

MÉTHODES DE CRÉATIVITÉ

5 ISS - groupe A1

Emilie ESTIVAL et Maxime PAGES

Cas d'étude: la trottinette

- I. TRIZ - Analyse systémique et historique
- II. Diagramme en araignée de l'objet
- III. TRIZ - Contradiction technique et matrice de résolution
- IV. Invention future

I. TRIZ - Analyse systémique et historique

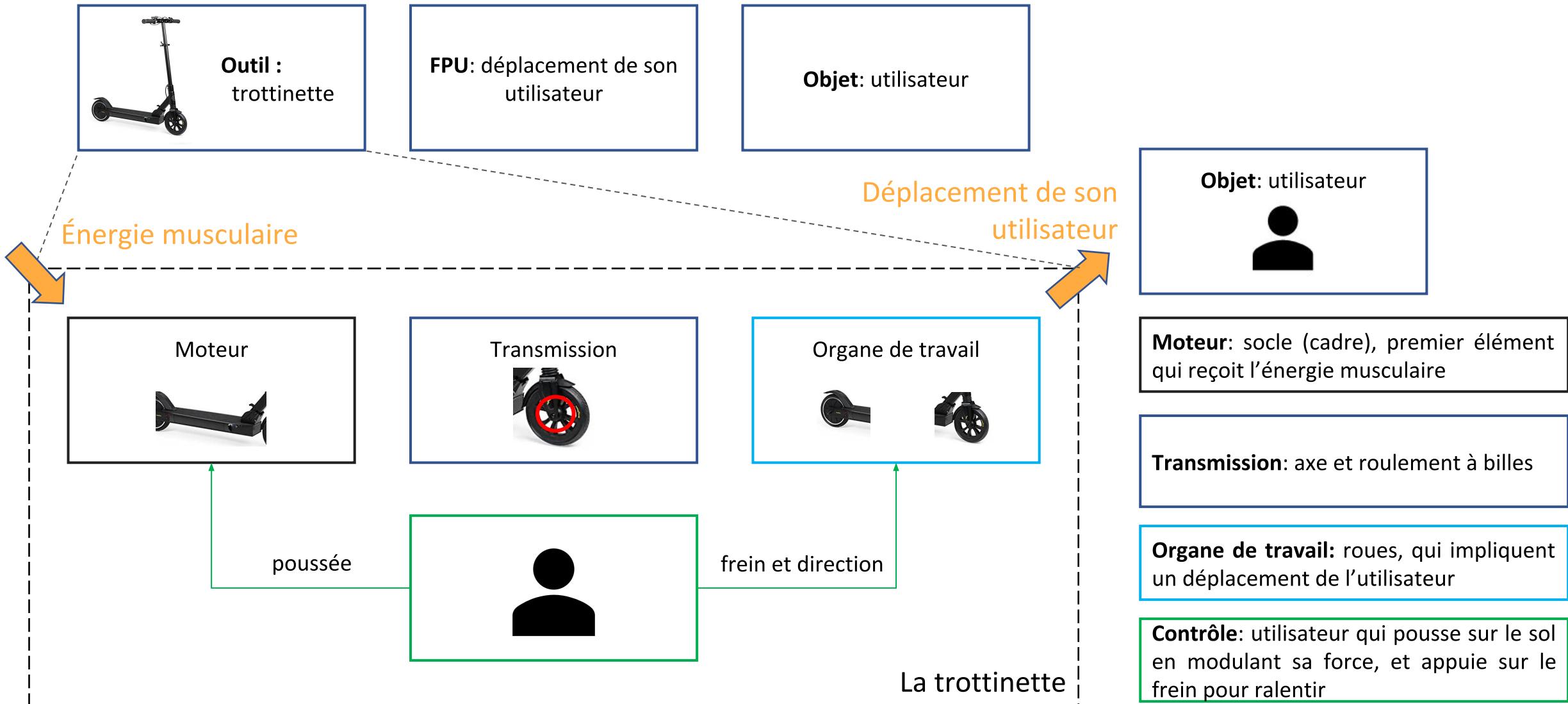
Dans un premier temps, nous allons prendre du recul sur l'objet d'étude choisi, la trottinette, pour avoir une vision système. Un système peut être défini comme un « ensemble d'éléments en interaction entre eux et avec l'environnement, intégré pour rendre à son environnement, ou à lui-même, les services correspondants à sa finalité ». Cette vision système va nous permettre une abstraction pour traiter la complexité, ainsi que la collaboration.

La vision système permet de corriger l'habitude à se concentrer uniquement sur le système, d'aider à la compréhension du problème et d'agrandir le domaine de recherche de solution. Il faut être vigilant car cette vision système implique aussi une segmentation un peu brute d'une réalité continue, et son utilisation est difficile car il faut avoir une vision externe du système (super système...).

Dans un second temps, nous étudierons le cycle en S de notre objet.

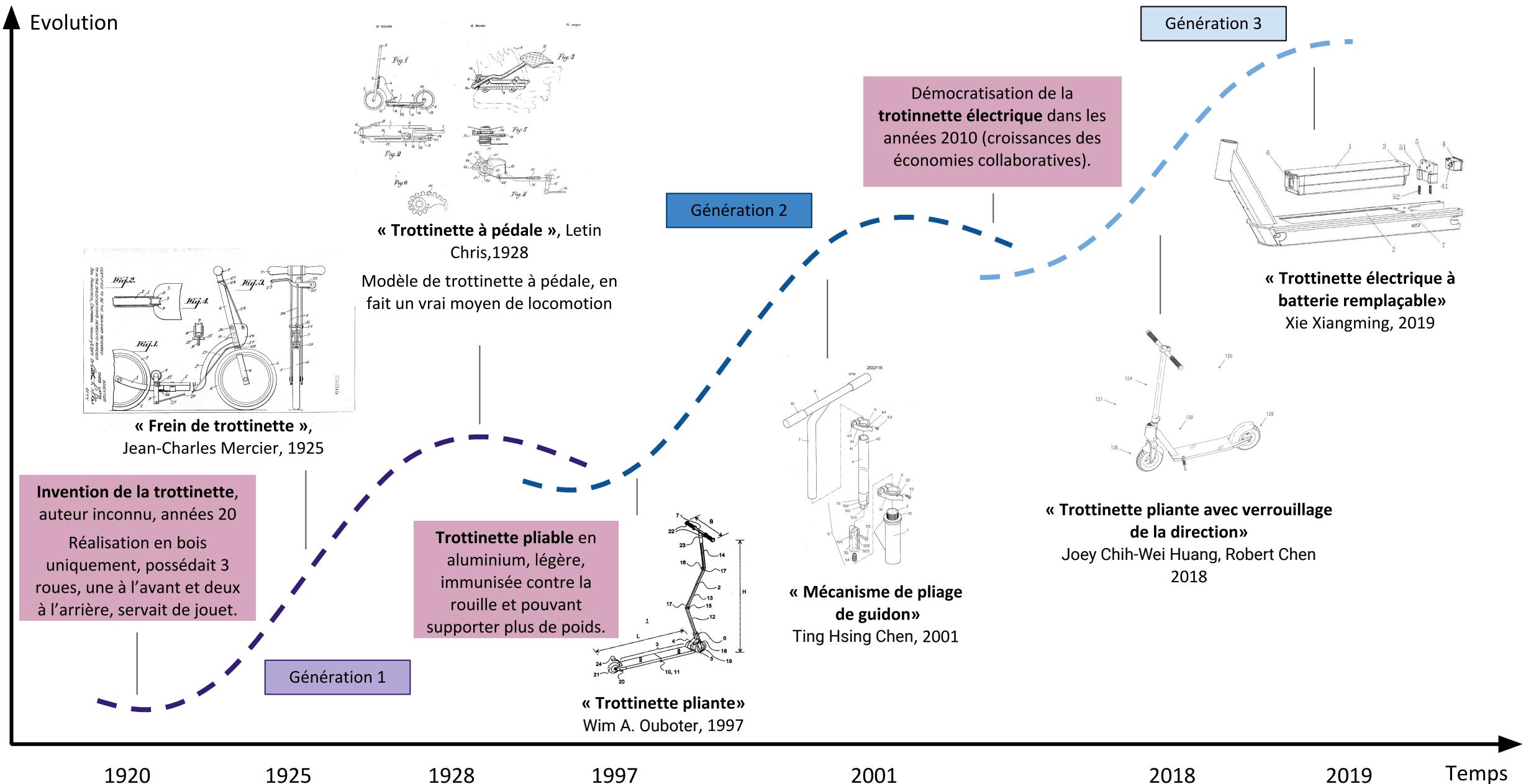
I.1. Analyse systémique

Construction du triplet «Outil-FPU-Objet »:



I.2. Analyse historique

Evolution



Sources des brevets

« Frein de trottinette », Jean-Charles Mercier, 1925

<https://patents.google.com/patent/CA252310A/fr?q=trotinette&q=B62K3%2f002&sort=old&page=2>

« Trottinette à pédale », Letin Chris, 1928

<https://patents.google.com/patent/FR663436A/fr?q=trotinette&q=B62K3%2f002&sort=old&page=2>

« Trottinette pliante», Wim A. Ouboter, 1997

<https://patents.google.com/patent/WO1999000290A1/fr?inventor=Wim+A.+Ouboter&sort=old>

« Mécanisme de pliage de guidon», Ting Hsing Chen, 2001

<https://patents.google.com/patent/FR2832118A3/fr?q=trottinette&before=priority:20030101&after=priority:19970101&sort=new&page=5>

« Trottinette pliante avec verrouillage de la direction», Joey Chih-Wei Huang, Robert Chen, 2018

<https://patents.google.com/patent/WO2020069299A1/fr?q=trottinette&oq=trottinette&sort=new&page=3>

« Trottinette électrique à batterie remplaçable», Xie Xiangming, 2019

<https://patents.google.com/patent/WO2020177279A1/fr?q=trottinette&oq=trottinette&sort=new&page=3>

II. Diagramme en araignée de l'objet

Dans cette partie, nous avons établi le **diagramme en araignée** du système dans sa version la moins évoluée (“trottinette classique”) et la plus évoluée (“trottinette électrique”). Les systèmes techniques évoluent suivant des schémas prédictifs, et les prévisions des développements historiques des systèmes se font selon 8 lois (modèles) d’évolution. Cela constitue une aide au développement le plus probable d’un produit.

Avoir les deux diagrammes nous permet d’établir un parallèle dans l’évolution de l’objet, de voir de manière plus graphique quelles pistes d’évolution ont déjà été explorées et lesquelles sont toujours exploitables. Nous allons donc nous resservir de ce graphique en dernière partie.

II.1. Trottinette classique

Loi 1 : Chaque partie est identifiée et participe au fonctionnement et à la réalisation de la FPU. On pourrait penser que le guidon n'est pas efficace à la réalisation de la FPU qui est "déplacement de l'utilisateur" mais il permet au final une stabilité et n'entrave pas la FPU.

Loi 2 : L'effort exercé sur les roulements à billes des roues par le poids de la trottinette et de l'utilisateur augmente considérablement les forces de frottements, de même que la poussée au sol. Cette loi n'est donc qu'assez peu respectée.

Loi 3 : L'effort est fourni de manière périodique sous forme de poussée, donc non uniformément réparti dans la durée d'utilisation.

Loi 4 : Une trottinette idéale est une trottinette très facilement transportable, ne représentant pas de danger pour l'utilisateur et avec un système de déplacement sans perte d'énergie.

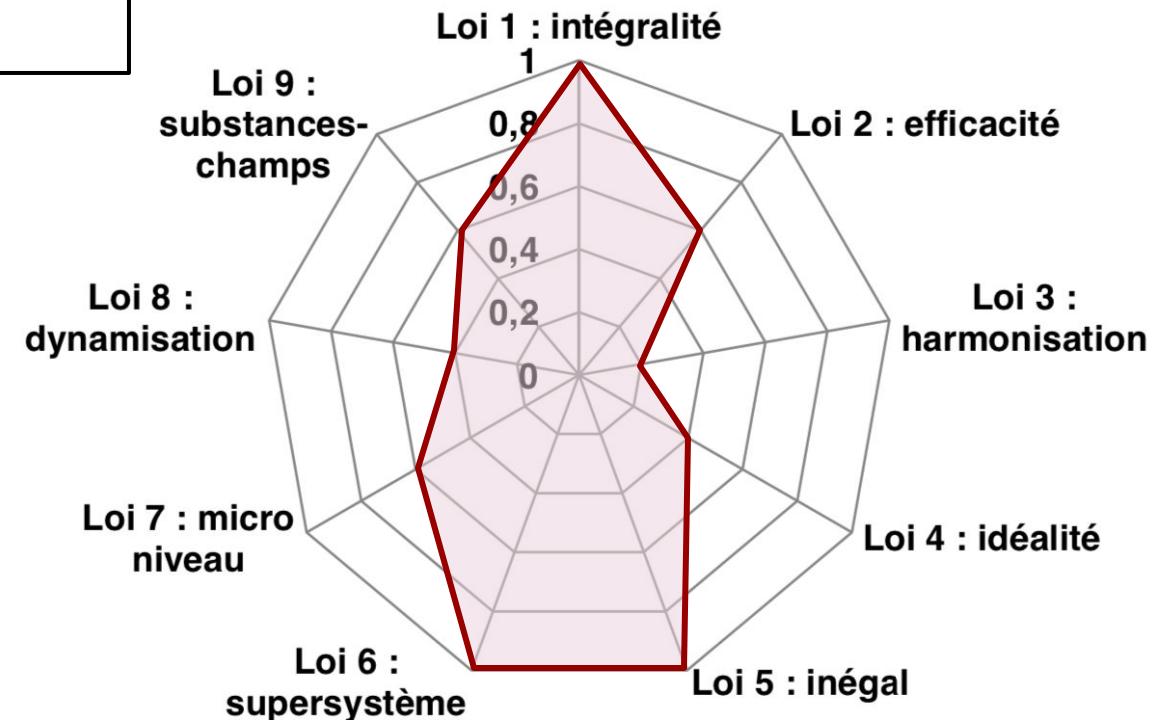
Loi 5 : Toutes les parties de la trottinette ont le même niveau de maturité. Cette loi ne retiendra donc pas notre attention dans la suite de l'étude.

Loi 6 : Sachant que les 3 premières lois semblent avoir quelques lacunes (effort non uniforme), il est improbable que la trottinette disparaîsse. Cette loi est donc respectée.

Loi 7 : Les trottinettes classiques ont une structure rigide et non articulée. Cette loi n'est donc pas respectée et il serait judicieux de tendre vers une trottinette pliante pour plus de confort et de transportabilité.

Loi 8 : L'utilisation de la trottinette peut rapidement devenir fatigante pour son utilisateur. De plus, son statut monobloc ne facilite pas le transport.

Loi 9 : La trottinette ne fait que transporter son utilisateur. Il est donc assez aisément d'imaginer lui adjoindre à moindre coût des fonctionnalités (transport de plusieurs utilisateurs, ...)



II.2. Trottinette électrique

Loi 1 : Chaque partie est identifiée et participe au fonctionnement et à la réalisation de la FPU. On pourrait penser que le guidon n'est pas efficace à la réalisation de la FPU qui est "déplacement de l'utilisateur" mais il permet au final une stabilité et n'entrave pas la FPU.

Loi 2 : L'effort exercé sur les roulements à billes des roues par le poids de la trottinette et de l'utilisateur augmente considérablement les forces de frottements. Cette loi n'est donc qu'assez peu respectée.

Loi 3 : Les batteries présentes sur les trottinettes électriques ont une durée de vie inférieure à la durée d'utilisation et les trottinettes ne sont souvent pas adaptables à l'environnement dans lequel elles évoluent.

Loi 4 : Une trottinette idéale est une trottinette très facilement transportable, ne représentant pas de danger pour l'utilisateur et avec un système de déplacement sans perte d'énergie.

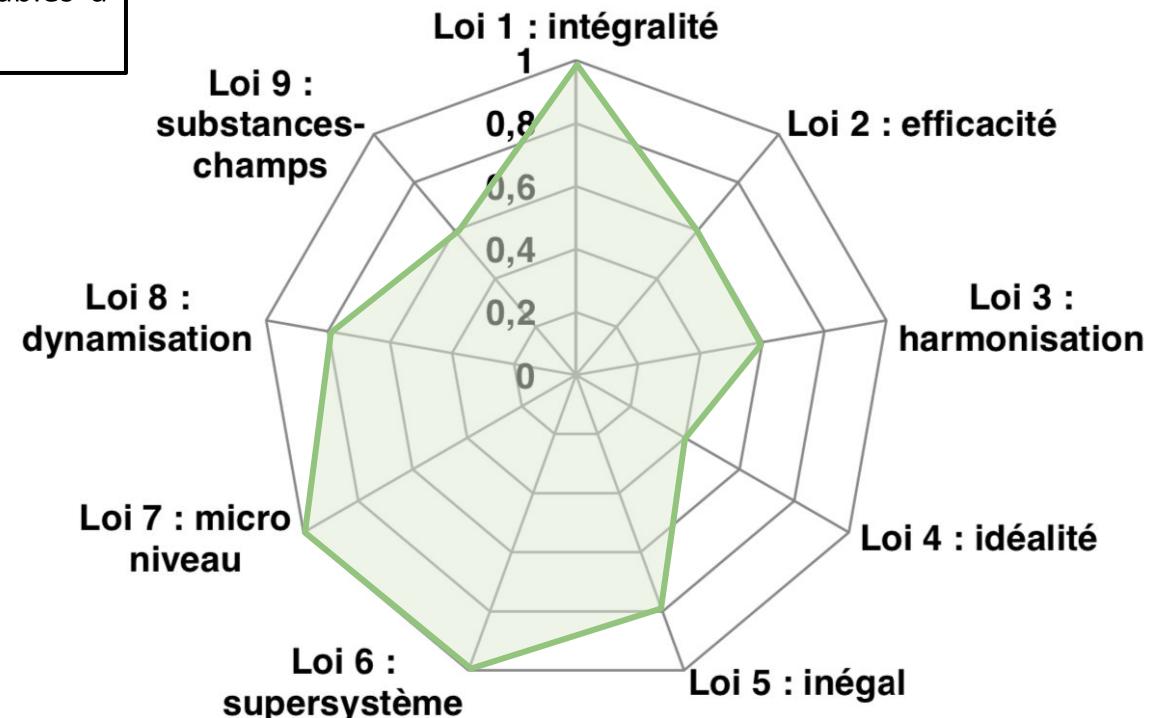
Loi 5 : Toutes les parties de la trottinette n'ont pas le même niveau de maturité.

Loi 6 : Sachant que les 3 premières lois semblent avoir quelques lacunes (pertes d'énergie, durée de vie des batteries), il est improbable que la trottinette disparaîsse. Cette loi est donc respectée.

Loi 7 : La plupart des trottinettes aujourd'hui sont pliables. Elles sont donc passées d'une structure rigide à articulée. Il est difficile d'imaginer une trottinette souple ou fluide. La loi est donc respectée.

Loi 8 : Il est possible d'amener la trottinette actuelle vers une forme plus autonome et intelligente (détection d'obstacles, réglage des suspensions automatiques en fonction de la route).

Loi 9 : La trottinette ne fait que transporter son utilisateur. Il est donc assez aisément d'imaginer lui adjoindre à moindre coût des fonctionnalités (transport de plusieurs utilisateurs, ...)



III. TRIZ - Contradiction technique et matrice de résolution

Les contradictions sont des modèles de représentation de problème. Bien souvent, un problème ne se résume pas à une contradiction mais à plusieurs. La difficulté : **déterminer la contradiction la plus importante.**

Nous avons choisi comme cas d'étude le passage de la trottinette "classique" de 1928, à la "trottinette pliable" de 1997.

Nous avons d'abord identifié une **contradiction organisationnelle**: "rendre la trottinette plus maniable la rend aussi plus fragile et nécessite de revoir sa conception même". La formulation première d'un problème met en évidence la nécessité de réaliser une fonction, d'enlever un effet néfaste mais sans proposer de direction de solution.

III.1. Formulation de la contradiction technique

Si on veut **augmenter l'adaptabilité** de la trottinette, on doit **modifier la forme** de la trottinette



Paramètre amélioré

Adaptabilité (35)

Paramètre détérioré

Forme (12)

1 A partir de la contradiction organisationnelle identifiée, nous avons formulé une contradiction technique. **C'est un conflit entre deux parties d'un système.** Lorsque dans un système, on améliore une fonction (caractéristique, paramètre...) ou que l'on élimine une fonction néfaste alors une autre fonction est détériorée.

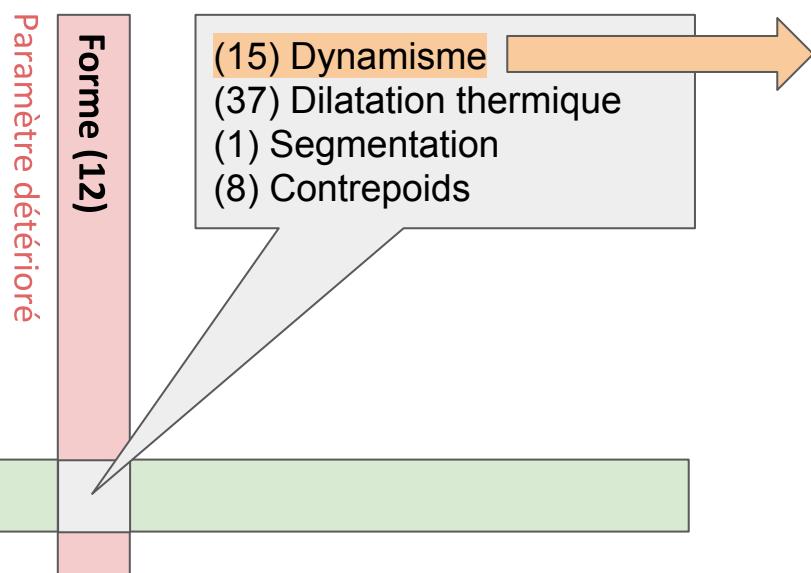
2 Nous avons ensuite identifié les paramètres amélioré/détérioré à des paramètres proposés par le modèle TRIZ.

III.2.Utilisation de la matrice de résolution des CT

Paramètre amélioré
Adaptabilité (35)

Paramètre détérioré
Forme (12)

La matrice de résolution présente 39 paramètres en entrée et en sortie, et permet de déduire des principes. Les principes sont des voies de résolution, des recommandations générales pour résoudre une contradiction sans compromis.

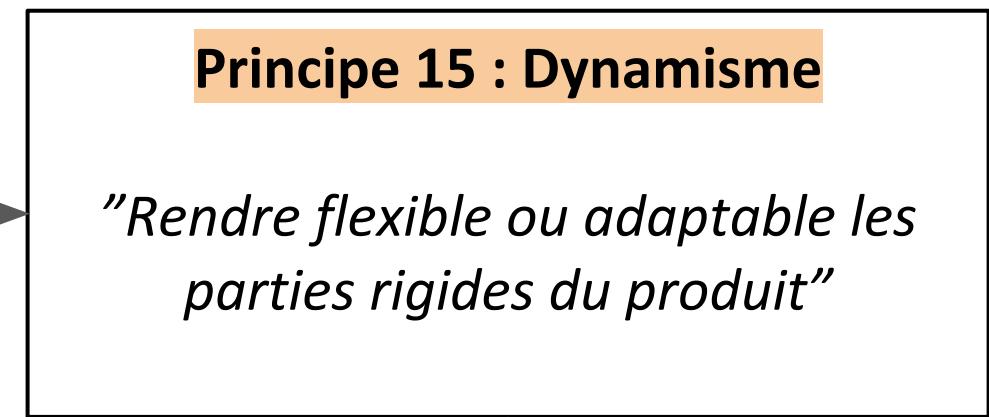
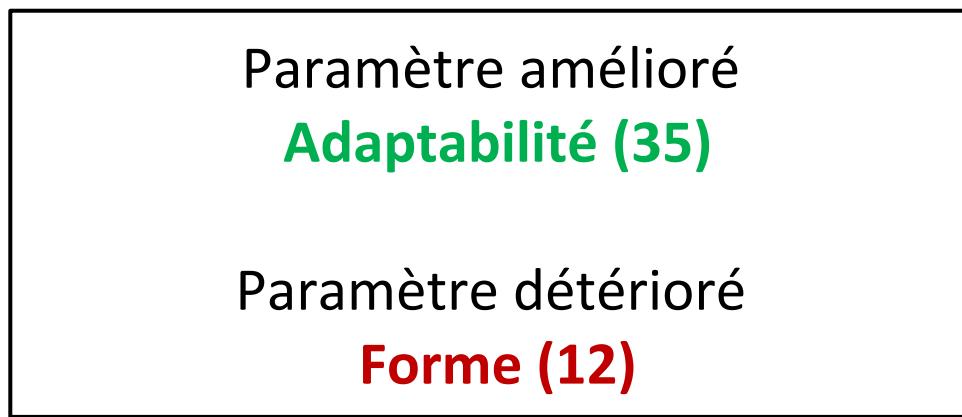


Dans notre cas, nous avons décidé de retenir le principe de **dynamisme** comme piste de solution. Ce principe est énoncé comme suit:

- Permettre ou concevoir une optimisation des caractéristiques de l'objet, de l'environnement extérieur ou du procédé ou trouver des conditions de fonctionnement optimales.
- Diviser l'objet en éléments capables de se déplacer les uns par rapport les autres.
- **Si un objet (ou un procédé) est fixe, le rendre mobile ou adaptable.**

Nous avons donc une piste de solution !

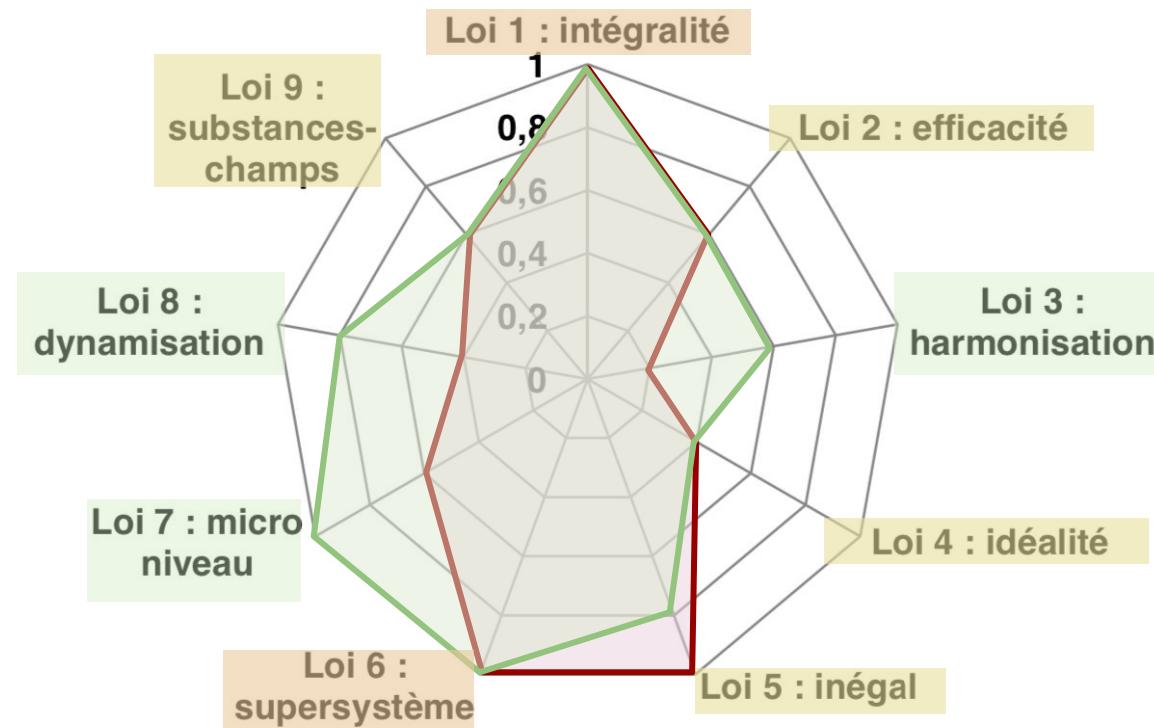
III.3. Après résolution...



Si on veut **augmenter l'adaptabilité** de la trottinette, on doit **modifier la forme** de la trottinette

Solution
Trottinette pliable

IV. Invention future



Pour trouver les pistes d'innovation de notre objet “trottinette électrique”, il est intéressant de comparer les diagrammes en araignée du **système initial** et du **système évolué**. On peut ainsi voir que les pistes de **l'harmonisation**, le **micro niveau** et la **dynamisation** ont été explorées et ont visiblement conduit à une amélioration du système sur ces points. Les lois qui ont déjà été explorée au maximum sont **l'intégralité** et le **super système**. Le système peut donc surtout être amélioré selon les **lois 2, 4, 5 et 9**.

IV. 1. Explorer les pistes d'amélioration

Loi 2 : L'effort exercé sur les roulements à billes des roues par le poids de la trottinette et de l'utilisateur augmente considérablement les forces de frottements. Cette loi n'est donc qu'assez peu respectée.

Loi 4 : Une trottinette idéale est une trottinette très facilement transportable, ne représentant pas de danger pour l'utilisateur et avec un système de déplacement sans perte d'énergie.

Loi 5 : Toutes les parties de la trottinette n'ont pas le même niveau de maturité.

Loi 9 : La trottinette ne fait que transporter son utilisateur. Il est donc assez aisément d'imaginer lui adjoindre à moindre coût des fonctionnalités (transport de plusieurs utilisateurs, ...)

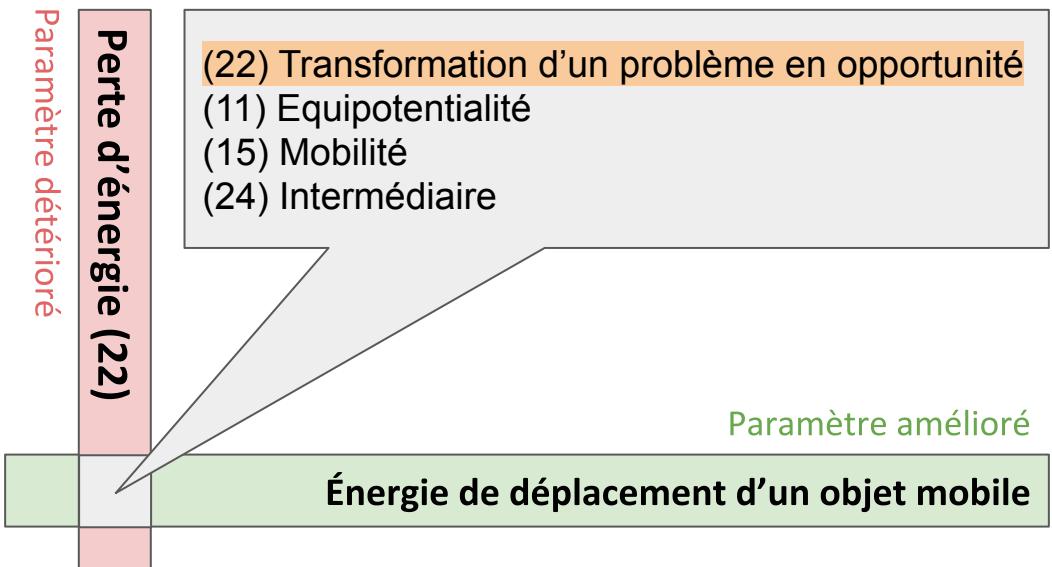
On rappelle ici les lois qui ont été identifiées comme pistes d'amélioration. Nous considérons que la **loi 5 (maturité égale)** n'est pas une finalité en soi, mais doit être atteinte à travers les solutions innovantes proposées.

Il semble assez aisément de combiner les **lois 2 (efficacité)** et **4 (idéalité)** en **une** idée innovante, car en réduisant les frottements (système efficace) on réduit aussi les pertes d'énergie (système idéal).

La loi 9 (substances-champs) pourra faire l'objet d'une autre réflexion pour mener à une trottinette multiusages par exemple. Il faudra faire attention à ce que l'usage ajouté n'indue pas une perte dans l'efficacité et l'idéalité du système qu'on cherche à améliorer, tout en conservant le principe d'égalité.

IV. 2. Utiliser la matrice de résolution de contradiction technique

Lors de notre précédente analyse, nous en avons conclu qu'il serait assez facile de combiner les **lois 2 (efficacité)** et **4 (idéalité)** en trouvant une seule et même idée innovante. Pour cela, nous nous aidons de la matrice de résolution de résolution de contradiction technique.



Paramètre amélioré
Énergie de déplacement d'un objet mobile (19)

Paramètre détérioré
Perte d'énergie (22)

Dans notre cas, nous avons décidé de retenir le principe 22, intitulé **Transformation d'un problème en opportunité** comme piste de solution. Ce principe est énoncé comme suit:

- Utiliser des facteurs néfastes (en particulier l'environnement) pour obtenir un effet positif.

L'idée ici serait de récupérer l'énergie, considérée perdue, causée par les forces de frottements au niveau des roues et de la transformer en énergie utilisable pour les batteries par exemple (utilisation de dynamo).

IV. 3. Innovation pour améliorer la loi 9

Double guidon
pour 2 usagers



LA DOUBLINETTE

La loi 9 (Dynamisation par l'ajout d'association substances-Champ) énonce: Evolution vers des systèmes multi fonctionnels, augmentation du nombre de degrés de liberté, augmentation de la contrôlabilité.

Une réflexion autour de la loi 9 nous a menés à penser une trottinette à 2 guidons pour pouvoir transporter 2 passagers. Le guidon du milieu est en fait "clipsé" sur la base de la trottinette, donc interchangeable. La trottinette gagne en modularité.

L'usage ajouté n'induit pas de perte dans l'efficacité et l'idéalité du système qu'on cherche à améliorer, et conserve le principe d'égalité. L'idée est de ne pas complexifier sans raisons objectives : un apport substantiel en termes de fonctionnalités justifie ici un accroissement des composants, dernier a du sens quant à l'évolution fonctionnelle de l'objet

MERCI

Emilie ESTIVAL et Maxime PAGES