roulant électrique « B400 ».	18
Figure 13 – FRE utilisé dans la mission.	21
Figure 14 - carte de trajectoire de mission.	21
Figure 15 : Cycle de conduite du fauteuil roulant B400	24
Figure 16 : Modèle dynamique du fauteuil roulant électrique [10]	24
Figure 17 : le schéma synoptique de la modèle dynamique	27
Figure 18 – Profils de puissance et d'énergie nécessaire pour un FRE (mission considérée).	27
Figure 19 – Critères pris en considération pour le dimensionnement des batteries [10].	34
Figure 20 – Évolution de la perte de capacité en vieillissement calendaire	36
Figure 21 – Différentes caractéristiques des batteries selon la technologie	43
Figure 22 – La durée de la vie d'une batterie selon la technologie [16].	44
Figure 23 – Résultats de dimensionnement	45
Figure 24 – effet photovoltaïque[18].	48
Figure 25 – Le principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque[19].	49
Figure 26 – résultats de dimensionnement selon les scénarios	54

Figure 27 – l'influence de l'assistance solaire par SOC% de batterie AGM	55
Figure 28 – Caractéristique I-V est P-V des Cellules PV avec et son ombrage[18].....	56
Figure 29 – l'effet d'ombre sur la performance de batterie et de panneau.	57
Figure 30 – l'effet d'ombre sur la SOC% de batterie AGM.	58
Figure 31 – FRE an assistance Solar.	59
Figure 32 – Effet de la technologie au lithium sur l'autonomie du fauteuil roulant et SOC% de batterie Li-ion.	60
Figure 33 – l'effet d'ombre sur la SOC% de batterie LI-ION.	61
Figure 34 : Résultats de l'étude économique	62
Figure 35 – chargeur solaire pliable de type « THSE08545W » [20].....	63

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

La mobilité est un droit fondamental pour tous et est essentielle aux contacts sociaux de tout individu. Le fauteuil roulant est une des aides techniques les plus couramment utilisées pour améliorer la mobilité aux personnes à mobilité réduite et de devenir des membres plus productifs de leurs communautés.

Un fauteuil roulant approprié, bien conçu et bien adapté peut être le premier pas vers l'inclusion et la participation sociale. Un fauteuil roulant doit répondre aux exigences de son utilisateur ainsi qu'aux conditions de son environnement, doit assurer un maintien postural, garantir la sécurité et être résistant. Les fauteuils roulants électriques ont occupé une grande place et se sont largement répandus ces dernières années, en raison de leur utilisation.[2], Les personnes qui se déplacent en fauteuil roulant électrique rechargent habituellement leur FR via le réseau électrique standard. Ainsi, chaque fauteuil roulant nécessite deux batteries rechargeables de 12 volts. Mais cette catégorie est exposée à quelques problèmes au niveau des performances de la chaise, qui a attiré l'attention des scientifiques et des chercheurs, les incitant, notamment dans le domaine de l'énergie, à mener des recherches scientifiques dans afin de soulager ce groupe de personnes [1].

Dans ce mémoire, nous allons présenter une étude sur la conception d'un système de stockage d'énergie pour ces chaises avec une assistance solaire, où le but est de prolonger l'autonomie de la batterie ainsi que sa durée de vie pour un profil de mission réel.

Notre mémoire est composée de quatre chapitres. Dans le premier chapitre, nous examinerons les jalons historiques les plus importants que les fauteuils roulants ont connus ainsi que les avantages et les inconvénients des fauteuils roulants électriques. Au chapitre 2 Nous allons étudier la quantité d'énergie consommée par la pointe du fauteuil roulant électrique en insérant un modèle dynamique de la chaise ; en entrant un profil de vitesse que nous avons extrait en utilisant un test réel dans la ville de Laghouat avec l'aide d'un utilisateur du fauteuil. Au chapitre 3, nous examinerons l'impact de la technologie de la batterie sur l'autonomie du fauteuil roulant en termes de poids, volume ; cout et durée de vie. Au chapitre 4, nous étudierons l'impact de l'assistance solaire sur l'autonomie du fauteuil et la performance de batterie ; Nous terminerons notre mémoire par une conclusion générale, et des recommandations.

Chapitre 1

Généralités sur les fauteuils roulant électriques

1.1 Introduction

Le fauteuil roulant est l'une des aides les plus fréquemment utilisées pour augmenter la mobilité d'une personne. La mobilité est une condition préalable pour exercer ses droits humains et vivre dans la dignité. Elle permet aux des utilisateurs du fauteuil de contribuer en tant que membres productifs de leur collectivité [1]. Un fauteuil roulant approprié, bien conçu et adaptable peut être la première étape vers l'inclusion sociale et la participation de nombreuses personnes. Il est utilisé pour accroître l'autonomie des personnes à mobilité réduite

Dans ce chapitre, nous aborderons l'histoire de l'évolution du fauteuil roulant en fauteuil roulant électrique, décrire ses composants de base et les différents types de cette chaise électrique et mentionner certaines avantages et inconvénients de ce type de véhicule.

1.2 Historique du fauteuil roulant

Les premières représentations de la chaise roulante ont été trouvées en Chine au 6ème siècle avant Jésus Christ. Cependant, avec l'apparition de la chaise et de la roue aux environs de 3500-4000 ans avant Jésus Christ, il est probable que son apparition soit antérieure. Cependant, l'utilisation de la chaise roulante est restée confidentielle pendant très longtemps, limitée à quelques personnalités importantes où une tierce personne devait la pousser. En outre, en raison de l'état instable des routes, les animaux étaient souvent plus aptes à être transportés à dos ou à bras que les roues. Par conséquent, l'utilisation des sièges roulants dans le monde entier est restée anecdotique jusqu'au 16ème siècle. Au XVIe siècle, le souverain espagnol Philippe II de Habsbourg employait un siège roulant qui pouvait être déplacé par un tiers. Ce siège était en bois, matelassé et disposait de roulettes. Le repose-pied et le dossier pouvaient être inclinés. Il a été inventé par le scientifique Fontana en l'an 1420. Dans (la figure 1), le roi Philippe d'Espagne est assis sur un char.[2]



Figure 1 : Véhicule à propulsion manuelle Inventé par Fontana en 1420 [2].

Le premier exemple historique d'un fauteuil roulant qui permet une certaine autonomie de déplacement remonte au milieu du 17ème siècle. En 1655, un jeune horloger paraplégique nommé Stephen Farfler a créé un véhicule roulant avec une roue avant indentée qui peut être actionnée manuellement par l'utilisateur à l'aide d'une manivelle horizontale. En Angleterre, la seconde trace historique d'un fauteuil roulant autonome remonte à la fin du 18ème siècle Stephen Farfler a inventé le premier fauteuil roulant en utilisant un moteur de roue mécanique., montrant la première chaise dans un mouvement de manivelle[2]., montrant (figure 2) la première chaise dans un mouvement de manivelle.



Figure 2 : Premier fauteuil roulant à manivelles mis au point par Stephen Farfler en 1655 [2].

En effet, John Dawson a proposé le premier fauteuil commercialisable en 1783, qui avait trois roues et avait un repose-pied et un dossier réglables pour l'utilisateur.

Chapitre 1 : Généralités Sur Les Fauteuils Roulants Electriques

À Paris, Georges Couthon, “un député révolutionnaire”, utilisait un fauteuil roulant appelé « fauteuil à tourniquets ». Il avait trois roues, dont deux à l'avant qui pouvaient être actionnées à l'aide de deux manivelles verticales, Cela se voit sur la figure (Figure 3) [2].



Figure 3 : « Fauteuil à tourniquet » utilisé par Georges Couthon entre 1791 et 1794) [2].

Les blessés de la guerre de Sécession utilisaient fréquemment des chaises roulantes en bois en Amérique du Nord entre 1861 et 1865. Le développement de la gamme actuelle de fauteuils roulants a commencé en 1932 lorsque Herbert A. Everest et Harry C. Jennings ont produit un modèle métallique flexible (figure 4). Auparavant, les fauteuils roulants n'avaient connu que des améliorations mineures (Roques, 1997). Quelques études portant sur les caractéristiques ventilatoires des utilisateurs réguliers ont marqué le début de la recherche sur la locomotion en fauteuil roulant dans les années 1950 (Hemingway et al. 1958). Dans les années 1960, Brouha et Kroboth (1967) ont mis au point le premier ergomètre rotatif, qui permettait l'analyse continue des échanges gazeux et le contrôle de la vitesse des mouvements du patient. Connaissances dans divers domaines La physiologie et la biomécanique du mouvement en fauteuil roulant n'ont progressé de façon significative que depuis le début des années 1980 grâce au travail de l'équipe de recherche américaine de l'État de l'Ohio sous la direction de Roger Glaser (Glaser et al. 1979a, 1979b, 1980a, 1980b, Sawka et al. 1980, Laubach et al. 1981, Miles et al. 1982, Rodgers et al. 1994). A partir de la fin des années 80, deux autres équipes de recherche se sont concentrées sur ce sujet : la première est néerlandaise (Amsterdam), dirigé par Luc van der Woude (van der Woude et al. 1986), et le deuxième est américain (Californie et Pennsylvanie), dirigé par Rory Cooper (Cooper et al. 1989) [1].



Figure 4 : Premier fauteuil roulant manuel conçu par H.C. Jennings et H.A. Everest [1]

Le premier article sur le mouvement de fauteuil roulant (Cabanès 1900) a inclus une analyse quantitative qui a suggéré qu'avec "quelques efforts," un fauteuil roulant pourrait se déplacer à "une assez grande vitesse." Cette réflexion résume bien l'analyse biomécanique de ce type de mobilité car, plus d'un siècle après la publication de l'étude originale, les chercheurs travaillent encore à établir un lien entre l'effort du sujet et la vitesse à laquelle la chaise se déplace. [1]

Le premier fauteuil roulant électrique a été développé par l'inventeur canadien Johann Klein. Sa création était destinée aux blessures des anciens combattants. La figure 5 montre le premier fauteuil roulant électrique

En fait, les effets dévastateurs de la seconde guerre mondiale ont fait des ravages sur toute la planète. De nombreux combattants ont perdu leur capacité de se déplacer. Plusieurs personnes ont eu besoin de longues périodes de réajustement. Le fauteuil roulant électrique a été utile à toute l'humanité. Il a permis l'indépendance et la mobilité de ces anciens combattants[1].



Figure 5 : Le premier fauteuil roulant électrique

1.3 Les origines du fauteuil roulant électrique

Les premiers fauteuils roulants électriques pour les personnes ayant une déficience motrice grave sont devenus disponibles dans les années 1950. Cependant, le fauteuil roulant manuel n'a pas été abandonné et continue d'être largement utilisé, comme en témoignent les résultats des enquêtes « H.I.D. » (Handicaps-Incapacités-Dépendance) : Enquêtes réalisées en 1998 et 1999 et menées par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (Insee) sur le handicap dans la population générale française menées en France », où la prévalence des utilisateurs de fauteuils roulants manuels et électriques dans la population générale était de 5,4 et 5,9 personnes par 10,000 habitants respectivement [2].

1.4 Descriptif du fauteuil roulant électrique

Les fauteuils roulants électriques sont recommandés pour les personnes incapables de se déplacer de façon autonome dans un fauteuil roulant manuel. Ils permettent de retrouver son indépendance, notamment en matière de divertissement, à l'extérieur de la maison. Le contrôle de la chaise est électronique, mais il y a des moments où l'utilisation d'un commandement spécial est nécessaire.[3], la figure (6) présentée la conscription du fauteuil roulant électrique

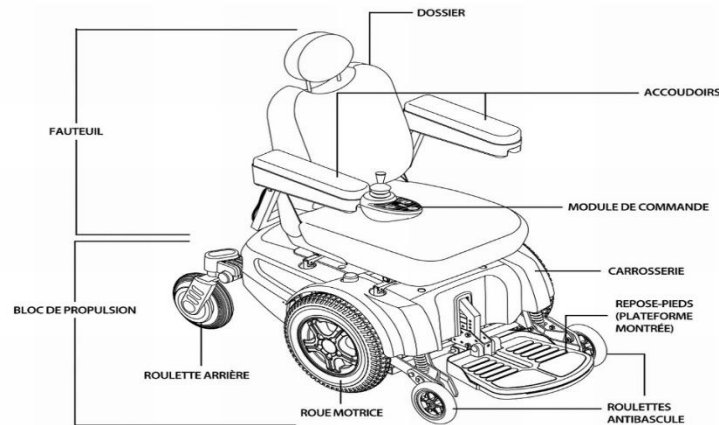


Figure 6 : la conception du FRE [3].

1.5 Différents types du fauteuil roulant électrique

Il existe différents types de fauteuil, dont certains sont illustrés dans la figure 7



Figure 7 :les differentes types de fauteuil roulant electrique [1]

(A: Fauteuil d'intérieur, B: Fauteuil d'extérieur, C: Fauteuil verticalisateur, D: Fauteuil à hauteur variable)

1.5.1 Fauteuil d'intérieur :

Il est flexible et plus léger qu'une chaise d'extérieur, Il a une portée de 10 à 16 kilomètres et une vitesse variable de 0 à 6 kilomètres à l'heure. Le coffre-fort du véhicule peut être utilisé pour le stocker[1].

1.5.2 Fauteuil d'exterieur :

Il est moins flexible et plus volumineux. Son autonomie est de 16 à 45 km, et il peut ajuster sa vitesse de 0 à 10 km/h. Cette chaise ne peut pas être placée à l'intérieur d'un coffre de voiture, il a donc besoin d'un moyen de transport spécial. Son diamètre de roue permet de franchir des seuils ou de petits obstacles[1].

1.5.3 Fauteuil veritecalisateur :

La capacité de verticalisation permet de passer de la position assise à la position verticale. Elle permet une meilleure compréhension de l'environnement et peut être cruciale pour l'intégration sociale. Un sangle au niveau du tronc et des roulettes de genoux doit être inclus dans le futon[1].

1.5.4 Fauteuil à hauteur variable :

permet à l'utilisateur d'adopter une posture assise. Semblable à la liste verticale, elle permet une meilleure compréhension de l'environnement et peut être cruciale pour l'intégration sociale. Certaines chaises électriques peuvent combiner une verticalisation et une hauteur réglable en position assise[1].

1.6 Les avantages d'un FRE :

Le fauteuil roulant électrique présente de nombreux avantages qui le distinguent des fauteuils roulants manuels, notamment :

Électricité :

Bien que cette justification puisse sembler très évidente, elle est considérée comme l'une des meilleures qualités d'un fauteuil roulant électrique. L'avantage d'une chaise électrique par rapport à une chaise manuelle est que la chaise électrique a un petit moteur électrique.

Le fauteuil roulant électrique peut être déplacé beaucoup plus facilement et simplement à l'aide de ce moteur électrique. Ces chaises roulantes électriques ne nécessitent aucune force du haut du corps. En outre, il permet au fauteuil roulant de se déplacer dans n'importe quelle direction à l'avant, d'un côté à l'autre, et dans le dos. Les inconvénients de la rotation manuelle des roues sont réduits avec ce fauteuil roulant électrique. [1]

Déplacement sur terrain difficile :

Si l'utilisateur de la chaise s'attend à ce qu'il y ait des zones endommagées à proximité, le fauteuil roulant électrique est sans aucun doute fait pour l'exploration extérieure. Acheter un fauteuil roulant électrique peut être le meilleur pari pour ses utilisateurs à naviguer terrain difficile et instable. Ses utilisateurs aident à surmonter toutes sortes d'obstacles avec ses enjambées impressionnantes et la puissance du moteur électrique abondante. Ce fauteuil roulant électrique est conçu pour permettre à l'utilisateur de voyager sur le terrain le plus sensible. [2] De plus, la suspension électrique pour fauteuil roulant rend le voyage plus confortable que le fauteuil roulant manuel. Lorsque le fauteuil roulant manuel est situé dans une zone inclinée ou montagneuse, il devient de plus en plus difficile à utiliser. Il devient difficile de maintenir la force du haut du corps en grimaçant dans un tel fauteuil roulant, et il y a un risque de tomber en arrière utilisé sur une pente. Par conséquent, un fauteuil roulant électrique est conçu pour répondre à ces problèmes, et le moteur électrique dans ce fauteuil roulant électrique permet d'effectuer des tâches difficiles en étant assis sur une marche.[2]

Hauteur réglementée :

La hauteur de levage électrique peut être réglée à la demande de l'utilisateur de fauteuil roulant électrique. L'un des plus grands avantages de l'ascenseur électrique est qu'il permet toujours à son utilisateur d'ajuster la hauteur et la profondeur avec sa commodité. Par rapport à l'ascenseur manuel de chaise, il limite le mouvement de réglage de la hauteur. La chaise électrique permet à ses utilisateurs réglables en hauteur de s'adapter à n'importe quel niveau souhaité, que ce soit le plus haut niveau disponible ou une hauteur inférieure requise pour s'asseoir à la table à manger. On peut supposer que tous les fauteuils roulants électriques permettent au patient d'ajuster la hauteur en appuyant simplement sur un bouton. Ces fauteuils roulants électriques sont si bien faits qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser un tiers pour aider le patient à ajuster la longueur.[2]

1.7 Les inconvénients d'un FRE

Cependant, il y a plusieurs inconvénients, réduisant l'efficacité du fauteuil roulant électrique parmi eux :

Coûteux :

Malgré les avantages des fauteuils roulants électriques, certains utilisateurs ont des inconvénients avec les accessoires, tels que le prix élevé de l'achat de l'appareil. Est une pièce chère de l'équipement qui a plusieurs composants électriques et un élément motorisé. Similaire à un petit véhicule dans certains cas [2].

Les batteries :

Une ou deux piles sont nécessaires pour alimenter les composants électriques d'un fauteuil roulant électrique. Cette batterie alimente les roues de la chaise et d'autres caractéristiques électriques. Pour maintenir une performance optimale lors de l'utilisation du fauteuil roulant électrique, les supports de la chaise dépendent de l'utilisateur pour recharger régulièrement la batterie. Contrairement aux automobiles, qui ont un alternateur intégré pour recharger la batterie pendant que le véhicule est en mouvement, les chaises roulantes électriques ne drainent pas la batterie. Si le président est fréquemment utilisé sur une base quotidienne, la batterie doit être rechargée chaque jour. Ce processus pourrait prendre plusieurs heures.[2]

Le mode d'exercice :

Fauteuil roulant électrique réduit la possibilité de faire de l'exercice régulièrement. Alors que les fauteuils roulants portatifs traditionnels forcent leurs utilisateurs à pousser vers l'avant ou vers l'arrière, les fauteuils roulants électriques effectuent tous les mouvements mécaniquement. L'utilisateur de fauteuil roulant électrique peut faire la plupart des mouvements à l'intérieur de la chaise ou en utilisant le joystick. [2] Des exercices limités augmentent le risque de futurs problèmes de santé des utilisateurs et réduisent les fonctions humaines de base. Comme la capacité de maintenir l'équilibre du corps en mouvement. Les fauteuils roulants électriques aident les utilisateurs à se déplacer plus rapidement, mais encouragent leur corps à s'installer.[2]

1.8 Autonomie d'un fauteuil roulant électrique :

L'autonomie du fauteuil roulant électrique reflète la distance qu'une personne handicapée peut parcourir, et change en fonction du modèle de chaque chaise, l'autonomie de la chaise varie souvent de 15Km à 40Km, permettant à la personne handicapée de parcourir une distance assez grande, en ce qui concerne la nature et la durée du voyage de la personne handicapée, mais il existe plusieurs facteurs qui influent directement sur l'autonomie de la présidence, notamment des facteurs fixes et variables.[3] :

Chapitre 1 : Généralités Sur Les Fauteuils Roulants Electriques

Les facteurs variables sont les suivants :

- Charge utile.
- Votre style de conduite.
- L'environnement.
- Les propriétés du sol.
- La pression des pneus et la capacité électrique disponible de la batterie.

Les facteurs fixes sont :

- Le poids du produit
- La taille des batteries
- Les types de propulsion et de moteur
- La répartition du poids du produit et le type de propulsion et de moteur
- La répartition du poids du produit

Il est important de souligner que les données fournies par les constructeurs sont toujours optimales. L'autonomie réelle d'une chaise roulante électrique, cependant, dépend toujours d'un certain nombre de facteurs.

Les éléments ci-dessous, par exemple, ont un impact particulièrement important sur les performances de la batterie [3]

 La distribution de la masse : L'excès de poids affecte directement l'autonomie du fauteuil roulant électrique, et l'excès de poids varie selon le style de vie de la personne handicapée, plus le poids total est élevé, plus l'utilisation de la batterie augmente, ce qui augmente la demande d'énergie de la batterie, ce qui réduit la distance que la personne handicapée peut parcourir[3].

 Le type de route et le revêtement de sol : La nature du sol et de la chaussée sur lesquels la personne handicapée marche affecte l'exécution de la chaise de sorte que les collines et les barrières constituent un obstacle majeur à l'autodétermination de la chaise, réduisant ainsi la vitesse de la personne handicapée, ce qui affecte l'autonomie du fauteuil roulant[3].

 Météo et température externe : Différentes conditions météorologiques affectent également les performances de la batterie. Où les vents contraires conduisent à la demande de plus d'énergie et lorsque les températures sont basses et en dessous de zéro, Cela s'applique aussi bien aux batteries de téléphone portable qu'aux batteries de fauteuils roulants électriques. Ceci est une conséquence de la faible autonomie de la chaise [3].

 Age de la batterie : Les batteries sont des éléments consommables, ce qui signifie qu'elles peuvent perdre certaines propriétés et un pourcentage de leur capacité en fonction de leur cycle de vie. Un des éléments les plus importants qui prolongent la vie de la batterie est de les charger complètement chaque fois qu'une personne handicapée peut le faire [3].

1.9 Fauteuil roulant électrique B400 :

Il existe de nombreux fabricants de fauteuils roulants électriques chaque usine varie selon les normes de qualité du fauteuil roulant électrique en termes de matériaux à partir desquels le fauteuil roulant électrique a été fabriqué et en termes de service fourni par cette chaise à la personne handicapée comme ainsi que la conformité de la chaise aux normes énergétiques mondiales pour protéger la personne handicapée contre les dangers possibles et le prix du fauteuil roulant électrique varie selon le fabricant ainsi que le service fourni par l'extrémité de la chaise, parmi les fabricants les plus importants de ce type de chaise (INAVACARE ,DUPONTMEDICAL,VERMEIREN ,OTTOBOCK[B400 utilisé dans notre mémoire]...etc.) [4].

Il s'agit d'un fauteuil roulant à propulsion arrière qui est considéré parmi les versions avancées fabriquées par la société OTTOBOCK et largement répandu parmi les personnes qui utilisent du fauteuil pour sa facilité d'utilisation, car la structure générale du fauteuil se caractérise par la forme d'une cage. Il est constitué de deux moteurs à courant continu, la vitesse maximale de ce type de fauteuil atteint 10km/h avec une autonomie estimée à 30Km [3], il se caractérise par des caractéristiques techniques que nous aborderons en détail dans le deuxième chapitre [4].

Le système de stockage d'énergie de ce fauteuil se compose de deux batteries Plomb acide de type AGM.de Marque **EXALIUM** d'une tension de 12V chacune, connectées en série[5], ce qui signifie que le fauteuil roulant B400 dispose d'une seule source d'alimentation. La figure (8) est pour un fauteuil roulant de type B400 pour une personne handicapée dans la ville de Laghouat :

Comme tout type de fauteuil roulant électrique, il doit y avoir certains avantages qui caractérisent chaque chaise sur une échelle, comme la flexibilité, la facilité d'utilisation, etc., et certains inconvénients tels que le prix, le poids et la performance, parmi les avantages et les inconvénients du fauteuil roulant B400[3] :



Figure 8 : Fauteuil roulant electrique B400 (utilisé dans l'étude)

1.9.1 Avantages

- Un des avantages de cette chaise est la forme compacte de la chaise, qui permet à une personne handicapée d'augmenter sa liberté de mouvement pour une utilisation facile.
- Le poids de la chaise fait partie des avantages qui la caractérisent.
- Parmi les caractéristiques est le cadre moulé de la chaise où la dureté à long terme du voyage des utilisateurs du fauteuil

1.9.2 Inconvénients

- L'autonomie des utilisateurs du fauteuil diminue avec le temps
- Si la batterie est utilisée, le couple de la chaise est trop grand pour qu'une personne handicapée puisse la déplacer manuellement.

1.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'historiques des fauteuils roulants ainsi que les différentes étapes de l'évolution de l'électrification des fauteuils roulants. Par la suite, Nous avons décrit les composants de base du fauteuil roulant électrique ainsi que ses différents types. Autrement, nous avons vu dans ce chapitre qu'il y a certains facteurs techniques qui contribuent

Chapitre 1 : Généralités Sur Les Fauteuils Roulants Electriques

à réduire l'autonomie du fauteuil roulant électrique qui sont liés principalement au système de stockage d'énergie électrique (batteries).

Dans le prochain chapitre, nous en apprendrons davantage sur les caractéristiques techniques du fauteuil roulant B400, en estimant l'énergie consommée par cette chaise pour une mission réelle.

Chapitre 2

Cahier Des Charges Du Système De Stockage D'Energie (SSE)

2.1 Introduction

L'autonomie de déplacement d'une personne - c'est à dire sa capacité à se mouvoir sans assistance à l'intérieur de son domicile, se rendre à son travail, et plus globalement effectuer tous les déplacements de la vie quotidienne - est une des pierres angulaires de son insertion dans la vie familiale, sociale et professionnelle. Le fauteuil roulant électrique est le meilleur outil pour cette catégorie.

Au début, on commence par la définition du cahier des charges. Nous allons aborder par la présentation des caractéristiques du fauteuil roulant électrique B400 que l'on souhaite alimenter par une source de stockage d'énergie et d'autres éléments du cahier de charges tels que les caractéristiques des différents composants du système de stockage.

Dans ce chapitre, nous allons mener une étude sur le dimensionnement du SSE du fauteuil roulant électrique « B400 », pour une mission réelle y compris le profil de l'énergie et de la puissance à travers un modèle dynamique du fauteuil.

2.2 Caractéristique du Fauteuil roulant électrique (B400)

Fauteuil roulant électrique [B400 "OTTOBOCK"] est une chaise intégrée qui dispose de certains raccords électroniques ; qui rendent plus facile pour une personne handicapée à utiliser le fauteuil roulant, est classé comme intérieur et extérieur ;et cela est dû à certaines des caractéristiques techniques qu'il a, C'est une chaise propulsée arrière, la structure du fauteuil roulant est en forme de "cage " ; où anti-retour et des cabines pour ce type nous trouvons en « forme moulée » ; roues B400 sont des roues soudées qui considèrent les seuls éléments soudés que nous trouvons dans la chaise ; les cabines de cette chaise sont montées à l'avant et à l'arrière[3].

Le prix d'achat de cette chaise 555613,07DA [4]. Le coût du système de stockage d'énergie de la chaise est de **13 %** du coût total de la chaise

Le siège de chaise a la fonction de réglage, c.-à-d. une personne handicapée peut ajuster la taille du siège de chaise comme la largeur en retirant les accoudoirs de la chaise, et peut également ajuster la profondeur de la chaise en faisant glisser les tuyaux de structure de chaise[5].

* Les dimensions du "petit siège" sont les suivantes : La personne handicapée peut régler la largeur du siège entre 38 et 42 cm, et peut régler la profondeur de 38 à 46 cm[5].

* Les dimensions du siège « large » sont les suivantes : la largeur du siège est réglable de 43 à 48 cm, On peut régler la profondeur de 42 à 50 cm[5].

Une personne handicapée avec un fauteuil roulant B peut régler la hauteur du siège à 40, 45 et 50 cm du sol pour le "petit siège", et à 45 et 50 cm pour le "grand siège"[5].

La Chaise B 400 a un câble à l'arrière de la chaise qui est utilisé pour l'inclinaison du fauteuil roulant sur quatre réglages: 0 à 30 degrés ou -9 à 21 degrés, tous les 10 degrés, [5].

“ Inclinaison du siège réglable sur 0°, 3°, ou 6°, C'est un angle « fixe » ”, [5].

Le B400 se distingue par ses caractéristiques particulières , [5]:

- Facilité de maintenance grâce à l'accès facile et visible à tous les éléments.
- Adaptation individuelle possible grâce à des options (système de sièges, contrôles, accessoires).

2.2.1 Description des composants principaux de B400.

La figure (9) ci-après montre les principaux éléments du fauteuil roulant électrique, [5].



Figure 9 - Composants principaux de B400 [5].

1 -Dossier

5- Déverrouillage du frein

2 -Manette et commande

3 -Accoudoir

4 -Coussin d'assise

6- Palettes du repose-pied

7- Moteur avec roue motrice

Dossier : Le siège de chaise B400 est conçu avec une fonctionnalité flexible où la personne handicapée peut incliner l'inclinaison du dossier en tirant la ceinture de départ au bas de la chaise, permettant au dossier de régler l'inclinaison souhaitée par la personne. Peut être modifié conformément aux quatre modifications susmentionnées[5].

Boîtier de commande : Le fauteuil roulant électrique est contrôlé par le boîtier de commande, où le panneau de commande se compose d'un clavier, écran LED et bâton de commande, où la programmation est située dans le boîtier de commande, FRE est activé ou désactivé par le boîtier de commande, où les indicateurs de conduite peuvent être insérés et l'état actuel de certaines caractéristiques et composants de la chaise est Affiché[5], La figure (10) montre les composants de base de la boîte de contrôle de la chaise

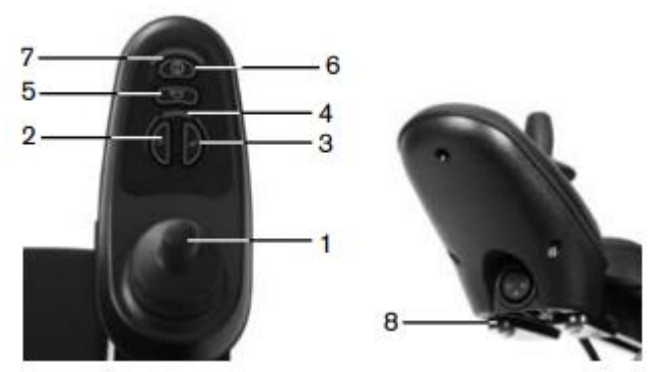


Figure 10 - Boîtier de commande de B400 [5]

1 Manette

2- Touche de la vitesse lente

3 -Touche de la vitesse rapide

batterie

4 -Indicateur des vitesses

5 Klaxon

6 -Touche marche/arrêt

7 -Affichage DEL du niveau de charge de la

8- Envers du connecteur de charge

- **Batteries :** Le fauteuil roulant se compose de deux batteries de 12 V/50Ah, elles sont placées au niveau inférieur du siège de chaise, sur la base du niveau de charge de la batterie. La distance que la chaise peut parcourir est déterminée par toute expression de

l'indépendance de la personne handicapée[5]. La figure (11) présente la batterie utilisée dans le fauteuil roulant électrique B400 :



Figure 11 - Batterie de B400 [15]

- **Chargeur :** Comme tout appareil alimenté par des batteries rechargeables, le fauteuil roulant B400 dispose d'un chargeur de batterie avec des caractéristiques techniques énumérées dans (le tableau 2) [5] ; La figure(12)montre une photo d'un chargeur de fauteuil roulant capturé par une personne handicapée.



Figure 12 – chargeur de fauteuil roulant électrique « B400 ».

2.2.2 Caractéristiques techniques de B400

Chaque fauteuil roulant électrique présente des caractéristiques techniques qui varient d'un type à l'autre. En fonction de ces caractéristiques, le choix de la chaise du patient est approprié pour lui. Les tableaux suivants illustrent les caractéristiques techniques de la chaise étudiée dans cette mémoire. Ces caractéristiques sont divisées en deux parties. [5].

2.2.2.1 Caractéristiques des mesures et poids

D'après le manuel cahier des charges, nous avons extrait les caractéristiques de poids les plus importantes du fauteuil roulant B400, y compris le poids maximum de la personne, le poids du fauteuil lorsqu'il est vide et les mesures nécessaires pour l'étudier. Le tableau (1) présente les mesures et le poids du fauteuil roulant B400.

Largeur d'assise	40 cm
Profondeur d'assise	43,5 cm
Hauteur dossier	48 cm
Poids total de fauteuil	114,3 kg
Poids max. utilisateur	140 kg
Largeur totale dossier	58,5 cm

Tableau 1 : Dimensions et poids du FRE B400 [5]

2.2.2.2 Caractéristiques des composants électrique

Nous avons extrait les composants électriques les plus importants du fauteuil roulant B400 avec l'extraction des propriétés techniques de chaque élément électrique pour utilisation dans notre étude, le tableau (2) montre les caractéristiques techniques de chaque élément :

Tension de fonctionnement	24 V C.C
Moteur	2 * 300 W (10 km/h, 4 pôles)
Courant de sortie max /par moteur	60 A
Chargeur : Alimentation sur secteur	230 V [-10 %, +6 %]
Fréquence du secteur	50 Hz +/-4 %
Courant nominal de charge	5 A
Batteries acides	2*12 V,50 Ah

Tableau 2 : Composants électriques de FRE[5]

- Le fauteuil roulant électrique (B400) ci-dessus peut parcourir une distance de 30km à une vitesse maximale de 10km/h.

2.3 Cahier des charges

Un cahier des charges doit être clairement défini en amont, car les applications automobiles sont complexes en termes de performances et de contraintes, ce qui peut avoir des effets plus ou moins contraignants.

La puissance et l'énergie nécessaires sont calculées à partir d'un modèle dynamique du fauteuil roulant électrique.

Pour cela, on doit présenter les caractéristiques du fauteuil roulant électrique (B400) et d'autres éléments du cahier de charges tels que (le cycle de conduite du FRE, les caractéristiques des éléments du système de stockage. . . etc.)

2.3.1 Mission considérée

Dans la ville de Laghouat, Nous avons fait une mission réaliste pour obtenir un profil de vitesse, qui a été fait avec l'aide de Mlle.Ch. Qui avait un fauteuil roulant du type B400. La figure (13) montre une image réelle de la chaise utilisée dans cette mission



Figure 13 – FRE utilisé dans la mission.

2.3.1.1 Trajectoire :

Notre modèle a été validé avec le fauteuil roulant électrique B400, sur 1,1km avec une vitesse moyenne de 1.1868 m/s. La figure (14) montre la carte de cette route où le point de départ est la maison de Mme/ch. au point d'arrivée qui est le centre commercial 'Amira'. Cette analyse a été effectuée pour que les rampes unitaires soient fixes, Le tableau (3) détaille la décomposition de la trajectoire réalisée.



Figure 14 - carte de trajectoire de mission.

Chapitre 2 : Cahier Des Charges Du Système De Stockage D'Energie (SSE)

Après avoir terminé la mission, nous avons extrait les résultats nécessaires pour cette étude et les avons résumés dans un tableau (3) :

Kilométrage	1.1 km
Temps passé	902 s
Vitesse maximale	9 km/h
Vitesse moyenne	4.2725 km/h

Tableau 3 : Caractéristique de la mission.

Nous avons enregistré ces renseignements à l'aide d'une application mobile téléchargée dans le téléphone de Mlle.Ch.

2.3.1.2 Application Android :

Speed bot est un indicateur gratuit de la vitesse GPS haute résolution qui permet à son utilisateur de voir la vitesse de la voiture et de nombreux paramètres en temps réel, Speed bot fait un ordinateur incroyable à bord.

Caractéristiques principales :

- Indicateur de vitesse GPS : Indique la vitesse actuelle avec laquelle son utilisateur voyage.
- Enregistrement des déplacements et odomètre.
- Limiteur de rapidité.
- Tous les groupes de vitesses : Km/h, MPH, KN.
- Mode d'affichage tête haute (HUD) permettant de projeter le speed bot sur le pare-brise.
- conçus pour tous les types de véhicules : (voiture, camion, moto, bateau, vélo...)
- Apparence personnalisable avec divers thèmes.

À la fin de la tâche, l'application affiche un graphique contenant les renseignements suivants :

Localisation GPS, Vitesse, Altitude, RPM (OBD2), Consommation instantanée (OBD2).

Speed bot se connecte à votre voiture via l'interface Bluetooth ou l'interface Wi-Fi ELM327 pour afficher les informations précédentes[6]

Grâce à l'application Speed bot, nous avons pu obtenir un enregistrement de courbe de changement de vitesse pour cette mission.

Mais le problème est que la courbe donnée par l'application précédente ne peut pas être entrée directement dans le programme Matlab, donc nous avons utilisé un autre programme pour lire les coordonnées du changement de vitesse en fonction du temps.

2.3.1.3 Web Plot Digitizer

WPD Cela signifie abréviation « Web Plot Digitizer », Outil Web pour extraire des données numériques à partir d'images de tracé ou de cartes. Comprend également des outils de mesure de distance et d'angle simples. Prend en charge les graphiques XY, les graphiques à barres, les graphiques polaires, les diagrammes ternaires et les cartes. Les algorithmes d'extraction automatique facilitent l'extraction rapide et précise d'un grand nombre de points de données[7]. Permet également de partager des données avec Plotly pour la visualisation.

Il existe plus de 10 alternatives à WebPlotDigitizer, non seulement des sites Web, mais également des applications pour une variété de plates-formes, notamment Windows, Linux, Mac et des solutions auto-hébergées[7]. La meilleure alternative est Engauge Digitizer, qui est à la fois gratuit et Open Source. D'autres excellents sites et applications similaires à WebPlotDigitizer sont Plot Digitizer, g3data, PlotDigitizer et Graph Click.

Les résultats obtenus ont été enregistrés dans le fichier Excel pour être traitées facilement dans Matlab.

Après toutes les étapes précédentes, nous avons pu obtenir un profil de vitesse pour cette mission qui était de la maison de Mlle.Ch jusqu'au centre commercial AMIRA), pour une distance de 1,1km pendant 902 secondes avec une vitesse maximale de 9km/h et une vitesse moyenne de 4.2725 km/h.

Nous avons répété le cycle de conduit du B400 quatre fois pour obtenir un cycle de conduite d'une heure complète comme le montre la figure (15).

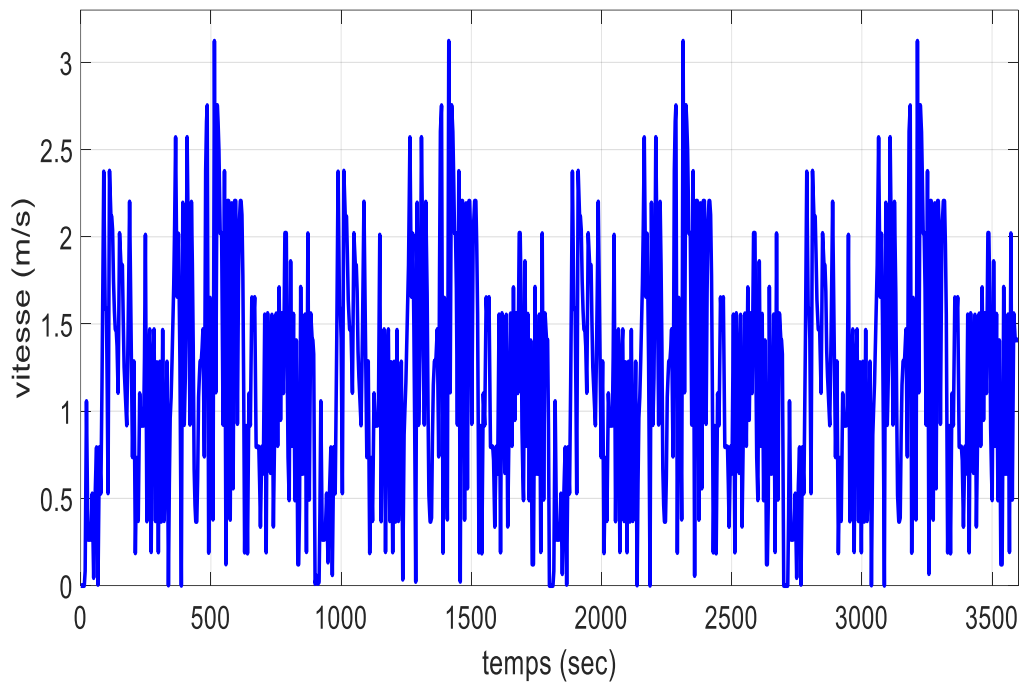


Figure 15 : Cycle de conduite du fauteuil roulant B400

Dans notre cas, une mission a pour résultat une alimentation électrique requise par le moteur électrique. La puissance et l'énergie consommée par un FRE dépendent de plusieurs paramètres pour connaître les caractéristiques du FRE (poids, coefficient de pénétration dans l'air (C_x), rayon de la roue, coefficient de résistance au roulement...etc.), ainsi que du type de système de stockage, C'est pour cela que nous devons définir des profils de puissance et d'énergie nécessaires au moyen d'un modèle dynamique du FRE [10].

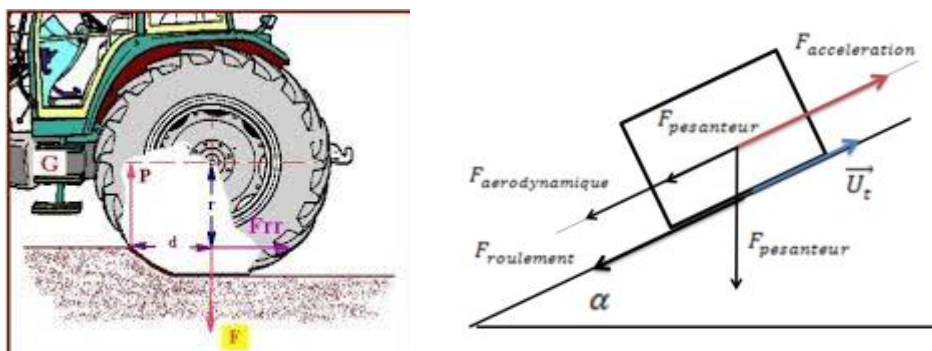


Figure 16 : Modèle dynamique du fauteuil roulant électrique [10]

2.3.2 Modèle dynamique du FRE

Le Fauteuil roulant électrique pris en compte dans cette mission, dont les paramètres sont donnés par le Tableau (4).

<i>Paramètres du FRE</i>	Valeur
<i>La pente en [%]</i>	2.5
<i>Masse d'un FRE sans SSE [kg]</i>	224 .1
<i>Surface maitre couple en [m²]</i>	0 .75
<i>ρ densité de l'air [kg/m³]</i>	1.2
<i>Cx coefficient de pénétration dans l'air</i>	0 .075
<i>C0 coefficient de résistance au roulement à l'état statique</i>	1
<i>C1 Coefficient de résistance au roulement à l'état dynamique</i>	0.008
<i>Rayon de la roue [m]</i>	0.1

Tableau 4 : paramètres du modèle dynamique du Fauteuil roulant électrique B400

La force requise pour tirer le B400 est indiquée par la somme des différents forces qui sont rajoutées à la force d'accélération F_{acc} [10]:

 Les forces de résistance au roulement sont :

- $F_{aéro}$ (force aérodynamique)
- F_{roue} (force due à. contact de roue sur la chaussée)
- F_{gxla} (force gravitationnelle en raison de la pente).

Nous exprimons ces forces dans les équations suivants :

$$F_{aero} = 0.5 \rho S C_x V_{FRE}^2 \quad (1)$$

Avec : $F_{aéro}$: force aérodynamique [N] ; ρ : densité de l'air [kg/m³] ; C_x : coefficient de pénétration dans l'air ; V_{FRE} : vitesse de fauteuil roulant électrique [m/s].

$$F_{roue} = (M_{FRE} + M_{mp}) g (C_0 + C_1) V_{FRE}^2 \quad (2)$$

Avec : F_{roue} : force due à contact de roue sur la chaussée [N] ; M_{FRE} : masse de fauteuil roulant électrique ; M_{mp} : la masse maximale de personé ; C_0 : coefficient de résistance au roulement à l'état statique ; C_1 : Coefficient de résistance au roulement à l'état dynamique ; V_{FRE} : vitesse de fauteuil roulant électrique [m/s].

$$F_{gx} = (M_{FRE} + M_{mp}) g \sin \alpha \quad (3)$$

Avec : F_{gx} : force gravitationnelle en raison de la pente [N] ; M_{FRE} : masse de fauteuil roulant électrique ; M_{mp} : la masse maximale de personé.

La puissance P_{FRE} nécessaire à la propulsion pendant une mission et énergie consommée par le Fauteuil roulant électrique E_{FRE} peuvent être exprimées par les équations suivant :

$$P_{FRE} = \left((M_{FRE} + M_{mp}) \frac{dv_{FRE}}{dt} + F_{aero} + F_{roue} + F_{gx} \right) V_{FRE} \quad (4)$$

Avec : P_{FRE} : la puissance de fauteuil roulant électrique ;

$$E_{FRE} = \int_{t_0}^{t_f} P_{FRE}(t) dt \quad (5)$$

La puissance requise par les moteurs de propulsion des roues est représentée par la puissance positive. La valeur maximale de cette puissance consommée est P_{FRE-C} : puissance consommée par le fauteuil roulant électrique.

Selon l'équation précédente, l'énergie utilisée est obtenue en intégrant la puissance du fauteuil par rapport au temps de la mission. La quantité maximale d'énergie consommée pour l'autonomie du FRE est la paramètre E_{FRE} . Les différents paramètres (E_{FRE} ; $P_{FRE-rec}$; P_{FRE-C}) seront des contraintes sur la taille du SSE. Ces paramètres dépendent directement du niveau de vitesse, du terrain de roulage et l'autonomie souhaité.

La figure (17) représenté le schéma synoptique du modelé dynamique de fauteuil B400 :

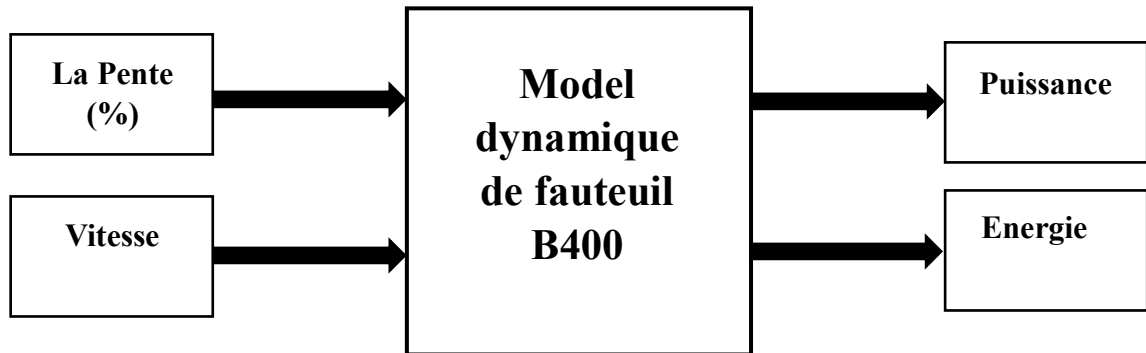


Figure 17 : le schéma synoptique de la model dynamique

Pour représenter l'autonomie, le FRE répète la mission considérée autant que nécessaire pour atteindre la distance désirée. La Figure (18) suivant représente les profils de puissance et d'énergie :

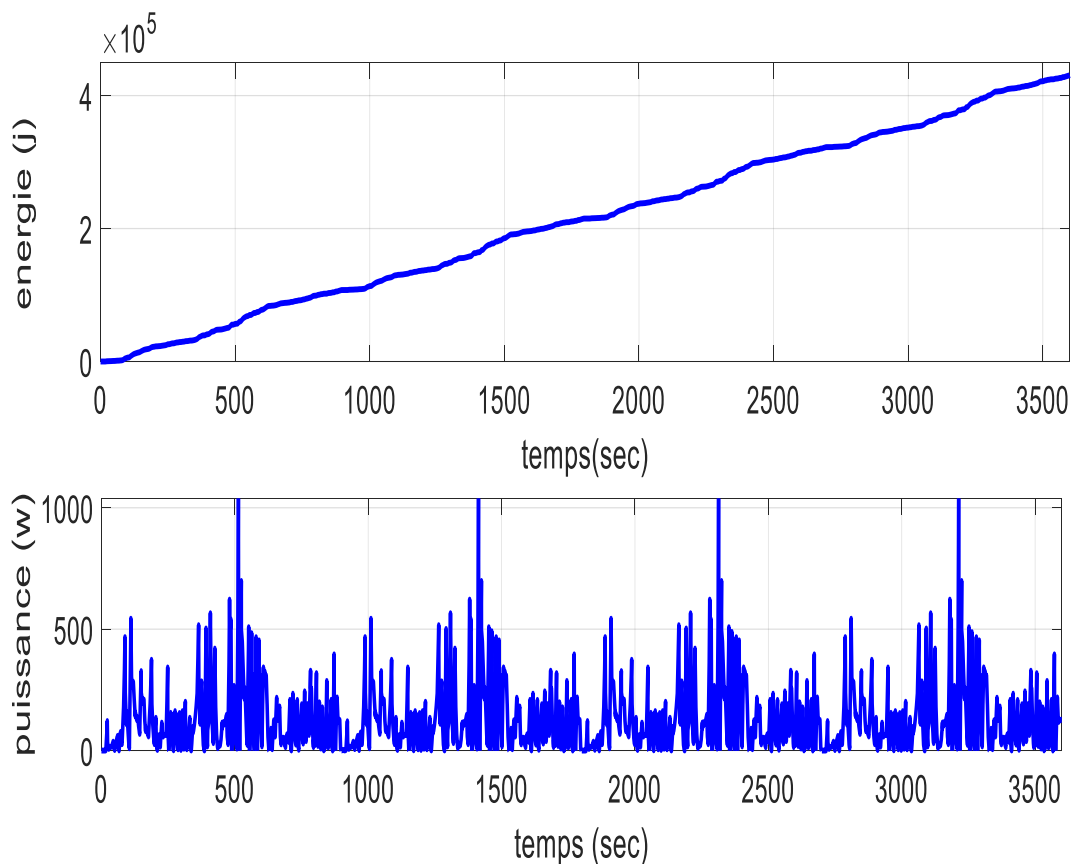


Figure 18 – Profils de puissance et d'énergie nécessaires pour un FRE (mission considérée)

2.3.3 Caractéristique du système de stockage

Le fauteuil roulant électrique (B400) considéré dans ce travail est alimenté par un système de pack de batterie comme source primaire et unique. Dans le cas de notre étude, la chaise étudiée est de type B400. Elle est constituée de deux batteries, montés en série, de type AGM qui présentent les caractéristiques décrites dans le tableau (5).

Tension [V]	2.1
Masse [kg]	2.5
Volume [l]	1.235
Cout [da/ algérien]	6000
Capacité nominale [Ah]	8.33
Courant max Décharge [A]	45

Tableau 5 : Les caractéristiques des éléments de batteries plomb[14]

Dans ce travail, nous avons utilisé trois batteries au lithium [li-ion et liFepo4 qui présentent les caractéristiques décrites dans le tableau (6)

Technologie	Tension[V]	Masse[kg]	Volume[l]	Cout[da/alg]	C[Ah]	I/déch[A]
LiFePO4	3.2	1.785	2.2357	5917.86	15	150
LI-ION	3.7	0.93	0.42	7000	14.5	58

Tableau 6 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-ion et liFePo4

Et li-polymère qui présentent les caractéristiques décrites dans le tableau (7)

Tension [V]	3.2
Masse [kg]	2.61
Volume [l]	1.44
Cout [da/ algérien]	2759.82
Capacité nominale [Ah]	15
Courant max Décharge [A]	58

Tableau 7 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-polymère

Et nous avons étudié une comparaison entre elles et une batterie AGM du fauteuil B400 en termes de poids, taille, énergie et coût d'achat et d'essayer de choisir la solution optimale après le dimensionnement.

2.4 Problèmes liés au SSE du B400

2.4.1 Système de stockage Electrique (SSE)

Le fauteuil roulant électrique (B400) considéré dans ce travail est alimenté par un système de pack de batterie comme source primaire et unique. Dans cette partie, nous allons présenter les différentes fonctionnalités de la batterie de stockage utilisé dans ce travail.

Mais avant cela, nous présentons les types de batteries qui sont autorisés, sous réserve des normes de sécurité du patient, Nous examinons ici les modèles les plus couramment utilisées [8] :

 **La batterie a gel** : Les batteries au gel sont celles qui se trouvent le plus souvent sur les chaises électriques. Souvent plus coûteux que leurs concurrents, ils supportent de nombreux cycles de chargement/déchargement.

 **Les batteries AGM** : ou batteries plomb-acide, sont en général les moins chères, mais aussi celles qui ont la durée de vie la plus courte, Cependant, ils permettent de bonnes performances.



Les batterie lithium : Les batteries au lithium sont plus petites et plus légères, et leur durée de vie est plus longue que celle des autres batteries, Par ailleurs, ils offrent de nombreux avantages : Recharge rapide, respectueux de l'environnement (sans métal), ils peuvent être stockés sans dommage ou déchargement, ne nécessitent aucun entretien spécial et sont souvent garantis 3 ans.

Un fauteuil roulant électrique est habituellement alimenté par 24 volts, le plus souvent en deux batteries de 12 V, qui sont montés en série.

Dans le cas de notre étude, la chaise étudiée est de type B400. Elle est constituée de deux batteries, montés en série, de type AGM.

Chaque batterie a les caractéristiques indiquées dans le tableau (8) ci-dessous :

Grandeurs	Valeur
Tension [V]	12
Capacité [Ah]	50
Masse [kg]	15.1
Volume [l]	7.41
Cout [Da/algérien]	36000

Tableau 8 : les caractéristiques d'une batterie de B400 [9].

La conception des batteries a parcouru un long chemin ces dernières années, mais malheureusement, certains des conseils habituels sur l'entretien des batteries pour les fauteuils roulants électriques n'ont pas du tout changé. Le résultat est une série d'instructions déroutantes et parfois contradictoires sur la meilleure façon d'entretenir les batteries.

Cependant, la plupart des utilisateurs du fauteuil souffrent d'une diminution significative des performances de la batterie après un certain temps. Pour clarifier davantage, Il y a des témoignages de certaines des utilisateurs du fauteuil. Sur ce qu'elles souffrent à cause du Système de stockage d'énergie (SSE) pour leurs fauteuils.

2.4.2. Les témoignage des utilisateurs du fauteuil

Nous examinons certains des points dont souffrent des utilisateurs du fauteuil, en prélevant deux échantillons de cette catégorie pour rendre les déclarations plus crédibles et scientifiques.

 **Témoign/B.CH :** Une fille avec des besoins spéciaux (fille handicapée) qui travaille dans une entreprise nationale, possède une chaise de type B400 "elle était le bénévole dans la tâche mentionnée ci-dessus", utilise la chaise sur une base quotidienne et continue, après avoir discuté avec elle de la performance et de la satisfaction du système de stockage d'énergie électrique (batteries), elle déclare :

- Le système de stockage d'énergie semblait parfait dans les premiers jours de la chaise, où son autonomie a été estimé à trois jours à une vitesse moyenne 3km/h.
- Environ un an plus tard, la performance de la batterie est diminuée à 1/3 de ses performances primaires, en termes de stockage et de vitesse de charge.
- Les prix d'origine de la batterie de la chaise sont très élevés et ne sont pas disponibles en abondance sur le marché local, donc lorsqu'une batterie est endommagée, elle est remplacée par des batteries utilisées dans les véhicules électriques hybrides tels que VARTA et autres.
- La batterie actuelle de ceux utilisés dans les véhicules électriques est renouvelée presque tous les deux ans, mais ne fournit pas le rendement requis.

 **Témoign/H. IH :** Un étudiant de deuxième année, département de maîtrise en biologie, qui possède un fauteuil roulant électrique B4. Sa déclaration était très proche de celle de Mlle.Ch. Elle était la suivante :

- Baisse des performances de la batterie.
- Lorsque l'une des batteries est perdue, elle est remplacée par des batteries de voiture, en raison de leur abondance et de leur faible prix par rapport aux batteries d'origine.
- La batterie est chargée tous les soirs pendant plus de huit heures, bien qu'elle se décharge rapidement.
- Lorsque la charge de la batterie s'épuise, il est difficile pour moi de faire tourner la chaise manuellement, ce qui est dû à la force de sa résolution. "Je me sens

hors de propos après avoir été libre et indépendant et n'avoir demandé l'aide de personne."

- Le système de stockage d'énergie est un énorme obstacle à la réalisation de mes objectifs quotidiens. « Un jour, je ne suis pas allé à l'examen parce que la batterie s'est déchargée. »

Sur la base de ces certificats, dans cette étude, nous avons essayé de fournir des solutions optimales en termes de sources d'énergie et de système de stockage représenté dans les batteries, en tenant compte du coût et d'autres normes que nous aborderons clairement dans les prochains chapitres.

2.4.3. Les fournisseurs des batteries de FRE :

Il existe de nombreux fournisseurs de batteries utilisées comme système de stockage d'énergie pour les fauteuils roulants électriques dans le monde et parmi eux :

Modèle	DOD %
ULTRACELL	50%
VICTRON	80%
VRLA AGM	75%
SONNENSCHN	70%
EXALIUM	80%

Tableau 9 : profondeur de décharge des modèles des batteries [13].

L'autonomie ; la recharge ; le coût et la rentabilité - la durée de la vie, sont Les principaux points d'amélioration système de stockage d'Energie dans les fauteuils roulant électrique, Sur la base des points précédents, la réputation du fournisseur diffère d'un fournisseur à l'autre.

La batterie est un ensemble de cellules installées en série et/ou en parallèle pour satisfaire les besoins en énergie du système à électrifier, Lors de l'assemblage d'une batterie, l'assemblage et les dispositifs protecteurs représentent une masse et un volume

considérables[10].sur les batteries disponibles sur le marché nous a permis estimer la masse et le volume de ces équipements, Il peut être considéré que la masse et le volume supplémentaires peuvent être estimés à environ 40% de la masse et du volume cellulaire[11] [10].

Problématique ?

Suite à ce qu'on a présenté, est ce que la technologie des batteries influencer les performances d'un fauteuil roulant électrique ?!

2.5 Conclusion

Après les travaux examinés dans ce chapitre, il est expliqué que le système de stockage d'énergie du FRE « B400 », composé de deux batteries de la technologie AGM, ne fournit pas le niveau d'énergie requis et ne fournit pas l'autonomie dont cette catégorie rêve (voir les témoignages ci-dessus), ainsi que de nombreux défauts tels que le coût élevé, le cycle de vie et le poids du système.

Dans le prochain chapitre, nous allons procéder au dimensionnement du SSE en utilisant différentes technologies de batterie afin d'améliorer les performances du fauteuil roulant électrique B400.

Chapitre 3

Dimensionnement du Système de Stockage d'Energie pour B400

3.1. Introduction

L'énergie électrique provenant des batteries est la seule source d'énergie des fauteuils roulants électriques, Après ce que nous avons abordé dans le chapitre précédent sur les problèmes du système de stockage d'énergie électrique pour fauteuil roulant.

Dans ce chapitre, nous allons changer la technologie des batteries utilisées dans le fauteuil utilisé dans cette étude, et étudier les cinq critères (taille, poids, énergie produite et durée de vie et le cout) dans les mêmes conditions que l'étude précédente, c'est-à-dire les mêmes caractéristiques techniques de la tâche précédente, et voir l'ampleur de l'impact de l'évolution technologique des batteries sur l'autonomie de ce type de fauteuils. L'objectif principal est de proposer une solution "optimale" qui améliore les performances du système de stockage d'énergie (SSE) en termes de poids, de coût et de durée de vie.

3.2. Dimensionnement des batteries

Nous avons fourni les caractéristiques des systèmes de stockage qui seront utilisés pour alimenter le fauteuil roulant électrique étudié. La section suivante est consacrée aux dimensionnements du système de stockage d'énergie représentées par pack de batteries. Dans ce cas où le SSE consiste uniquement en une batterie, la batterie sera dimensionnée selon trois critères différents, La figure (19) suivante montre ces critères.

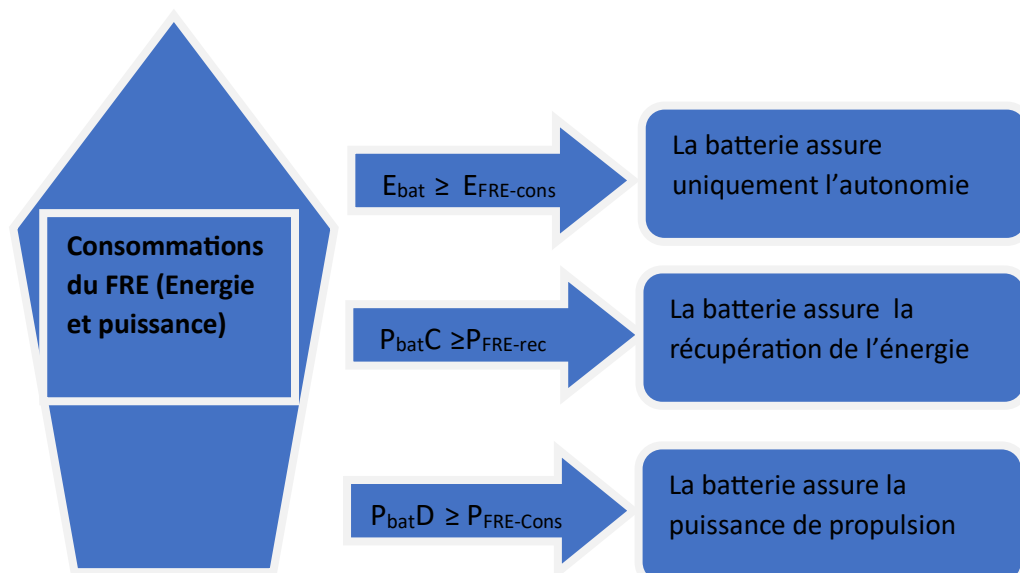


Figure 19 – Critères prises en considération pour le dimensionnement des batteries [10].

Ces critères sont définis par la contrainte du pack de batteries indépendamment. Ils sont en compétition et, bien entendu, c'est le plus restrictif des trois qui déterminera le nombre d'éléments permettant de répondre au cahier des charges.

Le dimensionnement de la batterie est de trouver le nombre de cellules de batterie nécessaires pour assurer une mission donnée.

Dans ce travail, pour simplifier les calculs et d'optimiser ainsi le dimensionnement, on considère que le nombre de cellules de batterie N_b .

« L'association série ou parallèle n'est pas considérée dans ce cas. »

Le nombre de cellules (N_b) s'exprime selon les trois critères de dimensionnement, comme suit [10]:

✚ N_b se présente de la façon suivante, Au cas où le pack doit fournir l'énergie consommée ($E_{FRE-Con}$) pour assurer seulement l'autonomie de la chaise roulante électrique :

$$N_b = \frac{E_{FRE-con}}{DOD \cdot 3600 \cdot C_{elm-b} \cdot V_{elm-b}} \quad (7)$$

Avec : $E_{FRE-Con}$: l'énergie consommée par le fauteuil roulant électrique ; C_{elm-b} : la capacité nominale d'une cellule en Ah ; V_{elm-b} : la tension nominale d'une cellule ;
DOD : Profondeur de décharge

✚ N_b se présente de la façon suivante, Au cas où le pack doit assurer la puissance maximale consommée ($P_{FRE-Con}$ nécessaires à la propulsion de la chaise roulante électrique :

$$N_b = \frac{P_{FRE-con}}{I_{elm-b}^D \cdot V_{elm-b}} \quad (8)$$

Avec : $P_{FRE-Con}$: la puissance consommée par le fauteuil roulant électrique ;

I_{elm-b}^D : courant de décharges des éléments de batterie ; V_{elm-b} : la tension nominale d'une cellule

✚ N_b se présente de la façon suivante, Au cas où le pack doit assurer la récupération complète de la puissance de freinage ($P_{FRE-rec}$) :

$$N_b = \frac{P_{FRE-rec}}{I_{elm-b}^c V_{elm-b}} \quad (9)$$

Avec : I_{elm-b}^c : courant de charges des éléments de batterie ; V_{elm-b} : la tension nominale d'une cellule.

Dans ce but, les batteries sont utilisées avec une plage de profondeur de décharge DOD =80% pour les systèmes à source unique[12].

Le Changement de la perte de capacité dans le vieillissement calendaire (à 20 °C pour. SOC de 20 %, 50 %, 80 % et 100 %), Montré dans la figure (20) suivante :

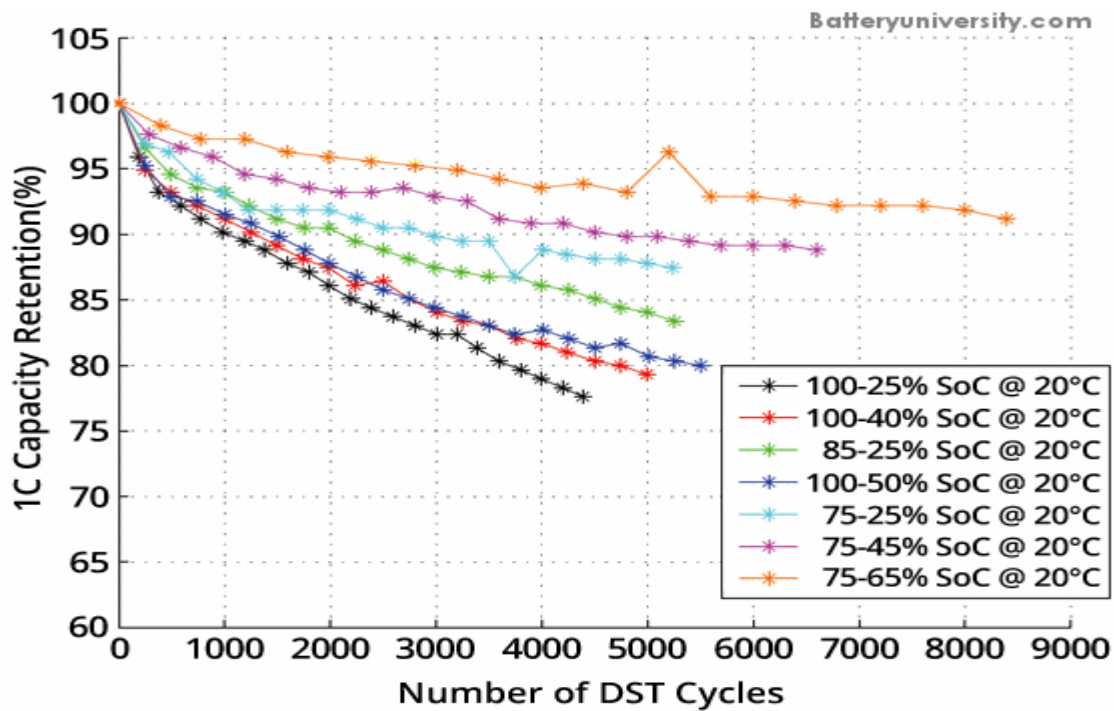


Figure 20 – Évolution de la perte de capacité en vieillissement calendaire

L'objectif principal dans le cas de l'alimentation du FRE par un pack de batteries seul est de répondre aux critères liés à la puissance maximale et l'énergie nécessaire pour la mission. Alors, on peut utiliser les deux premières expressions pour le dimensionnement.

Dans le cas où les batteries seules doivent récupérer toute l'énergie au freinage, on doit utiliser les trois relations, Et dans ce cas, il faut beaucoup de batteries.

Dans ce travail, nous allons exploiter les deux relations (7) et (8) pour le dimensionnement du système de stockage d'énergie du FRE.

3.3. Caractéristiques des technologies de batterie

Nous avons déjà abordé certains types de technologie de batterie qui sont autorisés à être utilisés dans les fauteuils roulants électriques, pour assurer la sécurité des utilisateurs. Nous allons présenter par la suite les caractéristiques technologiques de chaque batterie.

3.3.1. Batterie AGM

AGM (Absorbent Glass Mat). Dans ces batteries, l'électrolyte est absorbé par capillarité dans un tapis en fibre de verre placé entre les plaques. Il est utilisé dans les voitures hybrides et les fauteuils roulants électriques, tels que la batterie Exalium utilisé dans le fauteuil roulant B400, ainsi que dans les applications industrielles.

Grâce à l'utilisation de grilles de plomb-calcium et de matériaux de haute pureté, les batteries stockées longtemps sans avoir besoin de recharge. Le taux d'autodécharge est de moins de 2% par mois à 20°C.

Les températures élevées affectent très négativement la durée de vie, Comme indiqué dans le tableau (10) ci-dessous[14] :

Température moyenne	Cycle profond AGM années
20C° / 68°F	7 - 10
30C° / 86°F	4
40C° / 104°F	2

Tableau 10 : Durée de vie nominale des batteries AGM[14].

Dans ce travail, nous comparerons la technologie des batteries en termes de la tension, taillé, de capacité, la masse, de coûts, d'énergie fournie et de durée de vie.

Pour cela, le tableau (11) résume les caractéristiques des éléments de batterie au plomb utilisés dans ce fauteuil roulant "b400" :

Tension [V]	2.1
Masse [kg]	2.5
Volume [l]	1.235
Cout [da/ algérien]	6000
Capacité nominale [Ah]	8.33
Courant max Décharge [A]	45

Tableau 11 : Les caractéristiques des éléments de batteries plomb[14]

3.3.2. Batterie a gel

Dans ce type de batterie, l'électrolyte est immobilisé sous forme de gel, Dans quelques batteries, l'acide phosphorique est ajouté pour améliorer la vie dans le cycle profond[15]. Les batteries Gel sont étanches : pas d'entretien, pas d'ajout d'eau distillée, Plus grande sécurité que les batteries au plomb ouvertes.

Comme pour les autres batteries au plomb, l'augmentation de la température nuit à la durée de vie des batteries au gel.

(Supérieur à 20 °C, - 50 % pour la durée de vie en incréments de 10 °C pour les piles à plaque plate, - 30 % pour les plaques tubulaires). Comme la tension de charge varie selon la température, Le tableau (12) suivant le démontre :

Température moyenne	Cycle profond a gel années
20C° / 68°F	12
30C° / 86°F	6
40C° / 104°F	3

Tableau 12 : Durée de vie nominale des batteries à gel[14]

Les batteries de gel peuvent être doublement affectées par le chargeur et/ou le régulateur de charge. Elles ne sont pas équipées pour compenser la température. Cette compensation n'est généralement nécessaire que si la température de la batterie varie en dehors d'une plage définie par le fabricant (entre 15 °C et 35 °C pour Sonnenschein), Elle est utilisée dans plusieurs applications par exemple Batterie pour matériel de nettoyage, Batterie pour fauteuil roulant électrique, Batterie solaire, batterie éolienne. ;Les caractéristiques des éléments de batteries à gel sont résumées dans le tableau (13)suivant[14]:

Tension [V]	2
Masse [kg]	2.381
Volume [l]	0.854
Cout [da/ algérien]	4348
Capacité nominale [Ah]	10

Tableau 13 : Les caractéristiques des éléments de batteries à gel[14].

Les batteries de gel conviennent à la décharge profonde et sont utilisées dans les batteries tubulaires. parce que l'électrolyte gélifié élimine ;la stratification de l'électrolyte qui est l'une des principales causes de la perte de piles tubulaires ouvertes[14]. Une batterie en gel peut résister à 100% de décharge et revient à sa capacité nominale si le temps de maintenance est court.

-Les batteries gel sont des batteries étanches : pas d'entretien, pas d'ajout d'eau distillée. Sécurité renforcée par rapport aux batteries plomb ouvert.

-Les deux technologies sont proches en termes de performance et de durée de vie, et alors que la technologie se distingue par son faible prix, ses performances sont médiocres.

-Pour cela, nous aborderons enfin la technologie de batterie la plus récente et la meilleure qui s'empare désormais du marché mondial, la technologie lithium-ion, et sur la base de cette technologie, nous étudierons les dimensions de la batterie de mission considéré.

3.3.3. Batterie lithium

La technologie Lithium Ion est très utilisée récemment dans des véhicules électriques déjà commercialisé comme Tesla Model 3 et Dacia spring etc.) et les fauteuils roulants électrique comme Q50R et WEHQ etc.)[16],. Grace à sa densité énergétique, cette technologie s'est imposée sur le marché des téléphones portables, des ordinateurs et maintenant des fauteuils roulants électriques et divers moyens de transport.

Les techniques de li-ion se distinguent surtout par la composition de leur électrode positive, bien que la composition de l'électrode négative puisse également être un facteur de différenciation[11].

La deuxième famille est celle des métaux de transition phosphatés comme le phosphate de fer LiFePO_4 . Ce dernier offre un plus haut niveau de sécurité et une meilleure résistance au vieillissement[11],. mais la tension nominale étant plus faible, son énergie spécifique l'est aussi.

Le tableau (14) suivant résume Les caractéristiques et les données des batteries qui ont été utilisées dans ce travail :

Technologie	Tension[V]	Masse[kg]	Volume[l]	Cout[da/alg]	C[Ah]	I/déch[A]
LiFePO4	3.2	1.785	2.2357	5917.86	15	150
LI-ION	3.7	0.93	0.42	7000	14.5	58

Tableau 14 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-ion et liFePO_4

La durée de vie d'une batterie lithium-ion est de 8 ans, est Durée de vie calendaire > 10 ans pour LiFePO_4 .

Lithium polymère, Ces batteries sont similaires aux batteries lithium-ion en termes de performances et de qualité et sont largement utilisées dans les smartphones modernes. Il se caractérise par sa petite taille, son poids léger et sa conception flexible, ce qui permet une meilleure utilisation de l'espace dans le téléphone. Ils ont également une capacité de stockage élevée, une capacité de charge rapide et des normes de sécurité élevées[17]. Ils conservent leur

Charge plus longtemps que les batteries Li-ion. Cependant, son principal inconvénient est qu'il peut chauffer lors d'une utilisation prolongée, et son efficacité peut diminuer progressivement avec le temps : Les caractéristiques des éléments de batteries Li-poly utilisés dans ce travail sont résumés dans le tableau (15) suivant. Nous avons choisi un élément batteries à commercialisées par le fabricant varta :

Tension [V]	3.2
Masse [kg]	2.61
Volume [l]	1.44
Cout [da/ algérien]	2759.82
Capacité nominale [Ah]	15
Courant max Décharge [A]	58

Tableau 15 : Les caractéristiques des éléments de batteries li-polymère

L'alimentation disponible dans une batterie (E_{bat}), exprimée en Wh, comme suit :

$$E_{bat} = N_b C_{el-b} V_{el-b} DOD \quad (9)$$

- Avec : Note : N_b le nombre de cellules des batteries, C_{el-b} : la capacité nominale (Ah) ; V_{el-b} : la tension nominale d'un composant de batterie, DOD % : Profondeur de décharge.

- Les limites de puissance de chargement du batterie P_{C-bat} à décharge P_{D-bat} sont définies par les taux de chargement I_{C-el} des éléments à décharge I_{D-el} .

$$\begin{cases} P_{D-bat} = N_b I_b^D V_{el-b} \\ P_{C-bat} = N_b I_b^C V_{el-b} \end{cases} \quad (10)$$

La masse M_{bat} et le volume V_{bat} de l'accumulateur sont obtenus en multipliant le nombre N_b de cellules par les masses (m_{el-b}).et le volume (V_{el-b}) de ces mêmes éléments.

$$\begin{cases} m_{bat} = 1.4 N_b m_{el-b} \\ V_{bat} = 1.4 N_b V_{el-b} \end{cases} \quad (11)$$

Une majoration de 40 % a été appliquée pour prendre en considération les boîtes et les cartes électroniques nécessaires pour l'assemblage des cellules.

Avec : m_{bat} et V_{bat} , ils représentent respectivement la masse et le volume d'une batterie. m_{el-b} et V_{el-b} correspondent respectivement à la masse et au volume d'une pile.

Le coût total d'une batterie (C_{bat}) est exprimé par le coût d'un élément (C_{c-b}) comme suit

$$C_{bat} = N_b C_{c-b} \quad (12)$$

Avec : C_{bat} : le cout de batterie ; C_{c-b} : le cout d'une cellule de batterie ; N_b : nombre des éléments de batterie.

3.4. Résulta de dimensionnement

Sur la base de la courbe d'énergie consommée par le fauteuil roulant électrique figure (18) pour la mission décrite au chapitre II, qui était en fonction des conditions de simulation et des caractéristiques de la chaise indiquées au tableau (4) du chapitre deux, afin de créer un modèle dynamique de la chaise et d'extraire l'énergie consommée dans la mission.

L'énergie consommée pendant une heure a été estimée à 120 Wh à une vitesse maximal de 10 km/h. D'autre part, l'autonomie de fauteuil roulant est estimée à 3h à vitesse maximal de 10km/h selon les témoignages par des utilisateurs du fauteuil dans le chapitre deux.

Sur cette base, nous allons précéder au dimensionnement en considérant l'énergie consommée de 360 Wh, où les résultats de dimensionnement des batteries sont comme le montre la figure (21).

3.4.1. Les graphes des résultats

Les résultats de dimensionnement sont présentés à la figure (20) suivante. Elle présente les caractéristiques du SSE (les batterie) selon les technologies, et de ses composants en termes de poids, volume, cout et énergie fournie et durée de vie.

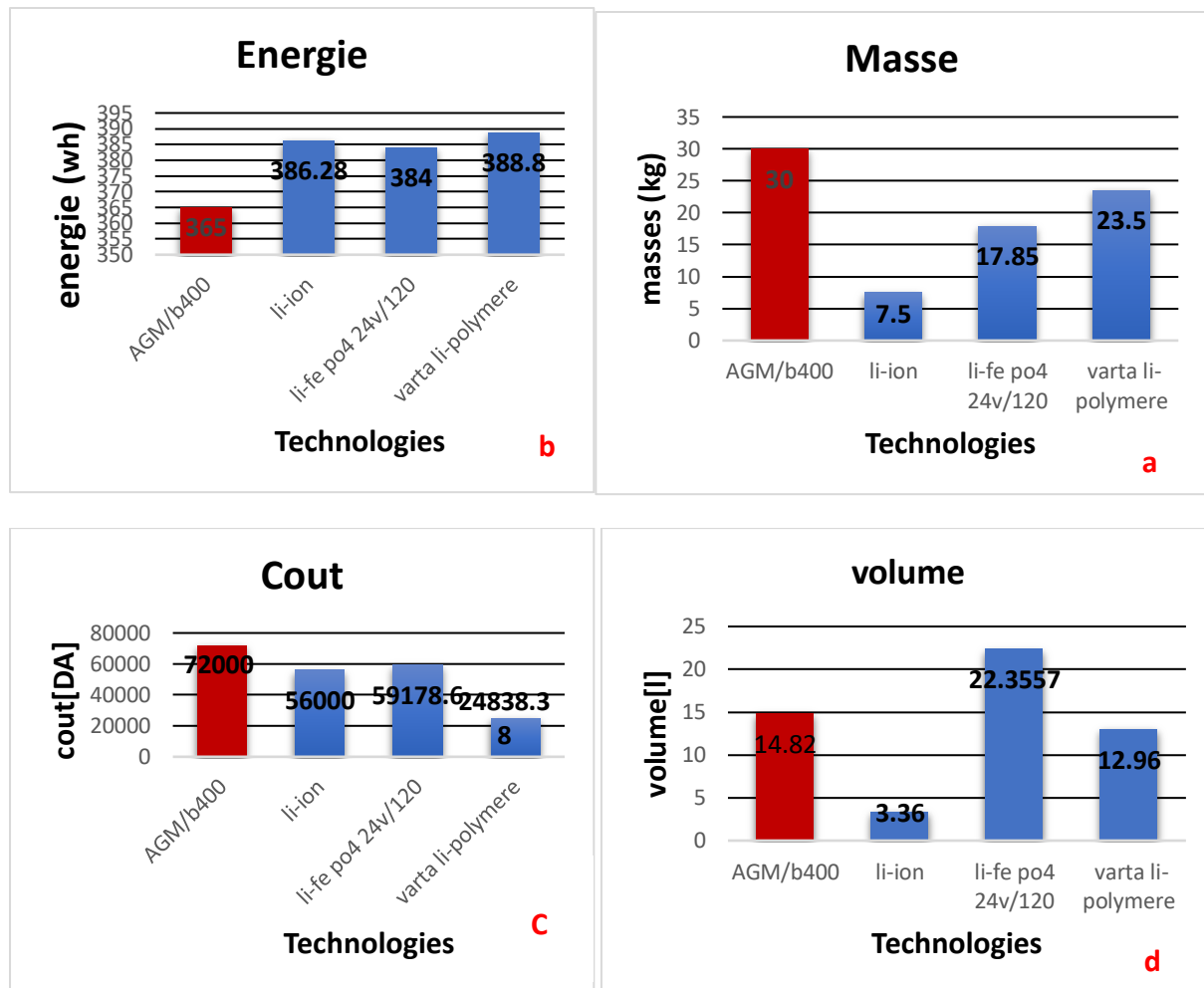


Figure 21 – Différent caractéristique des batteries selon la technologie

3.4.2. Discussion des résultats

La figure « a » montre les différents poids des batteries utilisées dans ce travail, qui réalise l'énergie nécessaire pour accomplir la mission précédente, car nous constatons que les poids des batteries dans toutes les technologies sont significativement inférieurs au poids SSE d'origine de la chaise B400. De cette technologie, nous notons que les batteries au Li-ion sont les plus faibles en poids.

La figure « b » montre l'énergie produite par les trois batteries, ou leurs valeurs maximales sont assez proche. La plage de variation de l'énergie des trois technologies est autour de [380wh-390wh], il est clair qu'il n'y a pas de différence significative. La technologie de li-polymère est estimée à **389 Wh** avec une augmentation de **7.4%** par rapport à la technologie original AGM.

La figure « c » montre le coût du SSE pour différentes technologies, et il est clair que les trois technologies coûtent moins cher que les batteries AGM. Il s'agit de la batterie au li-polymère (Varta li-polymère) la moins coûteuse, soit **65,44 %** de moins que le coût de l'AGM du fauteuil roulant B400.

La figure « d » montre différentes tailles et dimensions, ce qui est un critère important pour le choix optimal. Pour cela, il n'est pas logique de choisir une batterie plus grande que la SSE originale. Ainsi, la technologie li-polymère est éliminée parce qu'elle est plus grande que les trois autres technologies. Les batteries Li-ion sont caractérisées par leur petite taille et leurs performances distinctives ; leur volume **50 %** de moins que le volume de l'AGM du fauteuil roulant B400.

Nous constatons qu'il n'y a toujours pas de cohérence entre les normes, puisque si la technologie est excellente avec sa capacité de performance, elle augmente son coût et vice versa. Nous remarquons que même dans son poids et sa taille, toutes les normes ne doivent pas se combiner en une seule technologie.

Nous abordons le dernier et le plus important critère dont souffrent de nombreuses des utilisateurs du fauteuil (voir les témoignage des utilisateurs du fauteuil dans chapitre 2), qui est la durée de vie de la batterie. Les résultats sont présentés dans la figure (22) ci-dessous.

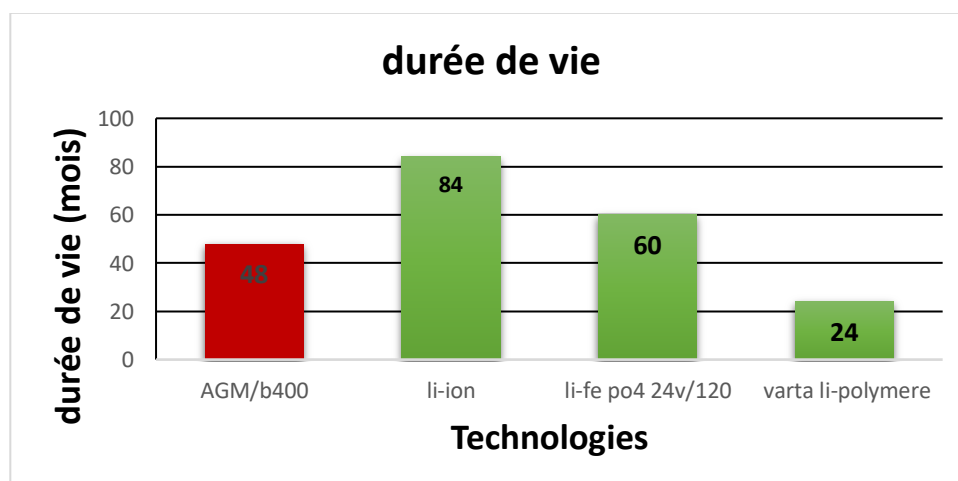


Figure 22 – La durée de la vie d'une batterie selon la technologie [16].

La figure (22) présente le cycle de vie des différentes batteries étudiées dans ce travail. En raison de l'importance de cette norme, le lithium-ion forme le rapport de cycle de vie le plus élevé entre les deux batteries et la technologie AGM estimée à 7 ans. Alors que la technologie lithium-polymère forme le cycle de vie le plus bas et donc 2 ans est une solution jamais inappropriée pour ce type d'application automobile.

Après le dimensionnement et la discussion des résultats, nous pouvons dire que le lithium-ion est la bonne solution pour cette étude car elle assure un compromis optimal entre les cinq critères considérés.

La figure (23) suivante affiche un radar montrant les résultats de dimensionnement :

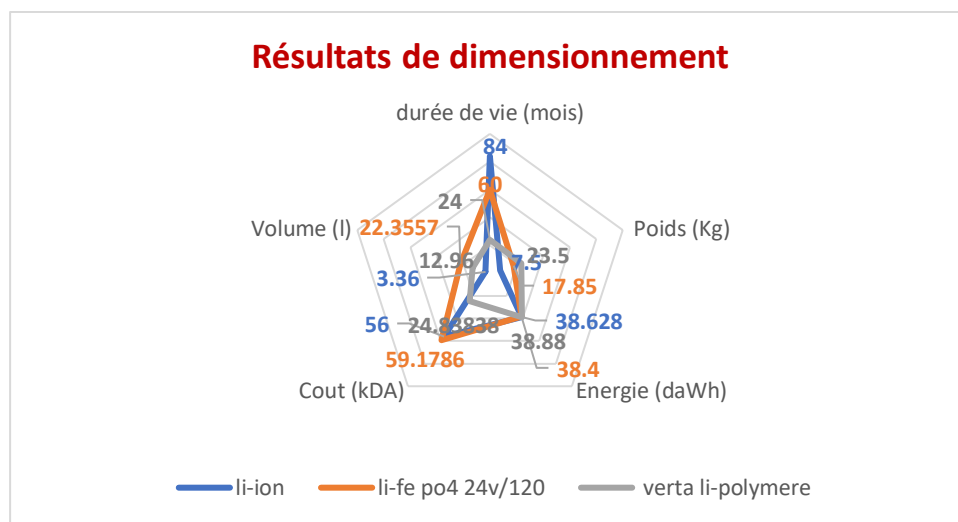


Figure 23 – Résultats de dimensionnement

Analyse de graphe radar :

Le radar montré à la figure (23) représente un récapitulatif des caractéristiques de chaque technologie après le dimensionnement où nous notons :

Que selon la taille : les tailles suivantes ont été enregistrées en litres (22,35 ; 12,96 3,36) pour les technologies dans l'ordre (**Li-fepo4 ; Li-polymère Li-ion**) ou la technologie li-ion est la moins volumique. En termes de poids : le radar affiche différents poids de batteries étudiées (**Li-fepo4 ; Li-polymère Li-ion**) respectivement en kg (17,85 ; 23,49 7,44), où le lithium-ion possède également le plus faible poids parmi la technologie.

Nous notons que la batterie au lithium polymère est la moins chère **24838.38DA**, et ce prix représente un tiers du prix SSE d'origine. D'autre part, les deux autres technologies Li-

fe_PO ont des couts presque similaires avec une légère différence de **5,37%** ; Cependant, la technologie **Li-Ion** offre un cout moins cher que la batterie d'origine du B400. En termes d'énergie en Wh (**384 ; 388,8 ; 386,28**) pour la technologie, respectivement (Li-fepo4; Li-polymère Li-ion), Notez que l'énergie produite par la technologie réfléchi est très proche avec une différence estimée de **0,6%** entre les différentes technologies.

En termes de durée de vie, nous notons que le Li-polymère offre une durée de vie moins importante que les autres technologies même que celle d'origine. Par contre, la technologie au Li-Ion peut atteindre une durée de vie plus importante qui peut atteindre 7 ans qui représente presque le double de celle de la technologie d'origine.

Recommandations pour maintenir l'autonomie de la batterie

L'autonomie réelle d'une chaise roulante électrique, dépend toujours d'un certain nombre de facteurs comme (La distribution de la masse ; Le type de route et le revêtement de sol ; Météo et température externe ; Age de la batterie et entretien) pour cela :

- Rechargez les batteries des fauteuils roulants électriques tous les soirs, qu'ils aient été utilisés le jour ou non.
- Ne jamais couper le cycle de charge, Expédition en soirée pour une expédition complète. En règle générale, pour une utilisation quotidienne
- Plus la DOD est faible, plus la batterie est longue du la vie
- Les batteries (lithium-ion) fonctionnent de manière optimale entre 20 et 40 °C

3.5 Conclusion

Ce chapitre a porté au début sur une présentation de la méthodologie de dimensionnement du système de stockage d'Énergie ainsi que les spécifications techniques des technologies utilisées dans cette étude. Par la suite, une étude comparative entre les technologies des batteries a été menée pour montrer les caractéristiques en termes de poids, volume, coût et de consommation d'énergie.

Comme nous sommes arrivés à la conclusion que la meilleure technologie qui nous offre d'excellentes performances et qui a des normes correspondant aux normes du système de stockage d'énergie pour la chaise électrique est la technologie au lithium. Néanmoins, cette

technologie est plus couteuse que celle de Li-Po mais toujours moins chère que la batterie AGM original avec un gain estimé à **22.22%**.

Dans le prochain chapitre, nous étudierons l'assistance solaire au fauteuil roulant électrique, et voir comment cette assistance solaire affecte l'autonomie de la chaise.

Chapitre 4

Etude De L'assistance Solaire du FRE

4.1. Introduction

Les systèmes à source d'énergie hybride offrent un rendement énergétique supérieur à celui des systèmes à source unique pour cela. Le monde travaille à la transition énergétique et augmente les ratios énergétiques des énergies renouvelables. Les énergies renouvelables ont envahi de nombreuses applications, aussi bien fixes que mobiles. Sur cette base, et étant donné que nous sommes dans un pays qui dispose d'une excellente quantité d'énergie solaire.

Dans ce chapitre, nous allons étudier si l'aide du soleil a un effet sur les performances du fauteuil roulant électrique utilisé dans cette étude « B400 » et augmenter son autonomie, en suivant une méthode de calcul que nous expliquerons dans le contenu du chapitre.

4.2. Effet photovoltaïque

Lorsqu'une matière est exposée à la lumière solaire, ses atomes sont "bombardés" par les photons qui composent la lumière. Sous l'effet de ce bombardement, les électrons de valence (électrons dans les couches électroniques extérieures) tendent à être "arrachés/détachés" dans les cellules photovoltaïques, partie des électrons n'est pas de retour à son état d'origine. Les électrons "désengagés" produisent une basse tension CC[18], Une partie de l'énergie cinétique des photons est directement convertie en énergie électrique : ce phénomène physique est appelé effet photovoltaïque ou photoélectrique.

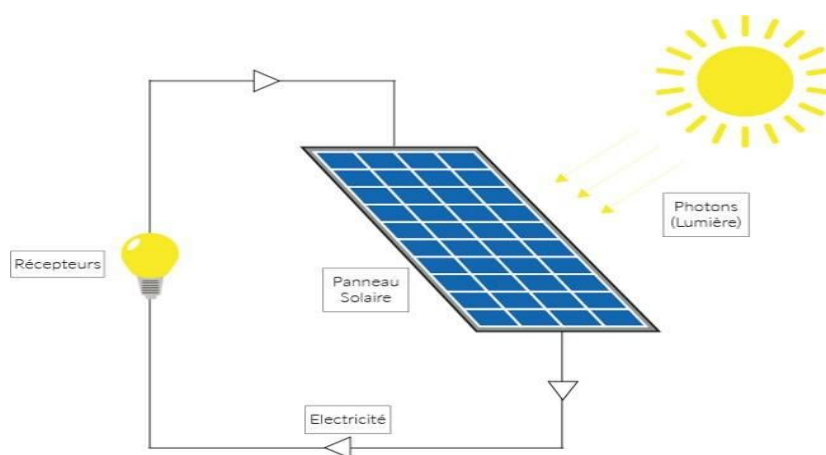


Figure 24 – effet photovoltaïque[18].

4.3. Caractéristiques techniques de GPV

4.3.1. Panneau solaire (PV)

L'énergie solaire photovoltaïque (PV) est obtenue par conversion directe de l'énergie des photons, inclus dans le rayonnement solaire dans l'énergie électrique grâce à des capteurs fabriqués à partir de matériaux sensibles à des longueurs d'onde visibles (cellules PV). Lorsqu'on associe plusieurs cellules PV en série/parallèle, un générateur (GPV) est créé.

Qui a une caractéristique de tension statique I-V non linéaire et dispose d'un point de puissance maximal (PPM) [18].

Cellule PV est basé sur les propriétés des semi-conducteurs qui, frappés par les photons, mettent en mouvement un flux d'électrons, ils arrachent des électrons à ses atomes, Ces électrons se mettent en mouvement, de manière désordonnée, cherchant d'autres « trous » à se repositionner. la figure (25) suivant montrée le principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.

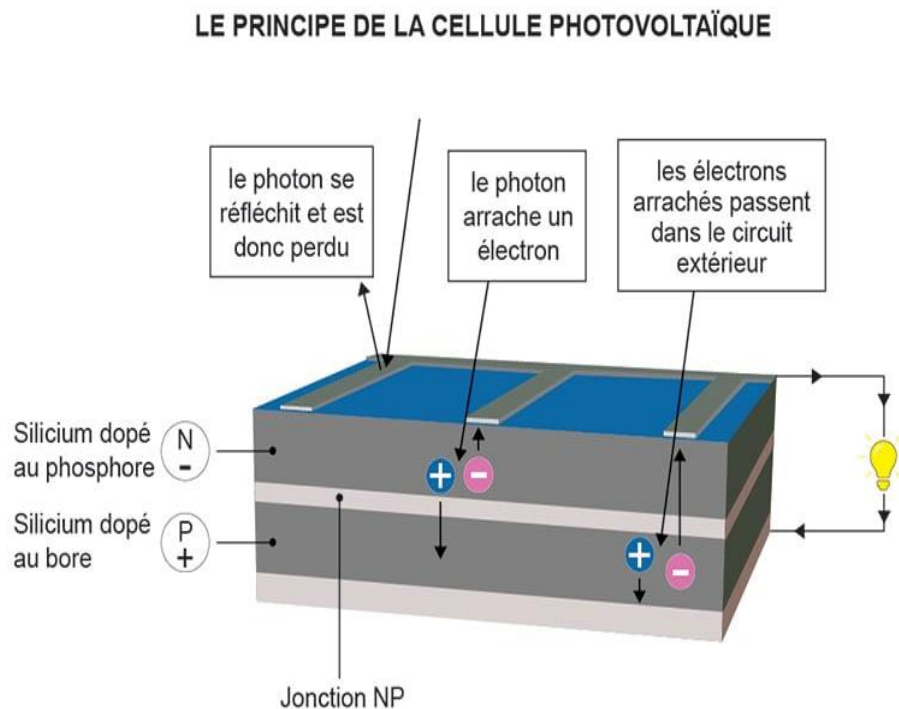


Figure 25 – Le principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque[19].

4.3.2. Technologie des cellules solaires

Il y a trois catégories principales de cellules, Leur rendement s'améliore continuellement[19].

✚ Les cellules au silicium cristallin : Le silicone est extrait de la silice, dont le quartz, qui est très abondant dans les sables, Les cellules de silicone représentent plus de 95% du marché et leur rendement moyen pour les produits commerciaux varie de 16,5% à 22% en fonction de leur technologie[19].

Le silicium polycristallin : consiste en plusieurs cristaux, Il est facile à produire et obtient un rendement supérieur à 22% dans le laboratoire[19].

Le silicium monocristallin : Le silicium peut être reconstitué en un grand cristal, d'un rendement pouvant atteindre 26,6% en laboratoire[19].

✚ Les cellules en couches minces : déposer des matériaux semi-conducteurs en couches de quelques micromètres d'épaisseur sur un substrat, Le tellure de cadmium ou le CIGS peuvent être employés (cuivre/indium/gallium/sélénium). Les rendements en laboratoire sont les mêmes que pour le silicium[19] (22,1% et 23,3% respectivement) Mais le rendement est plus faible.

✚ Les cellules organiques : A partir de molécules ou de polymères de chimie organique et non plus de semi-conducteurs minéraux comme les précédents, Leur rentabilité reste faible et la stabilité à long terme ne suffit pas. Il y a aussi des cellules pigmentaires photosensibles inspirées de la photosynthèse végétale appelée cellules de teinture[19].

✚ Les pérovskites : Des recherches antérieures sur le photovoltaïque organique ont permis de découvrir un nouveau type de cellules appelées pérovskites, Ils sont basés sur une matière hybride à la fois organique et inorganique, Ses rendements en laboratoire atteignent déjà ceux des autres technologies [19](un record de 23,7%), mais on a des problèmes d'instabilité, leurs avantages sont multiples. Légères, souples, avec la possibilité d'être manipulées sous forme d'encre pour de grands revêtements, elles ont surtout un coût de fabrication peu élevé, Mais en ce moment, il n'est pas disponible sur le marché.

Dans cette étude, nous avons choisi la technologie du silicium, qui est représentée par des cellules monocristallin, pour son rendement élevé, ainsi que sa disponibilité sur le marché.

Chapitre 4 : Etude De L'assistance Solaire du FRE

Nous avons sélectionné deux types de cellules monocristallines qui présentent les caractéristiques suivantes :

Type de cellule	Monocristallin « M10 »	Monocristallin « H4 »
Efficacité de cellule	20.7% -22.6%	21.8%
Gamme de puissance	7.2 - 7.65/WP	8-8.78/WP
Dimension	182*182mm	210*182mm
Cout de cellule	808,07 DA	1026,22 DA

Tableau 16 : caractéristiques des cellules monocristallines « M10 ET H4 » [19].

Nous notons que la cellule H4 présente plus d'avantages, notamment en termes d'énergie produite, mais cette cellule n'est pas largement disponible sur le marché, contrairement à la cellule M10, qui a des caractéristiques similaires et est largement disponible sur le marché, et est également considérée le moins cher.

Dans ce travail, nous placerons le panneau solaire sur le toit du fauteuil roulant électrique « B400 ». Sur cette base, l'espace disponible a été estimé par 1920cm² en utilisant les dimensions du fauteuil cités dans le tableau (1). Sur cette base, pour savoir combien de cellules un panneau solaire peut comprendre en fonction de la surface disponible, nous appliquons les calculs suivants :

$$N_c = \frac{S_t}{S_c} \quad (13)$$

N_c : le nombre de cellule ; S_t : surface de toit du FRE ; S_c : surface du cellule M10

Nous avons constaté que le panneau solaire se compose de 6 cellules de type M10 et produit de l'énergie dans des conditions normales (STC) estimées à 45,6 Wh et de poids de 3.1Kg.

4.4. Dimensionnement de l'assistance solaire

Sur la base de la précédente mission qui s'est tenue dans la ville de Laghouat, nous avons relevé quelques caractéristiques solaires de cette région grâce à un programme appelé PV-Système. C'est un logiciel performant pour les systèmes photovoltaïques, il est conçu pour être utilisé par des architectes, des ingénieurs et des chercheurs, mais il est également un outil éducatif très utile, Il comprend une aide contextuelle en profondeur, qui explique en détail la procédure et les modèles utilisés et propose une approche ergonomique avec guide dans l'élaboration d'un projet. Il permet aussi d'importer des données météorologiques provenant d'une douzaine de sources différentes ainsi que des données personnelles.

Les caractéristiques données par ce programme sont représentées par le tableau (17) suivant :

Latitude (°)	33.7988
Longitude (°)	2.8528
Altitude (m)	769
Irradiation globale horizontale (kWh/m²/j)	5.43

Tableau 17 : Données météorologiques de la ville de Laghouat[(01/05/2023) a 15.00h]

Nous pouvons exprimer l'énergie journalier produite à partir de l'extrémité de la carte utilisée dans ce travail et dans les conditions STS à travers l'équation suivante :

$$E_j = P \times H_i \quad (14)$$

E_j : énergies journalier, P : puissance crêt ; H_i : Rayonnement moyen journalier

Estimer le nombre moyen d'heures de clarté par jour 10 heures, Par conséquent, l'énergie horaire est calculée comme suit

$$E_h = \frac{E_j}{10} \quad (15)$$

E_h : l'Energie horaire en [Wh] ;

Toutes les caractéristiques techniques du panneau solaire étudiées dans les termes ci-dessus peuvent être résumées dans le tableau (18) suivant :

Nombre de cellule	6 de type M10
L'Energie horaire	24.7608 Wh
Dimension de chaque cellule	182*182 mm
Poids de panneau	3.1kg

Tableau 18 : les caractéristiques techniques du panneau solaire étudiées

Basé sur le profil énergétique de la mission précédente en chapitre 2, il montre que la chaise consomme une énergie de 120 Wh à une vitesse maximale de 10 km/h. Pour cela, nous avons proposés des scénarios pour étudier l'effet de l'assistance solaire sur l'autonomie de fauteuil roulant B400, et le SSE de fauteuil, l'énergie consommé s'écrit comme suit :

$$E_c = E_b + E_{pv} \quad (16)$$

E_c : l'énergie consommé par la FRE ; E_b : l'énergie fournié par la batterie ; E_{pv} : l'énergie proudouit par le GPV.

Pour une véritable étude de la consommation d'énergie, nous avons mené des conversations avec des utilisateurs du fauteuil afin de voir certains des modes de vie quotidiens de ce groupe, en les résumant sous forme de scénarios.

❖ **Scénario 1** : M. Moh se rend au travail (un employé de la Caisse nationale de retraite), de son domicile à son lieu de travail à une vitesse de 10 km/h pour une heure complète, la chaise consomme de l'énergie estimée à 120Wh.

❖ **Scénario 2** : Un jour, Mme.B/CH, qui travaille pour une entreprise économique à HRM, est allée à un voyage d'affaires pour inspection du travail pendant deux heures, où elle était à une vitesse de 10 km/h et a consommé une énergie estimée 240Wh.

❖ **Scénario 3** : M. H/Ih est un étudiant en biologie. De plus, il est membre d'une association caritative. Il a participé à l'une des campagnes de financement de l'association

pour aider les pauvres. La mission a duré trois heures, à une vitesse de 10 km/h et a consommé une énergie estimée 360Wh.

4.5. Résultats de dimensionnement

4.5.1. Les graphes des résultats

Les résultats sont présentés dans la figure (26) suivante :

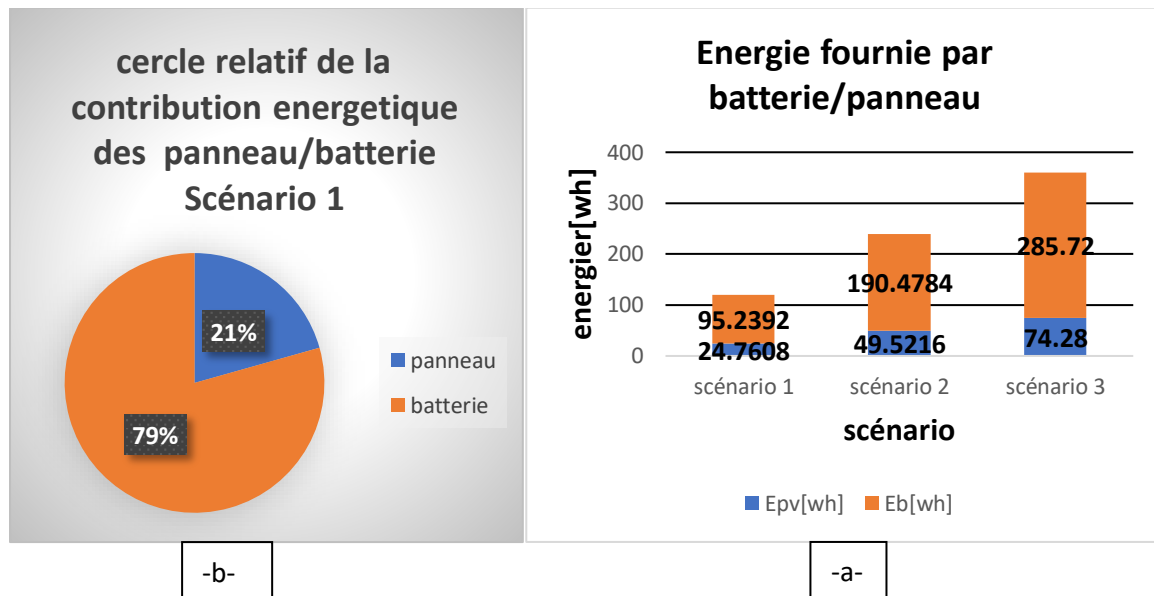


Figure 26 –résultats de dimensionnement selon les scénarios

4.5.2. Analyse de résultats

La figure « a » représenté la contribution énergétique de la batterie et le panneau solaire pour différents scenarios.

Où l'on remarque que plus le nombre d'heures de mission est élevé, plus la contribution du panneau solaire est importante, du fait de son exposition au soleil, et l'on constate qu'il a obtenu de bons résultats énergétiques, et a clairement affecté la gestion de l'énergie entre le moteur et la batterie.

La figure « b » représente un cercle montrant l'étendue du pourcentage de contribution de chacun de la batterie et du panneau solaire dans le scénario1, où le pourcentage

De la contribution du panneau solaire et de la batterie, respectivement, a été estimée par (20.634% ;79.366%).

On pourrait dire qu'il y a eu un peu d'aide, mais pour les handicapés, ce sont les résultats qui lui permettent d'être indépendant et de lutter contre les dangers de l'ancien système de stockage d'énergie, et la figure (27) suivante explique cela plus :

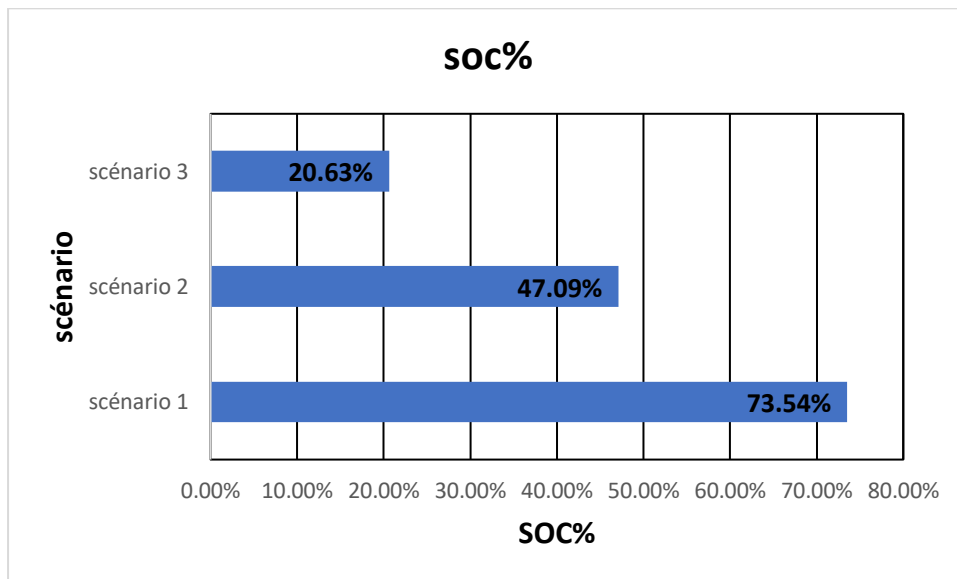


Figure 27 –l'influence de l'assistance solaire par SOC% de batterie AGM

« SOC% à la fin de chaque mission ».

Nous constatons que l'assistance solaire a joué un rôle important dans l'amélioration du SOC% de la batterie, puisque nous concluons que quel que soit l'énergie consommée par le fauteuil, il n'y a pas de décharge totale de la batterie, et c'est bien le but

Nous avons développé un scénario où la chaise ne consomme pas d'énergie (en état d'arrêt), l'énergie produite par le panneau solaire est fournie directement au SSE. Ainsi, dans l'étude suivante, nous avons supposé que l'étudiant en biologie susmentionné, M.H/ IH, il reste immobile sur place pendant trois heures de cours :

- Le panneau solaire, ignorant tous les obstacles, a pu produire **74,2824 Wh** d'énergie en trois heures, Cette énergie peut charger la batterie de **20,63 %**. Cela signifie que si la batterie a perdu de l'énergie lors du premier voyage et que sa charge est devenue

73,54 %, alors le panneau solaire chargera la batterie pour devenir chargée à 94,17 %, et la perte est compensée et cela permet de prolonger l'autonomie du FRE. Autrement, ce scénario assure que le cycle de charge et de décharge continue pendant cette phase et permet de mieux utiliser la batterie afin de prolonger sa durée de vie.

4.6. L'effet d'ombrage :

L'ombrage partiel est un problème fréquent chez les systèmes photovoltaïques (PV), Quand un ou plusieurs de vos panneaux photovoltaïques souffrent d'ombrage, même partiellement, cela affecte leur production énergétique, Au fur et à mesure que les panneaux photovoltaïques sont connectés en série, la diminution de la production d'un panneau affecte toute la série et donc toute l'installation, Par conséquent, le problème de l'ombrage mérite une attention particulière[18].

Dans les panneaux photovoltaïques, les cellules sont interconnectées en série, Dans les vieux systèmes, si l'un d'eux était grisé, le courant ne pouvait pas circuler, La cellule a alors accumulé le courant en amont et a agi en tant que récepteur, il dissipe de l'énergie sous forme de chaleur de plus de 100 °C, ce qui pouvait causer sa combustion[18], C'est un phénomène de « point chaud », la cellule ombragée va donc imposer son intensité tant qu'intensité globale. Ainsi, l'ombrage total d'une rangée de cellules peut rendre l'ensemble du module photovoltaïque ou de l'installation.

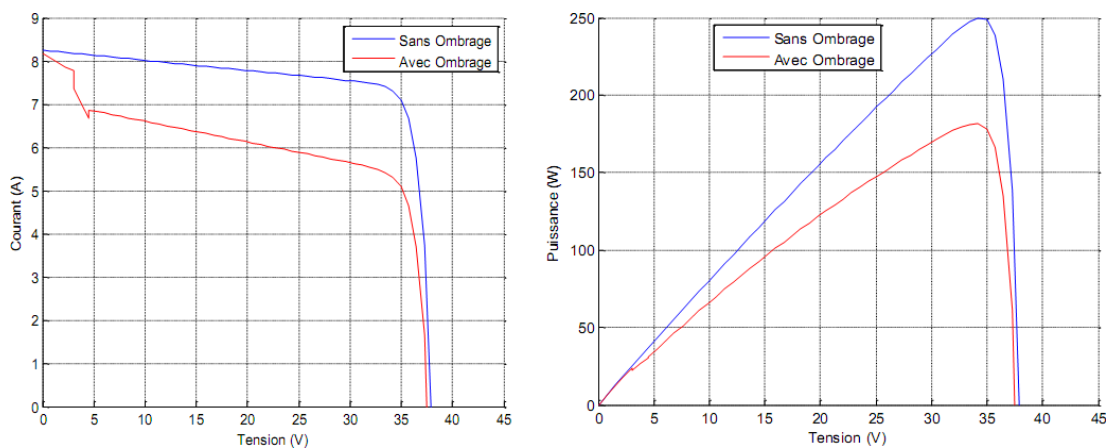


Figure 28 – Caractéristique I-V et P-V des Cellules PV avec et sans ombrage[18].

Basé sur les courbes montrant l'effet d'ombrage 33% du panneau cesse de fonctionner, ce qui se traduit par une perte de puissance de 33%.

En raison de l'ombrage, un chut de puissance de **33%**, par exemple « un panneau de **295 W** se transforme rapidement en panneau de **198 W** ».

Nous avons étudié l'ombrage sur la chaise précédente dans les mêmes conditions d'énergie, c'est-à-dire avec le même profil de vitesse, et avec les mêmes scénarios mentionnés précédemment. Les résultats sont les suivants.

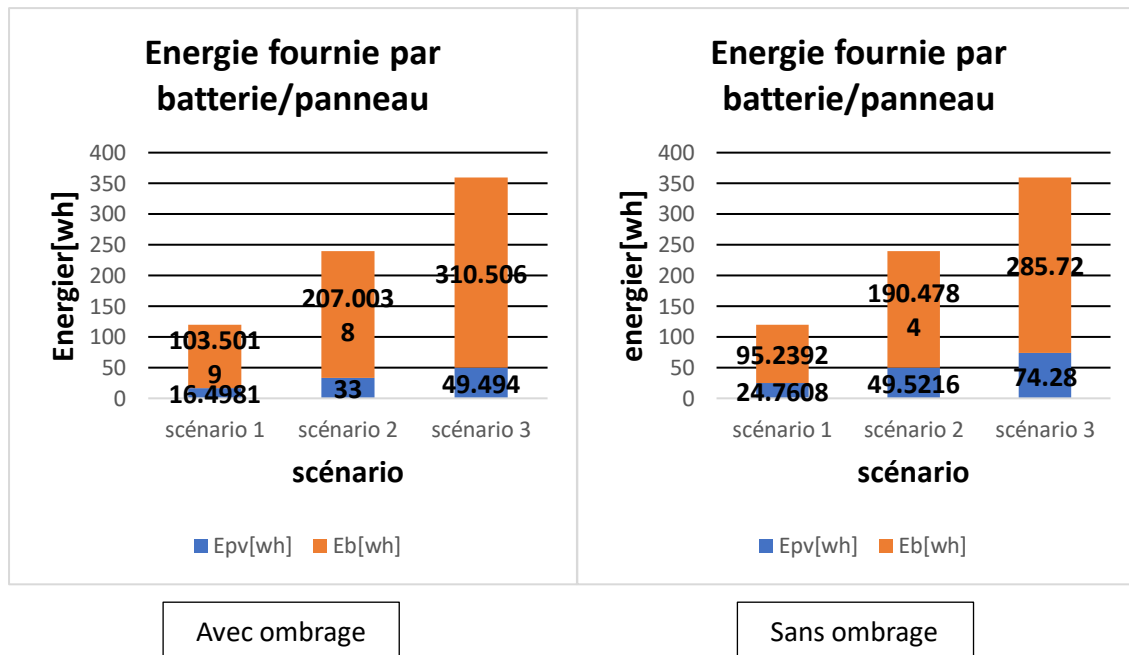


Figure 29 – l'effet d'ombre sur la performance de batterie et de panneau.

La figure 29 montre comment l'ombrage affecte les performances de la batterie et du panneau solaire où nous observons :

- ❖ Pour le panneau solaire, sa production d'énergie a diminué de 33 % par rapport à sa performance sans ombrage, par exemple, sa production dans le scénario 2 a été estimée à 49. 516 Wh sans ombrage mais diminué jusqu'à de 33 Wh à l'effet d'ombrage.
- ❖ Augmentation de la consommation de la batterie en raison de l'absence d'une proportion de la contribution du panneau solaire à la consommation globale de la chaise, Cette augmentation est estimée **7.98%** proportion de sa contribution dans des circonstances normales.
- ❖ La contribution du panneau solaire a diminué, contribuant 20.634% et a diminué à 13.748% en raison de l'ombrage dans le scenario 1.

❖ Le soc % de la batterie a diminué, en raison de l'ombrage qui affectait le panneau solaire et, par conséquent, des performances de la batterie, ce qui entraîne une consommation accrue et une chute rapide de la charge, on le voit très clairement sous la figure (30) suivante :

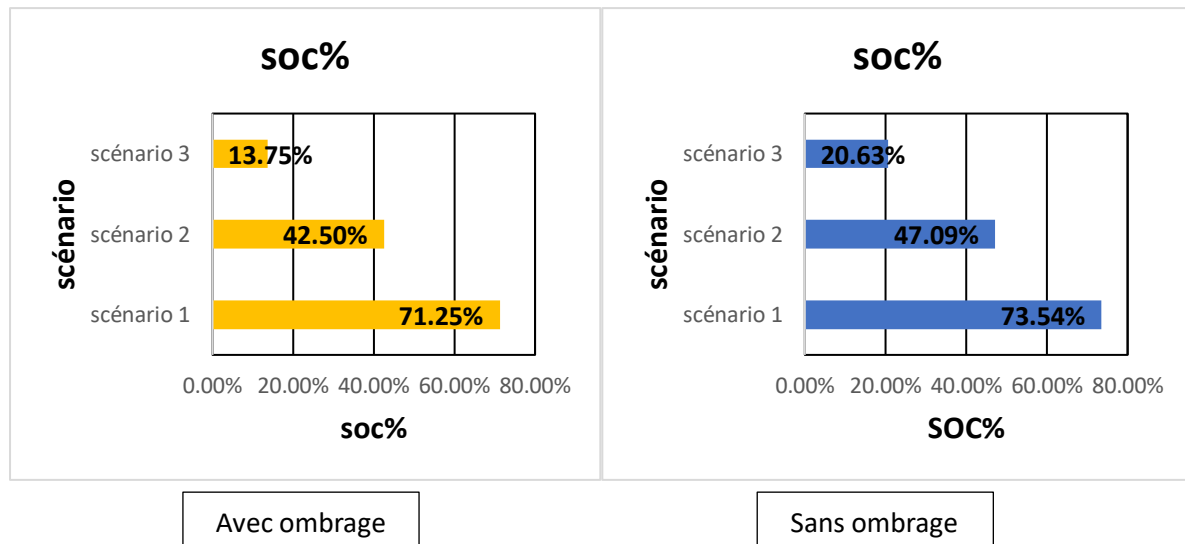


Figure 30 – l'effet d'ombre sur la SOC% de batterie AGM.

« SOC% à la fin de chaque mission »

4.7. Les résultats de l'étude :

L'objectif principal de cette étude est de résoudre le problème de l'énergie et du stockage de ce groupe ayant des besoins spéciaux (handicapés).

Sur cette base, nous avons examiné la solution optimale et appropriée au chapitre 3 en termes de prix, de performance, de taille, d'énergie et d'autres calibreurs pour compenser la batterie en cas de dommage sans recourir à des batteries de voiture ou d'autres solutions conventionnelles, C'est une batterie lithium-ion caractéristiques techniques mentionnées au chapitre 3.

Ainsi que le panneau solaire qui s'adapte à l'espace disponible en haut de la chaise et nous avons estimé le nombre et le type de cellules ainsi que l'énergie produite par la pointe de la carte en présence et en l'absence d'ombrage.

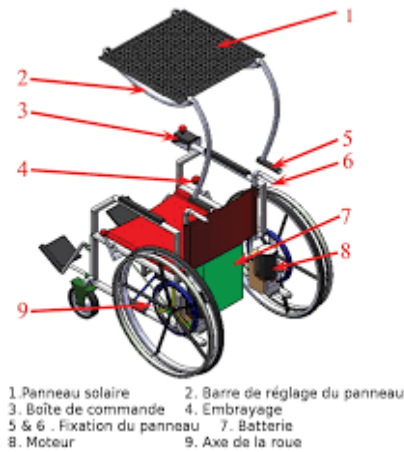


Figure 31 – FRE an assistance Solar.

Dans ce modèle, nous utiliserons la batterie lithium-ion et le panneau solaire présélectionnés qui ont les caractéristiques énergétique suivantes :

Type	L'Energie fournie [Wh]
Li-ion	386.3
Panneau sans ombrage (Scnerio1)	24.7608
Panneau avec ombrage	16.4981

Tableau 19 : les caractéristiques énergétiques

Avec les mêmes conditions techniques pour la mission précédemment étudiée dans le but d'améliorer et d'accroître l'auto-efficacité de la chaire, nous avons ajouté un quatrième scénario (**Scénario 4**) dans lequel la consommation d'énergie de l'extrémité de la chaise a été estimée à **480 Wh** dans un temps estimé de 4 heures sans arrêt et à une vitesse de 10 km/h. Les résultats sont les suivants :

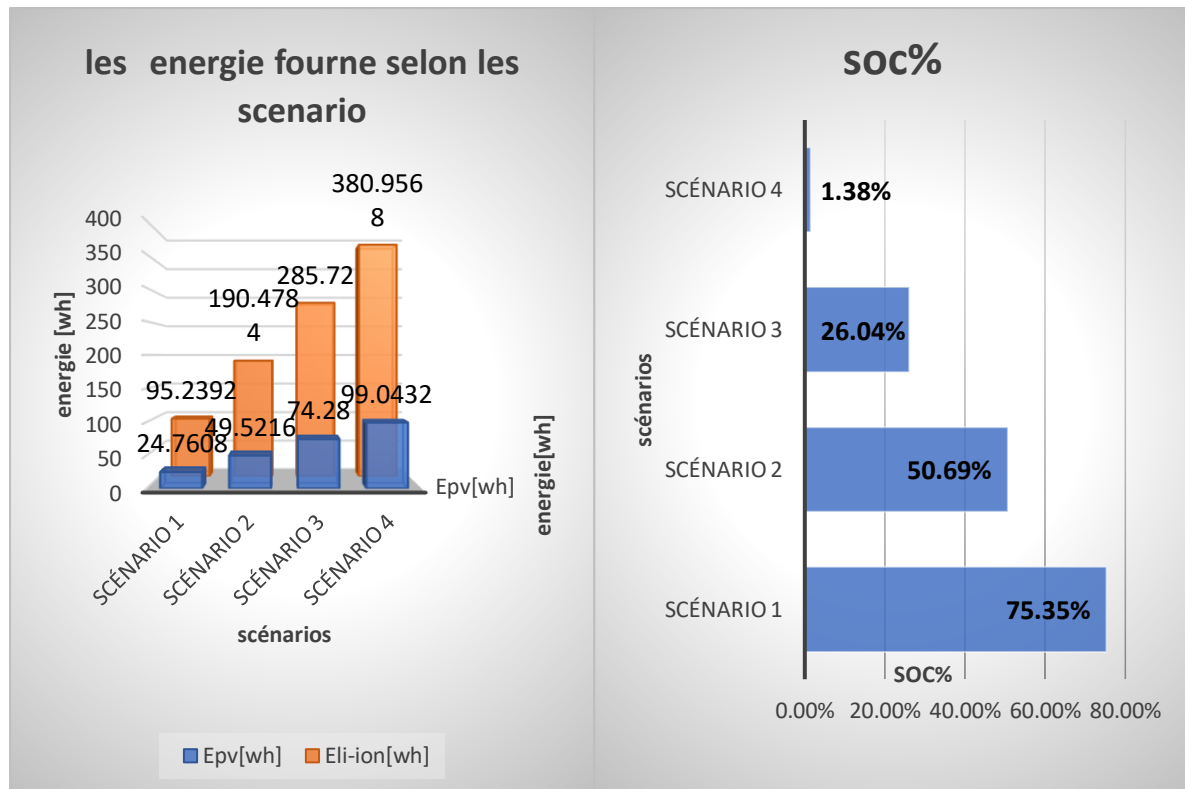


Figure 32 – Effet de la technologie au lithium sur l'autonomie du fauteuil roulant et SOC% de batterie Li-ion.

« SOC% à la fin de chaque mission »

4.7.1. Analyse des résultats :

Notez qu'il y a une bonne distribution et coordination entre la batterie et le panneau solaire qui assure la continuité de l'alimentation du fauteuil roulant électrique tout au long du voyage.

Le panneau solaire a contribué à hauteur de **20,63 %** et la batterie à hauteur de **79,36 %** pour atteindre une mission sans escale de 4 heures (le scénario4).

Dans le scénario 4 : notez que la performance de la batterie est excellente même après la mission est terminée, et il n'est pas complètement déchargé, car son taux de charge est de **1,38 %** après la mission est terminée.

Grâce à cette étude et dans les circonstances ci-dessus (dans les deux chapitres précédents), nous avons atteint que l'autonomie du fauteuil roulant électrique peut être augmentée jusqu'à 4 heures sans arrêt, c'est-à-dire que la vie de la batterie peut être prolongée avec une simple assistance solaire.

En cas d'ombrage :

En raison de l'effet d'ombrage sur le panneau solaire, cela conduit à, l'autonomie du fauteuil roulant électrique diminue à mesure que son autonomie devient d'environ 3h et 42min, c'est-à-dire le SOC% de la batterie a fin de chaque mission donne comme la figure suivante :

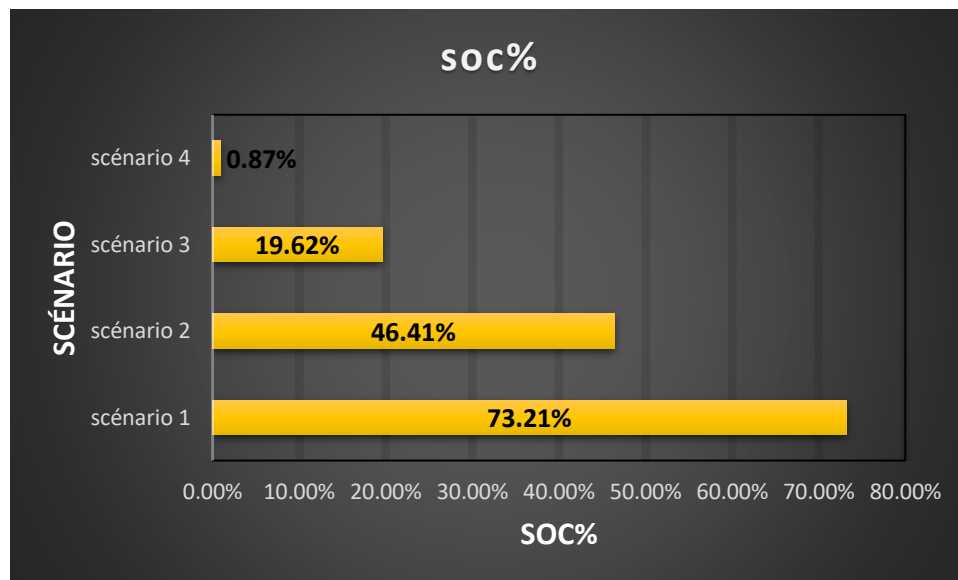


Figure 33 – l'effet d'ombre sur la SOC% de batterie LI-ION.

« SOC% à la fin de chaque mission »

Nous notons qu'avec l'ombrage et le manque du support solaire, dans le scénario 4, la batterie n'était pas complètement déchargée et la chaise a continué à 10 km/h pendant 3 heures et 42 minutes, c'est-à-dire. Il y a la possibilité d'étendre l'autonomie de la chaise pour 42 minutes supplémentaires, même sous ombrage.

4.7.2. Étude des coûts totaux :

Nous avons déjà mentionné la souffrance des utilisateurs du FRE et leur insatisfaction à l'égard de ces caractéristiques, notamment les problèmes des batteries en termes de baisse de performances et coût de remplacement en cas de dommage.

Cette étude a comme but pour résoudre les problèmes de stockage d'énergie des fauteuils roulants électriques de type B400 et d'autres fauteuils qui ont les mêmes

Chapitre 4 : Etude De L'assistance Solaire du FRE

Caractéristiques techniques que la taille, le poids et le type de moteur, ainsi que résoudre le problème d'alimentation électrique du moteur à l'aide du panneau solaire choisi en fonction des caractéristiques de la chaise.

Nous allons donc examiner le coût total de cette conception (le coût de la batterie plus le coût du panneau solaire estimé **60852,32DA**) :

$$C_t = C_b + C_{pv} \quad (17)$$

C_t : cout total de SSE , C_b :poids de batterie Li-ion , C_{pv} :poids de panneau solaire

Et le poids total donnée comme ça :

$$p_t = p_b + p_{pv} \quad (18)$$

P_t :poids total de SSE , P_b :poids de batterie Li-ion , P_{pv} :poids de panneau solaire

Le comparer aux solutions traditionnelles, la figure (34), montre une comparaison entre le coût de chaque solution proposée et le coût de la batterie d'origine.

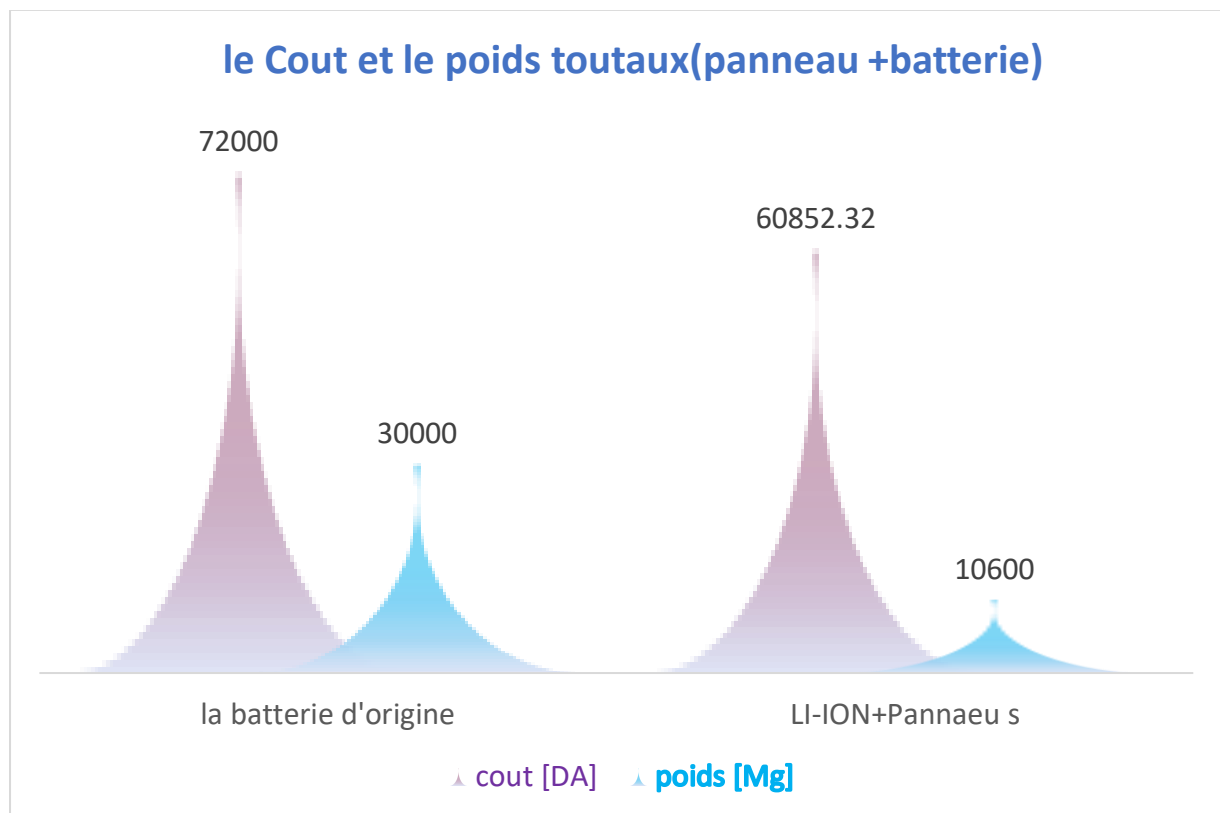


Figure 34 : Résultats de l'étude économique

❖ En termes de coût, nous notons que la solution classique estimée à 72000DA la plus chère plus chère que la solution proposée, qui possède un gain de 15% et qui a un rendement plus élevé et une bonne performance. Autrement, en termes de cycle de vie, la batterie sélectionnée dans cette étude a un cycle de vie qui est d'environ 2 ans de plus que la batterie d'origine, En outre, le cycle de vie du panneau solaire est estimé à environ 15ans.

❖ Plus d'énergie à moindre prix

❖ Nous notons également que le poids total de la batterie au lithium et du panneau solaire représente quasiment un tiers du poids total de la batterie d'origine,

Le poids de la batterie au lithium plus le panneau solaire est estimé à 10. 6 kg Alors que le poids du système de stockage d'origine est de 30 kg, la différence totale est de 19.4kg.

4.8. Étude présomptive

Dans le cadre de l'impact de l'assistance solaire sur l'autonomie du fauteuil roulant électrique (amélioration de l'autonomie de la chaise), dans cette partie de l'étude, nous allons ajouter un panneau solaire pliant à l'arrière du fauteuil roulant utilisé dans l'étude, et essayer de comprendre son effet en termes de poids, coût d'achat, énergie et valeur ajoutée.

Nous avons pensé à ajouter ce panneau solaire pliant model « THSE08545W » à l'arrière du fauteuil roulant électrique B400 afin d'étudier son impact sur ces caractéristiques. La figure (35) présente un panneau pliable.



Figure 35 – chargeur solaire pliable de type « THSE08545W » [20].

Ce panneau solaire présente certaines caractéristiques dans le tableau (20) suivant :

Puissance [W]	45
Poids [Kg]	0.9
Volume [L]	4.284
Efficacité de conversion [%]	≥ 20
Coût d'achat [DA]	19769.25

Tableau 20 – les caractéristiques du panneau « THSE08545W » [20]

Pour voir comment ce panneau affecte l'énergie du FRE, nous avons suggéré le scénario suivant :

Supposons qu'une personne handicapée se trouve sur la place en face de l'Université biologique d'Laghout City pendant trois heures "c'est-à-dire les panneaux solaires s'appliquent aux mêmes conditions météorologiques que dans le tableau (17). "Après trois heures, le panneau solaire monté sur le toit du FRE produit une énergie estimée à (74.2824 Wh).et Le panneau « THSE08545W » produit une énergie estimée à (72.3276 Wh), le tableau (21) suivant montre l'impact de cette énergie produite par les deux panneaux sur le SOC% du batterie "en supposant que la batterie a été complètement déchargée"

Sources	L'Energie total produit [Wh]	SOC% du batterie
Panneau M10	74.2824	19.229
PanneauM10+Panneau pliable	146.61	37.95

Tableau 21 : résultats du dimensionnement

Le tableau précédent montre la comparaison de l'effet de panneau solaire utilisé dans la seule première étude et l'ajout de panneau pliant sur la charge de la batterie et la puissance totale produite où nous notons :

- ✓ L'énergie produite par les deux panneaux est le double de l'énergie produite par le panneau seul.
- ✓ Le panneau solaire pliant a augmenté la charge de la batterie de 18. 721% en plus du panneau M10.

Mais néanmoins le coût d'achat de ce panneau solaire « THSE08545W » est très important estimé **19769.25DA**, cinq fois le panneau solaire **M10**, alors que sa production d'énergie est faible et ne peut pas être utilisé dans le cas du mouvement parce qu'il entrave le mouvement de la personne handicapée.

Sur la base du coût d'achat élevé et de la faible consommation d'énergie offerte par le panel, en plus de restreindre la mobilité des utilisateurs du fauteuil, il est préférable d'exclure l'idée à l'heure actuelle, mais néanmoins il peut être valable dans le cas de changer l'extérieur de la chaise ou le développement de la technologie des cellules solaires, en tenant compte de l'aspect du coût d'achat total et de l'énergie fournie.

4.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'étude proposée sur l'assistance solaire pour accroître l'autonomie du fauteuil roulant électrique. Nous avons élaboré des scénarios à partir des modes de vie de certaines des utilisateurs du fauteuil L'énergie solaire a fourni 30 % de l'énergie consommée par la chaise. En outre, l'autonomie de la chaise dans un scénario a atteint 4 heures, où il était de 3 heures.

L'assistance solaire étudiée dans le chapitre est la solution la plus rentable. Il ne coûte qu'environ 8% du coût total de (la batterie plus le panneau), ainsi qu'en termes de poids où il pèse 30% le poids total. Cette assistance solaire a contribué à une augmentation de la durée de vie de la batterie d'environ 1h plein dans les circonstances les plus extrêmes, c.-à-d. il peut fournir de meilleures performances dans de meilleures conditions.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

Les travaux présentés dans ce mémoire visent à améliorer les performances d'un système de stockage d'énergie pour un fauteuil roulant électrique B400. Ce dernier a été choisi car il est très utilisé par les handicapés en Algérie et possède quelques problèmes liés au SSE. Nous avons présenté au début les normes techniques du système de stockage original de la chaise ainsi que les technologies de batteries qui peuvent remplacer ceux d'origine notamment AGM/B400. Par la suite, nous avons présenté le cahier des charges nécessaire pour le dimensionnement du SSE tel que le profil de mission, modèle dynamique du FRE ainsi que les différentes caractéristiques des technologies.

Les résultats de simulations obtenus ont montré que la technologie des batteries a un impact direct sur les performances d'un SSE et donc sur le FRE. Nous avons constaté que l'utilisation de batteries au Li-Ion a démontré sa capacité à répondre aux besoins croissants en énergie des fauteuils roulants électriques et d'autres types de fauteuils roulants ayant les mêmes caractéristiques techniques. L'utilisation de la technologie lithium-ion a amélioré l'autonomie de la chaise avec un coût inférieur au coût total de la batterie d'origine ainsi qu'un poids beaucoup plus faible. La technologie lithium-ion s'avère une solution optimale en termes de poids, de taille et de coût d'achat et est l'alternative idéale en cas de dommage à la batterie d'origine.

Également, nous avons pensé à utiliser l'énergie produite par un panneau photovoltaïque comme source auxiliaire d'une batterie d'un FRE. Cette étude s'est appuyée sur la possibilité de prolonger l'autonomie du FRE en utilisant l'énergie solaire. Le panneau solaire « M10 » est utilisé comme une source auxiliaire au pack de batterie.

Les résultats obtenus sous différentes conditions climatiques notamment l'ombrage, ont confirmé l'efficacité de l'idée proposée. L'assistance solaire peut améliorer la performance et l'autonomie de la chaise. Après les essais, les dimensions et les scénarios mentionnés au chapitre 4, nous avons que l'autonomie du fauteuil roulant électrique étudié dans ce mémoire (B400) peut être augmentée de 1 heure entière sans effet d'ombrage, et de 42 minutes sous effet d'ombrage.

L'un des points les plus importants que nous avons atteints dans cette étude est la durée de vie de la batterie. La durée de vie de la technologie lithium-ion a augmenté à 7 ans au lieu de 4 ans pour la batterie d'origine de la chaise, Plus la durée de vie du panneau solaire jusqu'à 15 ans Cela signifie que le SSE proposé à un cycle de vie moyen allant jusqu'à 9 ans qui est variable selon le mode d'utilisation du fauteuil roulant électrique.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

Bibliographie

- [1] R. AHMED, "D'étude d'un Fauteuil Roulant Electrique Adapté par Panneau Solaire."
- [2] C. Sauret, "Cinétique et énergétique de la propulsion en fauteuil roulant manuel," Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, 2010.
- [3] A. HACAVIE. (.2009, 09 Mai 2023). *Fauteuil roulant électrique à châssis fixe B400 fabriqué par OTTO BOCK*. Available: <https://hacavie.fr/aides-techniques/articles/fauteuil-roulant-electrique-a-chassis-fixe-b400-fabrique-par-otto-bock/>
- [4] monfauteuilroulant. (2021, 25 mars 2023). *fauteuil roulant électrique b400*. Available: <https://monfauteuilroulant.com/Fauteuils-Roulants/Fauteuil-Roulant-Electrique-Handicap>
- [5] "cahier des charges du B400"
- [6] A. Aptoide. (2023, 09 mai 2023). *Description de Speedbot*. Available: <https://speedbot.fr.aptoide.com/app>
- [7] A. Rohatgi. (2022, 23 mai 2023). *WebPlotDigitizer*. Available: <https://automeris.io/WebPlotDigitizer/>
- [8] ALTIVIE. (2020, 5 janvier 2023). *batterie pour un fauteuil roulant électrique* Available: <https://www.altivie.fr/article>
- [9] VLAD. (2020, 14 février 2023). *BATTERIE 12V 50AH POUR FAUTEUIL B400 OTTOBOCK*. Available: <https://www.vlad.fr/fr/fauteuils-scooters-electriques/7426-batterie-12v-50ah-pour-fauteuil-b400-ottobock.html>
- [10] R. Sadoun, "Intérêt d'une Source d'Energie Electrique Hybride pour véhicule électrique urbain—dimensionnement et tests de cyclage," Ecole Centrale de Lille, 2013.
- [11] T. Mesbahi, "Influence des stratégies de gestion d'une source hybride de véhicule électrique sur son dimensionnement et sa durée de vie par intégration d'un modèle multi-physique," Ecole centrale de Lille, 2016.
- [12] B. Bendjedia, N. Rizoug, M. Boukhniher, F. Bouchafaa, and M. Benbouzid, "Influence of secondary source technologies and energy management strategies on Energy Storage System sizing for fuel cell electric vehicles," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 43, pp. 11614-11628, 2018.
- [13] P.-M. SARL. (2023, 14 mai 2023). *BATTERIE FAUTEUIL ROULANT*. Available: <https://www.power-manutention.fr/batterie-fauteuil-roulant-335?page=1>
- [14] V. E. B.V. (2020, 16 Février 2023). *Datasheet-GEL-and-AGM-Batteries-FR*. Available: <https://www.victronenergy.fr/>
- [15] batterie-solaire. (2022, 16 fiveri 2023). *La technologie de la batterie gel*. Available: <https://www.batterie-solaire.com/Batterie-Gel.htm>

- [16] amazon. (2023, 18 mai 2023). *Fauteuil roulant électrique Batteries au lithium*. Available: <https://www.amazon.fr/Fauteuil-%C3%A9lectrique-Batteries-entra%C3%AEnement-appropri%C3%A9s/dp/B082P9RCS5>
- [17] M. Elzein. (023-03-05, 18 mai 2023). *Types de batteries lithium-ion et lithium-polymère*. Available: <https://www.carlcare.com/eg/tips-detail>
- [18] M. S. S. Merwan, "Optimisation de la gestion de l'énergie photovoltaïque utilisée dans une zone agricole," UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA, 2017.
- [19] p. energies. (2019, 23 avriel 2023). *La cellule photovoltaïque : comment ça marche ?* Available: <https://www.planete-energies.com/>
- [20] tarrahaw. (2022, 27 mai 2023). *ETFE – Pack solaire pliable 45W*. Available: <https://fr.aliexpress.com/item/1005004348019814.html>

Résumé :

L'objectif de ce mémorandum est de concevoir un fauteuil roulant électrique à assistance solaire, car ce fauteuil est constitué d'une source d'énergie primaire représentée par des batteries à technologie avancée et l'utilisation du panneau solaire comme source ou aide supplémentaire pour augmenter l'indépendance du fauteuil roulant électrique (B400) en termes d'énergie.

Les sources d'énergie (batterie + générateur solaire) sont reliées dans un couloir de courant continu, pour l'échange d'énergie dans un système de traînée

Nous avons étudié l'impact de la technologie batterie sur l'autonomie du fauteuil roulant électrique pour aider des utilisateurs du fauteuil à choisir la solution la plus appropriée.

Nous avons mis à l'essai une testé réaliste avec l'aide d'une personne handicapée pour déterminer l'énergie consommée dans un certain nombre de scénarios afin de voir comment la technologie de la batterie influe sur le rendement de la chaise et la contribution de la batterie et du panneau solaire pour répondre à l'énergie requise.

Mots Clés : fauteuil roulant électrique, batterie, générateur solaire, personne handicapée

Abstract:

The purpose of this memorandum is to design a solar assisted electric wheelchair, because this chair consists of a primary energy source represented by advanced technology batteries and the use of the solar panel as an additional source or aid to increase the independence of the electric wheelchair in terms of energy.

The energy sources (battery + solar generator) are connected in a direct current corridor, for the exchange of energy in a trail system.

We studied the impact of electric wheelchair-scale battery technology to help people who use the chair choose the most suitable solution.

We tested a realistic test with the help of a person with a disability to determine the energy consumed in a number of scenarios to see how battery technology affects chair performance and the contribution of battery and solar panel to meet the energy requirements.

Key words: Battery, solar panel, electric wheelchair, person with a disability

ملخص

الغرض من هذه المذكرة هو تصميم كرسي متحرك كهربائي بمساعدة الطاقة الشمسية، لأن هذا الكرسي يتكون من مصدر طاقة أساسي يمثله بطاريات التكنولوجيا المتقدمة واستخدام الألواح الشمسية كمصدر إضافي أو مساعدة لزيادة استقلالية الكرسي المتحرك الكهربائي من حيث الطاقة.

يتم توصيل مصادر الطاقة (البطارية + المولد الشمسي) في ممر تيار مباشر، لتبادل الطاقة في نظام مسار درسنا تأثير تقنية البطاريات على نطاق الكرسي المتحرك الكهربائي لمساعدة الأشخاص الذين يستعملون الكرسي على اختيار الحل الأنسب كبديل للبطارية الأصلية.

قمنا باختبار واقعي بمساعدة شخص معاق لتحديد الطاقة المستهلكة في عدد من السيناريوهات لمعرفة كيف تؤثر تقنية البطارية على أداء الكرسي ومساهمة البطارية والألواح الشمسية لتلبية متطلبات الطاقة

الكلمات الرئيسية : بطارية، لوح شمسي، كرسي متحرك كهربائي مستخدم الكرسي.