

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département Génie Mécanique



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master
Domaine : TECHNOLOGIE
Filière : GENIE MECANIQUE
Spécialité : CONSTRUCTION MECANIQUE
Thème

Conception et étude de la roue électrique active AEW des véhicules électriques

Présenté Par :

- ❖ Mr BENAÏSSA Walid Abdeldjebar
- ❖ Mr SOUSSI Riad

Devant le jury composé de :

ASSEUM Hassan	DR	UAT.B. B (Ain Temouchent)	Président
BELHNINI Soufyane	DR	UAT.B. B (Ain Temouchent)	Examineur
BELOUFA Amine	DR	UAT.B. B (Ain Temouchent)	Encadrant

Année Universitaire 2021/2022

Remerciement

En préambule à ce projet, je remercie ALLAH Subhanahu wa ta'ala le tout-puissant qui nous a accordé patience et courage durant ces longues années d'études.

Nous remercions tous nos professeurs ainsi que toute la faculté du département de génie mécanique.

Nous exprimons notre remerciement les plus sincères à l'encadrant **Dr BELOUFA Amine** pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de nous encadrer, pour ses précieux conseils, ses orientations et sa patience. Qu'il y retrouve le témoignage de notre profonde reconnaissance.

Nos remerciements les plus sincères et les plus profonds vont aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont accordé dans l'évaluation de ce travail.

Nous saisissons également l'occasion pour remercier tous les professeurs du département de Génie mécanique de l'université Bouchaib Belhadj qui nous ont aidés à développer nos connaissances et notre savoir-faire.

Enfin, nous remercions tous ceux qui y ont participé de près ou de loin de ce mémoire.

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail à :

Nos parents

Nos frères et sœur

Nos familles

Et à tous ceux qui nous aiment et nous souhaitent le bonheur et la réussite.

Table Des Matières

Introduction Générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I

Généralité sur les voitures électriques

I.1	Introduction :	2
I.2	Historique :	2
I.3	Les voitures électriques :	6
I.3.1	Qu'est-ce qu'un véhicule électrique ?	6
I.4	Différents types de véhicules électriques :	7
I.4.1	La 100% Electrique :	7
I.4.2	L'hybride classique :	8
I.4.3	L'inconvénient de ce véhicule :	8
I.4.4	L'hybride rechargeable :	9
I.5	Durée de vie des moteurs de voitures électriques :	10
I.6	Batterie de voiture électrique :	10
I.6.1	Fonctionnement :	11
I.6.2	Les inconvénients de la batterie de voiture électrique :	11
I.6.3	Autonomie :	11
I.6.4	Recharge :	11
I.6.5	Poids :	12
I.6.6	Sécurité :	12
I.7	Le bilan écologique de la batterie voiture électrique :	12
I.7.1	Le bilan carbone :	12
I.8	Les avantages du véhicule électrique pour un entretien réduit :	12

I.9	Comment optimiser la durée de vie de la batterie d'une voiture électrique lors de la recharge :	13
I.9.1	Comment adapter sa conduite pour augmenter la durée de vie d'une voiture électrique :	13
I.10	Exemple sur les voitures électriques :	14
I.10.1	Porche Taycan cross Turismo:	14
I.10.2	TOGG : la première voiture électrique turque :	15
I.11	Conclusion.....	16

Chapitre II La roue électrique active AEW

II.1	Introduction :	17
II.2	Principe :	17
II.3	Moteur roue électrique :	18
II.3.1	Les moteurs électriques dans les roues et leur impact possible sur le soulèvement des véhicules électriques :	18
II.3.2	Qu'est-ce qu'un moteur de roue électrique (IWM) ? [11]	18
II.3.3	Concevoir :	19
II.3.4	Avantage :	21
II.4	Besoin d'amélioration :	22
II.4.1	Le Coût :	22
II.5	Présentation du Michelin Active Wheel :	22
II.6	Les technologies « moteur roue » au service de la mobilité durable :	25
II.7	Projets d'applications de l'Active Wheel :	27
II.7.1	Spécifications techniques :	28
II.8	L'Active Wheel de Michelin chez Will Heuliez :	29
II.8.1	Heuliez Will : L'électrique communicant :	31
II.9	Heuliez et Orange :	33
II.10	L'active Wheel de Michelin chez La venturi (voltage) :	34
II.10.1	Chaîne de traction et suspension active :	35
II.10.2	Automobile de l'ère digitale :	35
II.10.3	Châssis de la voiture unique au monde (venturi) :	36

II.10.4	La mise en production :	37
II.10.5	Le design de voltage par Sacha Lakic :	37
II.11	Abandon du projet en 2014 :	38
II.11.1	Quelles sont les raisons de cet arrêt ?	38
II.12	Conclusion.....	38

Chapitre III

Schéma cinématique, dessin d'assemblage en 3D et les vues éclatées

III.1	Introduction	39
III.2	Le schéma cinématique :	40
III.3	Les vues éclatées :	41

Chapitre IV

Les plans d'assemblages et les dessins des définitions

IV.1	Les plans d'assemblage de la roue AEW :	43
IV.2	Dessin de définition de la roue AEW :	50
IV.3	Conclusion.....	67

	Conclusion générale.....	62
--	--------------------------	----

	Reference bibliographique.....	63
--	--------------------------------	----

	Abstract.....	65
--	---------------	----

Liste Des Figures

Figure I-1 : Voiture électrique Anderson	2
Figure I-2 : Ancien véhicule électrique conduit par une femme.....	3
Figure I-3 : Toyota Prius électrique moteur 1er génération.....	4
Figure I-4 : Chevy volt 2010	6
Figure I-5 : Nissan LEAF 2010.....	5
Figure I-6 : Les modèles de voiture électriques 2022.....	6
Figure I-7 : La première voiture électrique 100% Made in Turquie.....	7
Figure I-8 : Voiture hybride Audi a3 tfsi	8
Figure I-9 : Une voiture hybride rechargeable.....	9
Figure I-10 : Batterie d'une voiture électrique.....	10
Figure I-11: Porsche Taycan Cross Turismo.....	14
Figure I-12 : TOGG : la voiture électrique turque	15
Figure II-13 : Un moteur dans une roue	17
Figure II-14 : PROTEIN IWM	19
Figure II-15 : ECOMOVE Q-WHEEL	19
Figure II-16 : Moteur roue IWM	20
Figure II-17 : Châssis d'une voiture à moteur roue IWM	21
Figure II -18: Active moteur roue.....	23
Figure II-19 : Pile à Combustible Michelin.....	24
Figure II-20 : Active moteur roue.....	25
Figure II-21: Active moteur roue détaillé.....	26
Figure II-22: Prototype d'une voiture à moteur roue active.....	27
Figure II-23 : Active moteur roue en fonction.....	28
Figure II-24: Voiture Will Heuliez chez Michelin	30
Figure II-25: Voiture Will Heuliez	32
Figure II-26: Sous le capot de la Will Heuliez	33
Figure II-27: Venturi volage à paris	35
Figure II-28: Venturi voltage de 2008	36
Figure II-29: Châssis d'un venturi voltage	37
Figure III-30: Schéma cinématique	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV-1 : NOMENCLATURE	66
--	-----------

Liste Des Abréviations

AEW : Active électrique Wheel (ang) Active moteur roue (Fr)

IWM: In Wheel Motor (ang) moteur dans une roue (Fr)

E : Electrique

Introduction Générale

Après tant d'années de promesses, la voiture électrique est enfin arrivée, tous les principaux constructeurs automobiles présentent maintenant leurs derniers modèles E aux salons automobiles du monde entier. Selon eux il s'agit de voitures à zéro émission, à haut rendement énergétique, silencieuses, rapides et abordables. En bref de véritables voitures, certains nombres d'entre nous réagissent encore de manière sceptique à cette nouvelle vague E. Trop cher, Trop faible d'autonomie, Batteries peu fiables, Temps de charge trop long, Manque de stations de recharge publiques, Sécurité insuffisante, Trop silencieux, Consommation électrique trop élevée.

Chapitre I : dans ce chapitre, Nous présentons un bref historique, quelques informations générales sur les véhicules électriques et leur fonctionnement. Nous avons également introduit Les différentes architectures des véhicules électriques et les éléments qui composent le moteur, Ainsi, les avantages et les inconvénients des bornes de recharge et de la technologie de charge ces voitures. Enfin, nous avons couvert certains des véhicules électriques les plus modernes de Sécurité et autonomie.

Chapitre II : dans ce chapitre, on donne un aperçu général sur les différents types de moteur dans la roue ou la roue électrique leur différent modèle, principe de fonctionnements et leurs avantages et leurs inconvénients, après nous allons éclaircir la roue électrique active AEW des deux voitures électriques conçue par [Venturi, Will Heuliez].

Chapitre III : dans ce chapitre, on donne une petite définition sur logiciel SolidWorks 2016, ensuite nous avons extrait le schéma cinématique (les classe d'équivalence...), Après on a identifié les vues éclatées et le dessin d'assemblage de la roue électrique active AEW.

Chapitre IV : dans le dernier chapitre on a présenté les plans d'assemblage et les dessins de définitions de chaque pièce de la roue active AEW.

Chapitre I

Généralité sur les voitures électriques

I.1 Introduction :

Pourquoi quelqu'un devrait-il acheter un véhicule électrique aujourd'hui ?

En termes simples, ils sont la forme la plus propre, la plus efficace et la plus rentable de transport, et ils sont vraiment amusants à conduire, et dans ce chapitre, nous donnerons un bref historique, quelques généralités sur les véhicules électriques à moteur roue, et d'étudier son fonctionnement.

I.2 Historique :

Il est difficile de déterminer si l'invention du véhicule électrique est l'inventeur ou l'État. Au lieu de cela, c'est une série de percées dans les années 1800, de l'alimentation par batterie aux moteurs électriques qui a conduit les premières voitures électriques à prendre la route.

Au tournant du siècle, des innovateurs hongrois, néerlandais et américains dont un forgeron du Vermont a commencé à jouer avec le concept de voitures à piles et ont créé certaines des premières échelles pour les petites voitures électriques. Et tandis que l'inventeur britannique Robert Anderson a développé la première voiture électrique de mauvaise qualité à peu près à la même époque, ce n'est que dans la seconde moitié du XIXe siècle que les inventeurs français et britanniques ont commencé à construire certaines des premières voitures électriques. [1]

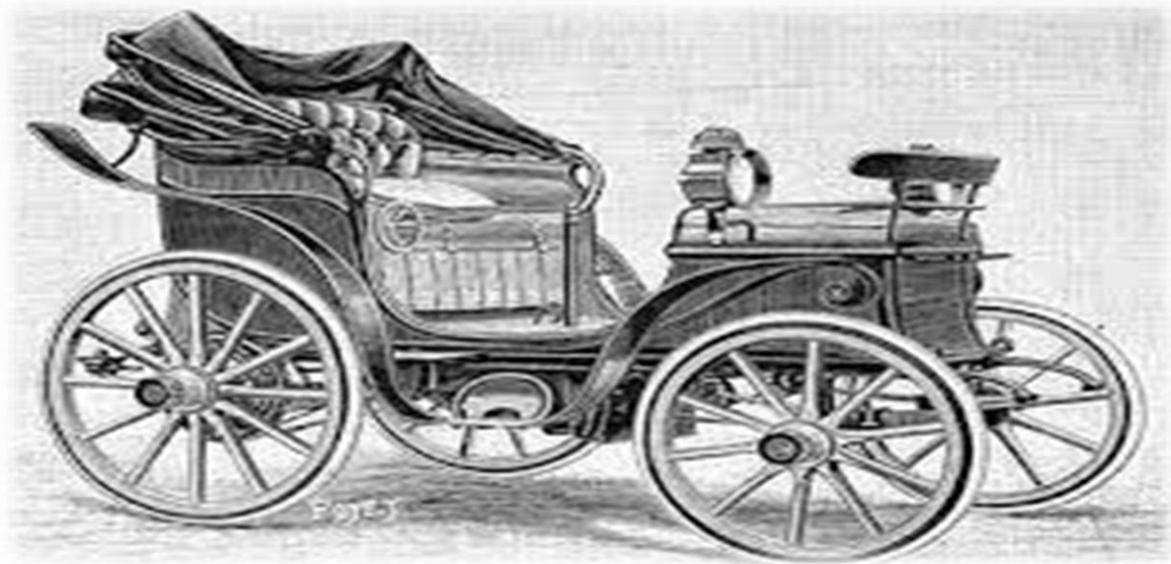


Figure I-1 : Voiture électrique Anderson [2]

Pour comprendre la popularité des véhicules électriques vers 1900, il est également important de comprendre l'évolution des véhicules personnels et des autres options disponibles. Au tournant du XXe siècle, les chevaux étaient encore le principal moyen de transport. Mais à mesure que les américains se sont enrichis, ils se sont tournés vers des véhicules à moteur nouvellement inventés disponibles en versions à vapeur, à essence ou électriques pour se déplacer. Les voitures électriques n'ont pas les problèmes associés à la vapeur ou à l'essence. Ils étaient silencieux, faciles à conduire et n'émettaient pas de polluants nauséabonds comme les autres voitures de l'époque. Les véhicules électriques gagnent rapidement en popularité auprès des citadins, en particulier des femmes. [1]

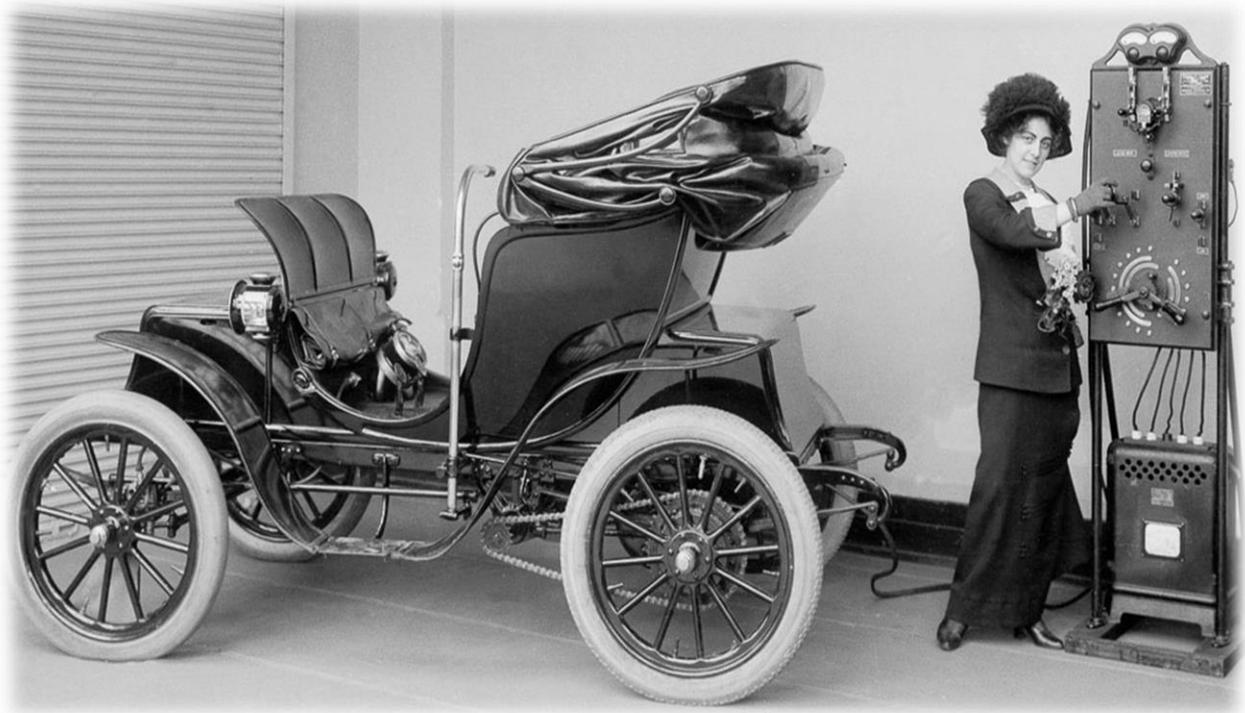


Figure I-1 : Ancien véhicule électrique conduit par une femme. [3]

La Toyota Prius. Lancée au Japon en 1997, la Prius est devenue le premier véhicule électrique hybride produit en série au monde. En 2000, la Prius a été lancée dans le monde entier, et elle est devenue un succès instantané auprès des célébrités, contribuant à rehausser le profil de la voiture. Pour faire de la Prius une réalité, Toyota a utilisé une batterie au nickel-hydrure métallique une technologie qui a été soutenue par les recherches du ministère de l'Énergie. Depuis, la hausse des prix de l'essence et les préoccupations croissantes au sujet de la pollution par le carbone ont contribué à faire de la Prius l'hybride la plus vendue au monde au cours de la dernière décennie. [1]



Figure I-2 : Toyota Prius électrique moteur 1er génération[4]

L'autre événement qui a contribué à remodeler les véhicules électriques a été l'annonce en 2006 qu'une petite start-up de la Silicon Valley, Tesla Motors, commencerait à produire une voiture de sport électrique de luxe pouvant parcourir plus de 200 miles avec une seule charge. En 2010, Tesla a reçu un prêt de 465 millions de dollars du Bureau des programmes de prêt du ministère de l'Énergie, un prêt que Tesla a remboursé neuf ans plus tôt pour établir une usine de fabrication en Californie. Dans le peu de temps qui s'est écoulé depuis lors, Tesla a été largement acclamé pour ses voitures et est devenu le plus grand employeur de l'industrie automobile en Californie. [1]

L'annonce de Tesla et le succès ultérieur ont incité de nombreux grands constructeurs automobiles à accélérer les travaux sur leurs propres véhicules électriques. À la fin de 2010, la Chevrolet Volt et la Nissan LEAF ont été lancées sur le marché américain. Premier hybride rechargeable disponible dans le commerce, la Volt dispose d'un moteur à essence qui complète son entraînement électrique une fois la batterie épuisée, permettant aux consommateurs de conduire en électrique pour la plupart des voyages et à l'essence pour étendre l'autonomie du véhicule. En comparaison, la LEAF est un véhicule entièrement électrique (souvent appelé véhicule électrique à batterie, véhicule électrique ou simplement véhicule électrique), ce qui signifie qu'il n'est alimenté que par un moteur électrique. [1]



Figure I-3 : Chevy volt 2010[5]



Figure I-4 : Nissan LEAF 2010.[6]

Au cours des années suivantes, d'autres constructeurs automobiles ont commencé à déployer des véhicules électriques aux États-Unis ; Pourtant, les consommateurs étaient encore confrontés à l'un des premiers problèmes du véhicule électrique où recharger leurs véhicules en déplacement.

Aux États-Unis et par l'entremise de la Recovery Act, le ministère de l'Énergie a investi plus de 115 millions de dollars pour aider à construire une infrastructure de recharge à l'échelle nationale, installant plus de 18 000 chargeurs résidentiels, commerciaux et publics à travers le pays. Les constructeurs automobiles et d'autres entreprises privées ont également installé leurs propres chargeurs à des endroits clés aux États-Unis, amenant le total actuel de chargeurs de véhicules électriques publics à plus de 8 000 endroits différents avec plus de 20 000 prises de recharge.

Les consommateurs ont maintenant plus de choix que jamais lorsqu'il s'agit d'acheter un véhicule électrique. Aujourd'hui, il existe 23 modèles électriques rechargeables et 36 modèles hybrides disponibles dans une variété de tailles - du Smart ED à deux passagers au Ford C-Max Energie de taille moyenne en passant par le SUV de luxe BMW i3. Alors que les prix de l'essence continuent d'augmenter et que les prix des véhicules électriques continuent de baisser, les véhicules électriques gagnent en popularité. [1]

I.3 Les voitures électriques :

I.3.1 Qu'est-ce qu'un véhicule électrique ?

Le terme « véhicule électrique » recouvre actuellement plusieurs concepts qui utilisent collectivement des moteurs électriques pour tout ou partie de leur propulsion. Ils se différencient par leur autonomie et leur taux d'émission de CO₂.

Trois concepts sont proposés sur le marché :

- Les voitures hybrides rechargeables.
- Les voitures à prolongateur d'autonomie.
- Les voitures tout-électrique.



Figure I-5 : Les modèles de voiture électriques 2022. [7]

I.4 Différents types de véhicules électriques :

Les technologies des véhicules électriques sont multiples : 100% électriques, hybrides classiques et hybrides rechargeables.

Les hybrides sont actuellement les voitures les plus répandues sur les routes, même si des véhicules 100 % électriques pointent à l'horizon.

Un hybride rechargeable est un compromis qui pourrait séduire de nombreux automobilistes. [8]

I.4.1 La 100% Electrique :

Comme son nom l'indique, un véhicule 100 % électrique ne peut fonctionner qu'à l'électricité. Son énorme avantage : ses émissions sont nulles. En revanche, sa batterie doit être chargée pendant plusieurs heures, et son autonomie est limitée. La plupart des modèles ne parcourent pas plus de 100 à 150 kilomètres avec une charge, donc les véhicules électriques sont bons pour les trajets en ville ou aux courts transits, mais pas pour tout le monde pour le moment. [8]



Figure I-6 : La première voiture électrique 100% Made in Turquie. [9]

I.4.2 L'hybride classique :

Les véhicules hybrides existent depuis plus de 20 ans. Il dispose de 2 moteurs : un moteur électrique et un moteur thermique (essence ou diesel), qui peuvent être utilisés selon les besoins. Selon le niveau de mélange de ces deux moteurs, on parle de :

- Micro hybride.
- Hybrides doux ou "hybrides doux.
- Hybride fort ou "hybride complet.

Dans un "full hybride" (le modèle le plus courant), le moteur électrique est utilisé pour le démarrage et le fonctionnement à basse vitesse. Ainsi, la voiture peut parcourir 1 à 2 kilomètres en mode électrique. Ensuite, le moteur à essence prend le relais. Le moteur électrique se recharge uniquement pendant la conduite, notamment en récupérant l'énergie consommée lors du freinage. [8]

I.4.3 L'inconvénient de ce véhicule :

- Les moteurs doubles signifient le double du poids et le double du coût énergétique !
- En fait, elle ne montre son potentiel qu'en ville, puisqu'elle redevient une voiture à essence ou diesel sur l'autoroute.
- En conséquence, les réductions d'émissions varient de 10% à 50% selon l'utilisation. [8]



Figure I-7 : Voiture hybride Audi a3 tfsi [10]

I.4.4 L'hybride rechargeable :

Une voiture hybride rechargeable fonctionne comme une voiture hybride classique, sauf qu'elle peut être rechargée rapidement (2 heures) directement à partir d'une simple prise électrique. De ce fait, l'autonomie en mode électrique est augmentée, permettant de parcourir des distances comprises entre 20 et 60 kilomètres. De quoi rouler en ville zéro émission.

L'hybride rechargeable améliore principalement votre confort par rapport à l'hybride classique. En termes d'émissions, c'est un peu mieux, mais seulement si vous avez un contrôle total sur son entraînement et tirez le meilleur parti du moteur électrique. [8]



Figure I-8 : Une voiture hybride rechargeable. [11]

I.5 Durée de vie des moteurs de voitures électriques :

La durée de vie d'un moteur de véhicule électrique dépend de nombreuses variables et il est difficile à estimer avec précision. Dans des conditions idéales, la durée de vie optimale se situerait entre 15 et 20 ans. Par rapport aux moteurs à combustion interne, les moteurs EV ont moins de pièces, ce qui signifie moins d'entretien et plus facile. [12]

I.6 Batterie de voiture électrique :

Les batteries sont considérées comme une priorité absolue pour le développement automobile, Les véhicules électriques ne fonctionnent pas correctement sans batteries. C'est en tant que cœur des véhicules électriques, nous parcourons actuellement plus de 350 kilomètres à vélo la charge de la batterie n'est plus un problème pour plusieurs marques de véhicules électriques ; encore plus faible que les voitures ICE. C'est pourquoi rechercher des batteries plus fiables sont l'objectif de chaque fabricant de nombreux constructeurs automobiles vous ne voulez pas manquer l'étape de développement ici, alors créez votre propre hub efficacité et usine de batteries de véhicules électriques à part les nouvelles.

Pour les solutions de stockage d'énergie, de nouveaux procédés doivent d'abord être explorés. Rendre les batteries EV moins chères à produire. [13]



Figure I-9 : Batterie d'une voiture électrique. [14]

I.6.1 Fonctionnement :

La batterie du véhicule électrique transforme une énergie chimique en énergie électrique lors de l'alimentation électrique du véhicule et inverse le processus pour sa recharge.

Concrètement, voici comment ça marche :

- Dans chaque élément, 2 électrodes de matériaux différents sont séparées par un électrolyte, une substance solide ou liquide qui permet le passage du courant électrique.
- Des électrons, porteurs de charges électriques (ions) issus des électrodes migrent de l'une vers l'autre, créant un courant électrique. [13]

I.6.2 Les inconvénients de la batterie de voiture électrique :

La batterie de voiture électrique peut comporter certains inconvénients en matière d'autonomie, de temps de recharge et de coût. [13]

I.6.3 Autonomie :

Selon les mesures prises par le cycle d'homologation NDEC (New Européen Driving Cycle), une batterie de voiture électrique peut tenir de 160 à 200 km. Pourtant, en utilisation réelle, la batterie d'un VE tient rarement plus de 100 km.

Quelques astuces simples de conduite ou d'utilisation du chauffage ou de la climatisation par exemple permettent de préserver l'autonomie de la batterie. [13]

I.6.4 Recharge :

La recharge de la batterie est souvent longue et tributaire des types de prises utilisées :

- La prise domestique 220 V, disponible partout, mais nécessitant une recharge de 10 à 13 heures.
- La prise de recharge rapide « wallbox », permet une recharge de 8 à 10 heures en version 16A et 4 à heures en version 32A.
- La station de recharge rapide (parkings souterrains, grandes surfaces, etc.) permet une recharge en 30 minutes. [13]

I.6.5 Poids :

Actuellement, le poids des batteries des VE est de 250 kg : pour avoir aujourd'hui l'autonomie d'un véhicule thermique, le poids des batteries devrait s'élever à 1 250 kg ! [13]

I.6.6 Sécurité :

Certaines batteries lithium-ion peuvent court-circuiter avec le vieillissement et provoquer une explosion. [13]

I.7 Le bilan écologique de la batterie voiture électrique :

Pour établir une photographie la plus juste possible de l'impact environnemental du VE et de ses batteries, il faut connaître quelques chiffres. [13]

I.7.1 Le bilan carbone :

Le bilan carbone moyen du véhicule thermique est de 142 g/km équivalent CO². Celui du VE, quant à lui, oscille (grandement à cause de la batterie) entre 1 g/km et 150 g/km. Cela dépend si les cycles de recharge sont exclusivement assurés en production d'électricité par les centrales nucléaires (ce qui est le cas en France) ou si cette énergie est fournie par des centraux charbons, gaz ou fuel (beaucoup de pays européens le font). [13]

I.8 Les avantages du véhicule électrique pour un entretien réduit :

- La fin de la vidange d'huile : un véhicule thermique doit être régulièrement vidangé de son huile moteur afin d'assurer une lubrification et un refroidissement correct de son bloc moteur. Avec le véhicule électrique, la vidange d'huile devient anecdotique puisqu'un moteur électrique ne nécessite pas de lubrification.
- Une chaîne de traction plus simple : n'ayant plus de boîte de vitesse, ni d'embrayage, les contraintes techniques mécaniques qui sont liées disparaissent : moins d'usure, moins de casse.
- Des plaquettes de freins moins sollicitées grâce au système de récupération d'énergie au freinage. [15]

I.9 Comment optimiser la durée de vie de la batterie d'une voiture électrique lors de la recharge :

- Ne roulez pas trop vite

Sur les autoroutes belges, vous pouvez rouler jusqu'à 120 km/heure. La différence de consommation entre une conduite à 100 km/h et à 120 km/h est directement observable sur votre consommation. Pour faire des économies d'énergie avec une voiture électrique, il est préférable de réduire votre vitesse. Le temps de parcours est presque inchangé, mais vous remarquez une grande différence en termes de consommation. [16]

- Mode ECO activé

Une voiture électrique peut rouler selon plusieurs modes : normal, ECO et ECO+. Le mode ECO classique est le plus respectueux de l'environnement, car la voiture ne tourne alors pas à plein régime. Vous pouvez également baisser davantage la température, et consommer encore moins. Avec ECO+, vous consommez encore moins avec comme conséquence qu'il est plus fastidieux d'accélérer. Ce mode est idéal pour rouler dans les embouteillages. Vous ne pouvez en revanche pas modifier la température dans l'habitacle. [16]

I.9.1 Comment adapter sa conduite pour augmenter la durée de vie d'une voiture électrique :

Les voitures électriques sont un peu différentes des voitures thermiques. Voici quelques principes de bonne conduite pour augmenter la longévité de votre voiture électrique :

- Épargnez l'accélérateur : les accélérations brutales ou longues sont à éviter autant que possible sur une voiture électrique, car elles usent énormément de batterie. Adoptez une conduite lente et fluide.
- Profitez du frein moteur : les voitures électriques possèdent un frein moteur puissant. L'usage du frein moteur génère de l'énergie dans votre batterie, ce qui peut vous faire gagner jusqu'à 20 % d'autonomie !
- Vérifiez régulièrement la pression de vos pneus. Des pneus mal gonflés sont dangereux et usent la batterie. [17]

I.10 Exemple sur les voitures électriques :

I.10.1 Porsche Taycan cross Turismo:

Architecture 800 volts. L'âme Porsche est synonyme de performance à tous points de vue. C'est le cas également lors de la recharge du Taycan : son architecture 800 volts procure une puissance de charge pouvant atteindre 270 kW. Ainsi, 4,5 minutes suffisent, par exemple avec le Taycan Turbo, pour charger jusqu'à 100 km d'autonomie (WLTP) dans des conditions optimales. [18]

Concept d'entraînement. L'interaction des composants de la transmission se traduit par des valeurs de conduite qui impressionnent non seulement sur le plan technique mais aussi sur le plan émotionnel. Grâce à une puissance Over boost allant jusqu'à 761 ch (560 kW) avec fonction de départ automatisé Launch Control, ses deux moteurs accélèrent le Taycan Turbo S de l'arrêt à 100 km/h en 2,8 secondes. Cette performance égale le niveau des accélérations procurées par la super car 918 Spider. Et avec un haut niveau de reproductibilité : plusieurs accélérations consécutives sont possibles jusqu'à une vitesse de pointe de 260 km/h. [18]



Figure I-11: Porsche Taycan Cross Turismo. [18]

I.10.2 TOGG : la première voiture électrique turque :

Présenté sous la marque TOGG (Turkey's Automobile Initiative Group), ce premier modèle prend des allures SUV compact. Deux versions seront proposées : en deux roues motrices, la première sera animée par un moteur de 200 chevaux placé sur le train arrière tandis que la seconde, en quatre roues motrices, ajoutera un second moteur de 200 chevaux à l'avant. En accélération, le 0 à 100 est respectivement réalisé en 7,6 et 4,8 secondes.

Côté autonomie, le constructeur promet 300 à 500 km en une seule charge. A ce stade, pas d'indication sur la capacité du pack batteries. On sait néanmoins que le véhicule pourra tolérer jusqu'à 150 kW de puissance en charge rapide.

En matière de design, TOGG a fait appel aux équipes de Pinin Farina qui n'ont pas hésité à sonder les consommateurs turcs pour construire un véhicule caractérisé par sa calandre pleine et sa longue ligne lumineuse à l'arrière. A l'intérieur, l'ambiance est très numérique avec pas moins de quatre écrans présents sur les visuels diffusés par le constructeur. [19]



Figure I-12 : TOGG : la voiture électrique turque [19]

I.11 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons souligné quelques notions générales relatives aux voitures électriques et leurs différents types puis nous avons donné le principe d'opération et de moteurs électriques et différentes architectures de traction et avantages et désavantages.

Chapitre II

La roue électrique active AEW

II.1 Introduction :

Un moteur dans une roue est une idée qui a débuté sur quatre roues, puis sur deux et que l'on oublie régulièrement. Une des dernières fois, c'était en 2009, au salon de Genève, mais en 2020 l'institut européen d'innovation et de technologies (EIT Inno Energie) a annoncé le 2 décembre avoir investi 4,2 millions d'euros dans Elaphe Propulsion Technologies, entreprise slovène qui veut déployer sa technologie de moteurs-roues dans les véhicules électriques.

Un des responsables d'Elaphe a d'ailleurs déclaré que Ferdinand Porsche est considéré comme l'inventeur des roues-moteurs autour des années 1900. Sauf qu'à l'époque, les limites technologiques étaient trop nombreuses pour développer l'idée.

II.2 Principe :

Le moteur-roue est un ensemble qui comprend un moteur incorporé dans une roue, lequel est capable de propulser un véhicule. L'avantage principal d'un tel système est son encombrement réduit et le fait qu'il ne nécessite pas de transmission.

La première réalisation a été effectuée avec des moteurs électriques, mais le moteur thermique a aussi pris sa place au centre de la roue. Parmi les glorieux avant-gardistes, Venturi, Michelin. [20]

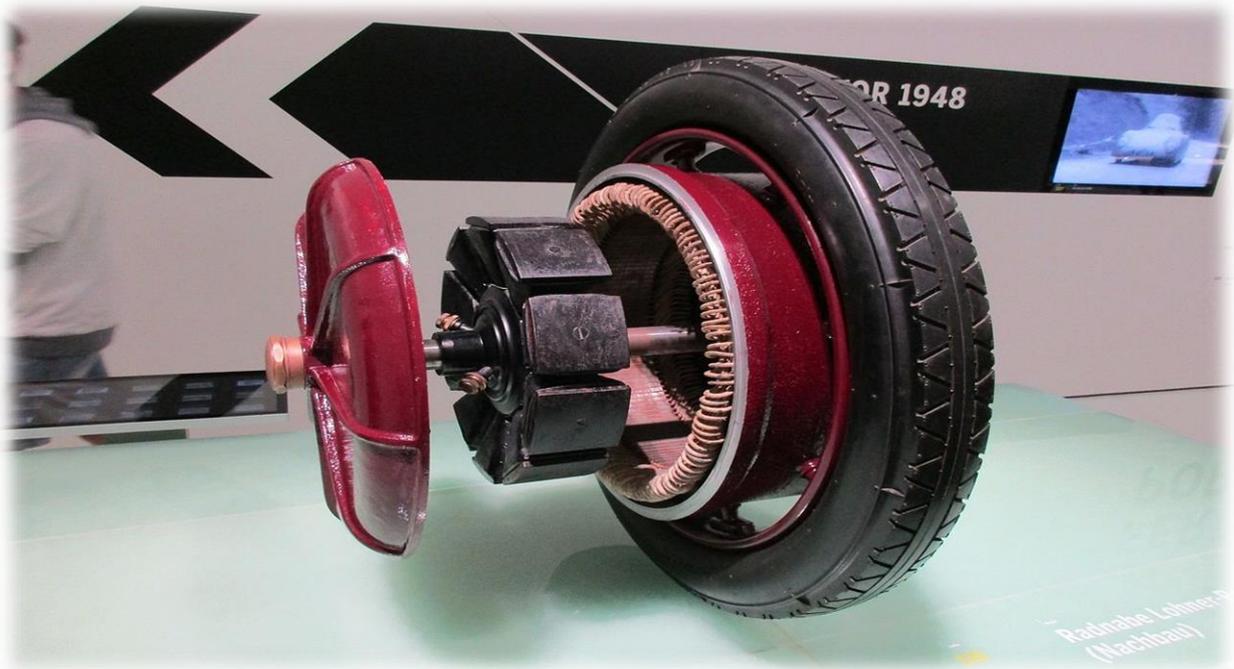


Figure II-13 : Un moteur dans une roue [21]

II.3 Moteur roue électrique :

II.3.1 Les moteurs électriques dans les roues et leur impact possible sur le soulèvement des véhicules électriques :

Au tournant du 21^e siècle, les véhicules électriques se transforment rapidement d'une expérience curieuse et d'une preuve de concepts en changements nécessaires et requis dans l'industrie des transports. Ce changement massif est motivé par divers facteurs - risques de pollution, besoin d'énergie propre et durable.

Depuis le début des années 2000, les principaux équipementiers automobiles ont montré leur capacité à conceptualiser, prototyper et mettre sur le marché des produits louables. La portée et la réception de la plupart de ces modèles étaient rares. Avec l'émergence de constructeurs automobiles ayant un sentiment d'urgence à cet égard, comme TESLA, le marché a connu d'énormes perturbations en termes de gamme et de performances des véhicules électriques.

Alors que le rythme actuel de croissance du marché des véhicules électriques est régulier et prometteur, pour tirer le meilleur parti de cette transition, le concept et la notion de voiture électrique doivent subir des améliorations radicales. L'entraînement électrique « IN-WHEEL MOTOR » est l'une de ces technologies au potentiel perturbateur. [22]

II.3.2 Qu'est-ce qu'un moteur de roue électrique (IWM) ? [22]

Un IWM électrique est un système d'entraînement électrique dans lequel le moteur de traction est monté sur toutes ou sur deux roues individuelles.

Alors qu'un certain nombre d'entreprises ont mis au point des concepts commercialisés sous le nom d'IWM, la plupart d'entre eux comprennent des moteurs qui sont en fait montés loin de la roue (la roue Eco-move Q). Protean Electric, a prototypé et testé un véritable système IWM qui se trouve entièrement à l'intérieur de la roue, et dont la production est prévue début 2018 !



Figure II-14 : PROTEIN IWM [22]

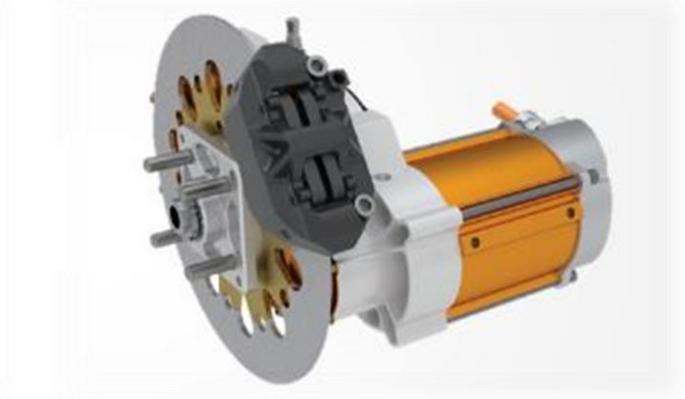


Figure II-15 : ECOMOVE Q-WHEEL [22]

Le système IWM protéiforme se compose de 2 ou 4 IWM (avec freins à disque et refroidissement intégrés), d'un système de contrôle (pour le contrôle du moteur, la gestion de la batterie, etc.) et d'un bloc-batterie.

Le plus grand avantage de ce système est l'hybridation/électrification instantanée de la transmission.

L'approche presque modulaire de ce système lui permet d'être adapté à n'importe quelle plateforme de véhicule existante sans aucune modification du véhicule (certains systèmes comme les freins doivent être retirés, mais rien ne doit être modifié). Vous pouvez idéalement convertir votre voiture en IC+EV (conserver le groupe motopropulseur car le système n'interfère pas avec son fonctionnement) /pur EV (enlever le groupe motopropulseur car il n'est plus nécessaire).

Étant donné que l'ensemble du système d'entraînement se trouve désormais à l'intérieur des roues, tout l'espace restant dans le châssis peut être utilisé à d'autres fins utiles - un plus grand espace de stockage, des cabines passagères spacieuses ou même une grande batterie. [22]

II.3.3 Concevoir :

Le moteur se compose d'un rotor externe, d'un stator interne avec des bobines intégrées (sous-moteurs) et d'une électronique de puissance. Un frein à disque est intégré dans la périphérie de l'ensemble moteur en utilisant une approche de freinage à double étrier à l'envers. Toute l'électronique de puissance est intégrée sur les sections de bobine de stator, éliminant l'acheminement des câbles vers le corps, à l'exception de l'alimentation et du refroidissement. L'ensemble est étanche et des joints dynamiques empêchent la pénétration de particules

Étrangères/liquides. Le gel d'enrobage thermique et un fluide de refroidissement en circulation garantissent des températures de fonctionnement sûres. [22]

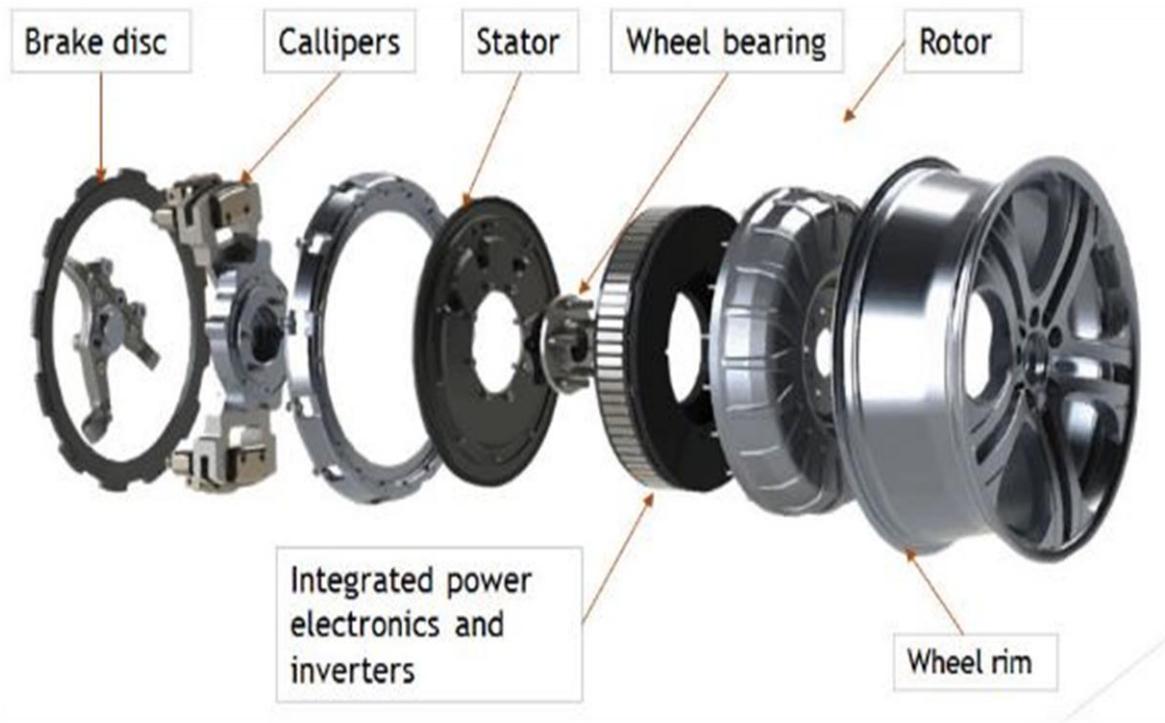


Figure II-16 : Moteur roue IWM [22]



Figure II-17 : Châssis d'une voiture à moteur roue IWM [22]

II.3.4 Avantage :

Entraînement direct : Couple élevé disponible aux roues à bas régime, pas de perte de chaîne cinématique. Chaque IWM peut délivrer environ 1250/650 Nm de couple crête/continu et 100/72 HP de puissance crête/continue,

Densité de couple : le couple obtenu par rapport à la conception de moteurs à essieux conventionnels est plus élevé pour le même poids d'ensemble.

Sécurité : la conception du moteur subdivisé est à sécurité intégrée, le couple est instantanément compensé en cas de défaillance par d'autres sous-divisions. L'action différentielle, l'ABS, l'ESP, l'anti patinage, etc. sont tous pris en charge par le système de contrôle.

Rénovation : convertissez n'importe quel véhicule essence/diesel en EV/HEV sans aucune modification. Non invasif avec le groupe motopropulseur du moteur à combustion interne existant.

Contrôle : les moteurs de roue individuels fournissent une réponse instantanée et une vectorisation du couple. [11]

II.4 Besoin d'amélioration :

II.4.1 Le Coût :

Chaque IWM est une machine complexe par rapport aux moteurs à essieux conventionnels. Le coût encouru doit être réduit dans un proche avenir.

Masse non suspendue : l'installation d'IWM ajoute plus de masse non suspendue (masse non retenue par la suspension), ce qui affecte légèrement la qualité de conduite

Résilience aux chocs/à la chaleur : le placement des IWM dans la région du moyeu de roue les expose à de graves chocs routiers et à la chaleur due au freinage et à l'électronique de puissance

La capacité offerte par les IWM de Protean à transformer rapidement notre flotte essence/diesel disponible et opérationnelle en véhicules électriques est cruciale dans notre quête du meilleur système automobile électrique - efficace, adaptable et consommant de l'énergie verte. Voyons si cette technologie peut révolutionner l'industrie dans un avenir prévisible ! [22]

II.5 Présentation du Michelin Active Wheel :

En 2004, Michelin lance une révolution de taille avec la présentation du concept Active Wheel. Avec cette innovation, tous les organes vitaux entrent au cœur de la roue elle-même. Michelin Active Wheel est une roue intelligente, capable de mouvoir le véhicule électriquement tout en assurant les missions de suspension et de freinage, pour assurer une tenue de route et un confort sans égal.

Michelin Active Wheel ouvre à l'automobile une ère nouvelle, où performances, sécurité, économie énergétique et propreté se hissent à un niveau encore jamais atteint. C'est la résultante de la motorisation miniaturisée et de la suspension électrique, toutes deux disposées au centre de la roue. Ces technologies développées par Michelin permettent de pouvoir repenser intégralement l'automobile. [23]



Figure II-18 : Active moteur roue [24]

Pour des applications électriques ou hybrides n'utilisant pas la suspension électrique, la roue motorisée peut être utilisée en configuration avant ou arrière.

Selon la puissance souhaitée et le type d'usage recherché, il est possible de combiner, sur un même véhicule, quatre moteurs (un dans chaque roue) ou bien seulement deux (par exemple dans les deux roues avant). En cela, Michelin Active Wheel préserve la liberté des constructeurs qui peuvent continuer à concevoir des automobiles à deux roues motrices.

L'énergie pour alimenter le moteur intégré à la roue est toujours électrique. Il peut s'agir de batteries (lithium-ion ou autre), d'une pile à combustible et/ou de super-condensateurs. Dans tous les cas ces sources de motorisation associent deux avantages considérables : pollution zéro et confort exemplaire. En effet, le véhicule qui en est équipé n'émet aucun gaz à effet de serre. Par ailleurs, la motorisation électrique se distingue par son silence de fonctionnement. Cela profite aux passagers du véhicule, mais aussi et surtout au milieu dans lequel il évolue. Une automobile motorisée par Active Wheel laisse respirer la ville. [23]

Michelin n'a trouvé sur le marché aucune source d'énergie pour Active Wheel, qui corresponde aux hypothèses de conception, c'est pourquoi il a entrepris de développer une pile à combustible de technologie avancée. Ce système se caractérise par un poids divisé par deux par rapport aux solutions disponibles sur le marché tout en augmentant l'autonomie, permettant de parcourir jusqu'à 200 kilomètres. [23]

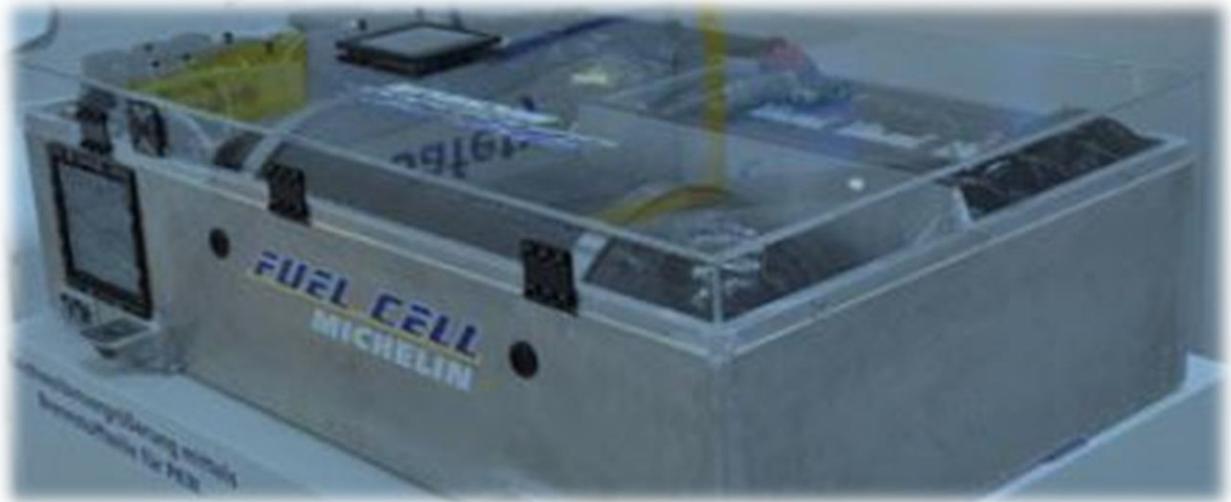


Figure II-19 : Pile à Combustible Michelin [23]

Ce produit a été développé sur la base de la voiture F-City H2, conçue pour la conduite en ville. En France, c'est un véhicule d'importance historique puisque c'est la première voiture à hydrogène immatriculée dans ce pays. Il ne reste que le problème de la recharge, car contrairement à l'Allemagne, la France ne peut pas se targuer d'un grand nombre de stations-service à hydrogène. [23]



Figure II-20 : Active moteur roue [24]

Michelin Active Wheel permet une simplification dans la conception du véhicule. Tous les composants mécaniques d'une voiture traditionnelle n'ont plus aucune utilité ici. Boîte de vitesses, embrayage, arbre de transmission, différentiel, amortisseurs, etc. disparaissent sur les véhicules animés par Michelin Active Wheel. La légèreté y gagne et le besoin en énergie se trouve de fait, lui aussi, limité. Résultat, l'autonomie du véhicule atteint des niveaux qui répondent aux attentes des automobilistes. Michelin Active Wheel constitue donc une rupture, technologique. Elle apporte une réponse efficace aux problématiques critiques du transport routier, qu'il s'agisse de l'énergie (quantité, diversité, coût). [23]

II.6 Les technologies « moteur roue » au service de la mobilité durable :

Michelin a mis au point les technologies « In-Wheel Motors », (Active Wheel et roue motorisée), afin de permettre aux constructeurs automobiles de s'adapter aux mutations générées par la motorisation électrique, la traction électrique avec le meilleur rendement d'architecture et des capacités de pilotage roue à roue offrant de nouvelles fonctionnalités en termes de comportement véhicule et de sécurité.

Concrètement, la Roue Motorisée de Michelin intègre en son sein le moteur électrique, le réducteur et le dispositif de freinage. Pilotée par une électronique adaptée, elle constitue donc une solution technique au service de ces re-conceptions de véhicules (véhicules allégés, compacité et maximisation de l'espace habitacle, Elle peut être utilisée en configuration avant ou arrière selon le milieu et l'usage, soulignant la volonté de Michelin de rendre ses innovations accessibles et facilement adaptables aux spécificités de chaque véhicule. [23]



Figure II-21: Active moteur roue détaillé [24]

II.7 Projets d'applications de l'Active Wheel :

L'Active Wheel a trouvé des applications sur des projets de véhicules compacts familiaux, le véhicule connecté motorisé par Michelin Active Wheel qui peut s'adapter à des usages familiaux aussi bien qu'utilitaires. [23]



Figure II-22: Prototype d'une voiture à moteur roue active [24]

Pour continuer et valider de tels développements, Michelin Recherche de multiples tests : tests de performance, de comportement dynamique (ressenti pilotes), tests incidents (choc trottoir, panne moteur...), tests en conditions d'utilisation extrême (grand froid, pentes ...) et tests d'endurance avec plus de 120 000 km roulés à fortes sollicitations. Ces tests ont prouvé la maturité et l'endurance de cette technologie. [23]

II.7.1 Spécifications techniques :

Chaque moteur de roue Michelin pèse 42 kilogrammes et comprend un moteur d'entraînement refroidi à l'eau de 30 kilowatts d'une taille similaire à un démarreur conventionnel. Le moteur a un engrenage droit qui entraîne un engrenage à couenne sur le moyeu. Un deuxième moteur électrique actionne la suspension active via une crémaillère et un pignon qui remplace efficacement l'amortisseur hydraulique normal. Il y a aussi un ressort hélicoïdal pour maintenir la charge statique de la voiture et un petit frein à disque à rotor extérieur. Le moteur de roue est fixé au châssis du véhicule par un seul agencement de suspension à bras de commande inférieur. [23]



Figure II-23 : Active moteur roue en fonction [24]

Avec le plus petit des packs de batteries à bord, le prototype Heuliez WILL pèse 900 kg. Soit 75 kg de moins que l'Opel Agila à moteur thermique. Alors que le prototype Hy-Light précédent avait quatre moteurs de roue et pouvait être commuté entre deux roues motrices et quatre roues motrices, les deux moteurs de roue avant délivrent une puissance combinée de 60 kW qui peut culminer jusqu'à 120 kW pour les sprints courts.

Avec trois tailles différentes de configurations de modules de batterie Lithium-Ion, offrant des autonomies de 150, 300 et 400 km (93, 186 et 248 miles). Les conducteurs auront la possibilité de passer d'une taille de module à une autre dans le même véhicule en fonction de leurs besoins. Tout comme les hybrides, les Active Wheel récupèrent de l'énergie lors du freinage pour étendre l'autonomie du véhicule. Les moteurs intégrés aux roues seraient efficaces à 90 %, contre environ 15 % d'efficacité pour un véhicule conventionnel en conduite urbaine. [23]

Des versions d'essai du WILL sont actuellement en circulation, la production devant démarrer en 2010 avec un objectif de production de plusieurs milliers de véhicules pour la première année. Le prix cible de 20 à 25 000 euros (27 à 34 000 USD) place le Will dans la catégorie des véhicules électriques abordables, aux côtés de la très attendue Chevy Volt. [23]

II.8 L'Active Wheel de Michelin chez Will Heuliez :

Le manufacturier se plaît à parler de roue réinventée à propos de son Active Wheel. Ce n'est pas tout à fait faux. Michelin développe ce système depuis 1996 et en présente aujourd'hui une évolution aboutie.

La jante abrite deux moteurs électriques, une suspension active, un ressort de suspension, un disque et un étrier de frein. Le premier moteur sert à la traction du véhicule et développe 30 kW. Le second fournit de l'énergie à la suspension active. Ainsi, propulsion et suspension recourent uniquement à l'électricité. Les deux premiers véhicules équipés de cette Active Wheel sont la Heuliez Will et la Venturi Volage. La première se contente de deux roues de ce type alors que la sportive Venturi utilise quatre Active Wheel. [25]

L'un des avantages de ce système réside dans la suppression du moteur à explosion classique mais également de la transmission et de la boîte de vitesses. La miniaturisation a permis à Michelin de concentrer les organes principaux d'un véhicule dans une jante. Cette technologie nécessite cependant une source d'énergie électrique mais s'adapte à toutes les types de batteries, à des super-condensateurs ou à une pile à combustible. Le constructeur automobile peut donc utiliser l'Active Wheel en restant maître de la technologie employée. Il peut également proposer

des véhicules à deux ou quatre roues motrices. Avec un temps de réaction de 3/1000e de seconde, la suspension électrique corrige tous les mouvements de roulis et de tangage. Si les deux modèles équipés de cette roue très spéciale restent destinés à des marchés spécifiques, cette technologie pose une question importante pour l'avenir des professionnels de l'automobile. En effet, à l'absence de moteur classique et donc des pièces s'ajoute à la disparition de la transmission, de la boîte de vitesses, de l'embrayage, du différentiel et des amortisseurs. Autant de marchés importants en après-vente. [25]



Figure II-24 : Voiture Will Heuliez chez Michelin [25]

II.8.1 Heuliez Will : L'électrique communicant :

La technologie Active Wheel de Michelin a mis 12 ans à se développer, et maintenant il y a enfin une application commerciale de cette technologie étonnante dans une petite citadine appelée « Will ». La nouvelle voiture pourra accueillir cinq passagers.

Au Mondial de l'Automobile de Paris 2008, Michelin nous a surpris avec une solution alternative aux moteurs thermiques traditionnels et pour alléger le poids des véhicules. Pour la première fois, la roue intègre non seulement le pneu et le système de freinage, mais également le moteur et la suspension électrique du véhicule. De cette façon, les fonctions de traction et de suspension, toutes deux électriques, y prennent place. Selon la puissance souhaitée et le type d'utilisation envisagée, il est possible de combiner quatre moteurs (un sur chaque roue) ou seulement deux (par exemple sur les roues avant) dans un même véhicule. Les suspensions du véhicule ne sont plus mécaniques, mais électriques, et ce système se caractérise par un temps de réponse très rapide, nous disent les experts Michelin, de 3 millièmes de seconde. Tous les mouvements de tangage et de roulis sont automatiquement corrigés. Lors de la célébration de la 10e édition du Challenge Bibendum organisé par Michelin, nous avons pu prendre place aux commandes de Heuliez Will, le véhicule électrique développé par Heuliez (il a conçu le châssis du véhicule), Orange (en charge de l'ensemble du système de navigation), et Michelin, qui intègre le système Active Wheel sur les roues avant. Nous appuyons sur le bouton de démarrage pour activer la voiture en mode neutre. Nous desserrons le frein à main et appuyons à nouveau sur le même bouton pour commencer à conduire. En arrière-plan, nous entendons un petit ronronnement qui, nous assure-t-on, nous entendrons également dans le futur véhicule de série. Rien de gênant, bien au contraire. Nous avons réussi à les convaincre de nous laisser circuler avec lui sur certaines pentes en dehors de la zone fermée du Challenge Bibendum. Encore une fois lorsqu'on prend une voiture électrique, la capacité d'accélération est surprenante. Avec la Will, vous pouvez atteindre le 0 à 100 km en seulement 15 secondes. Nous avons accéléré et appuyé sur les freins. Le véhicule ne bronche pas. Stabilité absolue, même en zigzaguant avec lui de manière peu orthodoxe. Le copilote qui nous accompagne, responsable technique de la Volonté lors du Challenge Bibendum, nous pointe vers plus de données. Sa vitesse maximale atteint 140 km/h et il nous avertit que lors de l'application du frein de stationnement ou de l'ouverture des portes, le moteur passe directement au point mort. [25]



Figure II-25 : Voiture Will Heuliez [25]

Michelin Active Wheel permet de simplifier la conception de la voiture, puisque tous les composants mécaniques d'un véhicule classique ne sont pas nécessaires ici. La boîte de vitesses, l'embrayage, l'arbre de transmission, le différentiel, les amortisseurs... disparaissent des véhicules qui circulent avec Active Wheel. Avec cette légèreté on gagne, et grâce à cela le besoin en énergie est limité. L'espace sous le capot, dégagé du moteur, est exclusivement dédié à l'absorption d'énergie en cas de choc. L'artefact est développé pour être modulaire, il peut donc être installé pour offrir une traction arrière, avant ou intégrale. L'autocontrôle et l'indépendance de chacune des Active Wheel des roues permet de créer un effet sur la route comme celui que le différentiel à glissement limité effectue : détourner plus ou moins de force de chaque côté pour offrir un comportement amélioré dans les courbes. Heuliez Will II mesure 3,70 mètres de long et a une capacité de 5 passagers. Son autonomie avec des batteries actuelles atteint, selon le technicien, 100 km, bien qu'une fois en série, avec des batteries plus performantes, elle puisse dépasser les 300 km. Toute une innovation, qui réinvente la roue.

La société française veut surtout produire des versions de voitures Citroën et Peugeot – telles que des dérivés de break – où les volumes sont trop faibles pour justifier une production à grande échelle. L'usine d'assemblage d'Heuliez à Ceriza. [25]

II.9 Heuliez et Orange :

L'Heuliez Will est issue d'un partenariat avec Michelin et Orange. A son bord, sa connections internet sans fil permet d'accéder à une multitude de services. La commercialisation est prévue pour 2010.

La Heuliez Will n'a pas de moteur sous le capot. Tout est dans les roues. En effet, comme la Venturi Volage, cette voiture cache ses moteurs dans ses roues Active Wheel. Utilisant la carrosserie de l'Agila, cette voiture est cependant très différente de l'Allemande. Toute la mécanique est spécifique pour le châssis, la motorisation, les liaisons au sol et la connectivité.

[26]



Figure II-26: Sous le capot de la Will Heuliez [26]

Heuliez a ainsi reconçu le soubassement de la voiture pour l'alléger. Le châssis est bien sûr réadapté au système Michelin qui intègre des suspensions électriques dans les roues, moteurs inclus. L'Active Wheel incorpore également le système de freinage dans les roues. On y trouve donc huit moteurs électriques, deux par roues, puisque le quartet contrôlant l'amortissement avoisine les moteurs chargés de faire avancer la voiture. [26]

La Will est également connectée à un tas de service dont une connexion Internet sans fil. Sa navigation dispose des informations trafic en temps réel et la voiture a directement accès aux services d'assistance et de maintenance. Il est même possible d'envisager une intervention à distance. [26]

II.10L'active Wheel de Michelin chez La venturi (voltage) :

Véhicule pleine grandeur exposé au Michelin Challenge Design.

La Venturi Volage est une voiture de sport concept-car roadster électrique, du constructeur automobile monégasque Venturi, présentée au mondial de l'automobile de Paris 2008, à base de 4 moteurs-roues Active Wheel Michelin de 292 ch. la Venturi Volage est au-delà de toute la concurrence. Elle repositionne Venturi au sommet de la technologie, loin devant Tesla qui en est encore à modifier des voitures essence pour les adapter à la propulsion électrique. 100 % originale comme la Fetish, la Volage sera construite à l'unité la Première voiture au monde à posséder les Active Wheel de Michelin. [27]

La marque de voiture de sport Venturi est rachetée en 2000 par l'homme d'affaires monégasque Gildo Pallanca Pastor, qui réoriente la marque exclusivement vers les voitures électriques.

La Venturi Volage est créée par le designer Sacha Lakic, inspirée de ses précédentes Venturi Eclectique de 2006, et Venturi Fetish de 2007.

Cette nouvelle Venturi intègre des innovations qui ont permis des changements radicaux en termes d'architecture, de style, de comportement dynamique du véhicule et plus généralement de conception d'un véhicule moderne. Venturi est surtout reconnue pour son Fetish tout électrique, un Roadster compact similaire au Tesla Roadster qui est toujours en développement et qui devrait sortir dans les rues. [27]

Avec la présentation du Venturi Volage, il renforce la capacité d'innovation constante de Venturi, ainsi que sa position d'entreprise la plus avancée dans le domaine des véhicules électriques. [27]



Figure II-27 : Venturi volage à paris [27]

II.10.1 Chaîne de traction et suspension active :

Avec 4 roues motrices à suspension active, la Venturi Volage n'a pas d'équivalent. La technologie « Michelin Active Wheel » incorpore en effet 2 moteurs électriques par roue (1 pour la suspension et 1 pour la propulsion) soit un total de 8 moteurs électriques pilotés en temps réel par une électronique de pointe. Tel le mécanisme d'une montre, l'ensemble des composants, moteurs, réducteurs et suspensions, est miniaturisé et incorporé dans les roues. Le système d'amortissement électrique actif permet une adaptation totale au type de sol et de conduite. Associée à l'expérience de Michelin dans le domaine de la liaison au sol et à celle de Venturi en terme de châssis, la Venturi Volage représente par sa tenue de route, sa motricité, son silence de fonctionnement, le summum de la technologie automobile actuelle. [28]

II.10.2 Automobile de l'ère digitale :

Réduisant la mécanique au profit de l'électronique, proche de la conception d'un robot, cette voiture appartient à une nouvelle ère, celle digitale. Un écran tactile permet à son bord de paramétrer à souhait le véhicule. Ce contrôle total est une avancée importante en terme de gestion, notamment de l'énergie stockée dans les batteries du véhicule : le conducteur peut, par exemple, choisir de favoriser dans certains cas l'autonomie à la puissance, le confort à la sportivité, un enjeu important pour un véhicule électrique. [28]



Figure II-28 : Venturi voltage de 2008 [27]

II.10.3 Châssis de la voiture unique au monde (venturi) :

La seule pièce que la Venturi Volage partage avec la Venturi Fetish est sa carrosserie en fibre de carbone. Développée par le Bureau d'Etudes Venturi, cette carrosserie reste un concept unique au monde, car elle est la seule à avoir été spécifiquement conçue pour être celle d'une voiture électrique et ainsi embarquer des batteries dans sa structure même tous alimentés par des batteries lithium-polymère avancées. Avec un temps de recharge de 8 heures sur une prise standard Chaque moteur produit 55 kW et 232 Nm de couple. Le tableau de bord est doté d'un écran tactile LCD qui permet au conducteur de contrôler la quantité de puissance fournie aux roues pour aider à étendre l'autonomie. [27]

Grâce à cette conception innovante, le Fetish comme le Volage bénéficient d'un niveau de sécurité inégalé, tant pour les passagers des voitures que pour les batteries qu'elles emportent.

La répartition idéale des masses de la Venturi Volage - 45 % à l'avant, 55 % à l'arrière - et son poids parfaitement maîtrisé de 1 075 kilos lui permettent d'atteindre 100 km/h en moins de 5 secondes et peut atteindre une vitesse de pointe de près de 160 mph. L'autonomie est estimée à 200 miles sur une seule charge. [27]



Figure II-29: Châssis d'un venturi voltage [27]

II.10.4 La mise en production :

Véritable démonstrateur technologique, le véhicule présenté en première mondiale est entièrement fonctionnel et préfigure la mise en production en petite série de ce modèle, envisagée à partir de 2012. Comme la Venturi Fetish assemblée dans nos ateliers de Monaco, la Venturi Volage sera assemblée à la main, sous la forme d'une production très limitée. Les retombées technologiques de ces deux modèles très haut de gamme se retrouvent sur d'autres véhicules de notre marque, permettant au plus grand nombre de profiter des développements de Venturi dans le domaine de la mobilité durable. [27]

II.10.5 Le design de voltage par Sacha Lakic :

« Tel un voile léger et sensuel, la carrosserie de Volage épouse au plus près ses éléments techniques exceptionnels. Moteurs et suspensions actives intégrées aux roues, fond plat, tunnels aérodynamiques : ces choix et ces avancées technologiques m'ont permis de « dessiner le vide » habituellement occupé par le moteur et les suspensions et ainsi d'explorer des pistes stylistiques nouvelles et audacieuses. Le vide fait partie du style Volage ; elle a été dessinée par soustraction. Volage a été modelé par le vent. La science de l'aérodynamique est l'outil principal de l'élaboration de sa forme. Il est facile et agréable d'imaginer le cheminement des flux d'air, sur et au travers de sa carrosserie. Volage se trouve dans un registre formel résolument contemporain et inédit. La filiation avec les autres modèles de la marque est évidente, mais il est possible de

lire également, à travers quelques détails, un hommage subtil à certaines icônes automobiles françaises, les plus élégantes, les plus avant-gardistes. Volage inspire la passion et son pouvoir de séduction est immense. ». [27]

II.11 Abandon du projet en 2014 :

En 2014, Michelin annonce arrêter le développement des roues motorisées. En 2011 au Challenge Bibendum à Berlin, Michelin avait fait le déplacement avec quelques modèles équipés de l'Active Wheel et espérait voir commercialiser cette technologie sur des véhicules de série. Mais malgré cette technologie prometteuse, ce ne sera pas le cas. [28]

II.11.1 Quelles sont les raisons de cet arrêt ?

La première raison concerne le poids et l'encombrement trop important du système. Le fait d'installer la mécanique au niveau des roues peut penser qu'on gagne beaucoup de place, mais cela ne semble pas être le cas pour satisfaire pleinement les constructeurs.

Enfin, les coûts sont trop élevés par rapport à l'installation d'un ou deux moteurs (sur l'un des deux axes voire sur les deux). Les voitures électriques sont encore très chères à l'achat et l'augmentation des coûts ne feraient qu'augmenter encore plus le prix final. [17]

II.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en épreuve des concepts généraux sur les voitures électriques précisément les moteurs roue électrique. Leur différent modèle, principe de fonctionnements, mise en production ainsi leurs avantages et leurs inconvénients.

On n'a conclu que :

Plutôt que de faire la course à la vitesse, les constructeurs automobiles font aujourd'hui la chasse au CO₂ ; C'est ici que la traction électrique devient l'une des pistes possibles à développer.

Chapitre III

*Schéma cinématique, dessin d'assemblage
en 3D et les vues éclatées.*

III.1 Introduction

SolidWorks est une solution de conception 3D complète qui vous permet de créer, valider, communiquer et gérer vos conceptions de produits. En intégrant des outils de conception puissants, notamment des fonctions de grande qualité de pièce, d'assemblage et de mise en plan, avec la simulation intégrée, le calcul de coût, le rendu, l'animation et la gestion des données techniques, SOLIDWORKS permet d'accélérer et de simplifier le développement et le partage des idées de conception, améliorant ainsi l'efficacité de vos conceptions 3D.

Chaque année plusieurs dizaines d'améliorations sont apportées au logiciel par rapport à sa version précédente, dont l'origine est à plus de 80 % issue de demandes directes formulées par la communauté des utilisateurs SOLIDWORKS. [29]

Parmi les principales innovations apportées à SOLIDWORKS 2016, nous pouvons retrouver :

- ❖ Le contrôle avancé des formes.
- ❖ Améliorations apportées aux esquisses.
- ❖ Performances et visualisation améliorées des assemblages.
- ❖ Communication et collaboration relatives à la conception.
- ❖ Nouvelles fonctions de tôlerie.
- ❖ Configuration rationalisée de la simulation.
- ❖ Habillage des mises en plan plus rapide.
- ❖ Intégration et performances améliorées de SOLIDWORKS Electrical
- ❖ Workflow SOLIDWORKS entreprise PDM rationalisé.
- ❖ Estimation et compte rendu des coûts rationalisés. [29]

III.2 Le schéma cinématique :

Les classes d'équivalence :

- C1 : Roulement de châssis
- C2 : Demi cylindre, Moteur de suspension, Cache
- C3 : Moteur de traction
- C4 : Couronne, moyeu, moyeu 02, disque de frein, jante, pneu
- C5 : AXE roulement doublé, roulement

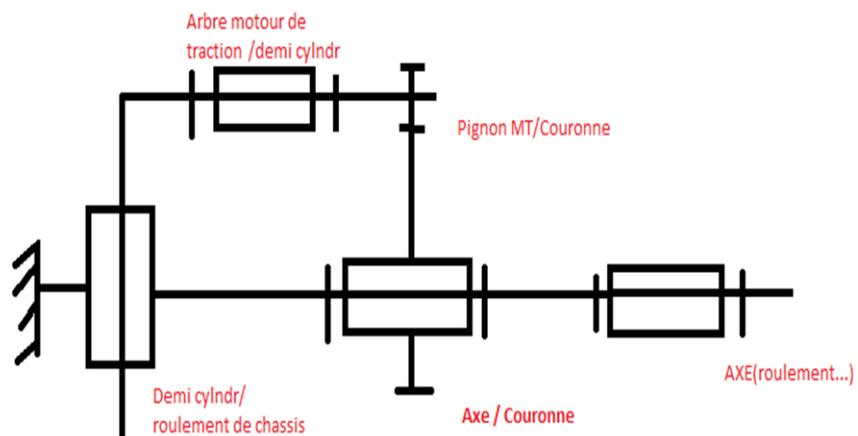
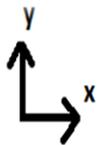
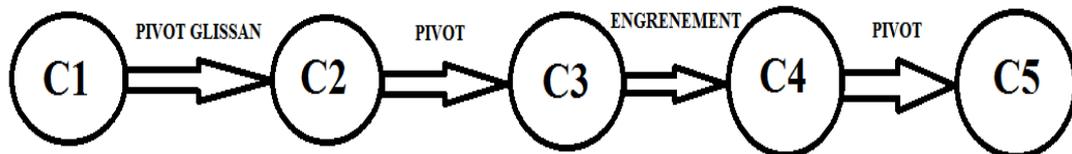
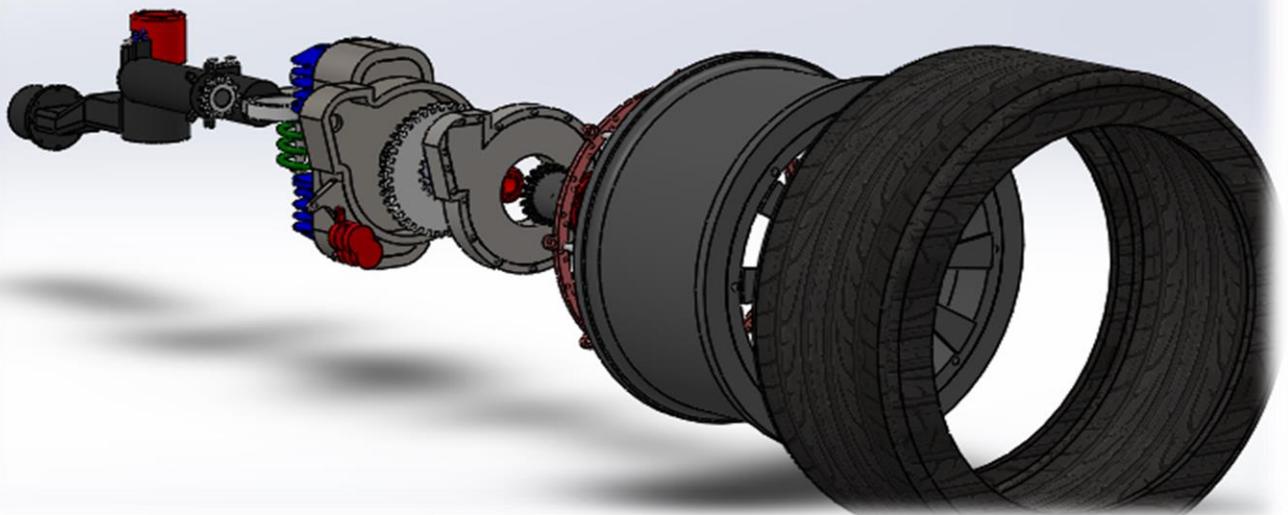
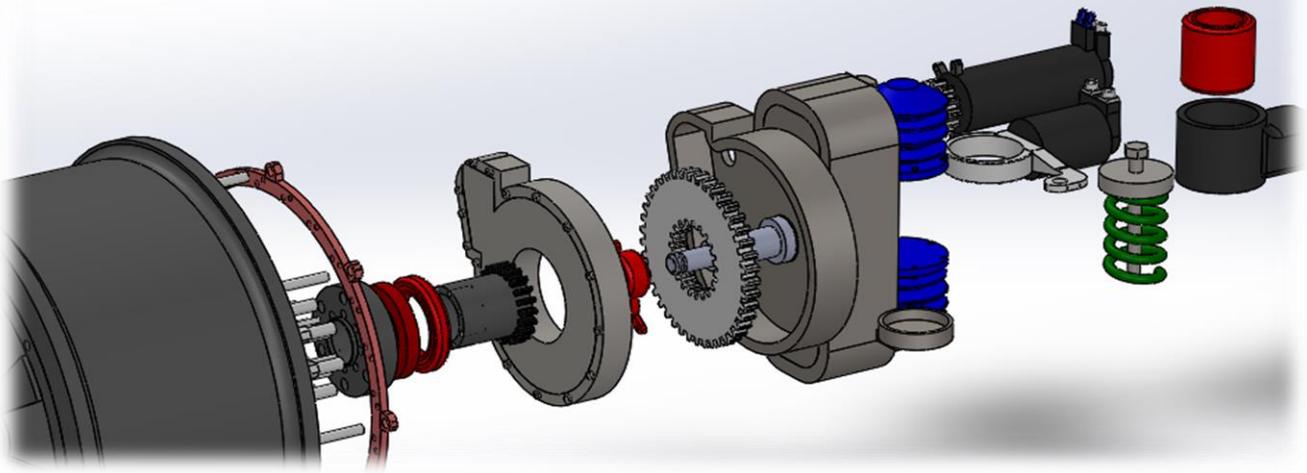
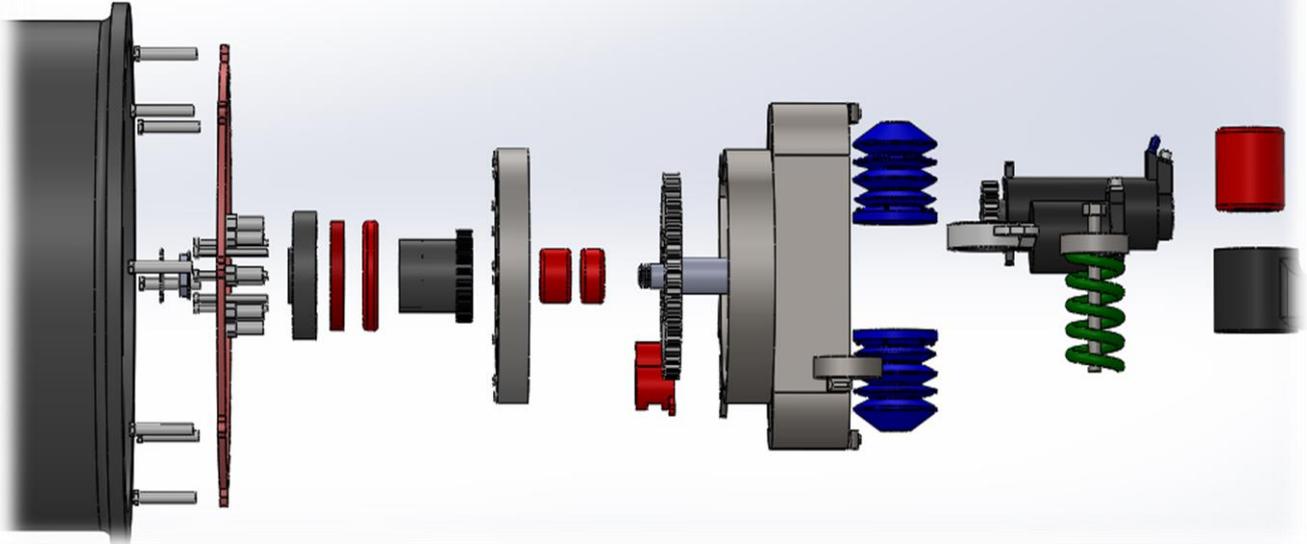
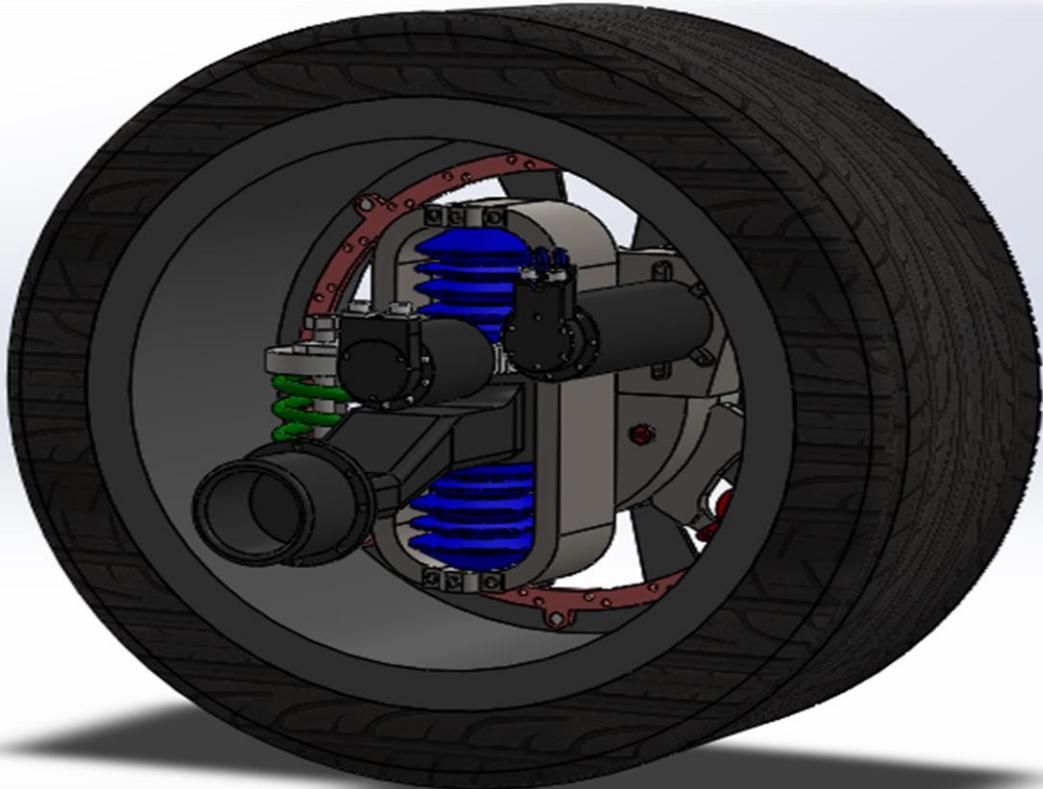


Figure III-30 : Schéma cinématique

III.3 Les vues éclatées :

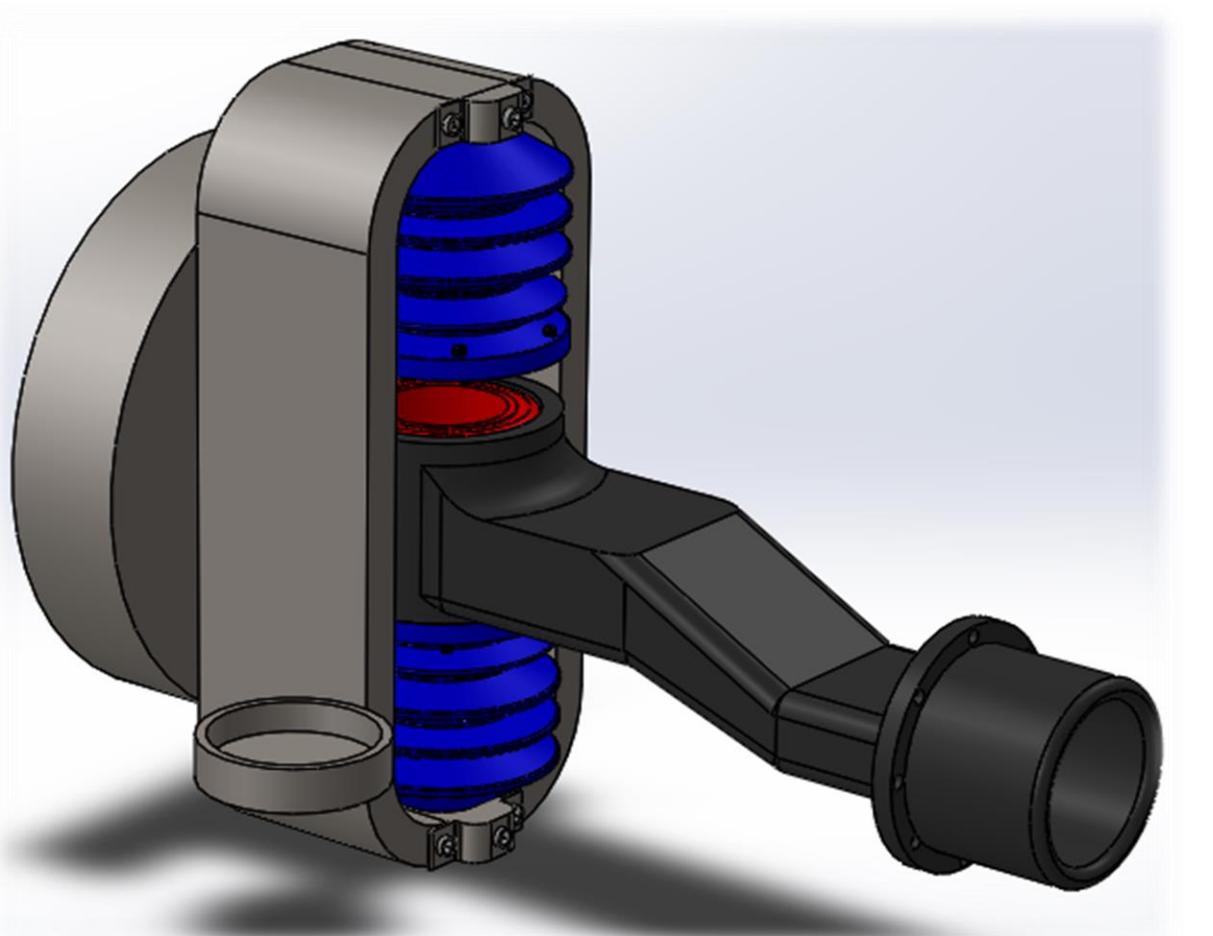
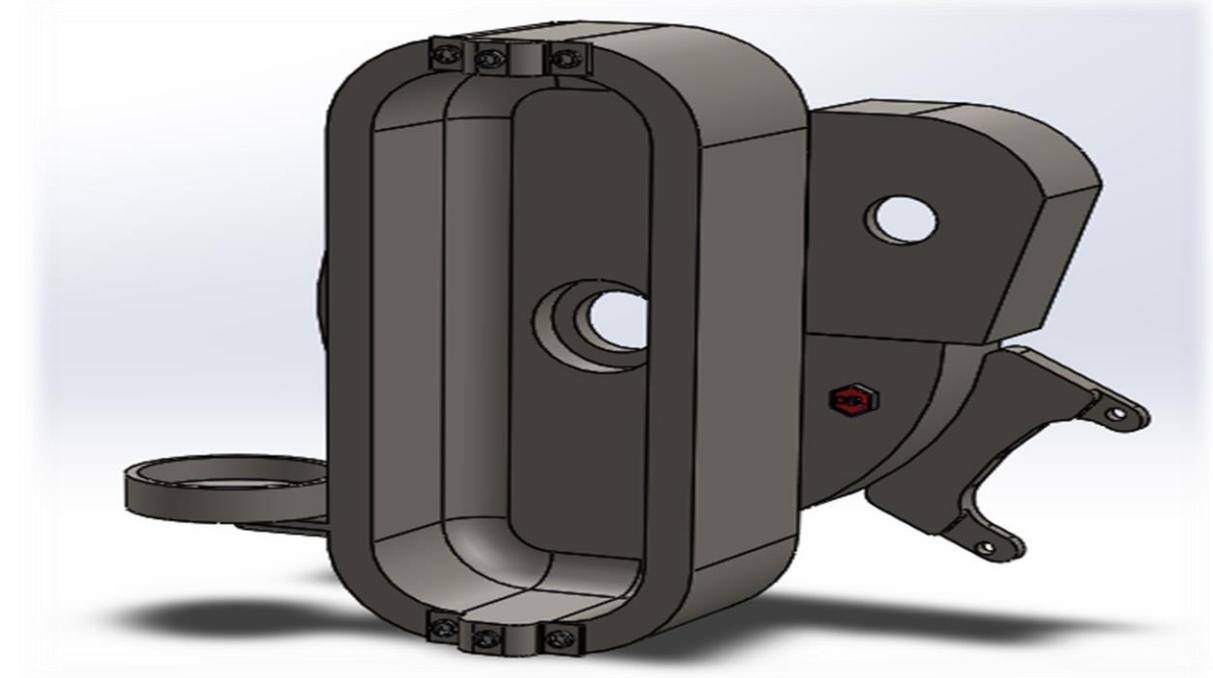


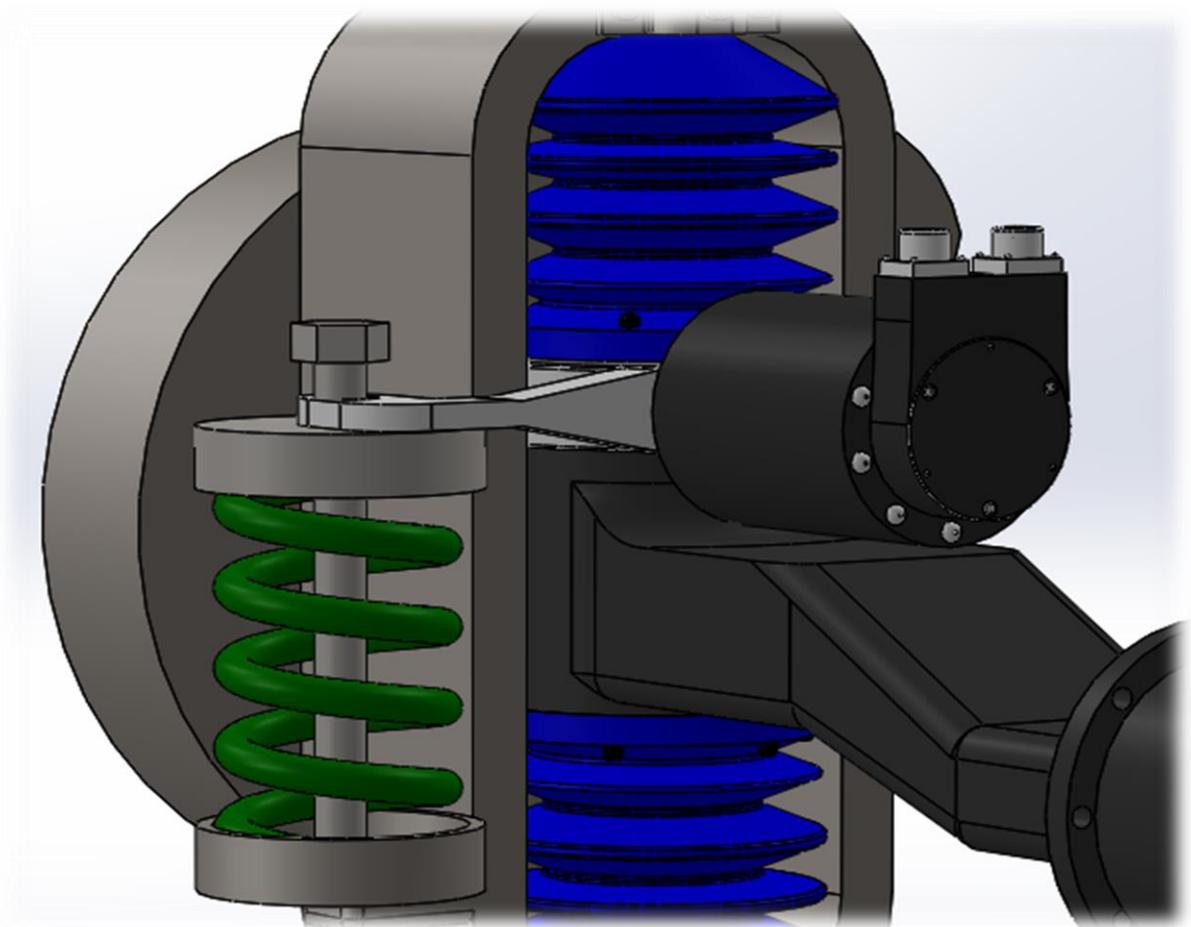
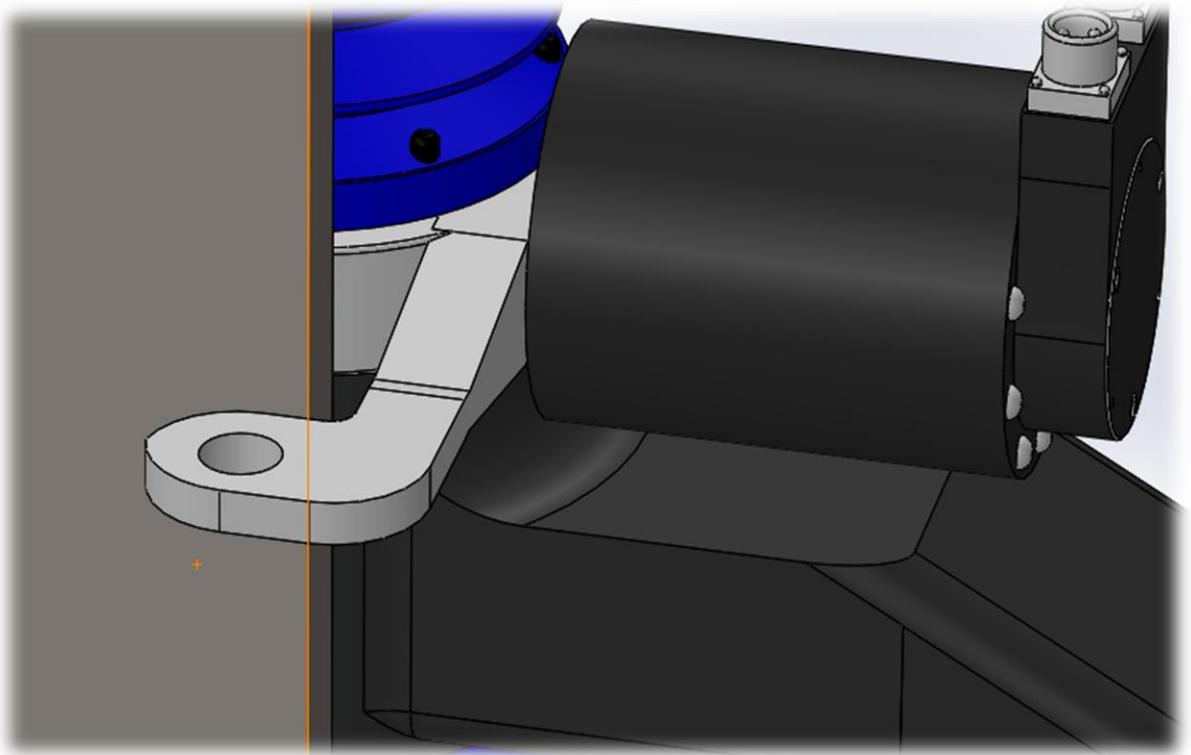


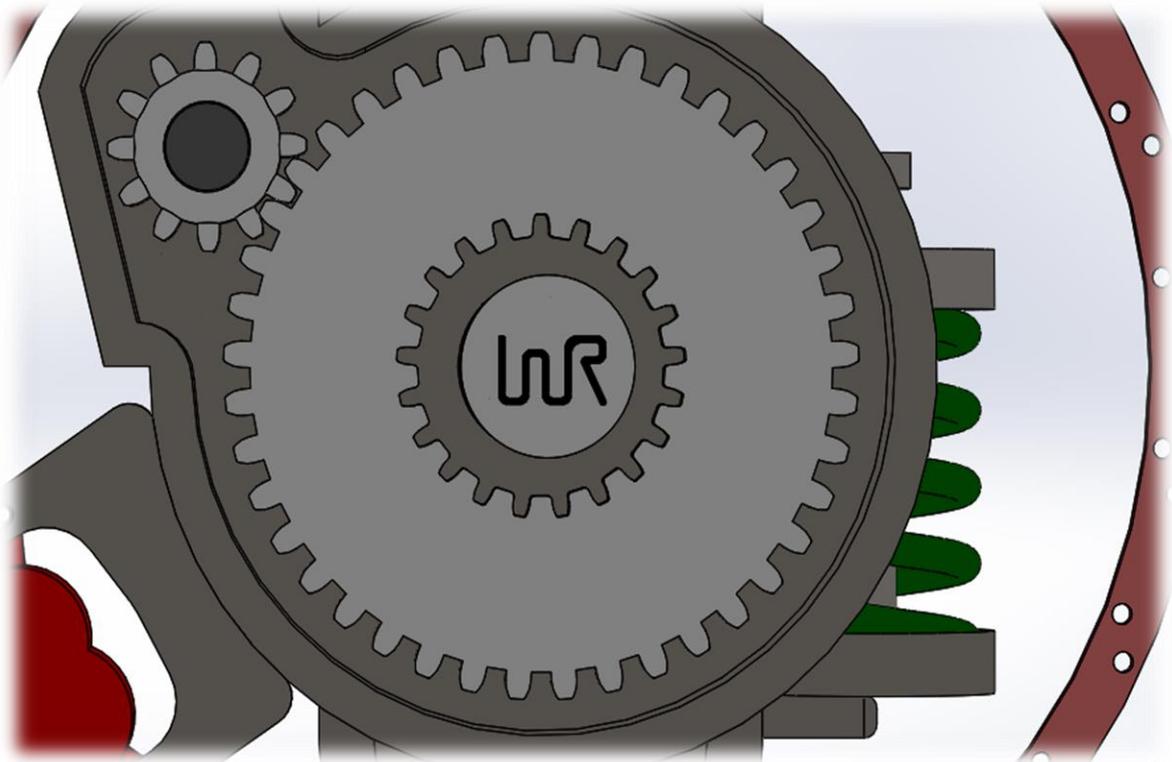
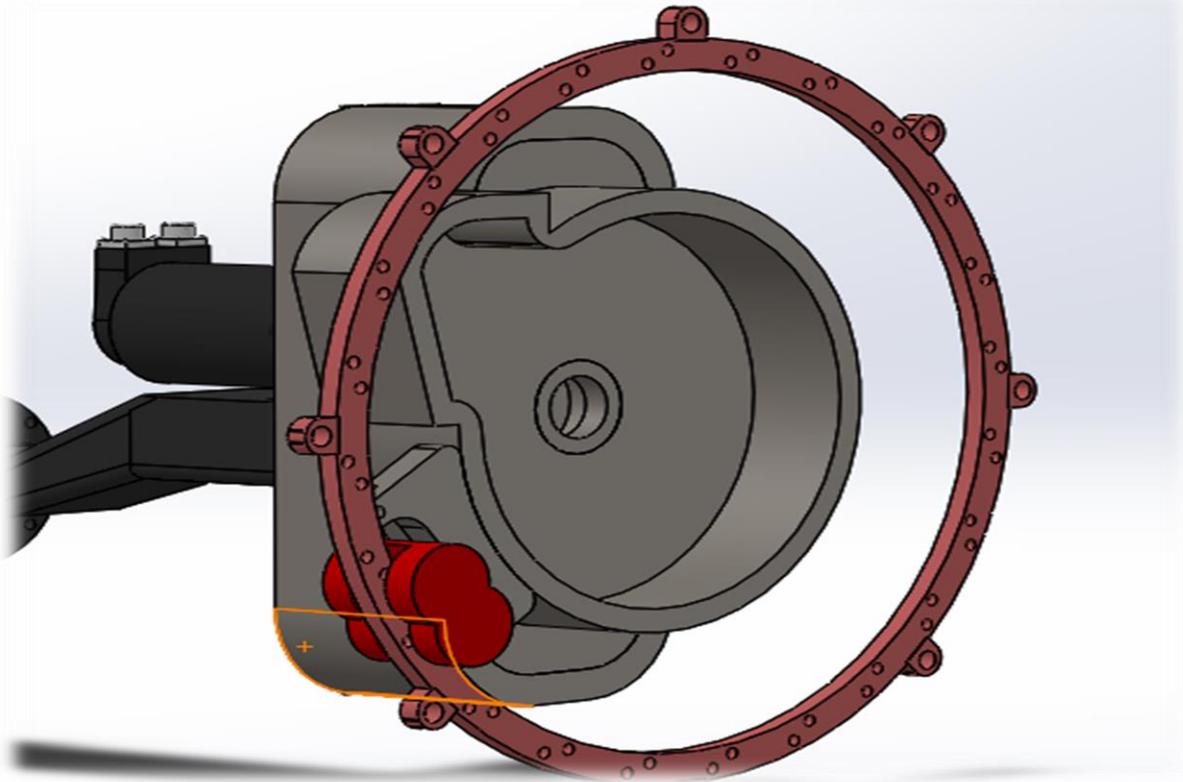
Chapitre IV

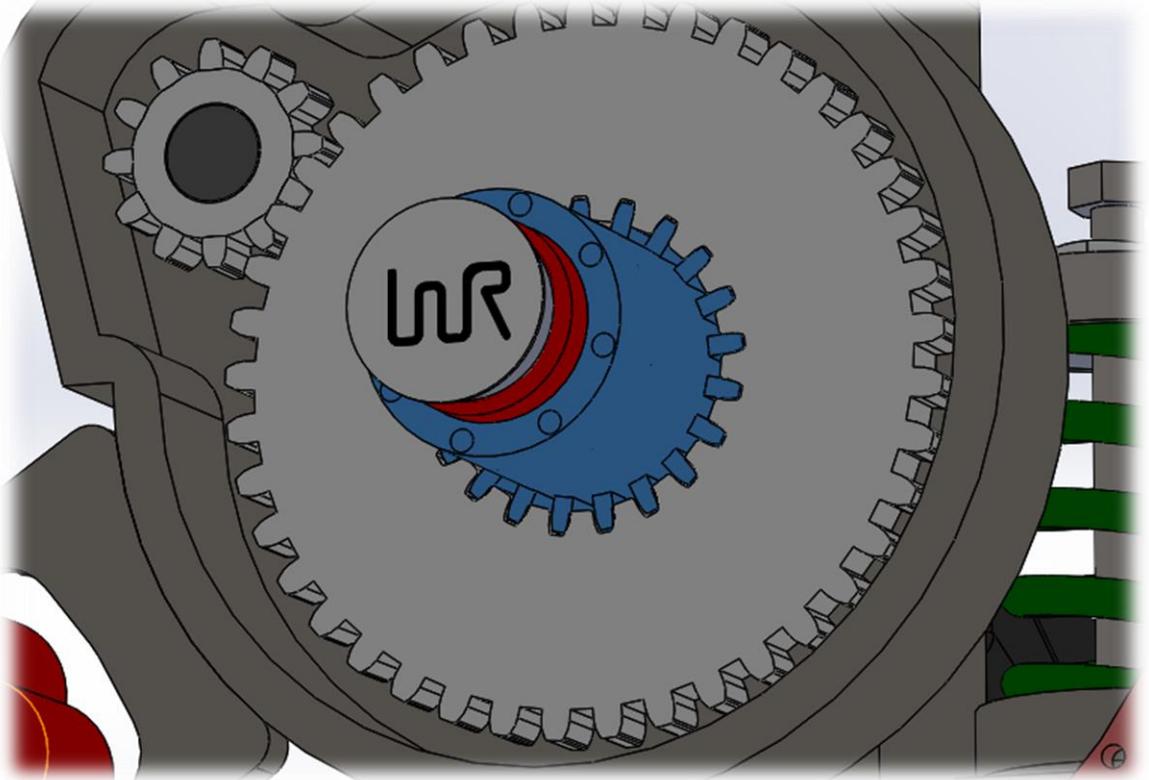
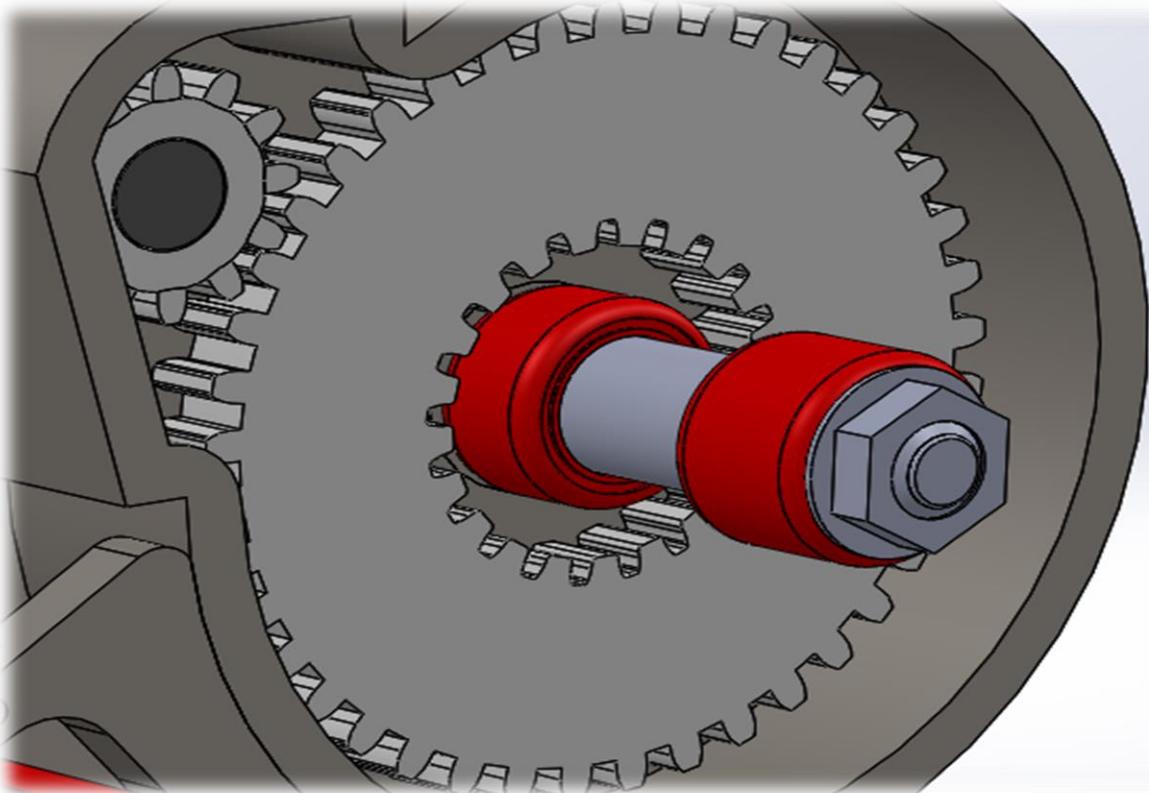
*Les plans d'assemblages et les dessins des
définitions*

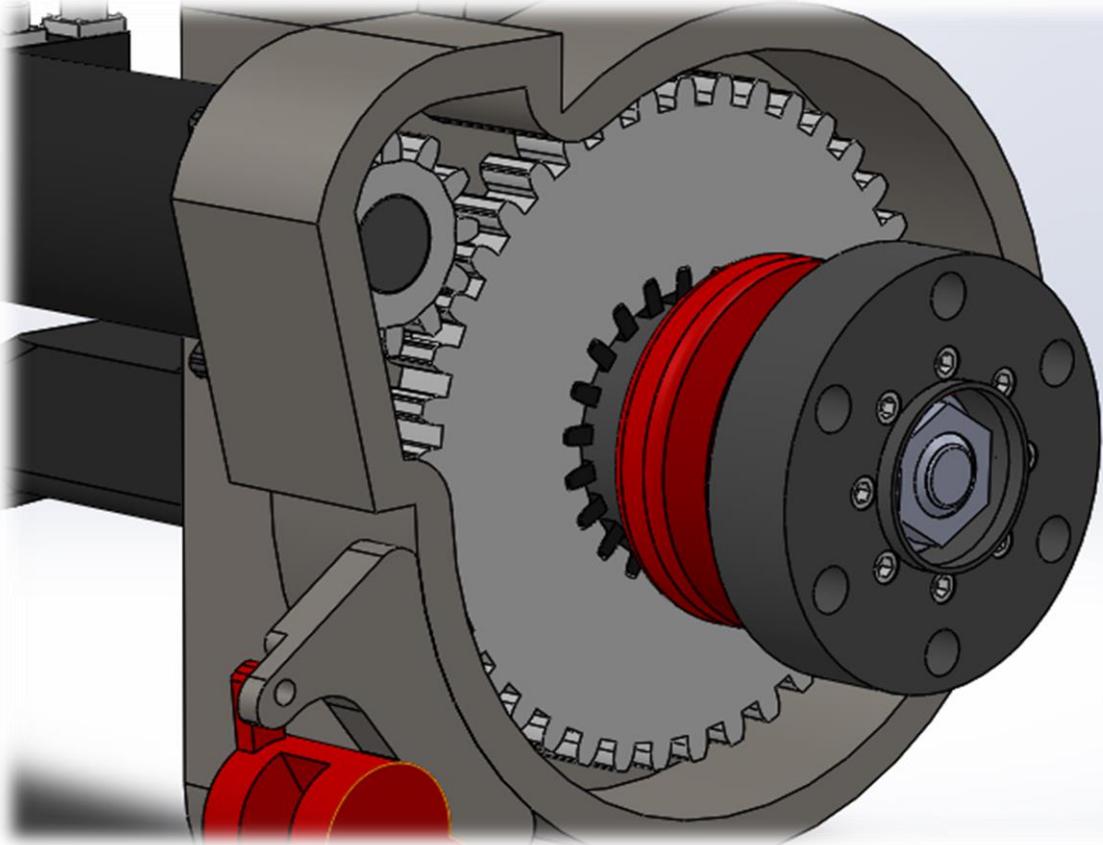
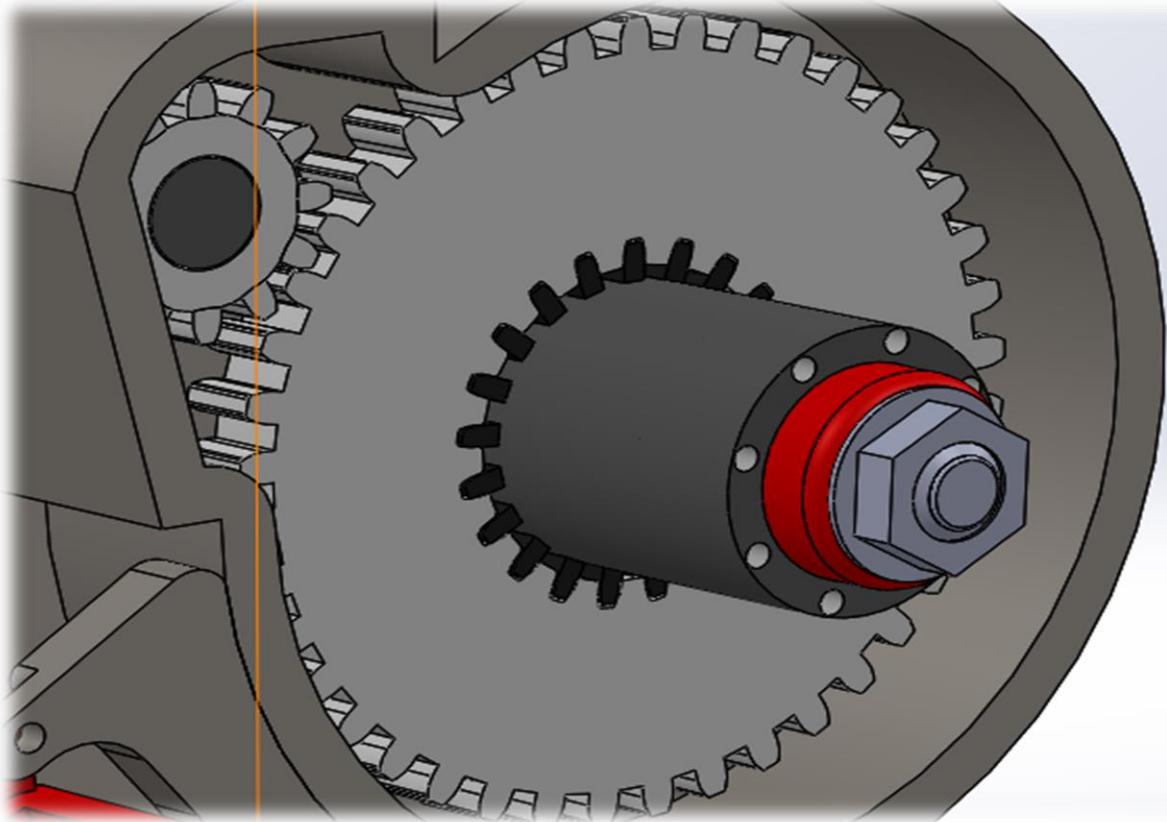
IV.1 Les plans d'assemblage de la roue AEW :

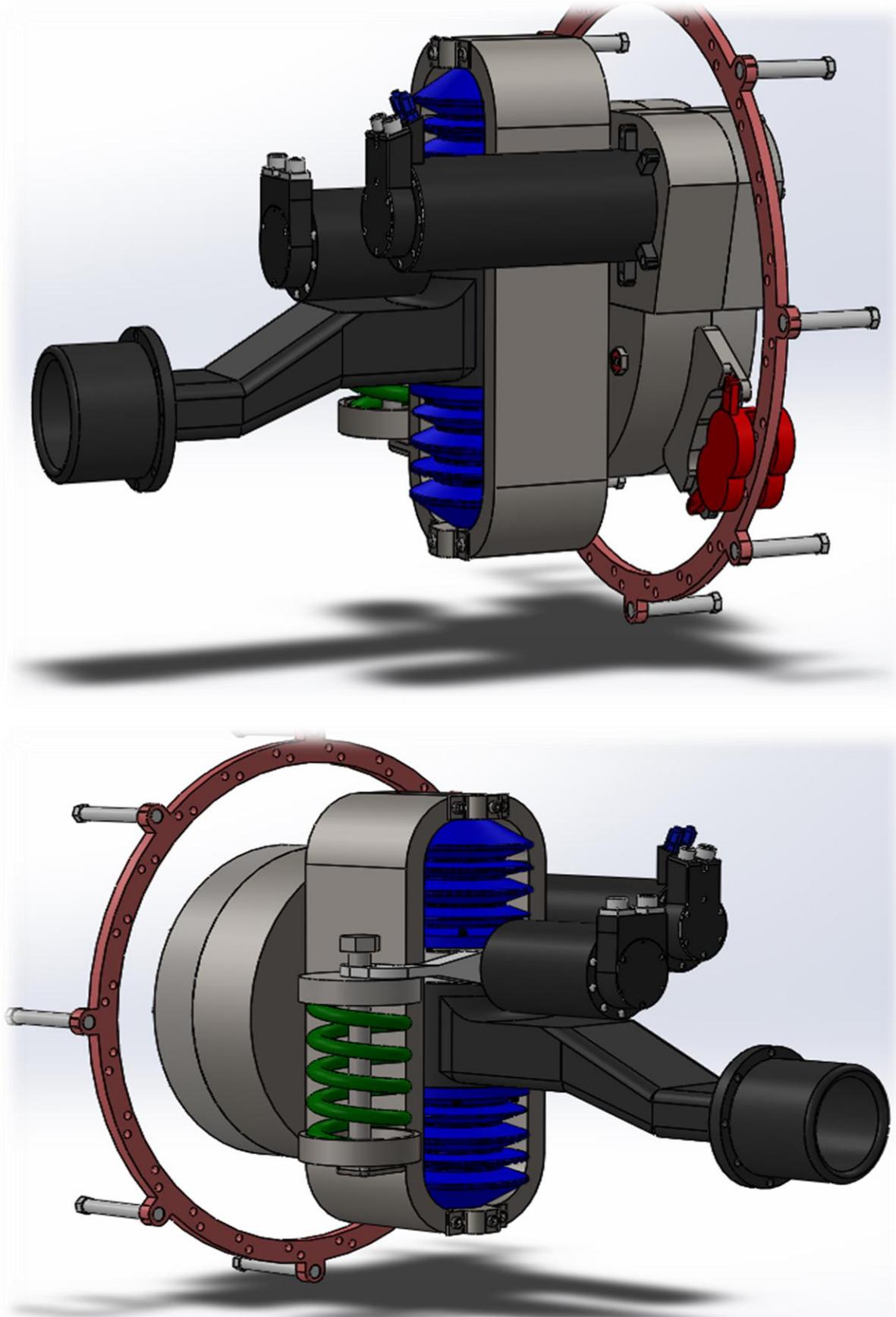


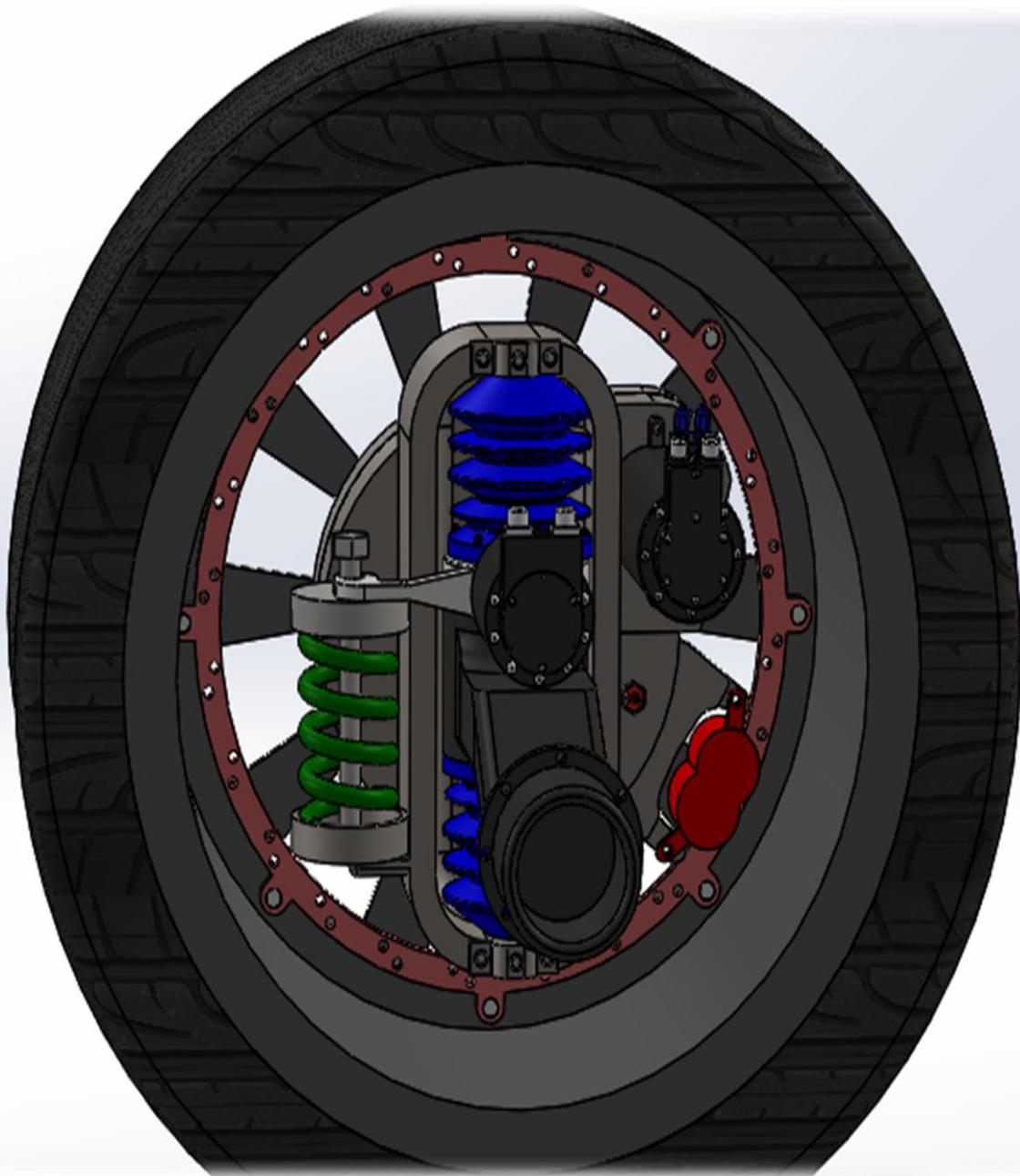




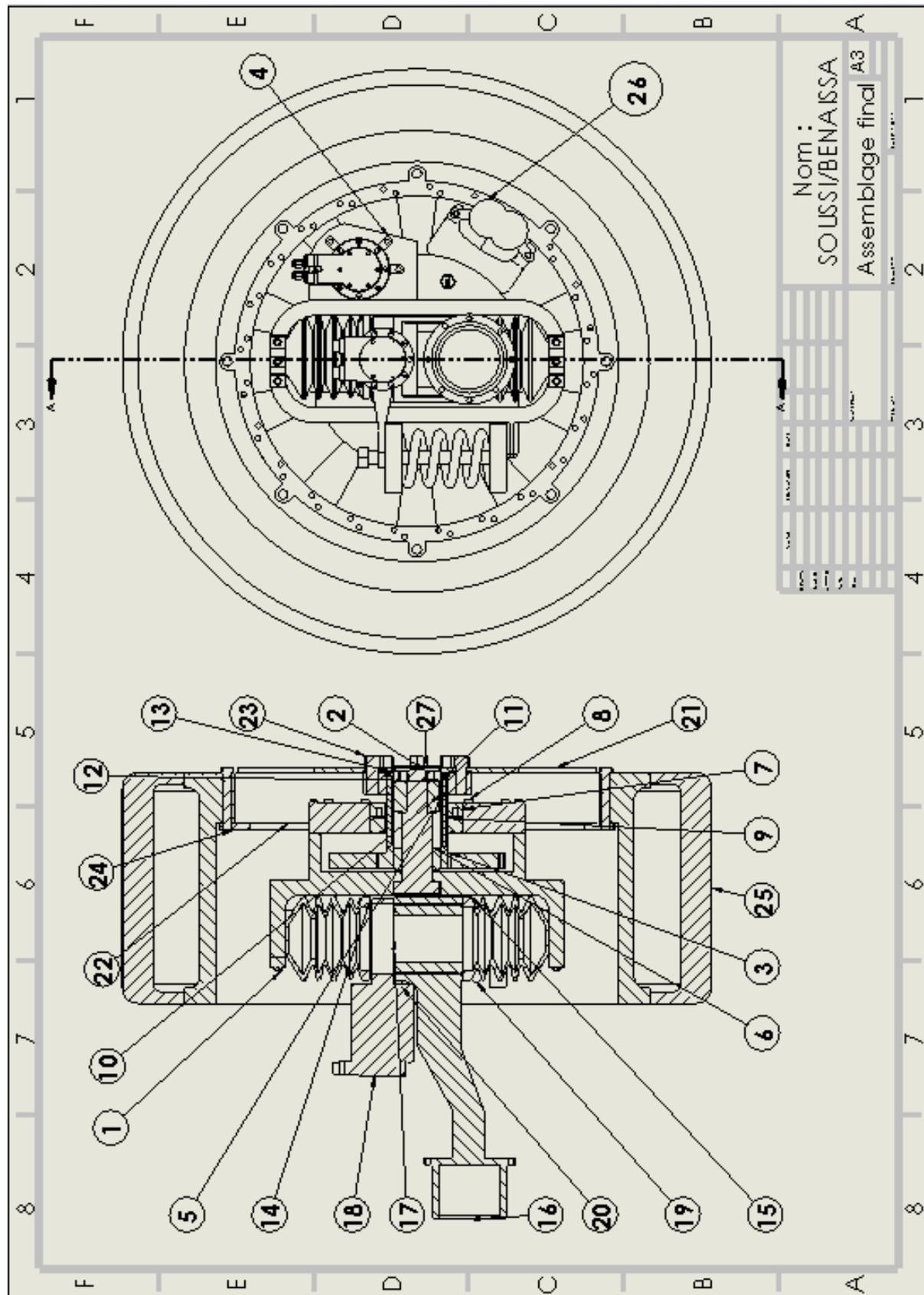


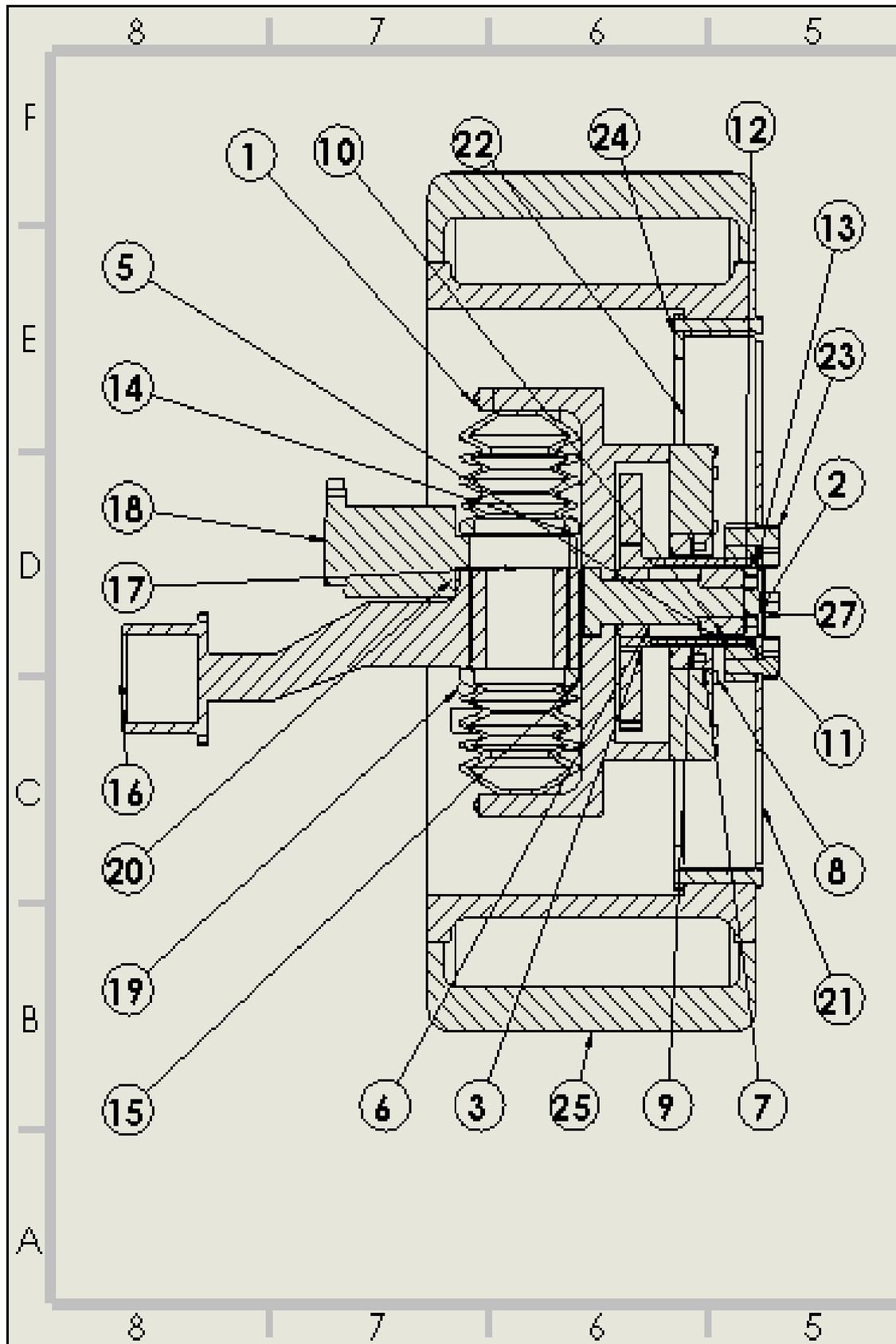


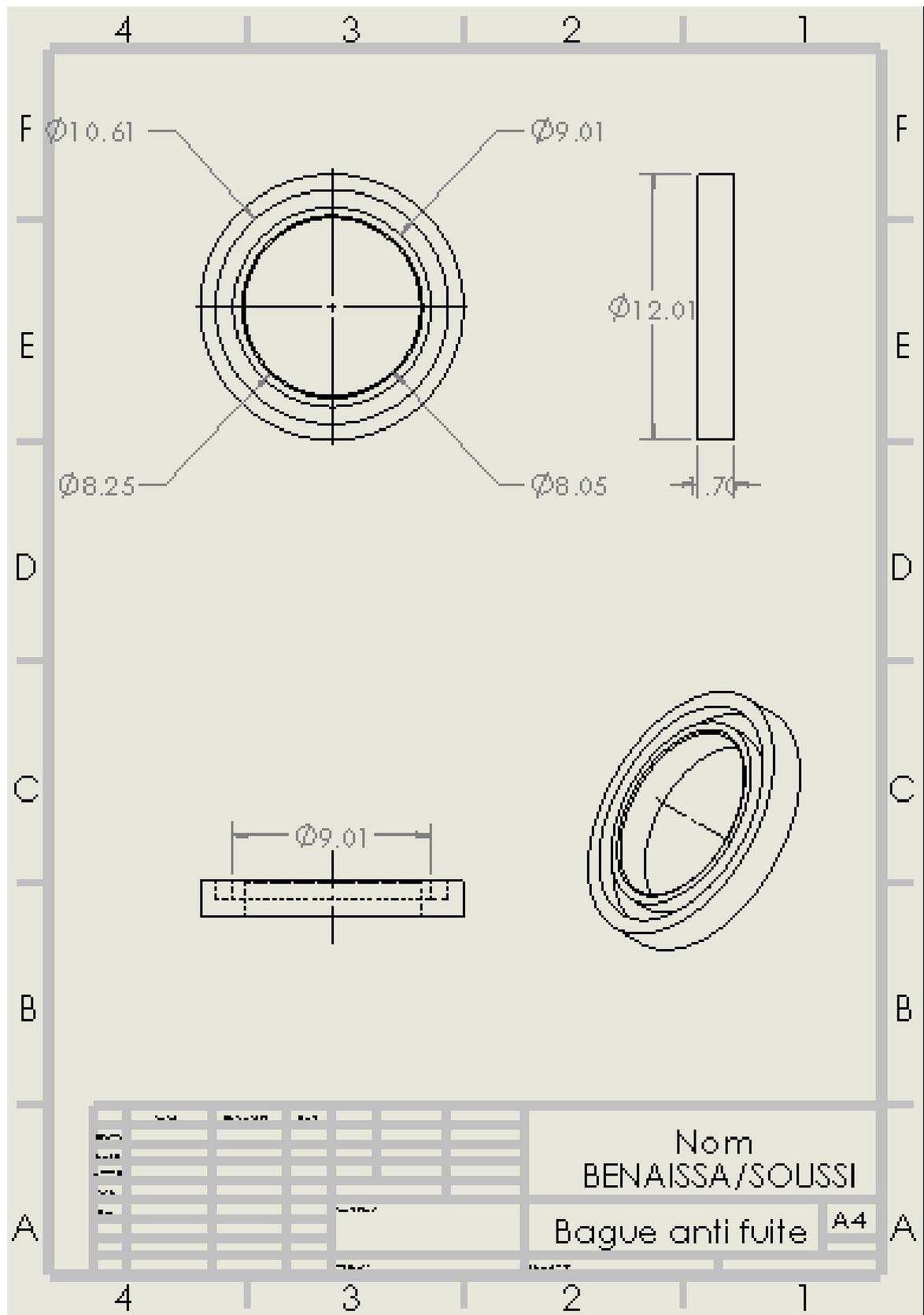


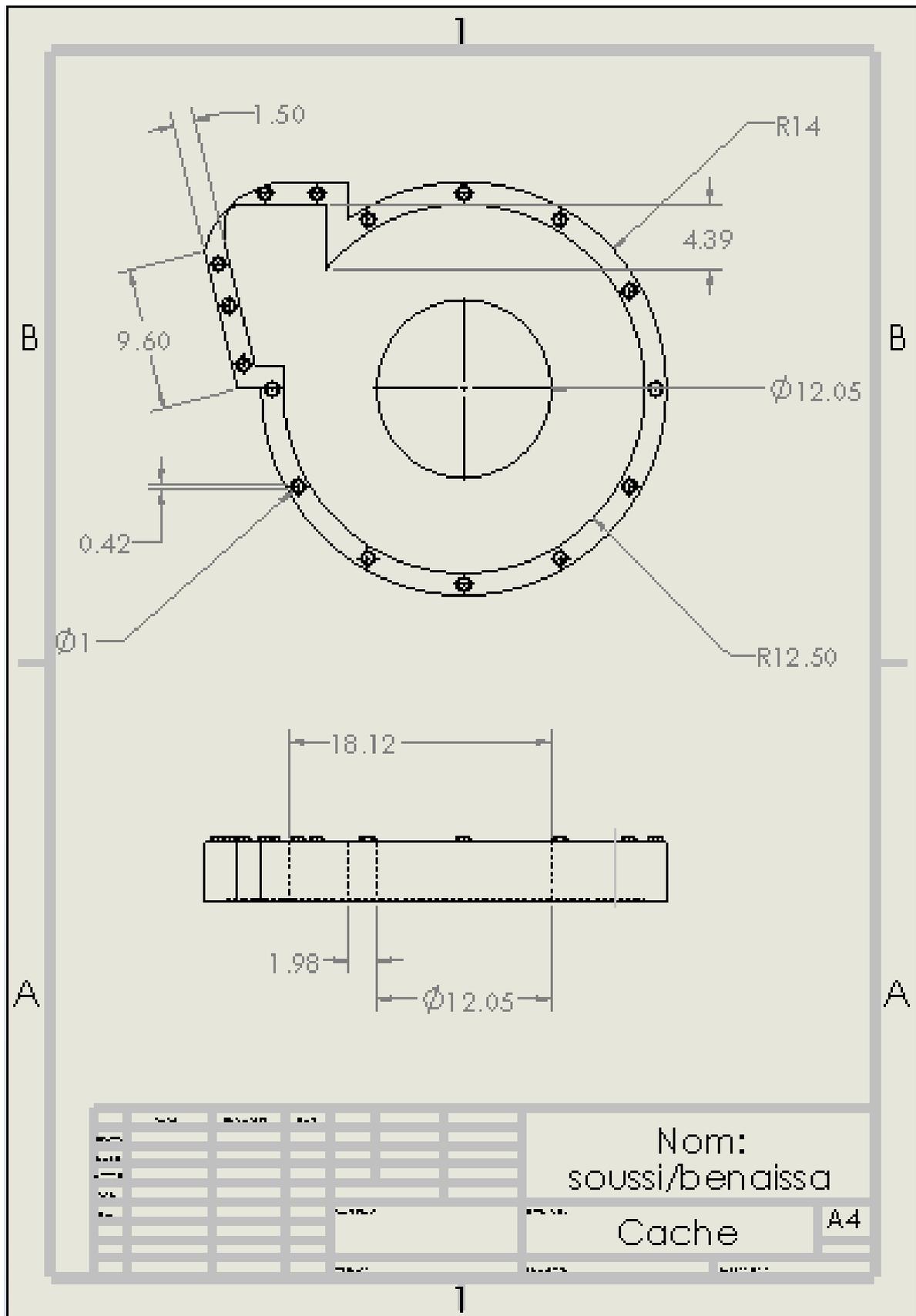


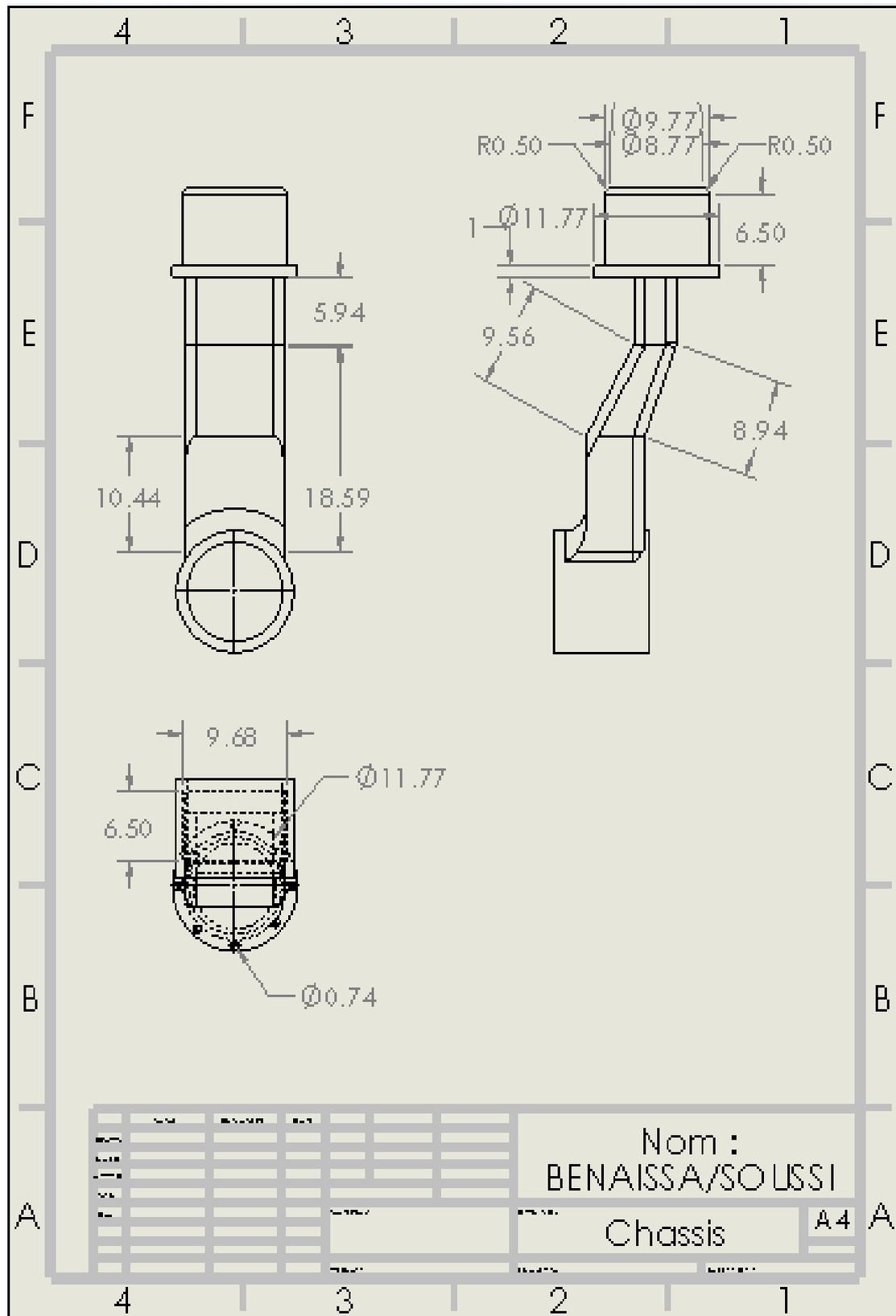
IV.2 Dessin de définition de la roue AEW :

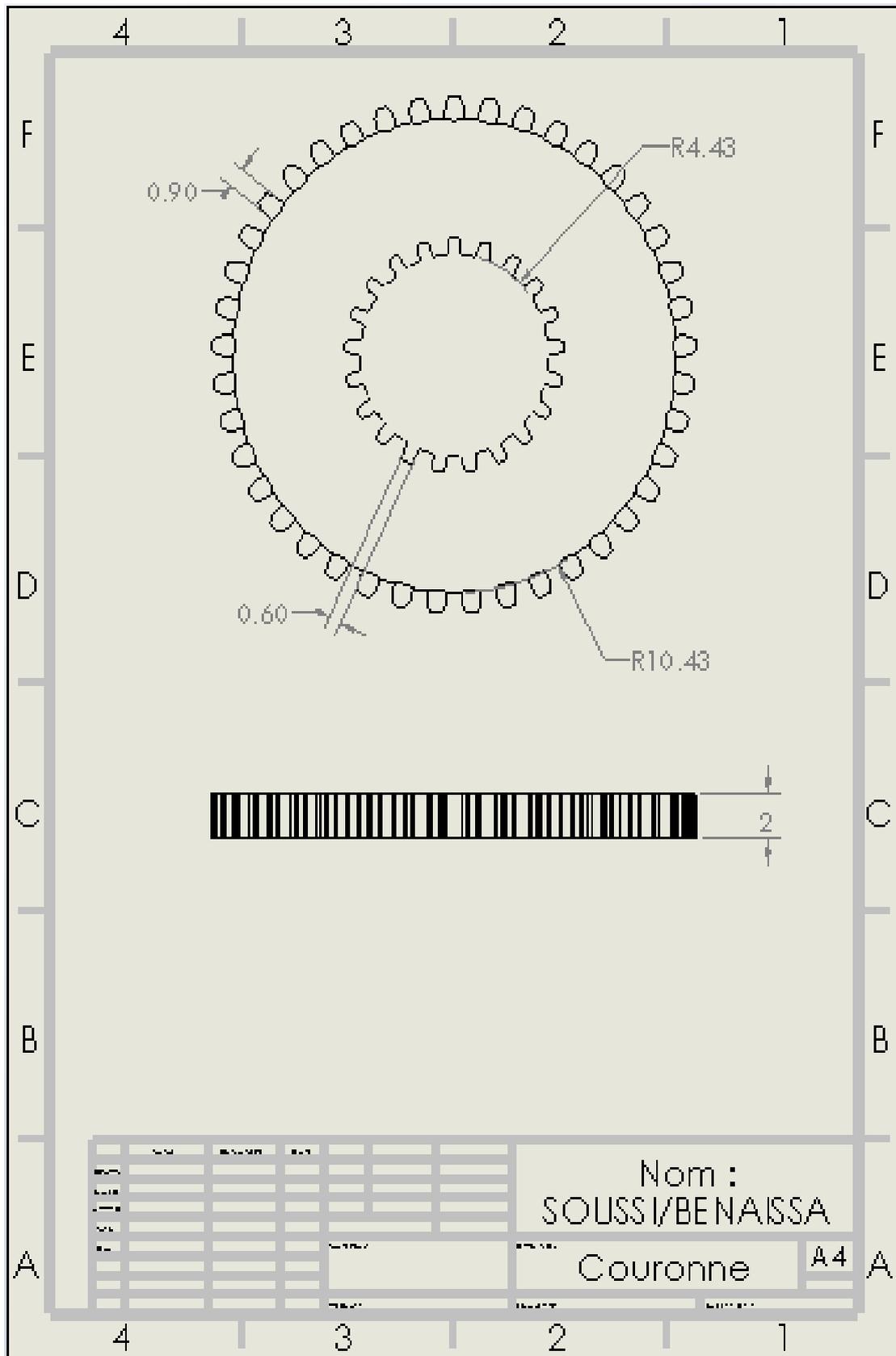


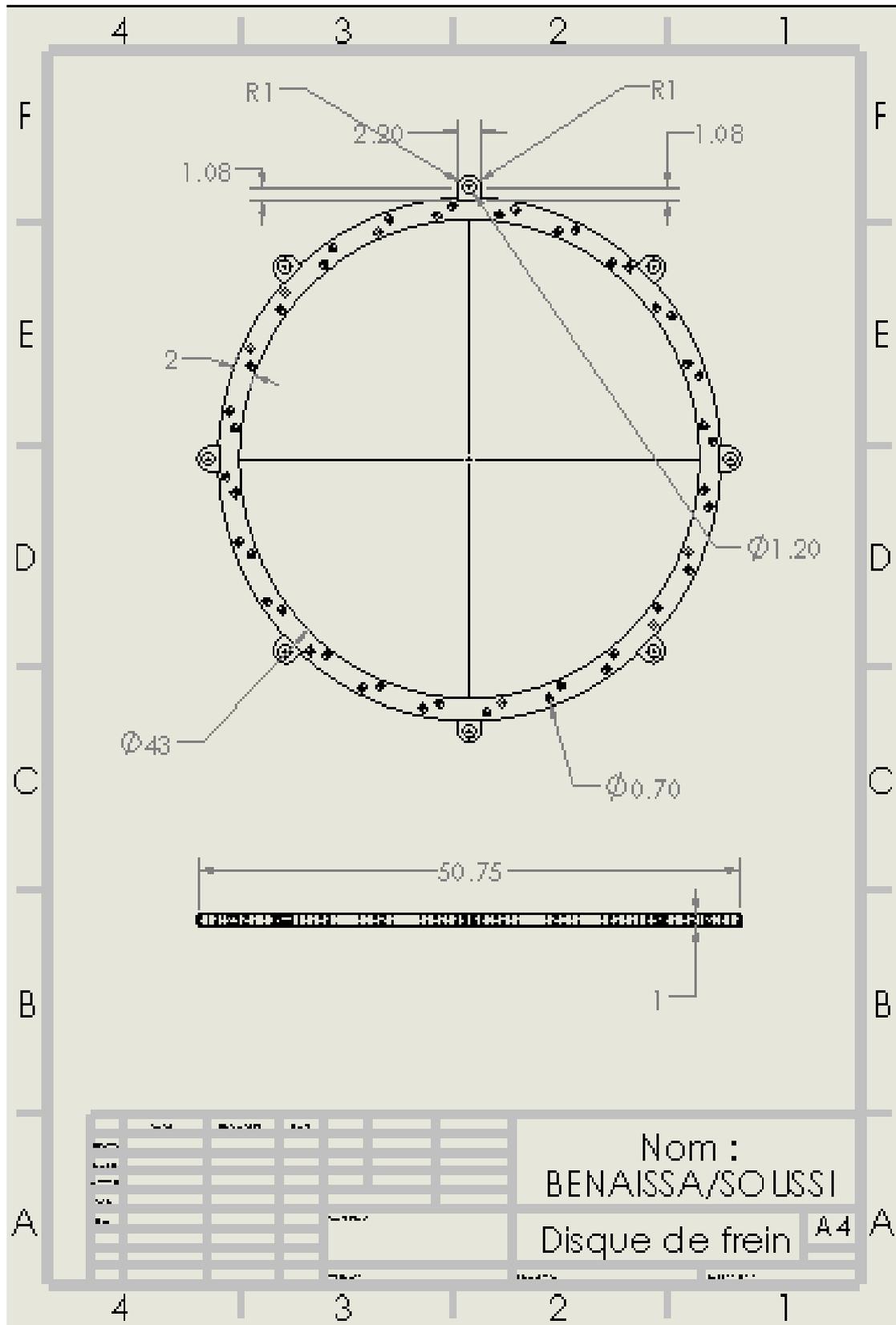


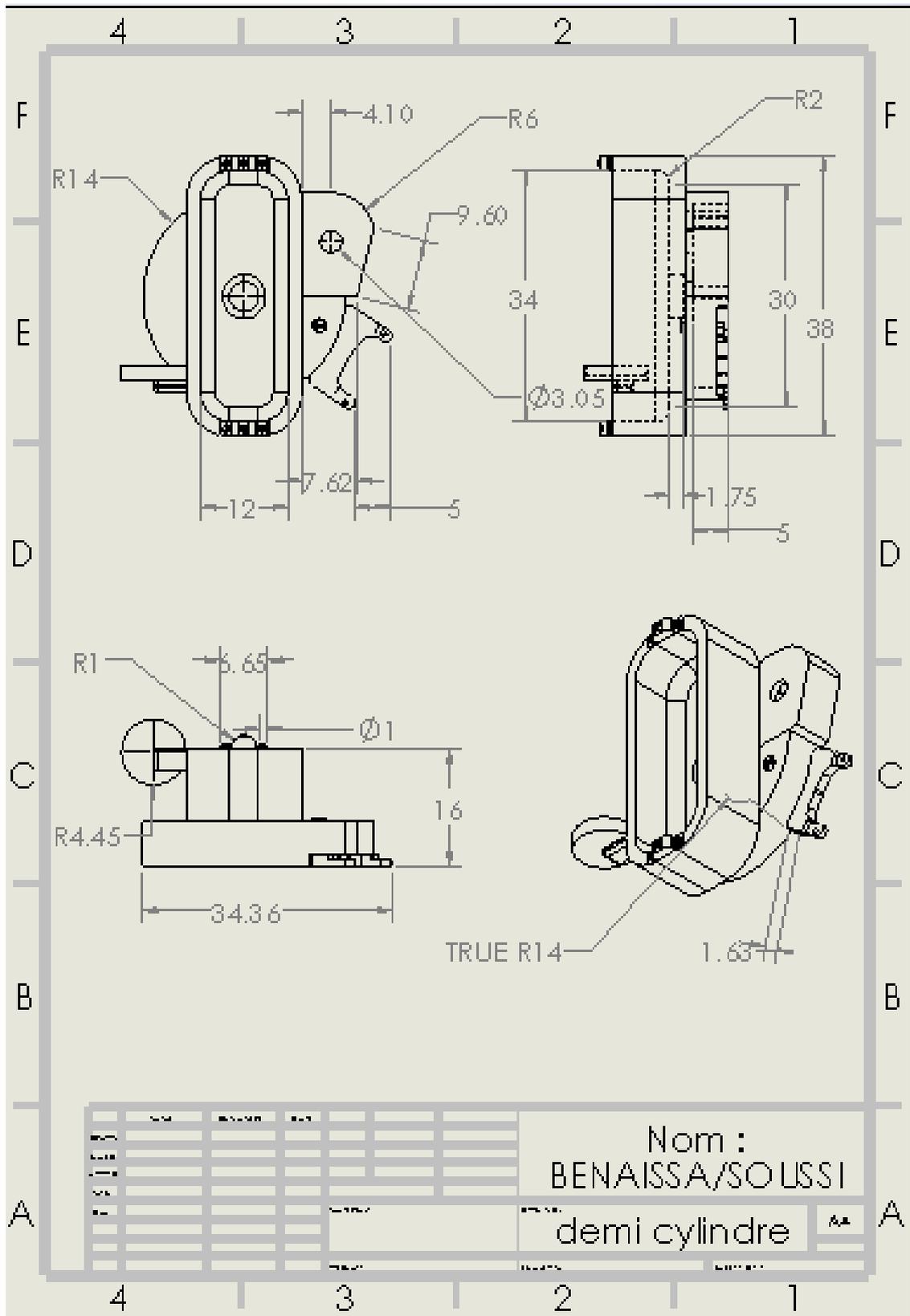


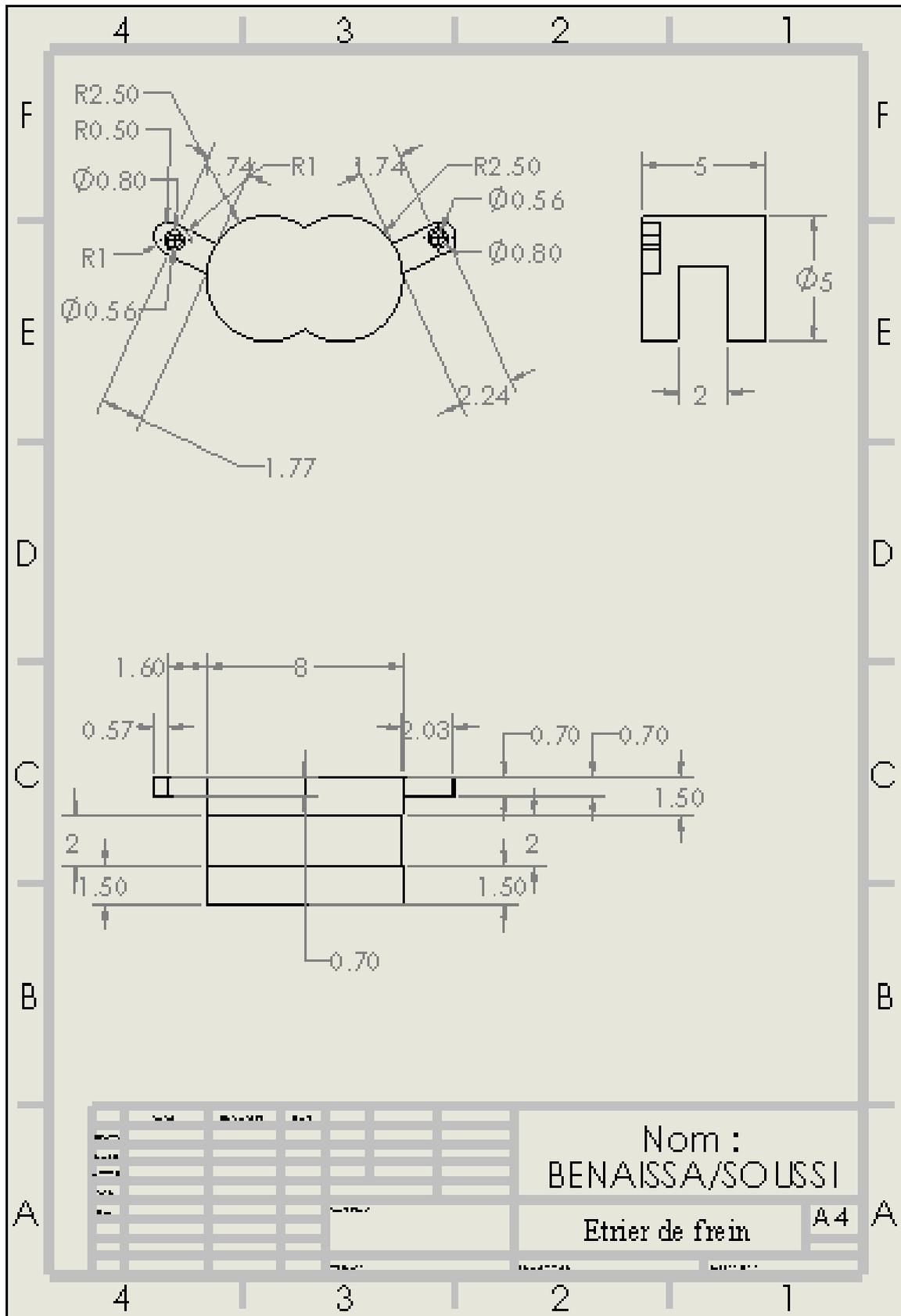


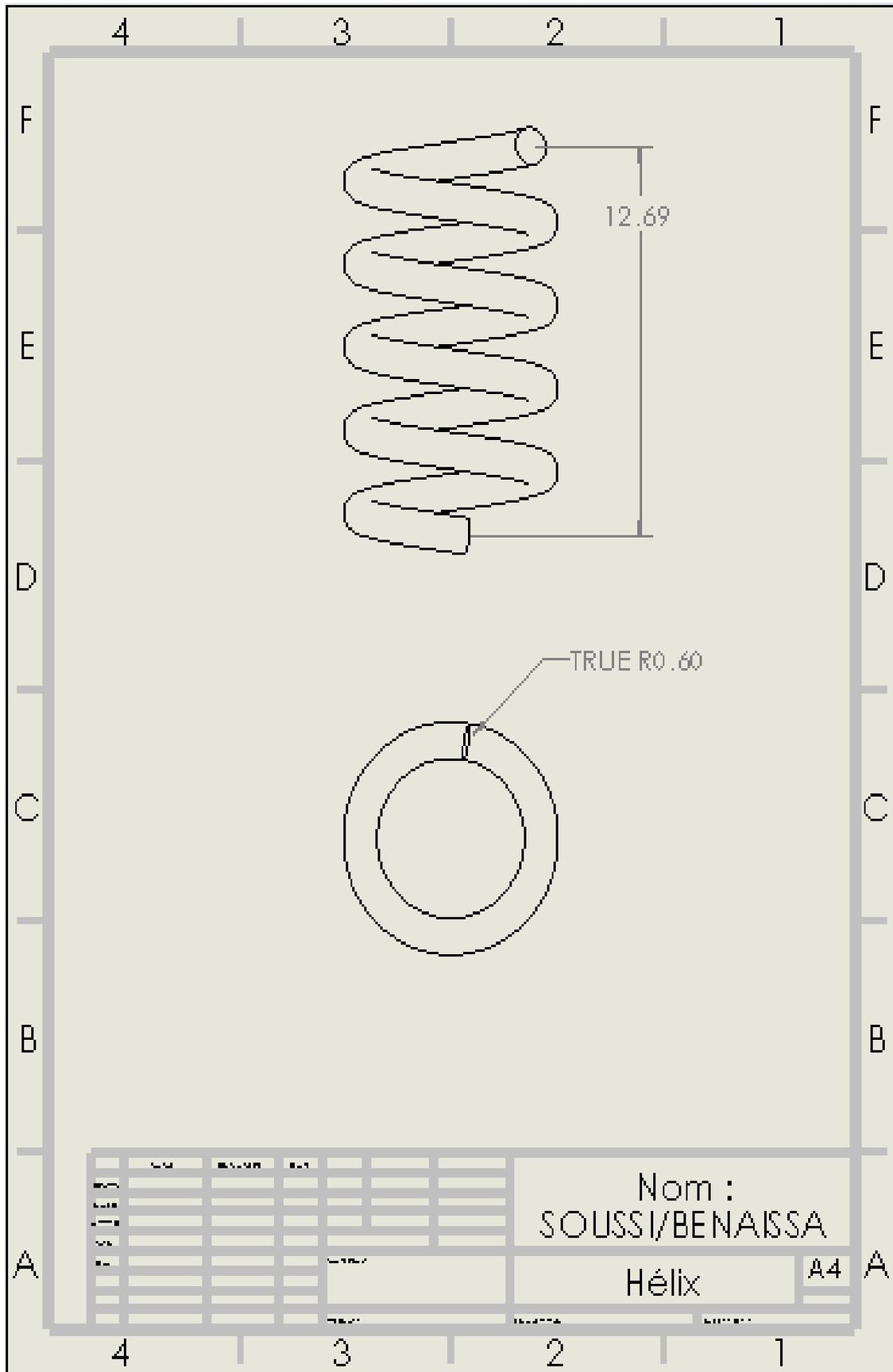


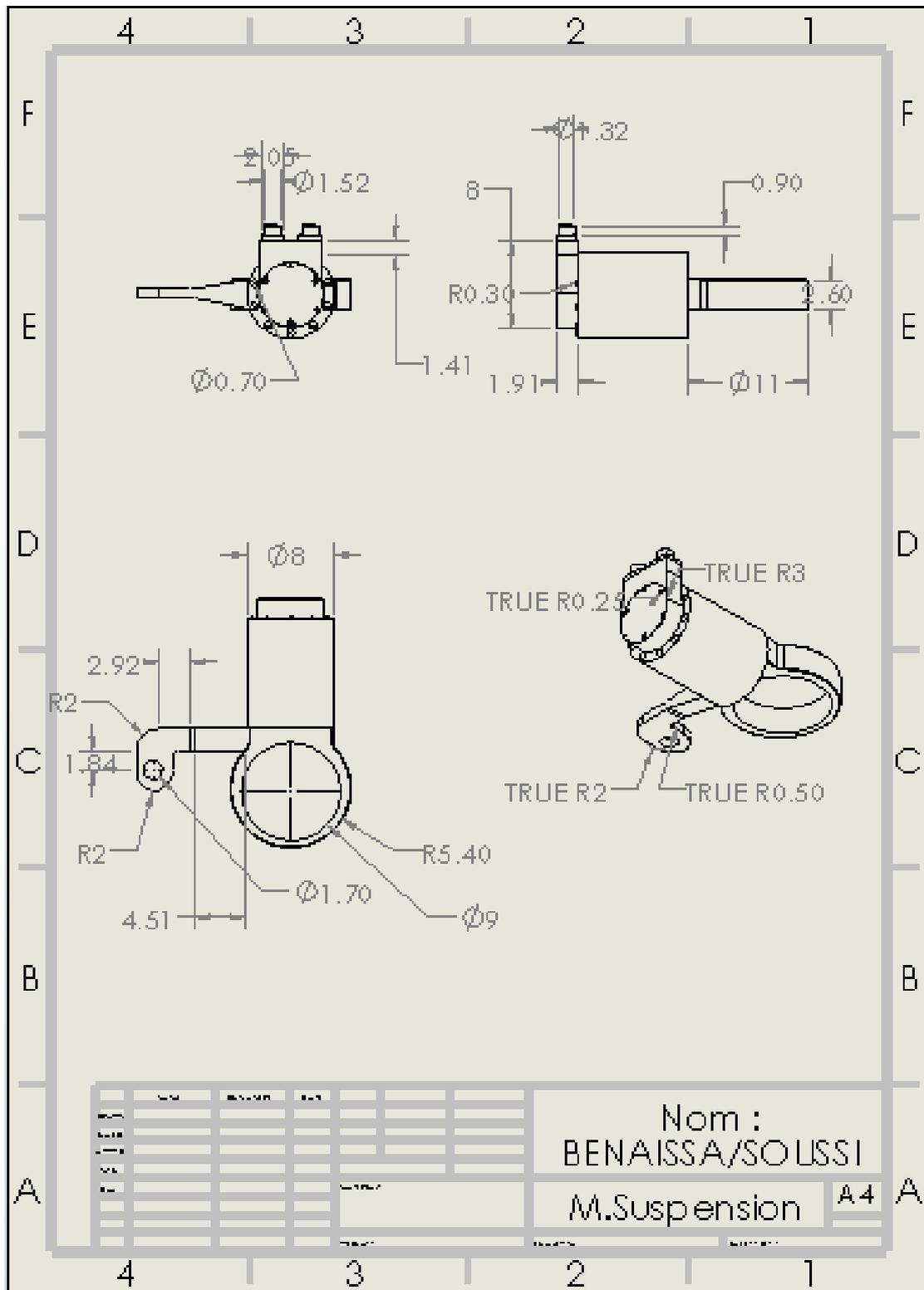


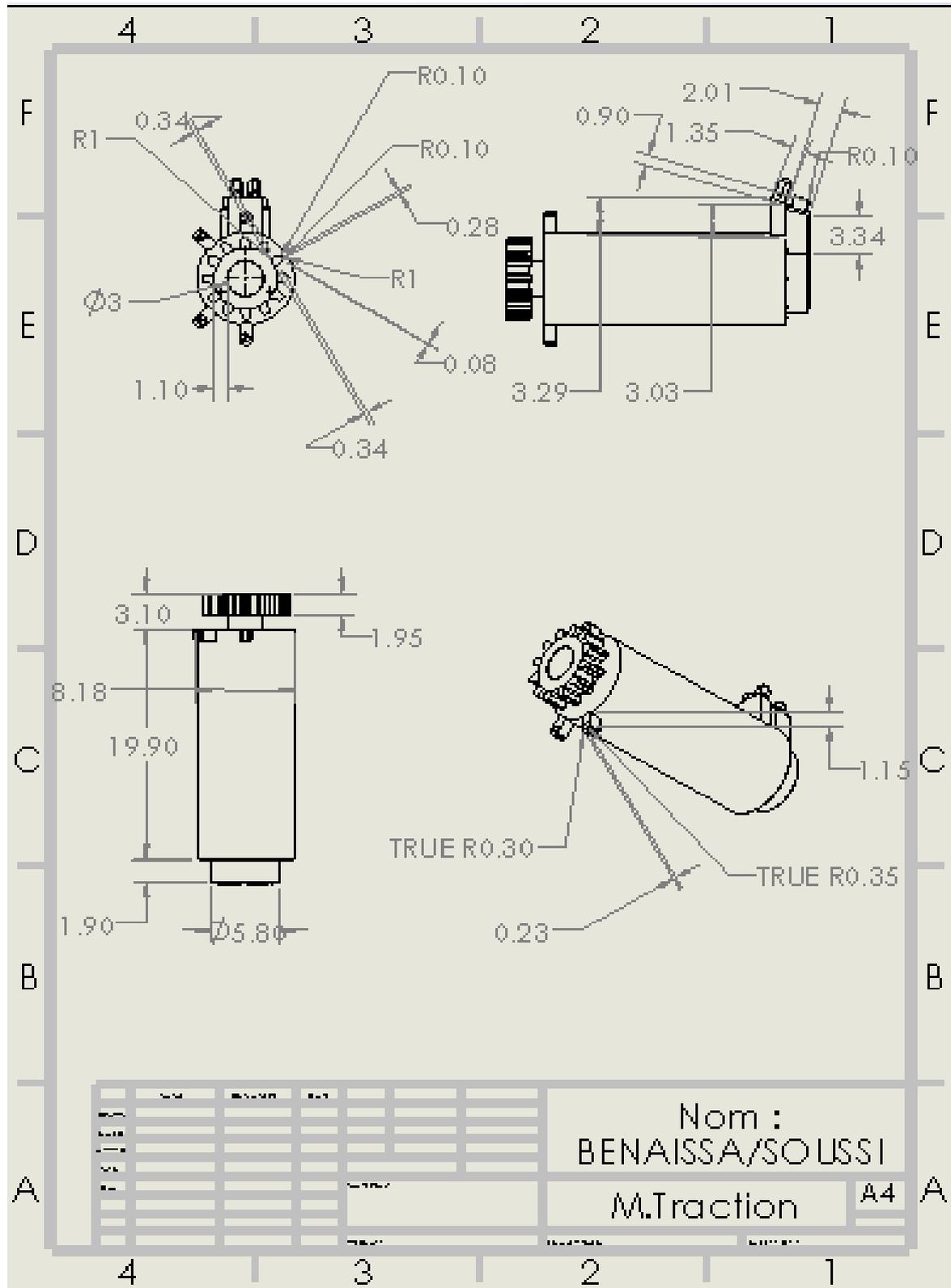


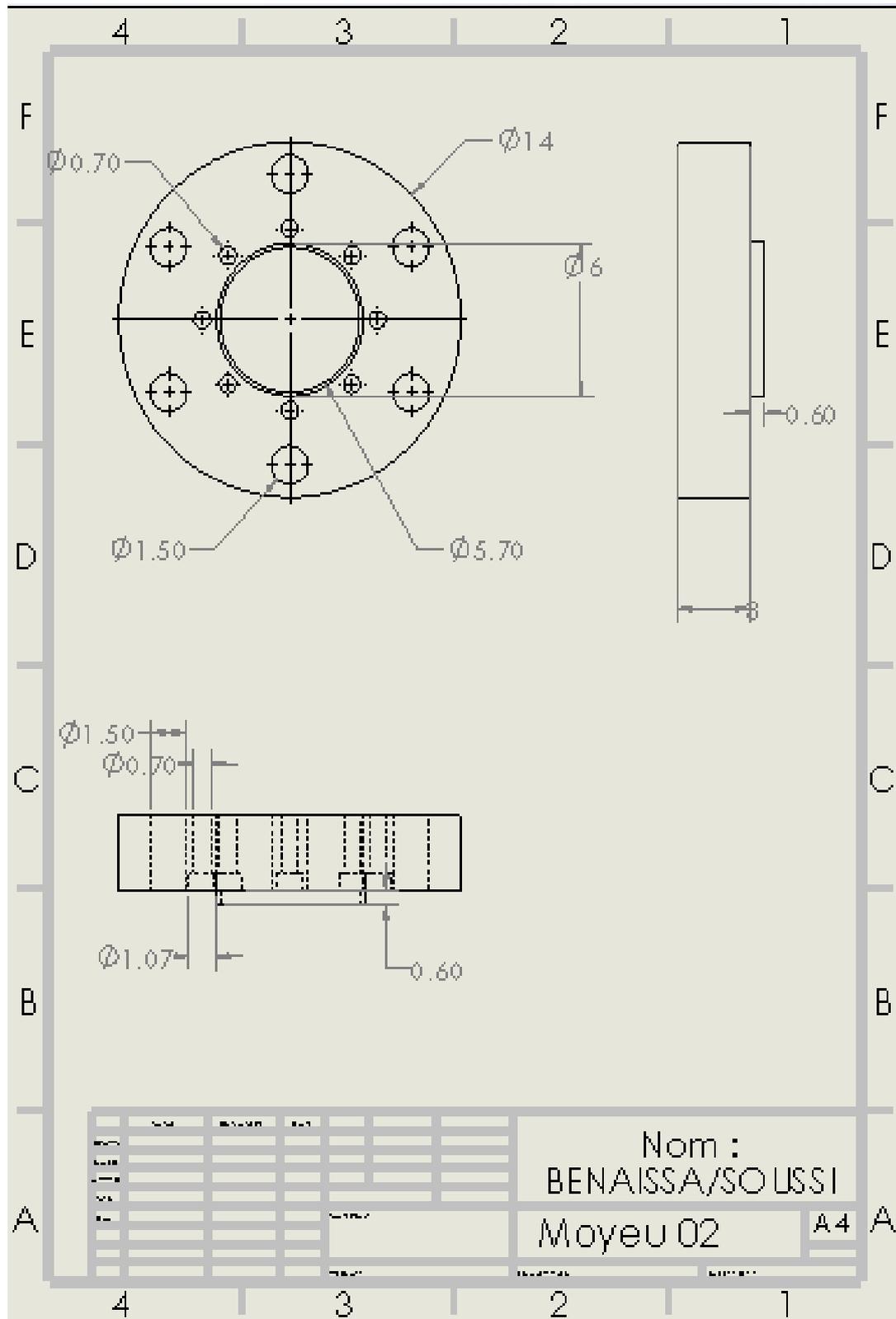


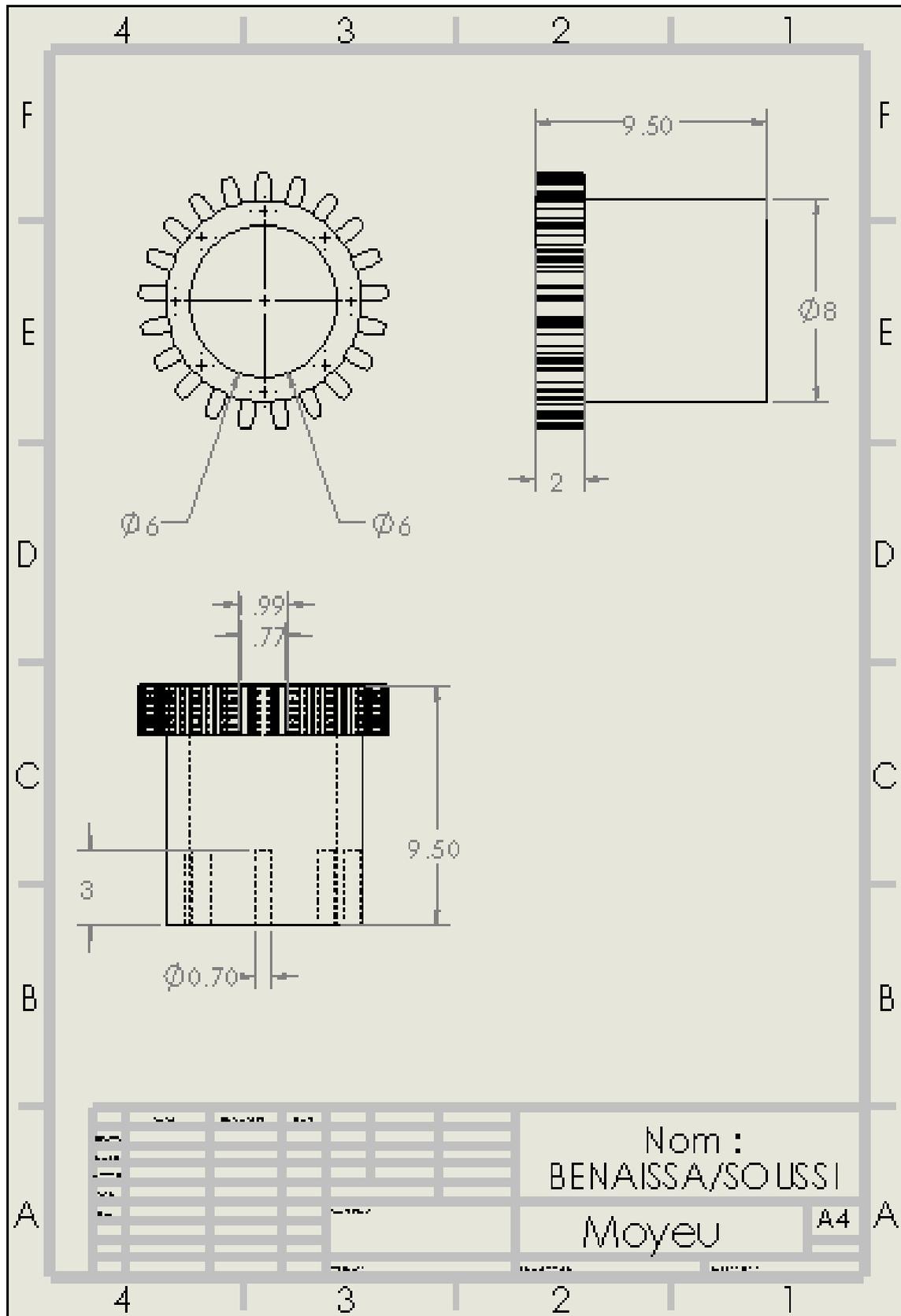


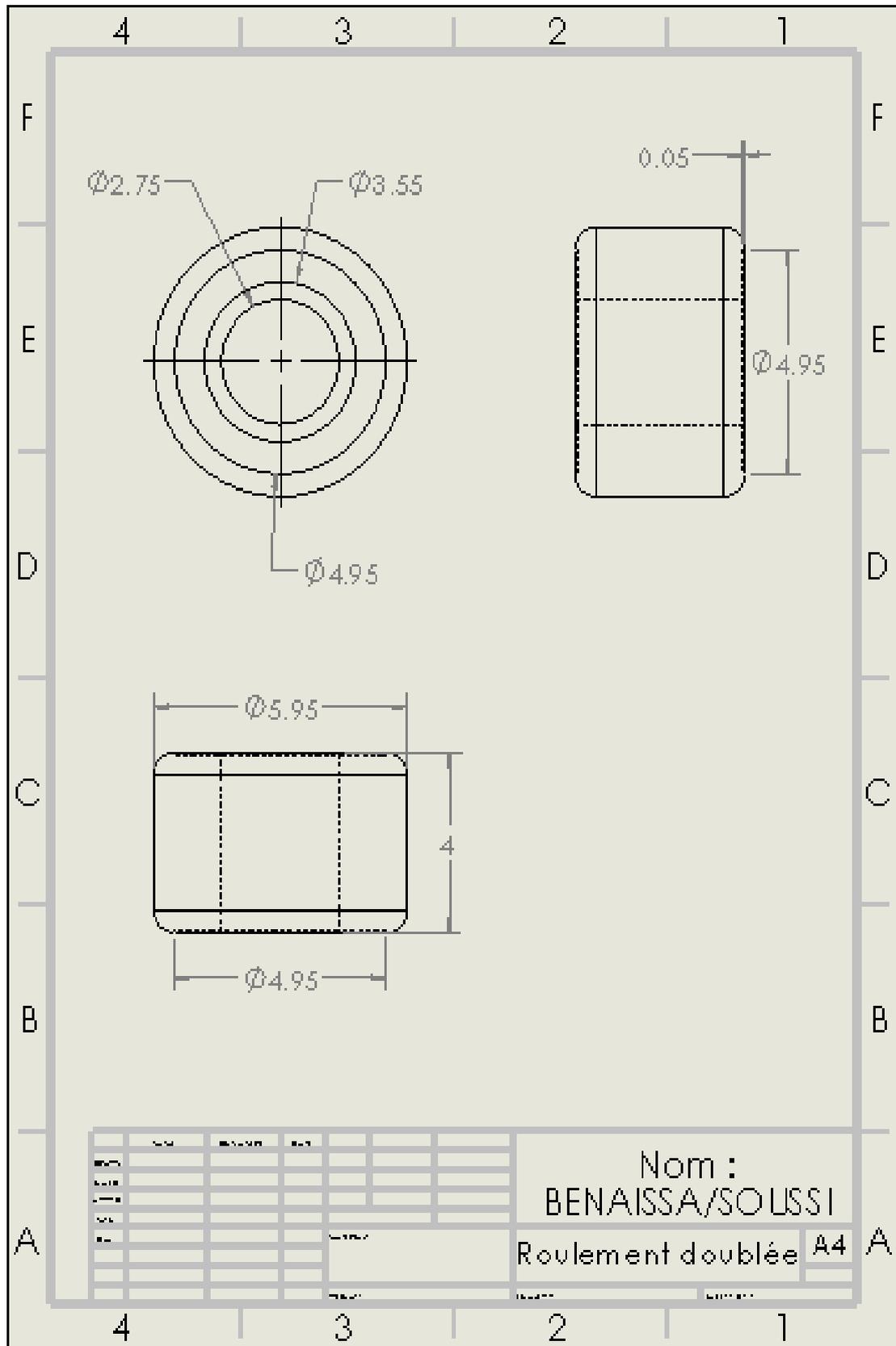


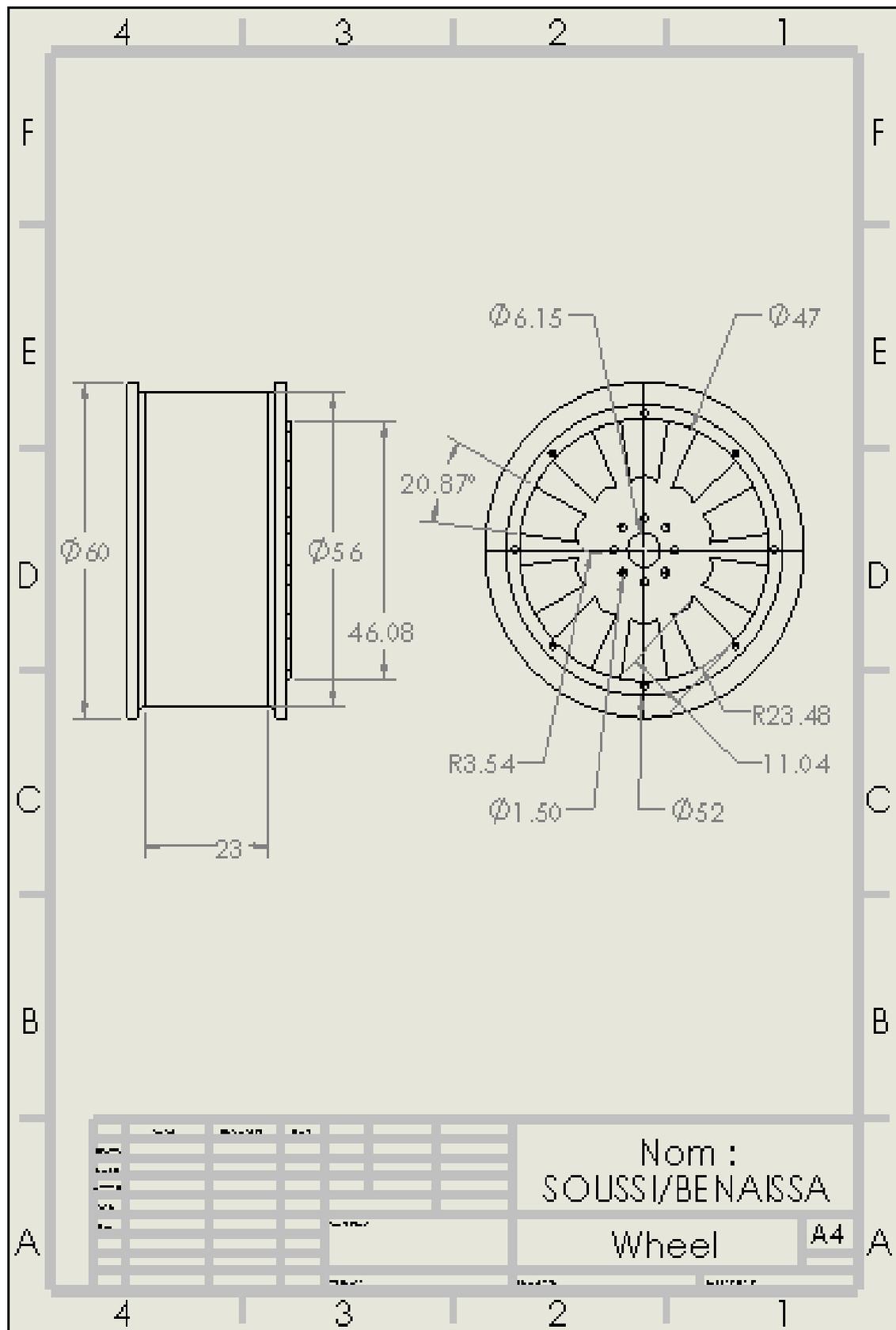












Numéro de la pièce	Nom de la pièce	Quantité	Matière
1	Demi cylindre	1	Fonte
2	Axe	1	Acier
3	Couronne	1	Acier
4	Moteur de traction (MT)	1	Commercial
5	Moyeu	1	Carbone
6	Roulement d'axe	1	BOL-G021818
7	Bague anti fuite	1	BOL-I010035
8	Cache	1	Fonte
9	Roulement de cache	1	BOL-E091160
10	Moyeu 02	1	Aluminium
11	Roulement doublé	1	BOL-1582402
12	Boulon	1	Acier
13	Des boulons petite	1	Acier
14	Soufflé 01	1	Caoutchouc
15	Soufflé 02	1	Caoutchouc
16	Châssis	1	Acier dur
17	Roulement de châssis	1	BOL-1383494
18	Moteur de suspension	1	Commercial Caoutchouc
19	Hélix	1	Acier
20	Chapeau de hélix	1	Fonte
21	La jante	1	Alliage d'aluminium
22	Disque de frein	1	Fonte
23	Les boulons de la jante	1	Acier
24	Les boulons disque de frein	1	Acier
25	Pneu	1	Caoutchouc synthétique
26	Etrier de frein	1	Métal

Tableau IV-1 : NOMENCLATURE

IV.3 Conclusion

Dans les deux derniers chapitres [3,4] on a introduit la méthode d'élaboration qui comprend les principales étapes de la réalisation d'un schéma cinématique.

ETAPE 1 : repéré les groupe cinématique

ETAPE 2 : établir le graphe des liaisons

ETAPE 3 : identifier les liaisons entre les groupe

ETAPE 4 : Construire le schéma cinématique minimal

Ensuite on a présenté le plan d'assemblage et le dessin de définition de la roue active AEW.

Conclusion Générale

L'objectif de ce travail comprend la conception et l'étude de la roue électrique active AEW.

Nous avons mis en évidence certaines notions générales sur les voitures électriques, puis nous avons donné le principe d'opération et les différentes architectures de traction et leur fonctionnement.

Ensuite nous avons mis en épreuve des concepts généraux sur les deux voitures électriques à moteurs roue AEW [Will Heuliez, Venturi].

Et pour finir le schéma cinématique et le dessin de définition qui introduit précisément tout le concept de la roue électrique active AEW.

En perspective, La voiture électrique 100% écologique n'existe pas partout dans le monde, sauf la suisse puisque 4 % de l'électricité produite vient d'énergies fossiles. Si l'on prend en compte la production de l'électricité nécessaire à son fonctionnement. Pour réellement libérer 0g de CO₂, l'électricité utilisée pour recharger la batterie doit être produite par des énergies réellement renouvelables, comme par exemple l'énergie solaire ou hydraulique.

Référence Biographique

- [1] :<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>
- [2] :<https://www.quechoisir-montpellier.org/vehicules/424-la-voiture-electrique>
- [3] :<https://fluxdeconnaissances.com/information/page/read/156384-quelle-a-ete-la-premiere-voiture-electrique>
- [4] :<https://afrikauto.com/historique-et-evolution-de-la-toyota-prius/>
- [5] :<https://www.autoplus.fr/chevrolet/volt/la-chevrolet-volt-disponible-des-2010-en-californie-120907.html>
- [6] :<https://www.auto123.com/fr/actualites/nissan-leaf-2010-aperçu/23623/?folder=industry>
- [7] :<https://sf2.auto-moto.com/wp-content/uploads/sites/9/2019/11/voitures-electriques-2020.jpg>
- [8] :<https://www.energuide.be/fr/questions-reponses/quels-sont-les-differents-types-de-voitures-electriques/196/>
- [9] :<https://www.largus.fr/actualite-automobile/togg-la-turquie-lance-sa-marque-de-voitures-electriques-10206396.html>
- [10] :<https://sf2.auto-moto.com/wp-content/uploads/sites/9/2020/12/audi-a3-40-tfsi-e.jpg>
- [11] :<https://cms.aramisauto.com/wp-content/uploads/2021/06/quel-entretien-voiture-hybride.png>
- [12] :<https://www.renaultgroup.com/news-onair/actualites/tout-ce-que-vous-devez-savoir-sur-un-moteur-de-voiture-electrique/>
- [13] :<https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/511041/batterie-de-voiture-electrique>
- [14] :<https://www.caroom.fr/guide/voiture-propre/electrique/recharge/batterie/comment-replacer>
- [15] : <https://www.avere-france.org/maintenance-et-entretien-du-vehicule-electrique/>
- [16] :<https://mobly.be/fr/blog/voiture-electrique-duree-batterie/>
- [17] :<https://www.futura-sciences.com/tech/questions-reponses/voiture-electrique-voiture-electrique-bien-conduire-8456/>
- [18] :<https://www.porsche.com/middle-east/fr/models/taycan/taycan-models/taycan-4-cross-turismo/>

[19] : <https://www.automobile-propre.com/togg-la-premiere-voiture-electrique-turque-se-revele/amp/>

[20] : <https://www.lejssl.com/magazine-automobile/2022/01/04/moteur-dans-une-roue-une-invention-d-avant-garde-vieille-de-120-ans>

[21] : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ad/Moteur-roue_Lohner-Porsche_electric_01.jpg/1280px-Moteur-roue_Lohner-Porsche_electric_01.jpg

[22] : <https://www.linkedin.com/pulse/engine-wheel-in-wheel-electric-motors-possible-impact-sreedhar-k>

[23] : <https://newatlas.com/michelin-active-wheel-production-electric-car-by-2010/10489/>

[24] : <https://www.4legend.com/2016/michelin-active-wheel-une-technologie-de-roues-motorisees-prometteuse/>

[25] : https://www.autopista.es/novedades-coches/nos-subimos-al-heuliez-will_101723_102.html

[26] : <https://www.tf1.fr/tf1/auto-moto/news/heuliez-will-l-electrique-communicante-9662399.html>

[27] : <https://www.michelinchallengedesign.com/>

[28] : <https://www.guideautoweb.com/articles/4938/venturi-volage-tout-est-dans-la-roue/>

[29] : <https://www.visiativ-solutions.fr/formations-solidworks/solidworks-2016/#:~:text=SOLIDWORKS%202016%20est%20la%2024%C3%A8me,g%C3%A9rer%20vos%20conceptions%20de%20produits.>

Abstract

Recently, electric cars have seen remarkable development in terms of long-term performance and safety precautions.

Our main objective in this work is to present the AEW active wheel technology and how it works. Using the SolidWork program after the disassembly and reassembly of the parts, then the extraction of the mechanical connections and the realization of the definition drawings.

We were able to give a main idea on this project despite the lack of information provided about this project which will illuminate the near future of wheel motor cars.

Résumé

Récemment, les voitures électriques ont connu un développement remarquable en termes de performances à long terme et de précautions de sécurité.

Notre objectif principal dans ce travail est de présenter la technologie active Wheel AEW et son fonctionnement. A l'aide du programme SolidWork après le démontage et le remontage des pièces, ensuite l'extraction des liaisons mécaniques et la réalisation des dessins de définition.

Nous avons pu donner une idée principale sur ce projet malgré le manque d'informations fournies à propos de ce projet qui va illuminer le futur proche des voitures à moteur roue.

ملخص

في الآونة الأخيرة ، شهدت السيارات الكهربائية تطورًا ملحوظًا من حيث الأداء طويل الأمد واحتياطات السلامة هدفنا الرئيسي في هذا العمل هو تقديم تقنية للعجلة النشطة وكيف تعمل. باستخدام برنامج سوليد ووركس و بعد تفكيك الأجزاء وإعادة تجميعها ، استخلاص الوصلات الميكانيكية وتنفيذ الرسومات التفصيلية. تمكنا من إعطاء فكرة رئيسية عن هذا المشروع على الرغم من نقص المعلومات المقدمة حول هذا المشروع والتي ستثير المستقبل القريب للسيارات ذات العجلات الكهربائية.