

*Combien de fois avez vous vu un stylo à bille fuir dans une poche ou dans un sac et produire une grosse tache d'encre? La bille de la pointe du stylo laisse passer de l'encre de manière intempestive, produisant ainsi l'effet indésirable. Essayons de résoudre ce problème à l'aide des instruments de TRIZ.*

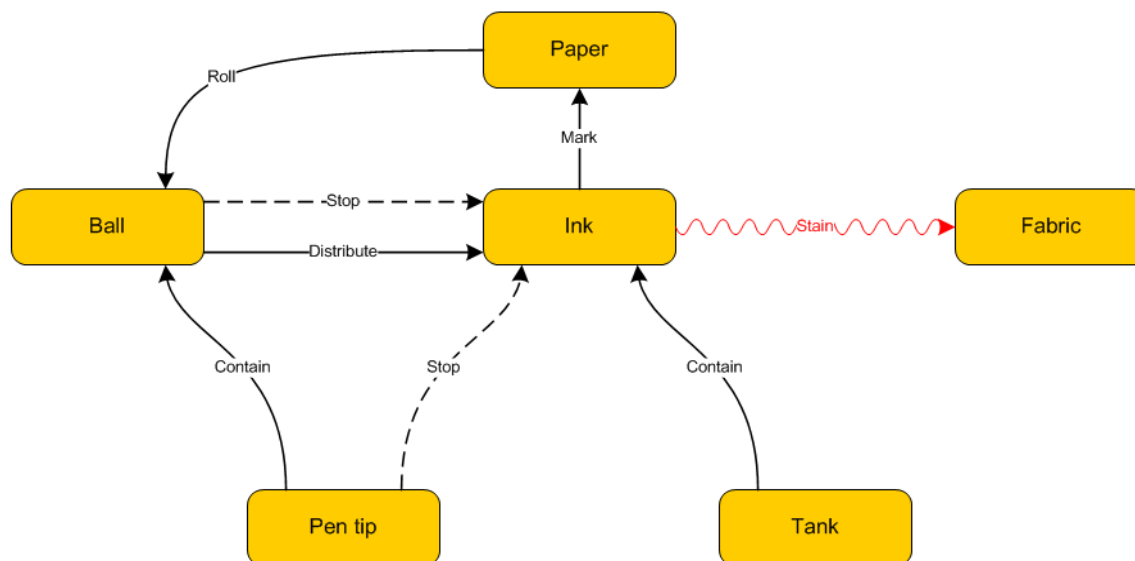
La première étape vers la solution consiste à choisir le vrai problème à résoudre : pour cela, il est utile d'adopter une pensée « système », c'est-à-dire d'utiliser l'Opérateur Système (paragraphe 1.3.3.5). Le point de départ est la définition de la case de référence du schéma qui détermine le niveau de détail et le temps du système et du problème que nous souhaitons décrire, et duquel résultent toutes les autres cases. Le problème est très simple : nous avons un stylo qui salit un habit ou un tissu en général ; cela pourrait être un bon choix pour la case centrale des neuf écrans. La question relative sera : comment les éléments du système, qui sont le stylo et l'habit ou le tissu, peuvent-ils faire en sorte que l'encre ne salit pas ? Les autres cases complétées sont représentées dans la Figure 1.

<p><b>Éléments :</b> Autres stylos, autre tissu, utilisateur, environnement, ...</p> <p><b>Question :</b> Comment d'autres stylos, autres tissus, autres utilisateurs, autre environnement, ... évitent la fuite d'encre ?</p>	<p><b>Éléments :</b> Autres stylos, autre tissu, utilisateur, environnement, ...</p> <p><b>Question :</b> Comment d'autres stylos, autres tissus, autres utilisateurs, autre environnement, ... peuvent-ils éviter que la fuite d'encre n'atteigne les habits ?</p>	<p><b>Éléments :</b> Autres stylos, autre tissu, utilisateur, environnement, ...</p> <p><b>Question :</b> Comment d'autres stylos, autres tissus, autres utilisateurs, autre environnement, ... peuvent-ils éviter que la fuite d'encre ne produise de tache sur les habits ?</p>
<p><b>Éléments :</b> Stylo, tissu</p> <p><b>Question :</b> Comment le stylo et le tissu peuvent-ils éviter la fuite d'encre ?</p>	<p><b>Éléments :</b> Stylo, tissu</p> <p><b>Question :</b> Comment le stylo et le tissu ... peuvent-ils éviter que la fuite d'encre n'atteigne les habits ?</p>	<p><b>Éléments :</b> Stylo, tissu sale</p> <p><b>Question :</b> Comment le stylo et le tissu sale peuvent-ils éviter que la fuite d'encre ne produise de tache sur les habits ?</p>
<p><b>Éléments :</b> Bille, encre, réservoir, pointe, stylo, pointe du stylo, fibres du tissu</p> <p><b>Question :</b> Comment la bille, l'encre, le réservoir, ... peuvent-ils éviter la fuite d'encre ?</p>	<p><b>Éléments :</b> Bille, encre, réservoir, pointe, stylo, pointe du stylo, fibres du tissu</p> <p><b>Question :</b> Comment la bille, l'encre, le réservoir ... peuvent-ils éviter que la fuite d'encre n'atteigne les habits ?</p>	<p><b>Éléments :</b> Bille, encre sortie du stylo, réservoir, pointe, stylo, pointe du stylo, fibres sales du tissu</p> <p><b>Question :</b> Comment la bille, l'encre sortie du stylo, le réservoir, la pointe, peuvent-ils éviter que la fuite d'encre ne produise de tache sur les habits ?</p>

**Fig. 1** : recherche de problèmes connexes : l'Opérateur Système complété

Comme vous pouvez le voir, la colonne « passé », celle des possibilités de prévention, représente le temps avant que l'encre ne sorte de son réservoir ; le problème devient donc : comment conserver l'encre à l'intérieur du réservoir. La colonne « présent » suggère des solutions standard comme l'utilisation d'un capuchon ou une pointe rétractable. Pour ce qui est de la colonne à droite (futur), c'est-à-dire celle de l'atténuation du problème, la question est : comment transformer un problème en un non-problème, de manière que même si l'encre s'écoulait du stylo, elle ne causerait pas d'effet indésirable.

L'étape suivante est de choisir le vrai problème à résoudre : nous pouvons, par exemple, considérer le sous-système « passé » comme le problème de départ car nous souhaitons avoir un grand nombre de sujets capables de le résoudre, et il vaut mieux prévenir un problème que d'essayer de le résoudre une fois qu'il est apparu. Il est donc utile de construire un modèle fonctionnel de la situation initiale.

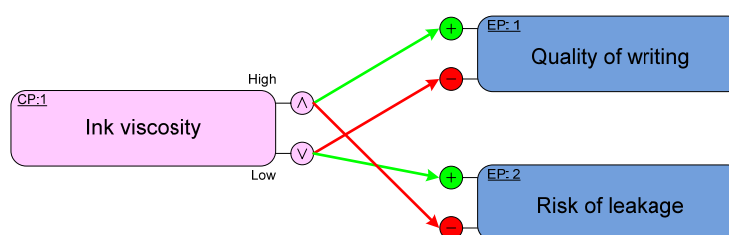


**Fig. 2 :** Modèle fonctionnel décrivant la situation dans le Sous-système de la case « Passé » de l'Opérateur Système

Yellow boxes : Papier – Bille – Encre – Tissu – Pointe du stylo – Réservoir

Arrows : roule – stoppe – distribue – marque - tache – contient – stoppe – contient

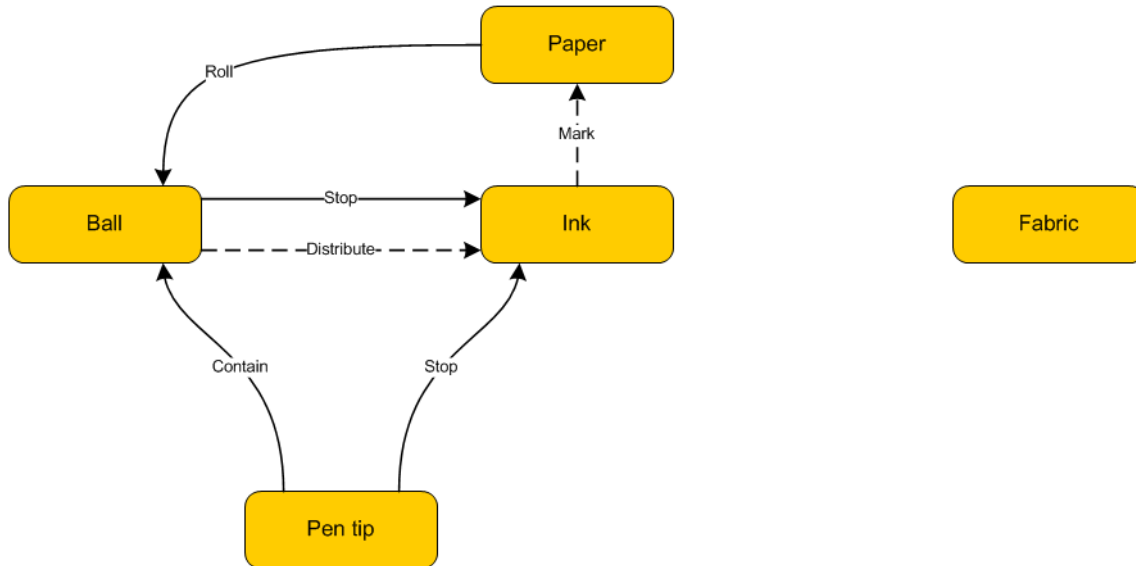
Comme vous pouvez le voir, il y a trois fonctions critiques : deux fonctions insuffisantes et une fonction nocive, qui est le principal problème à résoudre. À cette étape, nous pouvons formuler le RFI de la situation, en commençant par l'élément qui provoque la fonction nocive, c'est-à-dire l'encre. ARIZ (chapitre 3) suggère que cet élément lui-même, sans détériorer le système, résolve le problème généré au moment requis; dans notre situation spécifique cela donne : l'encre, elle-même, sans détériorer le stylo, évite de sortir du réservoir lorsque l'action d'écriture n'est pas nécessaire. Cela est notre objectif, notre résultat idéal, même si cela peut sembler un peu fantaisiste. Maintenant, nous devons nous demander pourquoi il n'est pas possible d'atteindre le RFI en tenant compte des ressources dont nous disposons, afin de trouver une ou davantage de contradictions à résoudre. Lorsque l'on concentre toute l'attention sur l'encre, on remarque qu'une des causes de la fuite est la fluidité de l'encre : en fait, si l'encre n'était pas liquide, elle ne fuirait pas et ne tacherait pas, mais la fonction principale ne serait plus disponible - ou du moins pas aussi bien que nous souhaitons qu'elle soit. Nous avons une contradiction (voir Fig. 3).



**Fig. 3 :** le modèle OTSM de contradiction (paragraphe 5.1.2)

Viscosité de l'encre – élevée / faible – qualité de l'écrite / risque de fuite

Nous pouvons également représenter les deux côtés de la contradiction à l'aide d'un modèle fonctionnel afin de voir quel élément et quelles sous-fonctions du système sont impliqués par la modification du paramètre de contrôle.



**Fig. 4** : Modèle fonctionnel avec le PC « viscosité de l'encre » présentant une valeur opposée à la valeur actuelle

Nous pouvons maintenant essayer de résoudre la contradiction en commençant par définir l'Espace Opérationnel et le Temps Opérationnel. L'Espace Opérationnel peut être considéré comme la somme de la surface externe de la bille, de la surface interne de la pointe, de la quantité d'encre près de la bille, du reste d'encre dans la cartouche et de la surface du papier. Le Temps Opérationnel est la période pendant laquelle la bille roule, c'est-à-dire la période pendant laquelle nous souhaitons écrire, et la période pendant laquelle la bille ne roule pas, c'est-à-dire la période pendant laquelle nous ne souhaitons pas écrire. D'après ARIZ, l'étape suivante est l'exagération du conflit : pour surmonter certaines barrières psychologiques, il est nécessaire de donner au Paramètre de Contrôle des valeurs opposées extrêmes : la viscosité de l'encre doit donc être considérée comme infinie ou égale à zéro. Que signifie une viscosité infinie ? Nous pouvons traduire ce concept en disant que l'encre n'est plus fluide, c'est-à-dire que l'encre est solide. Cela pourrait suggérer l'utilisation d'un crayon au lieu d'un stylo. À l'inverse, nous devons imaginer une viscosité très faible, quasiment nulle, c'est-à-dire un gaz. Nous pouvons imaginer un mélange d'alcool transparent et de particules solides : l'alcool s'évapore en contact avec l'air et les particules solides créent un bouchon dans la pointe pour stopper le reste de l'encre.

D'autres solutions pourraient être suggérées grâce à l'application des Principes de Séparation (paragraphe 5.3). Commençons par la séparation dans le temps. Est-il vrai qu'une valeur élevée de viscosité est nécessaire pendant tout le temps opérationnel, et qu'une valeur faible de viscosité est nécessaire pendant tout le temps opérationnel ? La réponse est évidemment « non ». Donc, nous pouvons appliquer le principe de séparation. Nous voulons une valeur élevée de viscosité de l'encre lorsque la bille ne roule pas afin d'empêcher une fuite accidentelle d'encre, et nous voulons une valeur faible de viscosité de l'encre lorsque la bille roule, c'est-à-dire que le stylo écrit. Des idées ? Continuons ...

Pour appliquer la séparation dans l'espace, nous devons également répondre « non » à la

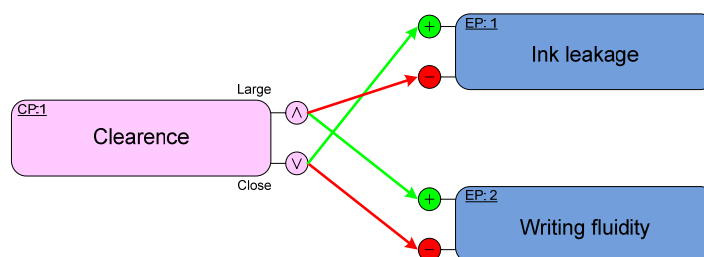
question suivante : est-il vrai qu'il nous faut une valeur élevée de viscosité de l'encre dans tout l'espace opérationnel, et une valeur faible de viscosité de l'encre dans tout l'espace opérationnel ? Cette fois-ci, la réponse est « oui ». Donc, nous ne pouvons pas séparer dans l'espace.

Le troisième principe est celui de la séparation définie par une condition : dans quelle condition voulons-nous une viscosité élevée de l'encre, et dans quelle condition voulons-nous une viscosité faible ? Si le stylo écrit, c'est-à-dire que le stylo bouge, il nous faut une faible viscosité de l'encre, alors que si le stylo est immobile, la viscosité doit être élevée. Est-il possible de changer la viscosité avec le mouvement ? Si l'on observe la Base de Données des Effets, un outil de la Base de Connaissances de TRIZ, on peut découvrir que certains fluides présentent une propriété appelée « tixotropie » : sous une contrainte d'énergie cinétique, la viscosité du fluide diminue, et elle augmente à nouveau lorsque le fluide est immobile. Dans la vie courante, nous utilisons de nombreuses substances présentant cette propriété : dentifrice, miel, ketchup et même peinture. Bien que cette solution puisse sembler étrange, une des marques connues de stylos à bille utilise ce type d'encre (voir figure 5).



**Fig. 5** : le fameux stylo avec l'encre tixotropique

Si nous observons à nouveau le modèle fonctionnel présenté dans la Figure 2, sur le côté gauche se trouvent deux fonctions insuffisantes : la bille et la pointe n'arrêtent pas suffisamment l'encre. Pourquoi ? Quels Paramètres de Contrôle sont responsables de cet échec ? Entre autres, un Paramètre de Contrôle, qui pourrait être identique pour les deux fonctions, est l'espace entre la pointe du stylo et la bille : si cet espace est trop grand, l'encre fuit même si le stylo n'est pas en train d'écrire. Mais que se passe-t-il si cet espace est trop petit ? L'encre ne sort plus et la bille n'est certainement plus capable de distribuer suffisamment d'encre lorsque cela est nécessaire, et l'écriture est donc moins fluide. Nous avons donc une contradiction, représentée par la Figure 6.



**Fig. 6** : la représentation OTSM de la contradiction

Espace – grand / fermé – fuite d'encre / fluidité de l'écriture

Comme nous l'avons vu auparavant, nous devons définir l'Espace Opérationnel et le Temps Opérationnel de la contradiction : le premier est la somme de la surface interne de la pointe du stylo et de la surface externe de la bille ; le second, l'Espace Opérationnel, peut être considéré comme la somme de la période pendant laquelle la bille roule et de la période lorsque la bille est immobile. L'étape suivante est l'exagération du conflit : comment est-il possible d'écrire lorsque la bille est collée sur la pointe (espace équivalent à zéro) ? Ou bien, comment pouvons-nous imaginer un espace très grand entre la bille et la pointe ? Nous pouvons, par exemple, réduire directement la bille et laisser le canal dans la pointe complètement ouvert. Essayez de trouver quelques solutions en partant de ces suggestions.

Les Principes de Séparation sont également un outil utile pour résoudre la contradiction. Le premier principe concerne le temps : est-il vrai que l'espace doit être grand et fermé pendant tout le temps opérationnel ? La réponse est « non », car nous avons besoin d'avoir un grand espace lorsque la bille roule, c'est-à-dire lorsque le stylo écrit, et un espace fermé lorsque la bille est immobile. Comment pouvons-nous effectuer cette séparation ? Par exemple, si un ressort est placé derrière la bille et que l'utilisateur appuie le stylo sur le papier, la bille recule créant ainsi un espace plus grand ; à l'inverse, lorsque le stylo n'est pas utilisé, le ressort pousse la bille contre le cône de la pointe du stylo, refermant ainsi l'espace de manière à bloquer l'encre (voir Fig. 7).

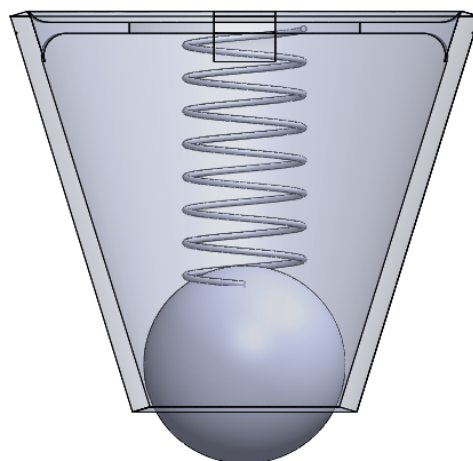


Fig. 7 : un modèle schématique de la solution proposée

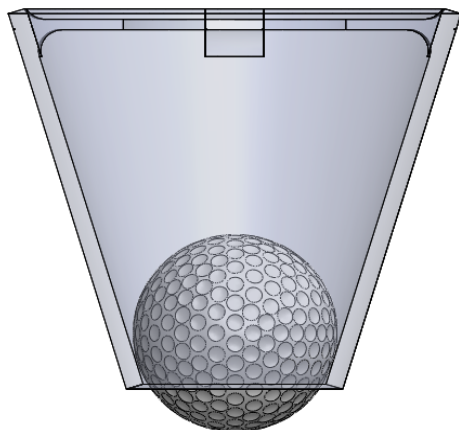
Un tel concept préliminaire peut être approfondi en déterminant, à l'aide d'une approche d'Opérateur Système, quelles ressources sont disponibles immédiatement au sein du système et peuvent jouer le rôle du ressort (par ex. grâce à l'élasticité interne ?).

Pour appliquer le deuxième principe de séparation (c'est-à-dire la séparation dans l'espace), la question « est-il vrai que nous voulons un espace grand et ouvert dans tout l'espace opérationnel ? » doit entraîner une réponse négative. Dans ce cas, cependant, la réponse est « oui » ; nous ne pouvons donc pas appliquer le principe de séparation.

Nous ne pouvons pas non plus appliquer le troisième principe de séparation, car il n'existe pas de condition différente pour laquelle il est plus intéressant d'avoir un grand espace qu'un espace fermé.

Le quatrième principe est celui du niveau de système, ou de la transition du macro-niveau au micro-niveau : comment pouvons-nous avoir un grand espace au niveau macroscopique et un

petit espace au niveau microscopique ? Ou, mieux encore, dans l'autre sens : pouvons-nous avoir un espace fermé au niveau macro et un grand espace au niveau micro ? Une façon d'atteindre cette situation est d'avoir une bille conçue comme une balle de golf, c'est-à-dire une balle présentant une surface avec des cavités : le diamètre de la bille ferme tout espace entre la bille et la pointe du stylo, empêchant ainsi toute fuite, mais lorsque la bille roule, les cavités transportent l'encre du réservoir vers le papier de sorte que le stylo écrive normalement.



**Fig. 8** : la solution suggérée – une coupe de la pointe et de la bille présentant les caractéristiques d'une balle de golf