

2013-2014

Cycle Ingénieur, 1ère année

Semestre 6

Stage à l'étranger



Evolution laws of technical system – Tomsk Sibérie

Souhard Camille

Sous la direction du professeur
Shamina Olga



ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné Souhard Camille,
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le 05 / 08 / 2014



**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

ISTIA
62 Avenue Notre-Dame du Lac
49000 Angers cedex
Tél. 02 44 68 75 00 | Fax 02 44 68 75 01



REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier toute l'équipe pédagogique de l'ISTIA filière innovation pour avoir assuré la formation théorique qui m'a permis de tirer le maximum de profit de ce stage. Je tiens aussi à remercier le bureau des relations internationales pour son investissement dans la réalisation de cet échange, tout particulièrement M. Landron qui a su se rendre disponible durant ses congés.

Je remercie également Pascal Crubleau mon tuteur référent en France et Laurent Saintis, qui ont su nous aider et nous suivre dès les premiers échanges avec nos partenaires russes, et pour nous avoir aidé à déterminer notre sujet de stage et nous avoir accompagné tout le long de celui-ci.

Je tiens tout particulièrement à remercier le professeur Olga Shamina ma maîtresse de stage, pour son accompagnement, ses conseils et son précieux enseignement tout au long de notre stage effectué sous sa tutelle. Les nombreux échanges que nous avons pu avoir avec elle nous ont beaucoup apporté, autant sur le plan culturel que technique.

Je tiens également à remercier et témoigner toute ma reconnaissance aux personnes suivantes, pour être intervenues à un moment ou à un autre durant mon stage et avoir su, chacun à leur manière apporter leurs forces et qualités pour rendre cette expérience à l'internationale inoubliable :

Anna S.Demihova pour sa disponibilité et ses conseils au sein du bureau des relations internationales de TPU.

L'équipe administrative du dortoir universitaire et l'équipe des gardiens, qui ont su, en toute circonstance, rester cordiaux et à notre disposition malgré la barrière de la langue.

Geoffrey, Joffrey, Simon, Matthias, Jean-maroun et tous les autres français présents sur place qui ont partagé cette expérience avec nous.

Un remerciement tout particulier au Buddy Building Club dont les membres donnent généreusement de leur temps et de leur énergie pour rendre le séjour des étudiants étrangers absolument fantastique.

Enfin je tiens à remercier Maxime Roche pour avoir vécu cette expérience avec moi au jour le jour.

Contenu

Introduction	5
Inventive Problem Solving	6
1 Introduction	6
2 Premières méthodes créatives	6
2.1 Inertie psychologique et heuristique	6
2.2 Synectique et analyse morphologique	6
3 Evolution laws in technical system	7
3.1 Courbe en S	7
3.2 Lois d'évolutions	8
3.3 Surmonter les contradictions	9
4 Final Task – Utilisation d'ARIZ	9
5 Conclusion	9
Un chauffage très particulier	10
1 Introduction	10
2 L'hiver en Russie	10
3 Des infrastructures collectives	10
3.1 Une infrastructure vieillissante	10
3.2 Un chauffage imposé	11
4 Une perte de confort	12
5 Conclusion	13
Conclusion	14
Bibliographie	15
ANNEXE 1 – Premières méthodes créatives	16
ANNEXE 2 – Premières méthodes créatives (suite)	17
ANNEXE 3 – LES LOIS STATIQUES	18
ANNEXE 4 – LES LOIS CINEMATIQUES	19
ANNEXE 5 – LES LOIS DYNAMIQUES	20

Introduction

Le stage à l'étranger en troisième année est une occasion unique, une opportunité de découvrir une nouvelle culture et de relever de vrais défis. J'ai donc saisi l'opportunité d'effectuer mon stage en **Russie**, en pleine **Sibérie**, à des centaines de kilomètres des villes les plus proches. Quel meilleur endroit pour moi, jeune européen pétri de stéréotypes, pour se heurter au choc culturel, qu'une partie du monde qu'on juge inhospitalière et isolée.

J'ai donc effectué mon stage de trois mois à l'**Université Polytechnique de Tomsk (TPU)**, dans la ville de Tomsk, 9^{ème} ville de Sibérie par la taille. Sous la tutelle du professeur Olga Shamina nous avons pu aborder de nombreux concepts liés à l'innovation. Notre objectif final étant la compréhension et la mise en application du principe : « **Evolution laws of technical system** » nous avons procédé par étapes. A l'aide de multiples travaux et présentations nous avons assimilé les nombreuses techniques et théorèmes du cours « **Inventive Problem Solving** » dispensé par le professeur Shamina. Une fois ces techniques maîtrisées, nous avons pu les mettre en application sur un projet concret.

Parallèlement à mon stage j'ai pu découvrir quelques facettes de la vie en Sibérie. Loin des nombreux stéréotypes véhiculés par la culture européenne, j'ai découvert une culture proche de la nôtre. Le climat cependant, même si mon arrivée coïncide avec la fin de la période froide, est loin d'avoir la clémence de la météo française et nous essuyons de sévères chutes de température. Le choc le plus brutal est ressenti à l'entrée et à la sortie des bâtiments, **le chauffage est en effet centralisé** et poussé à son maximum pour pallier aux frimas.

Dans ces conditions, pas d'autres solutions pour diminuer la température des pièces que d'ouvrir sur l'extérieur et de chauffer la rue ! Un système aussi peu économique et écologique a de quoi heurter mon éducation française.

Cependant mi-mai la période froide est considérée comme achevée et malgré un climat de 5-6° en journée à Tomsk le chauffage central est définitivement coupé jusqu'à l'hiver prochain. Mettant du même coup un terme à mes inquiétudes d'éco-citoyen, jusqu'à l'arrivée d'un nouveau choc. A la fin du mois de mai vient la période de réparation des **conduits ... d'eau chaude** ! J'apprends du même coup que le temps de réparer ces infrastructures datant de l'URSS nous serons **privés d'eau chaude** pendant 2 à 3 semaines !

J'en suis donc venu à me demander : **La Russie gagne-t-elle à conserver ses infrastructures collectives de chauffage datant de l'URSS ?**

Dans un premier temps j'aborderai le déroulement et les aboutissements de mon stage au sein de TPU à travers le cours « Inventive Problem Solving », puis dans un second temps je tâcherai de répondre à cette problématique.

Inventive Problem Solving

1 Introduction

J'ai effectué mon stage dans une des deux universités de Tomsk, L'université Polytechnique de Tomsk (TPU). Rattaché à l'institut « engineering entrepreneurship » et sous la tutelle du professeur Olga Shamina j'ai passé 3 mois dans le bâtiment principal de TPU à étudier les différentes méthodes et théorèmes de la résolution de problème. Ce projet fut constitué de nombreuses présentations orales sur les différents sujets, la variété de sujets se prêtant à ces méthodes m'a permis de traiter aussi bien du technique, de l'humain et du processus. Dans cette partie, je vais évoquer les différents axes et exercices de ce cours qui ont permis d'aboutir à la résolution d'un problème concret et réel.

2 Premières méthodes créatives

Tout raisonnement innovant ou de résolution de problème s'appuie sur des bases communes. De la même manière que les autres muscles, le cerveau a besoin de s'exercer pour pouvoir innover plus facilement et dépasser les barrières que nous nous imposons inconsciemment. Dans cette partie j'aborderai les différentes méthodes créatives de base et certains freins à l'innovation.

2.1 Inertie psychologique et heuristique

L'inertie psychologique¹ est un frein à l'innovation et à la créativité. Nous sommes tous soumis à l'inertie psychologique par manque d'entraînement. Afin de pallier à cela tout au long du premier mois de stage, nous avons régulièrement effectué des petits tests et jeux afin d'exercer notre raisonnement et capacités à aborder un problème.

L'heuristique² est une méthode inconsciente utilisée, parfois à tort, pour nous simplifier la vie. Cependant bien utiliser cette méthode est une grande source de créativité. Afin de nous habituer à ce mode de pensée, nous avons étudié différentes listes de questions qui furent utilisées dans les siècles passés par des scientifiques se basant sur ce phénomène. Avec pour objectif de trouver des solutions à des problèmes concrets par associations d'idées de domaines complètement différents.

2.2 Synectique et analyse morphologique

A travers de nombreuses séances de créativité j'ai pu utiliser la synectique³ sur des cas concrets. L'approche par analogie permet d'apporter une nouvelle vision des choses. Ainsi, pour un cas pratique complexe où le brainstorming reste insuffisant, des solutions innovantes peuvent être trouvées.

¹ Voir Annexe 1

² Voir Annexe 2

³ Voir Annexe 1



Image 1 : Analogie naturelle
martin-pêcheur et Shinkansen

L'analyse morphologique⁴ est une des bases de la résolution de problème, elle est applicable en amont ou au cours de la résolution. Cette synthèse des solutions possibles permet facilement de déterminer les meilleures combinaisons suivant les conditions du problème.

J'ai pu appliquer l'analyse morphologique sur le cas pratique de maisons construites dans différents milieux (bord de mer du Nord, désert, en forêt proche d'une rivière...). Il devient vite important d'exploiter les différents atouts et matières premières présents sur le terrain dans son processus de réflexion. De même, la prise en compte des contraintes et variables propres au terrain permet de pondérer les solutions et sortir un scénario en particulier.

Une fois ces bases bien acquises grâce à de nombreux exercices, nous avons pu aborder les lois d'évolutions d'un système technique.

3 Evolution laws in technical system

Depuis plusieurs dizaines d'années, les outils et machines se sont complexifiés et représentent un ensemble d'éléments, dans la suite de ce rapport (et en accordance avec TRIZ) nous appellerons ceux-ci un **système ou système technique**. Ce système est composé de plusieurs sous-systèmes et éléments reliés entre eux et en interactions et il répond à un certain nombre de critères de développement. Dans cette partie nous évoquerons les différentes lois qui régissent le développement et l'évolution d'un système et les tâches qui en ont découlé durant mon stage.

3.1 Courbe en S

La courbe en S (S-Curve) est un outil qui permet de décrire l'évolution d'un produit suivant deux axes, l'un temporel et l'autre sur la performance du système, son efficacité.

Classiquement l'évolution d'un système est découpée suivant plusieurs périodes.

⁴ Voir Annexe 2

- I - Naissance du système ou de l'idée
- II - Développement
- III - Maturité
- IV - Mort

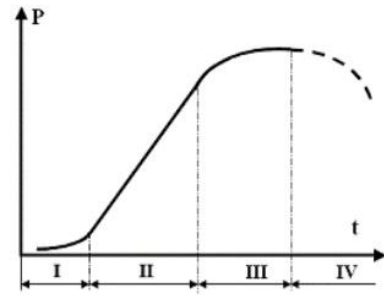


Image 2 : Courbe en S

Le premier stade correspond à la période de développement de l'idée, le système fonctionne mais présente encore des faiblesses. Le second stade est une période de développement rapide, le système évolue rapidement et gagne en performance. Le troisième stade correspond à l'optimisation du système : à la fin de celui-ci le processus et le système sont complètement aboutis. Et finalement le dernier stade : le produit finit son cycle de vie, soit il meurt car devenu obsolète, soit il démarre une nouvelle courbe en S suite à une nouvelle innovation.

3.2 Lois d'évolutions

La courbe en S est régie par 8 lois, ce sont les lois d'évolutions des systèmes techniques. Ces lois permettent de situer le système dans son cycle de vie et d'envisager des évolutions.

- Les trois lois statiques⁵
- Les trois lois cinématiques⁶
- Les deux lois dynamiques⁷

Une grande partie de notre travail s'est effectuée sur la courbe en S et les lois d'évolution.

J'ai dû ainsi travailler sur les courbe en S de l'hélicoptère (Car diverses innovations de rupture ont provoqué la scission de la courbe en S initiale : transport individuel, de groupe, militaire, bi-hélice, etc....) et sur la courbe en S des cartes à puces.

Nous avons par la suite travaillé sur une autre facette de la courbe en S, en l'appliquant au développement d'une société. Pour cela nous avons choisi la société Nokia car cette multinationale est sur la fin de sa courbe en S et sur le début d'une nouvelle suite à son rachat par Microsoft.

A travers cet exercice, nous avons pu faire apparaître que la courbe en S et les lois d'évolution sont des outils puissants, applicables aussi bien sur du technique que sur du commercial ou du procédural. Si l'objet étudié est bien positionné sur sa courbe en S, les lois d'évolution donnent des indices précieux sur la manière d'augmenter son idéalité.

⁵ Voir annexe 3

⁶ Voir annexe 4

⁷ Voir annexe 5

3.3 Surmonter les contradictions

Parallèlement aux lois d'évolution, j'ai appris à analyser un système à travers ses contradictions physiques et techniques. Nous avons pratiqué de nombreux exercices sur l'analyse substance-champs basés sur des cas pratiques (fuite dans une canalisation d'acide, simplification de processus, production de prothèses...). Et avons donc pu nous approprier les 40 principes de la matrice des contradictions.

4 Final Task – Utilisation d'ARIZ.

Après nous être appropriés les différentes méthodes de résolution de problème, nous avons pu les appliquer sur un cas concret en suivant l'algorithme de TRIZ (ARIZ) qui donne un ordre dans l'utilisation des différents outils.

Notre tâche finale répondait à la problématique suivante : « Trouver une solution non-explosive pour dégager les roches sous-marines lors de la construction d'une station hydroélectrique ».

Cette tâche nous a demandé de nombreuses recherches sur l'état de l'art et sur les contraintes exactes lors de la construction de ce type de station afin de poser notre cahier des charges. Une fois cela fait nous avons pu appliquer l'algorithme ARIZ et rechercher une solution innovante à ce problème.

Pour cela nous nous sommes basés sur différentes contradictions techniques à partir desquelles nous avons dégagé le principal conflit. Notre but était de conserver la puissance de l'explosion et son efficacité tout en éliminant le dégagement de chaleur et les ondes de chocs nuisibles à la solidité des sols.

L'utilisation des contradictions physiques, de la modélisation par les petits hommes et la matrice de contradictions nous a permis de dégager une solution.

Notre solution consiste donc à utiliser une bombonne de gaz CO_2 liquide. Une fois celle-ci insérée dans la roche une petite résistance chauffe le liquide pour le passer à son point critique (32°) et le faire repasser en état gazeux. La pression dégagée dans les microfissures de la roche permet un dégagement important d'énergie sans onde de choc ni chaleur. On peut ainsi nettoyer de grandes zones de roche sans la fragiliser.

5 Conclusion

J'ai beaucoup appris de cette mission, le sujet bien que très théorique correspondait parfaitement à mes attentes et à la filière que je veux suivre l'année prochaine. Les nombreux échanges avec le professeur Shamina m'ont permis de découvrir les multiples possibilités de l'innovation et pas seulement dans les domaines techniques mais aussi humains et commerciaux.

A travers cette dernière tâche il m'est apparu qu'un bon ingénieur en innovation se doit de posséder de multiples connaissances techniques et être capable d'apprendre rapidement dans les domaines qui lui font défaut. Cette expérience renforce mon attirance pour cette filière et ma motivation à acquérir de nombreuses connaissances et techniques.

Un chauffage très particulier

1 Introduction

La Russie a hérité son système de chauffage de l'URSS. Historiquement collectives, ces installations posent aujourd'hui de nombreuses interrogations tant, sur les pertes énergétiques qu'elles entraînent, que sur la pertinence d'une infrastructure collective dans un monde d'économie de marché. On peut donc se poser la question suivante : **La Russie gagne-t-elle à conserver ses infrastructures de chauffage datant de l'URSS ?**

Dans cette partie je vais dans un premier temps rappeler l'environnement lié au problème, puis je détaillerai les infrastructures de chauffage et ses conséquences pour la Russie.

2 L'hiver en Russie

Avec ses 17 millions de km² et ses 9 fuseaux horaires, la Russie présente de nombreux climats différents. Cependant elle est principalement connue pour ses rigoureux hivers, de 5 à 8 mois suivant la région. Ceux-ci sont particulièrement froids de par la topographie du pays. Constitué majoritairement de grandes plaines ouvertes sur le nord, la Russie est balayée par des vents froids venus de l'océan arctique. De plus, ceinturée à l'Est et au Sud par l'Altai, les températures glaciales restent bloquées sur la majorité du pays durant tout l'hiver. Avec des températures moyennes de -8° à -43° pour les régions les plus reculées, il n'est pas rare de voir s'afficher -25° dans la capitale durant les mois les plus froids. Dans ces conditions climatiques extrêmes, il est évident que le chauffage n'est pas un luxe mais une nécessité vitale pour tous les habitants russes.

3 Des infrastructures collectives

3.1 Une infrastructure vieillissante

A partir des années 20, l'URSS se dote d'un système de chauffage à eau chaude, grande avancée vers le collectivisme celui-ci représente à l'époque un grand pas vers la modernité. Cependant bientôt 100 ans plus tard ce système n'a pas évolué et présente aujourd'hui de grandes lacunes.

Constitué de **gigantesques chaudières à gaz naturelle**, le chauffage collectif russe achemine de la chaleur à des millions de personnes pendant les 8 mois de l'année où il est activé. De fin septembre à fin mai les fourneaux sont allumés dans les centrales de production de chaleur un peu partout en Russie.

Le début du régime communiste n'était pas propice aux grandes études sur l'économie d'énergie, il en résulte aujourd'hui une infrastructure à faible rendement énergétique. Par exemple, les tuyaux dans lesquels transite la chaleur sont 2.64 fois plus gros que ceux de Copenhague, entraînant **de 2 à 10% de déperditions** de chaleurs lors du transport de l'eau chaude.

Les problèmes de ces infrastructures sont bien connus par l'administration russe. Mais pour la seule capitale, 150 000 kms de tuyaux acheminent la chaleur aux moscovites, leur remplacement se pose donc comme un véritable casse-tête logistique et économique pour l'état.

3.2 Un chauffage imposé

Ici le consommateur n'a pas son mot à dire, il n'a accès ni à l'allumage du chauffage, ni au réglage de son thermostat. Tout se gère à distance, les températures sont fixées pour des quartiers entiers, et cela qu'importe l'écart d'isolation entre les différents logements.

Ainsi tout au long de l'année, avec **un thermostat bloqué sur 30°**, les russes vont se déplacer chez eux en short, chemise et robe légère malgré les températures négatives extérieures. Si ce système semble attractif au premier regard il présente cependant de nombreux problèmes, et cela même en mettant de côté la dépense énergétique démesurée.

La Russie, comme beaucoup d'autres pays, présente de grands écarts de revenus entre les différentes tranches de la population. Ces écarts se retrouvent aussi dans la qualité d'isolation des différents logements. Ici le fait de chauffer à 30° est essentiel dans les habitations pauvres et peu isolées afin de résister aux rigueurs de l'hiver. Cependant puisque la température est la même partout, des habitations bien plus récentes et mieux conçues se retrouvent surchauffées. Il n'est donc pas rare de voir en hiver de nombreuses fenêtres ouvertes sur l'extérieur pour réguler la température du logement.

	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Population ayant un revenu inférieur au MV en % de la population totale	33,5	22,4	24,8	22	20,7	23,3	28,3	29	27,5	24,6	20,3	17,6	17,7	15,3	13,4	13,4	13,2

Source : Situation sociale et niveau de vie de la population de Russie, Bureau statistique d'Etat (Rosstat), Moscou, 2010.

Image 3 – Pourcentage de la population sous le minimum vital de revenu.

Le surchauffage des habitations pose aussi un problème de par les changements brusques de température qu'il provoque, lors de l'entrée et de la sortie des bâtiments. L'obligation de se couvrir chaudement pour résister au froid hivernal, se couple à celle de pouvoir facilement se débarrasser de ses vêtements chauds une fois entré dans un bâtiment. Ces changements peuvent être mal vécus par des personnes fragiles ou peu habituées et provoquent régulièrement des rhumes ou des pertes de conscience.

Aujourd'hui encore la mentalité russe reste confinée à cette surchauffe des ménages. La seule concession faite à ce système se retrouve lors de la construction de bâtiments neufs et parfaitement isolés. En effet, bien que construits suivant la même architecture que les logements plus anciens, ce qui exclut tout passage à un système de compteur individuel, les nouveaux immeubles de la capitale s'équipent d'un compteur particulier, non plus relié au quartier, mais juste partagé entre les habitants de l'immeuble. Cette simple concession montre bien que les mentalités russes ne sont pas encore ouvertes à un changement de leur système de chauffage.

4 Une perte de confort

S'il est bien un confort que les civilisations occidentales se voient mal abandonner aujourd'hui, c'est l'eau chaude au robinet. Cependant, chaque année, pendant 2 à 4 semaines, 175 millions de russes se voient privés de celui-ci. En effet les conduites d'eau chaude ne servent pas qu'au chauffage mais aussi à acheminer l'eau au robinet d'eau chaude ! Or quelques semaines après la coupure estivale du chauffage il est temps pour la compagnie de gestion russe de vérifier l'état de ses tuyaux après l'hiver.

L'infrastructure vieillissante dont je vous parlais plus tôt ne facilite pas cette tâche et il est nécessaire de couper l'eau à des quartiers entiers afin de travailler sur les canalisations. Les russes peuvent trouver sur internet, en mairie ou même dans le journal la période où le précieux liquide leur sera interdit d'accès. Afin de pallier à cette perte de confort, certains des russes les plus aisés investissent dans des chauffe-eaux électriques d'appoint qui ne servent que pendant la coupure annuelle.

Afin de me rendre compte par moi-même si cette tendance était réellement répandue j'ai interrogé 30 étudiants russes de Tomsk sur la présence ou non d'un chauffe-eau d'appoint dans leur résidence étudiante ou chez leurs parents. Il apparaît que 13% d'entre eux en possède un, et que presque la moitié envisage d'en acheter un une fois autonomes, preuve s'il en est besoin, que la coupure d'eau chaude annuelle est une expérience que les russes ne sont pas empressés à conserver.

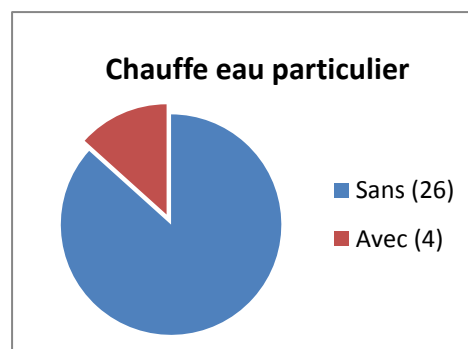


Image 4 – Enquête sur la présence d'un chauffe-eau d'appoint auprès d'un échantillon d'étudiants russes.

Afin de mieux comprendre les raisons de cette coupure je vais m'attarder sur la méthode employée pour tester l'état des canalisations. Les canalisations ne sont pas épargnées par le frimât hivernal, et il est vital de vérifier la présence de fuite ou de fragilisation durant la période estivale. En cas d'accident durant l'hiver ce sont des quartiers entiers qui sont condamnés à subir des températures négatives dans leur logement. De manière à éviter cela, les autorités coupent des pans entiers de canalisation afin de les faire refroidir, puis injectent de l'eau et éjectent l'air présent. Une fois la canalisation remplie et refroidie, il ne reste plus qu'à augmenter artificiellement la pression de 25% puis d'observer à l'aide d'instruments de mesure s'il y a perte de pression à certains endroits de la conduite, ce qui indiquerait une fissure dans celle-ci.

A Kiev qui a hérité du même système de chauffage que la Russie, c'est **1167 dégâts qui ont été réparés durant l'été 2013**. Autant de raisons en moins de s'inquiéter pour les habitants durant l'hiver.

Si ces coupures d'eau scandalisent de nombreux russes, certains s'attachent à y voir une leçon de vie, dans un monde où l'homme est de plus en plus dépendant de son confort, ce petit rappel annuel que rien n'est acquis dans la vie permet d'aborder sa journée d'une toute autre manière. Et c'est ainsi que nous l'avons approché lorsque nous avons nous même vécu cette expérience durant notre stage.

Cependant la Mairie de Moscou ne partage pas cette philosophie et s'attache malgré les difficultés à réduire au maximum ces coupures d'eau. Ainsi, selon un communiqué de la compagnie énergétique unifiée de Moscou (MOEK), il est rappelé que la durée des coupures dans la capitale est passée de 21 à 14 jours en 2010, et à 10 jours en 2011 et qu'il est possible d'espérer voir ces coupures disparaître d'ici 4 à 5 ans... du moins dans la capitale !

5 Conclusion

Le système de chauffage collectif coûte cher à la Russie et sa modernisation permettrait des économies et réduirait son impact environnemental. Si ce système présente de nombreux inconvénients, il offre aussi une chance à la population pauvre russe de se chauffer en hiver à un tarif accessible. De plus, les difficultés logistiques d'un tel changement à l'échelle du pays sont un véritable challenge pour l'Etat. Mais dans un monde où chacun est centré sur lui-même, l'Etat russe envisage de plus en plus de mettre en œuvre ces changements dans son système de chauffage comme a su le faire Riga ces dernières années.

Cependant dans un pays où les températures en hiver sont mortelles, la nécessité d'un chauffage accessible à tous bloque-t-elle toute tentative de modernisation ?

Conclusion

Entre différences culturelles et barrière du langage, ce stage de trois mois a pu parfois prendre des airs un peu épiques. Cependant si la Russie, tout comme ses habitants, est à première vue difficile d'approche, ce n'est qu'une façade liée à sa culture et derrière les regards froids se cache un peuple accueillant et chaleureux. Cette expérience à l'international a été enrichissante sur tous les plans, vivre et étudier à l'étranger permet d'élargir son champ de vision, ce qui me paraît à l'issue de ce stage essentiel en innovation.

Les connaissances théoriques et techniques acquises durant ces 3 mois à l'étranger m'ont permis d'enrichir les bases dispensées par les professeurs d'innovation au cours de la première année du cycle ingénieur et j'ai hâte de continuer sur cette voie dans les deux années à venir.

Les découvertes faites sur la culture russe m'ont quant à elles rappelé de toujours chercher plus loin que les apparences et les idées préconçues. Le problème de chauffage russe n'est pas un simple problème logistique et technique mais présente des enjeux humains, économiques et politiques ancrés en profondeur dans la culture russe.

Afin de poursuivre l'aventure russe, vous pouvez nous retrouver Maxime et moi sur le blog tenu pendant notre séjour en Russie : <http://internshiptomsk.wix.com/tomsk2014>

Bibliographie

Article de périodique

P. Camena d'Almeida. Les saisons dans le climat de la Russie d'Europe. *Annales de Géographie.*, 1920, t.29 n°160, p. 280-300.

Sites Web

RIANOVOSTI. [En ligne]. Hugo Natowicz, 15/06/2012 [consulté le 15 juin 2014]. Disponible sur : <http://fr.ria.ru/tribune/20120615/195044581.html>

Le Courrier de Russie. [En ligne]. Nina Fasciaux, 14/06/2011 [consulté le 20 juillet 2014]. Disponible sur : <http://www.lecourrierderussie.com/2011/06/quelle-efficacite-energetique/>

La Presse.CA. [En ligne]. Frédéric Lavoie, 08/10/2010 [consulté le 20 juillet 2014]. Disponible sur : <http://www.lapresse.ca/international/correspondants/201010/08/01-4330675-moscou-chauffe-a-la-sovietique.php>

Le Courrier de Russie. [En ligne]. Cyrielle Bon, 30/07/2013 [consulté le 20 juillet 2014]. Disponible sur : <http://www.lecourrierderussie.com/2013/07/vie-moscou-3/>

Le Monde diplomatique. [En ligne]. Régis Genté, 06/2014 [consulté le 20 juillet 2014]. Disponible sur : <http://www.monde-diplomatique.fr/2014/06/GENTE/50501>

Le Courrier de Russie. [En ligne]. Inna Doulkina, 26/09/2013 [consulté le 20 juillet 2014]. Disponible sur : <http://www.lecourrierderussie.com/2013/09/efficacite-energetique-russes/>

TPU. [En ligne]. Olga Shamina, 2013 [consulté le 01 mai 2014]. Disponible sur : http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/s/SHOB/study/disc3/Tab/%D0%98%D0%9A_%D0%A8%D0%90%D0%9C%D0%98%D0%9D%D0%90_Inventive%20Problem%20Solving_.pdf

Blogspot.be. [En ligne]. Yves Guillou, 2010 [consulté le 15 mai 2014]. Disponible sur : <http://triz-experience.blogspot.be/>

ANNEXE 1 – Premières méthodes créatives

A1 – 1 : L'inertie psychologique

L'inertie psychologique est un des premiers freins à la créativité, tout comme l'inertie physique qui pousse un système à préserver un état stable, cette inertie va pousser le solutionneur à privilégier les cheminements familiers et de moindre effort. Si l'inertie psychologique a un intérêt dans la résolution de problème routinier où elle favorise l'efficacité, elle est cependant une gêne dans la résolution de problèmes plus complexes.

Il faut de l'entraînement pour contrer les effets de l'inertie psychologique, de nombreux jeux et exercices de raisonnement nous rendent vite conscient des limites qu'on s'impose inconsciemment et nous permettent de petit à petit les dépasser.

A1 - 2 Brainstorming et synectique

Le brainstorming (remue-méninge) et la synectique sont deux méthodes développées pour la créativité de groupe. Le premier, outil indispensable de la créativité, est presque toujours utilisé au début d'une séance de créativité.

La synectique est une méthode plus complète incorporant le brainstorming, celle-ci se définit comme la combinaison de divers éléments apparemment hétérogènes. Partant du postulat que la créativité est la même dans les sciences et dans les arts, la synectique fait appel à différentes analogies pour résoudre des problèmes.

Il existe 5 types d'analogies : *l'analogie directe*, *l'analogie personnelle*, *l'analogie naturelle*, *l'analogie fantastique* et *l'analogie paradoxale*.

Ainsi pour un problème concret on cherchera 5 analogies différentes pour dégager des pistes de résolution. L'analogie personnelle est la plus puissante des cinq, il faut s'identifier à un objet ou système du problème et chercher à en comprendre la position par rapport au problème. Ici c'est la compréhension du système qui ouvre des pistes à la créativité.

L'analogie paradoxale est quant à elle la plus difficile à effectuer sans entraînement. Elle consiste à utiliser un oxymore et décrire en deux mots qui s'opposent la situation problématique.

ANNEXE 2 – Premières méthodes créatives (suite)

A2 – 1 : L'heuristique

L'heuristique est un phénomène utilisé dans l'innovation depuis le 3^{ème} siècle. Classiquement ce terme désigne les opérations mentales automatiques, intuitives et rapides. Le cerveau les utilise afin de simplifier nos raisonnements et associations d'idées. Dans le raisonnement créatif ce sont bien les associations d'idées qu'on cherche à développer, autrement appelées « pensées associatives ». La facilité à créer et à innover est directement liée à la facilité de notre cerveau à associer différents éléments qui au premier abord ne présentent aucun lien.

A2 – 2 : Analyse morphologique

L'analyse morphologique voit son premier prototype apparaître au XIII^{ème} siècle, l'Arc magna (Grand art). Cette machine permettait de référencer toutes les connaissances sur un sujet afin d'étayer une thèse. C'est ce principe qui fut repris dans l'analyse morphologique moderne. Réalisable en amont ou au cours du processus d'innovation, cette analyse revient à décomposer le système puis à lister toutes les combinaisons possibles à partir des différentes possibilités de chaque sous-système.

Présenté sous la forme d'un tableau il présente les multiples sous-systèmes possibles, pondéré d'un poids relatif à leur efficacité. Il est ensuite aisé de prévoir les meilleurs scénarios possibles.

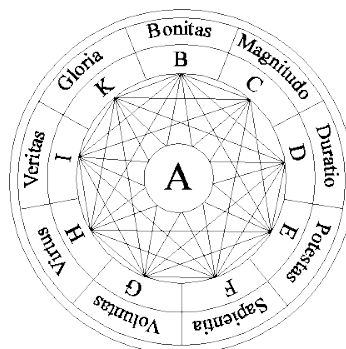


Image annexe 1 : Arc Magna ou Lullian Circle

ANNEXE 3 – LES LOIS STATIQUES

Il existe trois lois statiques, ce sont les trois lois du début de la courbe en S, tout système s'il veut pouvoir évoluer doit répondre à ces lois.

Loi 1 : Intégralité des parties d'un système technique.

Cette première loi permet de définir les conditions nécessaires et suffisantes à l'apparition d'un nouveau système. Le système doit être composé de 4 sous-systèmes : moteur, transmissions, travail et contrôle, afin d'exercer une fonction principale utile sur un objet.

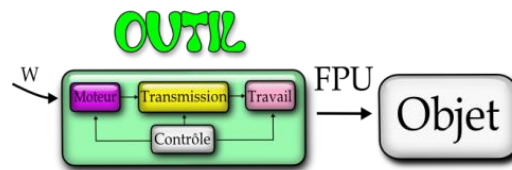


Image 3 : Système technique
d'après la loi numéro 1

Loi 2 : Conductibilité énergétique du système.

On a défini dans la première loi les différents sous-systèmes, dans celle-ci il est question de leur interconnexion et de la circulation de l'énergie dans le système technique. On cherche à optimiser l'énergie consommée durant l'exécution de la fonction principale utile.

Loi 3 : Coordination du rythme des parties.

Pour que le système soit le plus efficace possible, il faut que les différents sous-systèmes soient coordonnés. Ici on peut jouer sur les interfaces, les temps de travail et de repos et l'adaptation des fréquences.

Par exemple, en faisant fonctionner un marteau piqueur proche de la fréquence propre du matériau à casser on augmente son efficacité.

ANNEXE 4 – LES LOIS CINEMATIQUES

Loi 4 : Augmentation du niveau d'idéalité.

Cette loi est très importante et doit être envisagée en tout point de la courbe en S. Cependant elle sera principalement étudiée dans le deuxième et troisième stade de celle-ci. L'idéalité peut être caractérisée par la formule suivante :

$$\text{Idéalité} = \frac{\text{Somme des performances}}{\text{Somme des dépenses}}$$

Cette loi peut s'appliquer à travers deux axes (dépendant de la maturité du système). Soit une amélioration des performances du système, sans coût supplémentaire, soit une conservation du niveau de performance et réduction des coûts.

De même elle peut aussi prendre deux formes. Soit une augmentation de l'idéalité par ajout de fonctions supplémentaires (**complexification**), soit une augmentation de l'idéalité par réduction des fonctions néfastes ou inutiles (**simplification**).

La complexification aura plutôt lieu dans la première partie de la courbe en S, alors que la simplification se trouvera dans la seconde partie.

Loi 5 : Développement inégal des parties du système.

On s'intéresse ici aux composants du système, cette loi part du postulat qu'il est inutile de tout optimiser mais qu'il vaut mieux se concentrer sur le goulot d'étranglement d'un processus. On cherche ici le maillon faible du système pour le faire évoluer. Chaque sous-système suivant sa propre courbe en S, il est parfois nécessaire de recourir à des innovations de rupture quand celui-ci arrive au bout de ses capacités de développement.

Loi 6 : Transition vers le super-système.

L'environnement d'un système est composé de ses sous-systèmes qui le composent, et du super-système dans lequel il évolue. Au cours de son évolution le système est amené à être intégré au super-système et à en devenir un sous-système.

La loi 6 est placée sur la fin de la courbe, juste avant une transition vers un autre niveau (super-système). C'est le principe du schéma multi-écrans dans lequel évolue la courbe en S.

Par exemple le GPS, à l'origine système simple, s'est vu intégré aujourd'hui dans un super-système « Téléphone augmenté ». Aujourd'hui sous-système, sa courbe en S a pris un nouveau départ, un niveau de système plus haut.

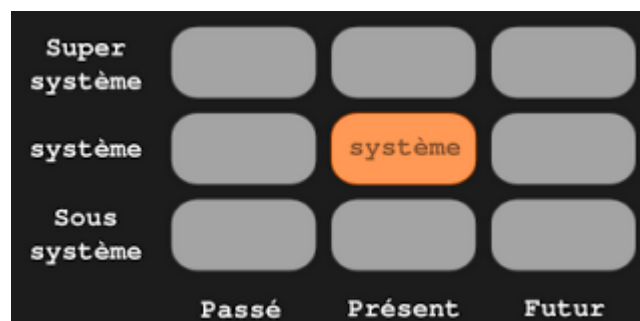


Image 4 : Schéma multi-écrans

ANNEXE 5 – LES LOIS DYNAMIQUES

Loi 7 : Transition vers le micro niveau.

La transition du macro au micro niveau est une des principales tendances de développement modernes. Cette loi prépare le système à un saut de génération et ne vise pas seulement la miniaturisation du système mais une action au niveau micro.

En transitant vers le micro-niveau, le système finit par être contrôlé par des effets chimiques, physiques, et cela au plus petit niveau de la matière possible.

Loi 8 : Dynamisation des systèmes.

Afin d'augmenter leurs efficacités, les systèmes tendent à devenir de plus en plus dynamiques. Le mètre par exemple passe par les étapes rigide, pliant puis à ruban. Il a gagné en dynamisme en même temps qu'il gagnait en idéalité.

Par la suite à l'aide de la loi 7 on transite vers « mètre laser » qui passe le système au micro niveau. On cherchera toujours à dynamiser la partie effectuant une fonction principale utile, généralement celle en contact avec l'objet.

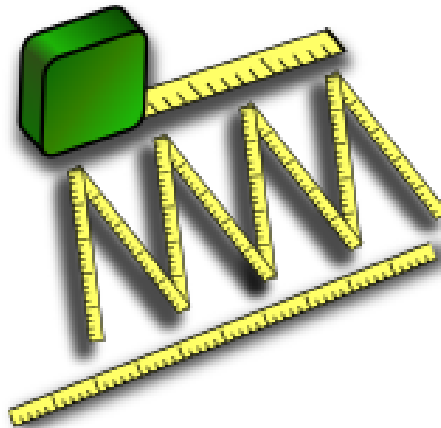


Image 5 : Evolution du mètre

RÉSUMÉ

La Sibérie est une région de la Russie qui véhicule beaucoup de stéréotypes chez les européens. Bien que loin de la capitale, cette région est source d'innovation et de mouvement grâce à ses grands pôles universitaires. A Tomsk des centaines d'enseignants transmettent la passion de l'innovation aux futures générations. La résolution de problème est une science que les Russes ont su s'approprier et transformer en art.

Forte de ses deux saisons typiques, la Sibérie possède deux visages, froide et sauvage en hiver elle est propice au travail et aux soirées près du feu, elle devient chaude et accueillante en été lorsque la nature reverdit et que le paysage change complètement de visage.

mots-clés : Lois d'évolution, TRIZ, chauffage collectif, coupure d'eau chaude.

ABSTRACT

Siberia is a region of Russia that carries a lot of stereotyping among European. While far from the capital, this region is a source of innovation and movement thanks to the large academic centres. In Tomsk hundreds of teachers pass on the innovation passion to future generations. Problem solving is a science that Russian was able to appropriate and transform into an art.

With its two typical seasons, Siberia has two faces, wild and cold in winter it is favorable to work and spend evenings near the fire, it becomes warm and welcoming in summer when nature explodes and the landscape changes completely.

keywords: Evolution laws, TRIZ, central heating, hot water cut.

RESUMEN

Siberia es una región de Rusia, que lleva un montón de estereotipos entre Europea, mientras lejos de la capital, esta región es una fuente de innovación y de movimientos gracias a los grandes centros académicos. En Tomsk cientos de maestros transmiten la pasión de innovación para las generaciones futuras. La resolución de problemas es una ciencia que Rusia fue capaz de apropiarse y transformar en un arte.

Con sus dos temporadas típicas, Siberia tiene dos caras, salvaje y fría en invierno que es propicio para el trabajo y pasar las noches cerca del fuego, se vuelve cálido y acogedor en verano, cuando explota la naturaleza y cambia el paisaje completamente.

Palabras clave: Leyes de la evolución, TRIZ, calefacción central, corte de agua caliente.