



# PEPI

**Plan d'Expérience pour la  
Performance Innovante,  
un outil pour l'industrie**

**Réalisé par :**

Camila ARAUJO DA SILVA

camila.ap.araujo@gmail.com

**Encadré par :**

**Suiveur Entreprise :**

Mme. Sophie BRUNEL, Responsable du  
groupe de développement de la qualité

**Suiveur UTC :**

M. Gilbert FARGES, Responsable du Master  
QPO

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je souhaite remercier les collaborateurs de l'entreprise qui m'ont accueilli pendant ces quelques mois dans le cadre de mon stage de fin d'études de Master Spécialité « Qualité et Performance dans les Organisations » car c'était une période importante de mon parcours professionnel qui m'a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences.

J'adresse des remerciements tout particulièrement à ma tutrice, Ingénieure Qualité, ainsi que son supérieur, Manager Qualité, pour leurs contributions tout au long du projet, leur investissement et le partage de leurs connaissances.

Mes remerciements vont également à toute l'équipe pédagogique du master QPO de l'UTC pour la qualité de leur formation et en particulier **M. Gilbert FARGES** pour son aide, ses conseils et sa disponibilité à mon égard.

## RESUME

Ce mémoire d'intelligence méthodologique a été élaboré avec le but d'apporter aux lecteurs et à l'industrie un support pour les projets basés sur un plan d'expérience et sur la prise de décisions. Dans l'objectif de gagner en efficacité et en rapidité pour fournir des produits et services conformes à la réglementation et besoins clients, une stratégie gagnante a été conçue avec le but de faciliter le travail des personnes impliqués. PEPI, Plan d'Expérience pour la Performance Innovante est applicable à plusieurs secteurs de l'industrie et elle peut être utilisée tout au long des projets.

D'abord, vous trouverez dans l'avant-propos des conseils à appliquer préalablement à la démarche PEPI. Ensuite, les enjeux qui peuvent impacter les projets sont détaillés conformément aux directives de la méthode. Les étapes de PEPI **P**roblématiser, **E**xpérimenter, **P**rioriser et **I**nnover sont expliqués. S'en suit un exemple applicatif, commun dans l'industrie et relatif à mon projet de stage, développé afin de démontrer l'efficacité de PEPI.

**Mots-clés** : performer, innover, industrie, plan d'expérience, stratégie, prise de décisions, prioriser.

## ABSTRACT

This essay was written in order to bring to both the readers and industry a support for their projects based on a design of experiment (DOE) and on decision making. It aims at being more efficient and faster to provide products and services respecting the regulation and the clients' needs. A winning strategy was built to ease the job of the people involved in the projects. PEPI, method named after the French full-name, means design of experiment for an innovative performance, it can be applied to a wide range of industrial sectors and used all along the projects.

First, you will find in the foreword a piece of advice to be applied before starting PEPI. Then, the targets that may impact the projects are detailed and are compliant to the method's directives. PEPI's steps: Problematize, Experiment, Prioritize, Innovate are explained. Eventually it is followed by applicative example, common to the industry and related to my internship project, which develops the method so it can prove its efficiency.

**Keywords**: perform, innovate, industry, design of experiment, strategy, decision making, prioritize.

## TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS .....	2
RESUME .....	3
ABSTRACT .....	3
TABLE DES MATIERES .....	4
GLOSSAIRE .....	6
TABLE DES FIGURES .....	7
TABLE DES TABLEAUX.....	8
INTRODUCTION .....	9
Chapitre I : PEPI, une démarche stratégique gagnante .....	10
1 Approche méthodologique .....	11
1.1 La notion générale de plan d'expérience .....	12
1.1.1 Les normes de plan d'expériences et leur évolution historique .....	13
1.2 Avant-propos.....	14
1.2.1 La compréhension du marché industriel.....	14
1.2.2 La relation entre le client et l'entreprise.....	15
1.2.3 La bataille industrielle pour la performance .....	16
1.3 Les enjeux principaux à relever : Qualité, Productivité, Délais et Coût (QPDC).....	17
1.3.1 La Qualité (Q).....	17
1.3.2 La Productivité (P) .....	18
1.3.3 Les Délais (D) .....	19
1.3.4 Le Coût (C) .....	19
2 Déploiement de la méthode PEPI .....	20
2.1 Problématiser .....	20
2.1.1 Identifier la problématique : « 5 Pourquoi ».....	22
2.1.2 Cibler la problématique : QQOQCP .....	23
2.1.3 Analyser le contexte : SWOT .....	23
2.1.4 Identifier les facteurs influents : Ishikawa.....	24
2.1.5 Formaliser le sujet d'étude : SMART .....	24
2.1.6 Analyse de budget : outil PEPI.....	25
2.2 Expérimenter.....	26
2.3 Prioriser .....	27

2.4	Innovover .....	27
3	L'outil PEPI associé à la méthode .....	28
3.1	Information.....	29
3.2	Conseils.....	31
3.3	Problématiser .....	31
3.4	Analyser le budget.....	32
3.5	Expérimenter.....	33
3.6	Prioriser .....	33
3.7	Directives.....	34
3.8	Prise de décisions .....	35
3.9	Innovover .....	35
	Chapitre II : La mise en œuvre de PEPI.....	37
1	L'illustration de PEPI à travers d'une problématique concrète et commune dans l'industrie .....	38
2	Pourquoi choisir PEPI ?.....	38
2.1	Les directives de PEPI en mise en pratique .....	38
2.1.1	L'identification des enjeux QPDC .....	38
3	Application de la méthode PEPI avec l'outil support .....	40
3.1	Problématiser .....	40
3.1.1	Identifier la problématique .....	40
3.1.2	Cibler la problématique.....	41
3.1.3	Analyser le contexte : SWOT .....	41
3.1.4	Identifier les facteurs influents : Ishikawa.....	42
3.1.5	Formaliser le sujet d'étude : SMART .....	43
3.1.6	Analyser le budget.....	43
3.2	Expérimenter.....	43
3.3	Prioriser .....	43
3.4	Innovover .....	45
	CONCLUSION .....	46
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	47
	ANNEXES.....	50

## GLOSSAIRE

**PEPI** : Plan d'Expérience pour la Performance Innovante

**QPDC** : Qualité, Productivité, Délais et Coût

**DOE** : Design of experiment

**5S** : Supprimer, Situer les objets, Saleté à proscrire, Suivi des règles, Satisfaire

**6M** : Machine, Main-d'œuvre, Méthodes, Matières, Milieu, Mesures

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : La base de la méthodologie PEPI [source : auteure] .....	11
Figure 2 : L'actuation de PEPI dans la boucle du marché industriel [source : auteure].....	12
Figure 3 : L'évolution de normes de plan d'expériences [source : auteure] .....	13
Figure 4: Les forces qui garantissent le fonctionnement du marché industriel [source : auteure] .....	14
Figure 5 : Relation de l'offre et de la demande d'un produit sur le marché et formation de son prix [source : Dicionário Financeiro] .....	15
Figure 6 : La clé de la relation entre le client et l'entreprise [source : auteure].....	16
Figure 7 : La chaîne de la prise des décisions [source : Scielo] .....	17
Figure 8 : Les enjeux de la qualité dans PEPI [source : Nathalie Diaz] .....	18
Figure 9 : Les enjeux de la productivité PEPI [source : auteure].....	19
Figure 10 : Les étapes de PEPI [source : auteure] .....	20
Figure 11 : Comment synthétiser une problématique et formaliser une réflexion globale [source : auteure].....	21
Figure 12 : Schéma de comment appliquer les « 5 Pourquoi » [source : auteure].....	22
Figure 13 : Clarifier et structurer la problématique par QQQQCP [source : Comment Progresser] .....	23
Figure 14 : Le processus à mettre en œuvre pour innover [source : auteure] .....	28
Figure 15 : Aperçu de l'outil PEPI [source : auteure] .....	29
Figure 16 : Onglet d'introduction et d'information de l'outil PEPI [source : auteure].....	30
Figure 17 : Onglet de conseil de l'outil PEPI [source : auteure] .....	31
Figure 18 : Onglet de support à la problématisation de l'outil PEPI [source : auteure] .....	32
Figure 19 : Onglet de support à l'analyse de budget de l'outil PEPI [source : auteure].....	33
Figure 20 : Onglet de préparation à l'expérimentation de l'outil PEPI [source : auteure].....	33
Figure 21 : Onglet d'aide à la priorisation de l'outil PEPI [source : auteure] .....	34
Figure 22 : Onglet de résultat des directives de priorisation de l'outil PEPI [source : auteure] .....	34
Figure 23 : Onglet de support à la réalisation des actions de l'outil PEPI [source : auteure] .....	35
Figure 24 : Onglet relatif à l'étape d'innovation de l'outil PEPI [source : auteure].....	36
Figure 25 : Exemple avec l'étude de la relation entre l'effet et la cause qui contribuent à l'occurrence du problème [source : auteure] .....	42
Figure 26 : Exemple de résultat des réponses aux directives de l'outil PEPI pour l'étape prioriser [source : auteure].....	44
Figure 27 : Exemple de résultat général concernant l'étape de support à la décision pour la priorisation selon l'outil PEPI [source : auteure].....	45

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les enjeux de PEPI par rapport au QPDC [source : auteure] .....	17
Tableau 2 : Les enjeux de la productivité PEPI [source : auteure] .....	20
Tableau 3 : Exemple avec l'identification de la problématique commune entre les secteurs de l'industrie [source : auteure].....	41
Tableau 4 : Exemple avec le cadrage de la problématique à étudier [source : auteure].....	41
Tableau 5 : Exemple avec l'analyse du contexte global [source : auteure] .....	42

## INTRODUCTION

La définition des stratégies d'optimisation de la performance industrielle est dirigée principalement par les clients. Ils sont les pièces maitresses du marché car l'industrie travaille pour satisfaire leurs besoins et garantir la qualité perçue. Par conséquent, le marché industriel est dynamique et les enjeux centraux des fabricants sont de maximiser la qualité, la productivité, les délais ainsi que de minimiser le coût des produits et des services. Pour cela, des études statistiques permettent aux différents secteurs d'activité de maintenir et même d'améliorer leurs performances. A travers d'une réflexion, de l'analyse et de l'interprétation des résultats de données scientifiques, ces études peuvent être très efficace.

La création d'un nouvel outil permet de réunir les avantages des statistique et des éléments principaux de l'industrie afin d'offrir une stratégie profitable. PEPI, « Plan d'Expérience pour la Performance Innovante » est un outil basé sur un plan d'expérience qui permet l'interprétation de résultats expérimentaux de manière rapide et précise. Par contre, la différence entre la mise en œuvre d'un plan d'expérience et de PEPI, est que ce dernier permet d'aller plus loin dans la résolution du problème. En effet, le fait d'innover que ce soit pour un produit ou un service, est une étape très importante de la méthode et ceci doit être appliqué après l'analyse des résultats. De plus, la méthode PEPI est capable d'aider les entreprises lors de la prise de décisions, en améliorant les étapes de priorisation, mise en œuvre et contrôle de leurs actions.

Ce Mémoire d'Intelligence Méthodologique s'articule autour des missions de la démarche qualité avec comme but d'établir une stratégie industrielle pour répondre aux besoins des clients et avoir des systèmes toujours plus performants. La création d'un outil capable de réunir tous ces éléments dans une proposition facile, simple et flexible pour le marché industriel. Au travers de quatre étapes bien appliquées : **Problématiser**, **Expérimenter**, **Prioriser** et **Innover**, PEPI peut amener des résultats très satisfaisants. Pour le démontrer, la méthode est illustrée par une problématique concrète et commune aux sociétés de production.

## Chapitre I : PEPI, une démarche stratégique gagnante

*« Good order is the foundation of all good things »  
Edmund Burke, 1791*

## 1 Approche méthodologique

PEPI, le « Plan d'Expérience pour la Performance Innovante » est un outil stratégique gagnant. Basé d'abord sur l'interprétation de résultats expérimentaux puis sur l'innovation des processus de production. PEPI a été créé dans le but de proposer à l'industrie une façon flexible et différente de résoudre ses problèmes et d'aider les industries à prendre les décisions.

L'approche méthodologique est faite d'une façon généraliste car la méthode peut être utilisée par plusieurs secteurs de l'industrie. Elle apporte aux lecteurs les moyens pour obtenir le résultat voulu qui, sur le marché industriel, consiste à répondre aux attentes des clients et à garantir les bonnes relations.

En cela, l'outil statistique est essentiel pour la compréhension et la gestion des phénomènes complexes. C'est la science par laquelle les données issues des événements aléatoires sont recueillies, traitées et analysées. Le fait d'analyser les données permet de décrire les phénomènes étudiés, de faire des prévisions et prendre des décisions à leur sujet [1].

Les étapes telles que la définition de la problématique, l'identification des facteurs influents, la réalisation des tests et l'interprétation des résultats ne sont pas suffisant pour la méthode PEPI. De fait, innover après la conclusion d'une étude est très importante pour parvenir à un bon résultat et penser « libre » est une expression bien appliquée à cette méthode (Figure 1).

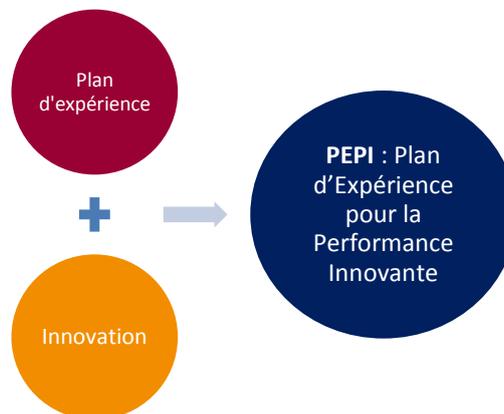


Figure 1 : La base de la méthodologie PEPI [source : auteure]

Comme les données étudiées peuvent être de toutes natures, PEPI peut être appliqué dans des secteurs aussi variés que la vente de produit ou service, le développement de produit, les ressources, les processus de réalisation et la logistique (Figure 2). S'il est bien utilisé, il peut apporter une amélioration considérable en relation à la performance attendue par les clients.

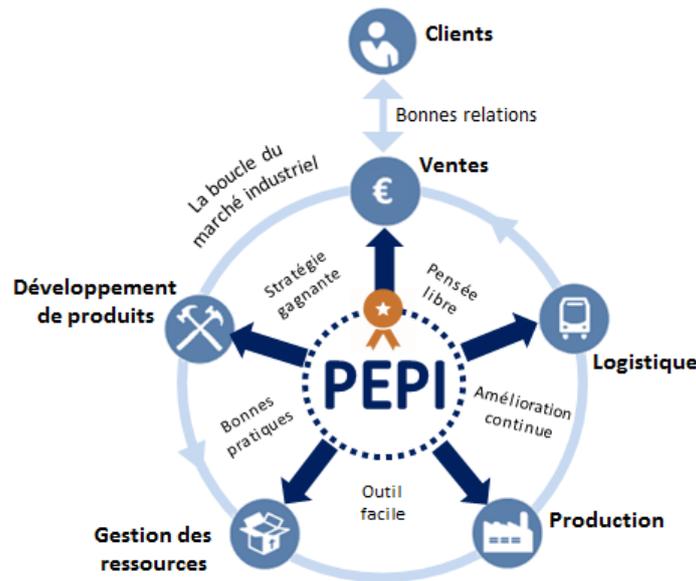


Figure 2 : L'actuation de PEPI dans la boucle du marché industriel [source : auteure]

### 1.1 La notion générale de plan d'expérience

Les procédés de production de l'industrie deviennent de plus en plus complexes car ils dépendent d'un grand nombre de facteurs difficiles à régler intuitivement [2]. Le plan d'expérience est la méthode idéale pour ce type de problématique parce qu'il permet d'optimiser la démarche en utilisant un maximum d'informations en un minimum d'expériences. L'optimisation dans le milieu industriel est très importante si elle concerne des points tels que le temps dédié au projet, la productivité, la qualité du produit et le coût.

Le vocabulaire utilisé au cours de l'application d'un plan d'expérience doit être spécifique. Les facteurs, par exemple, sont utilisés lors de la qualification des variables contrôlables et peuvent être facilement modifiés. Les facteurs quantitatifs sont exprimés par des valeurs numériques (pression, température, etc). Les facteurs qualitatifs ne sont pas exprimés par de valeurs numériques (couleurs, type de matériau, etc). Les facteurs peuvent avoir de l'influence les uns sur les autres et la phase d'expérimentation est le moment de tester des différents cas.

Il y a encore d'autres termes de vocabulaires qui sont utilisés lors d'un plan d'expérience. Les normes françaises et internationales ont été écrites sous forme de fascicules définissant les exigences applicables à un domaine, ainsi que les méthodes et les différents types de plans d'expériences applicables [3]. La connaissance de cette documentation normative avant d'appliquer une étude statistique facilite et optimise le démarrage du travail.

### 1.1.1 Les normes de plan d'expériences et leur évolution historique

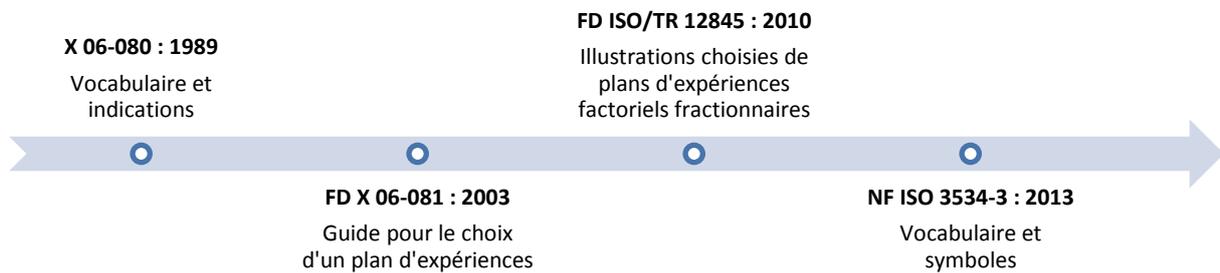


Figure 3 : L'évolution de normes de plan d'expériences [source : auteure]

La première norme française X 06-080 concernant les plans d'expériences a été publiée en 1989 [4]. C'est une norme courte de 25 pages applicable dans les domaines de la productivité des installations et des équipes ainsi que dans la qualité des informations et des produits. Elle permet de trouver des définitions des principaux termes de ce domaine, les différents types de modèles, les critères de qualité et les types de plan d'expériences. Les exemples sont simples et ils se limitent à la construction d'un plan factoriel complet où toutes les combinaisons des variables sont réalisées.

Quatorze ans plus tard, comme montre la (Figure 3) ci-dessus, la norme FD X 06-081 est parue pour guider les lecteurs à choisir le plan d'expériences qui mieux répond aux objectifs définis [5]. En raison du développement de méthodes capables d'offrir aux utilisateurs différentes manières de suivre un plan d'expériences, soit par des essais ou par des simulations numériques, il est apparu nécessaire de proposer aux utilisateurs un guide de choix. De plus, cette norme peut être utilisée par différents domaines de l'industrie : mécanique, chimie, électronique, agroalimentaire, etc. Le guide utilise des exemples académiques pour illustrer les différents paragraphes de ce fascicule de documentation.

Puis, la norme FD ISO/TR 12845 a été publiée en 2010, moment où la méthode dite Six Sigma a gagné du terrain dans les entreprises [6]. Elle recommande par sa démarche d'amélioration continue, l'application de plans factoriels fractionnaires à deux niveaux. La norme intitulée « illustrations choisies de plans d'expériences factoriels fractionnaires » donne des exemples concernant l'optimisation d'une émulsion de polymère et l'étude de formulations de mousse PVC. La norme en question est applicable à l'industrie où les universitaires, les ingénieurs et les responsables de production ou d'entreprise peuvent l'utiliser comme une source d'inspiration.

Finalement, la dernière norme concernant le plan d'expériences est parue en 2013 [7]. NF ISO 3534-3 définit un vocabulaire plus riche applicable au plan d'expériences. La première norme était elle aussi dédiée à la définition de vocabulaire, néanmoins, après une vingtaine d'années, de nouvelles

expressions et domaines d'application sont apparus. La mise en forme de la dernière version de la norme ISO 3534-3 est plus simple à appliquer car elle a été écrite en deux colonnes : l'une en langue anglaise et l'autre en langue française. Cette norme est une référence importante pour tous ceux qui ont besoin d'un dictionnaire cohérent et rigoureux des termes concernant les plans d'expériences.

## 1.2 Avant-propos

La méthode PEPI est une nouvelle proposition pour l'industrie afin de résoudre des problèmes. D'abord, PEPI propose aux utilisateurs de comprendre la démarche industrielle à travers les enjeux qui peuvent contribuer à faire perdre ou à gagner une entreprise. Ce n'est pas un prérequis, mais c'est une façon d'éviter des échecs avant, pendant et après l'utilisation de la méthodologie.

### 1.2.1 La compréhension du marché industriel

Le marché industriel est un secteur d'activité commercial où les vendeurs et les acheteurs concluent des relations d'affaires dans le but de réaliser des transactions, des accords ou des échanges [8]. Deux forces garantissent principalement le fonctionnement du marché : l'offre et la demande. La première fait référence à la quantité disponible d'un produit que les entreprises veulent ou peuvent vendre. Le deuxième est lié à la quantité de produit que les consommateurs veulent ou peuvent acquérir, c'est-à-dire la demande. En plus de ces deux forces une troisième peut influencer grandement sur leur équilibre : le contexte (Figure 4).

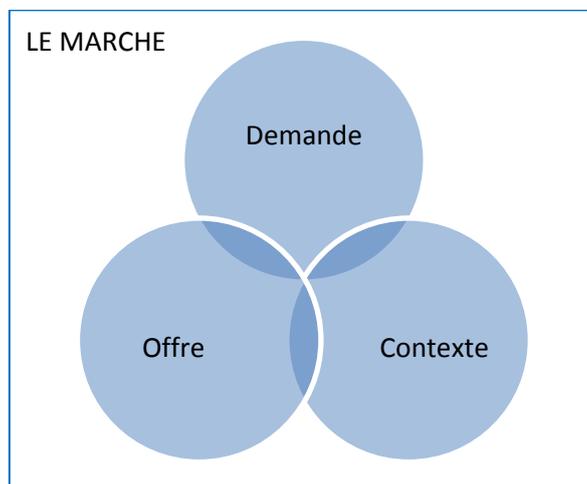


Figure 4: Les forces qui garantissent le fonctionnement du marché industriel [source : auteure]

La quantité des produits offerts est déterminée par les vendeurs et elle est influencée par le prix du marché, le coût de fabrication et la technologie. De l'autre côté, la demande est établie par les consommateurs qui, au moment d'acheter prennent entre autre en compte le prix, la performance, l'existence des produits similaires. En économie, la relation entre l'offre et la demande est

représenté par un graphique où il existe un seul point d'intersection entre les deux qui est le point d'équilibre (Figure 5) [9].

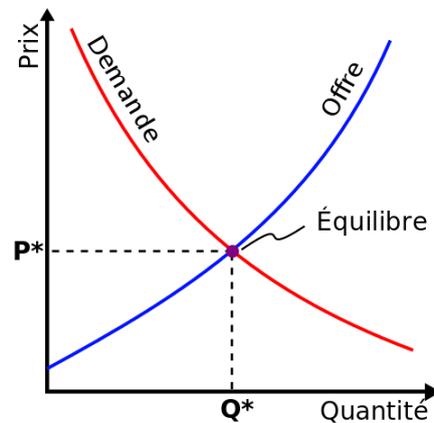


Figure 5 : Relation de l'offre et de la demande d'un produit sur le marché et formation de son prix [source : Dicionário Financeiro]

Pour que les entreprises puissent réussir dans le dynamisme et la concurrence du marché, elles cherchent à bien connaître et prendre en compte le développement de produits, la production, la vente et la logistique, ainsi que les stratégies nécessaires pour coordonner les activités. Le but de cette connaissance est de maximiser la valeur des produits pour les clients et d'obtenir un avantage concurrentiel durable.

### 1.2.2 La relation entre le client et l'entreprise

Construire une bonne relation entre le client et l'entreprise est la clé. Les clients doivent être connus, identifiés et soutenus. Pour que cela se produise, il faut savoir maintenir la communication, écouter les besoins et reconnaître leur fidélité. Aujourd'hui, cette proximité est l'une des pratiques les plus courantes dans les entreprises car le développement de la fidélisation des clients est lié à des avantages concurrentiels pour l'entreprise. C'est-à-dire que les entreprises peuvent avoir une importante réduction de coût en raison de faible taux de désabonnement et transformer les clients inactifs en actifs [10].

Le processus relationnel doit être initié par le choix du client, l'identification de ses besoins, la définition des services à fournir et la disponibilité d'employés motivés et qualifiés pour bien servir les clients. Avec l'aide des systèmes informatiques et de gestion, il est possible de croiser des informations telles que : les données économiques et financières, leurs profils et la fréquence d'achat des produits. Ces données servent ensuite à guider la prise de décisions. Le dialogue est l'un des principaux moyens de renforcer cette relation, le client aime être écouté et donner son avis, il est

donc nécessaire de créer un canal de communication direct, que ce soit par courriel, téléphone, site web (Figure 6).

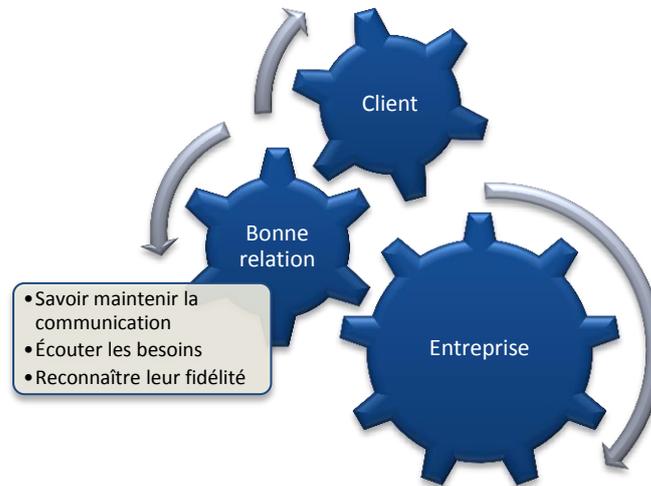


Figure 6 : La clé de la relation entre le client et l'entreprise [source : auteure]

### 1.2.3 La bataille industrielle pour la performance

Les clients exigent des produits de la meilleure qualité et les systèmes les plus performants, sophistiqués et complexes. Pour répondre à leurs besoins, le secteur de production industrielle bataille quotidiennement avec de nombreux facteurs qui affectent la qualité des produits et génère des coûts évitables comme par exemple l'adaptation aux nouvelles spécifications, le pilotage optimal de machines et la détermination des proportions. Pour une performance solide et durable, la prise de décisions, la gestion et les stratégies choisies sont les facteurs décisifs pour la permanence des entreprises dans le marché industriel.

Le travail dans le secteur de la production comporte quatre phases : la planification, l'exécution, le contrôle et l'action [11]. La planification est l'étape où les objectifs de production vont être transformés en spécifications et où les procédures nécessaires pour exécuter et contrôler la performance vont être définies. Dans les entreprises, les caractéristiques de l'organisation du travail sont définies lorsque le centre de décision établit les lignes directrices du processus de planification et de contrôle du travail.

Il est important de distinguer les deux types de décisions impliquées. D'abord, il y a des décisions qui peuvent être considérées comme stratégiques, puisqu'elles définissent les principes de base qui guident la structuration du processus de planification et de contrôle du travail lui-même. Ensuite, il faut prendre en considération les décisions opérationnelles, qui sont celles qui sont nécessaires au bon fonctionnement du processus, une fois qu'il a déjà été structuré. On pourrait dire que ce sont les

décisions qui interviennent dans le fonctionnement quotidien du processus. PEPI considère que le centre de décision est la personne ou le groupe de personnes, responsable(s) du premier type de décisions. En ce qui concerne le second type, le centre de décision peut également en assumer la responsabilité ou le déléguer à d'autres personnes ou départements (Figure 7).

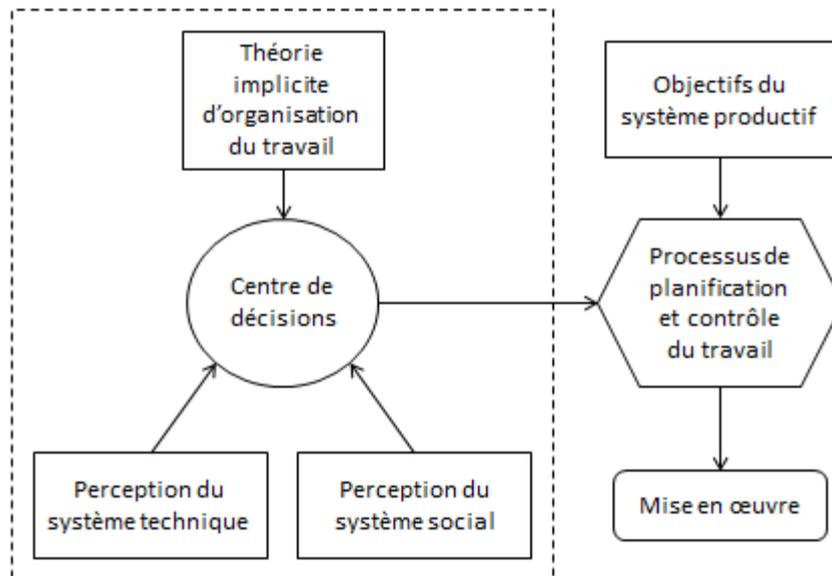


Figure 7 : La chaîne de la prise des décisions [source : Scielo]

### 1.3 Les enjeux principaux à relever : Qualité, Productivité, Délais et Coût (QPDC)

Dans un contexte de production, les enjeux pour l'amélioration de la performance industrielle sont composés par : la qualité, la productivité, les délais et le coût. Dans ce QPDC défini par PEPI chaque lettre porte des enjeux différents (Tableau 1).

Tableau 1 : Les enjeux de PEPI par rapport au QPDC [source : auteure]

QPDC : Quels sont les enjeux principaux pour améliorer la performance industrielle ?			
<b>QUALITÉ</b> satisfaction des clients	<b>PRODUCTIVITÉ</b> établissement d'une rentabilité durable	<b>DÉLAIS</b> adaptation aux exigences du marché	<b>COÛT</b> maintien de la compétitivité des entreprises

#### 1.3.1 La Qualité (Q)

La qualité consiste à offrir au client un produit ou service égal ou surpassant ses attentes. La satisfaction du client est déterminée par la performance perçue du produit ou du service comparé au niveau de ses attentes. Cela peut être mesuré sous forme d'enquêtes. Prendre connaissance et comprendre ce que le client « aime » ou « n'aime pas » est important car la satisfaction peut déterminer le comportement futur du client [12]. Le schéma ci-dessous (Figure 8) montre la relation

entre le client et l'entreprise par rapport à la qualité attendue, définie, réalisée et perçue. D'abord, la définition de chaque terme :

- Qualité attendue : niveau de qualité souhaité par le client / prestation de service ou produit délivré.
- Qualité définie ou voulue : niveau de qualité que l'entreprise veut atteindre pour ses produits.
- Qualité réalisée : niveau de qualité atteint par l'entreprise.
- Qualité perçue : niveau de qualité ressentie par le client.

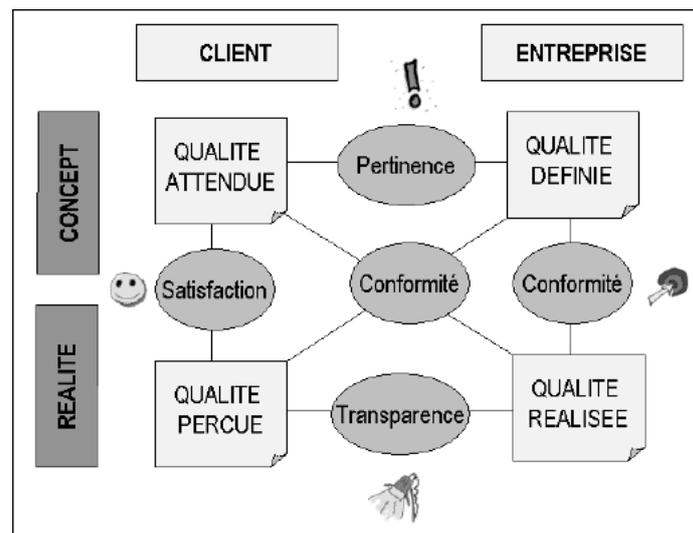


Figure 8 : Les enjeux de la qualité dans PEPI [source : Nathalie Diaz]

### 1.3.2 La Productivité (P)

La productivité est la quantité de richesses produites et les moyens utilisés pour la produire. On peut la calculer à partir de la mesure de l'efficacité du travail qui dépend de facteurs comme l'ambiance de travail (usine), la performance de machines et les informations de processus [13]. Cet enjeu est important car c'est sa progression qui permet l'enrichissement des entreprises et l'établissement d'une rentabilité durable (Figure 9).

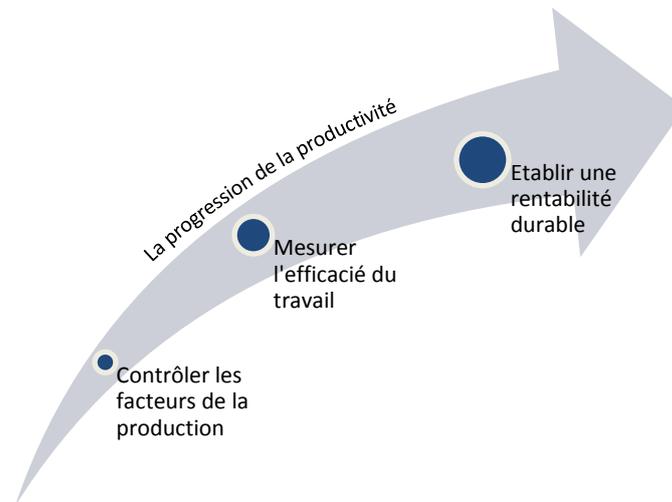


Figure 9 : Les enjeux de la productivité PEPI [source : auteure]

### 1.3.3 Les Délais (D)

Le délai est une période d'attente durant laquelle le temps est l'objet d'accord entre la demande et la réalisation d'une action. La livraison est le premier service à offrir aux clients et c'est aussi le meilleur moyen de se démarquer de la concurrence. A cause de clients qui veulent la livraison dans un court délai, de la production qui exige la réduction des stocks ou encore des commandes tardives, l'industrie a besoin de s'adapter afin d'éviter le retard. Pour respecter les délais, des actions simples peuvent être mise en place par les entreprises comme : vendre un délai réaliste, prévoir des scénarios de recours pour faire face aux imprévus, aux surcharges d'activité et contrôler les procédures internes à date limite de livraison [14].

### 1.3.4 Le Coût (C)

Les coûts correspondent à l'ensemble des charges supportées par l'entreprise pendant toute la durée du processus de production de biens ou services [15]. Il sert aussi à désigner les charges et frais supportés par une entreprise lors du processus de production d'un produit ou d'un service dédié à la vente. A la différence de ce dernier, le prix de vente couvre le coût et garantit le profit sur le produit ou le service tout en étant compétitif, accessible et attirant. Les entreprises capables de trouver l'équilibre entre les quatre enjeux principaux ont plus de chance de rester compétitives et d'améliorer leurs performances industrielles.

Afin de rester ainsi compétitives et de satisfaire aux exigences des clients, les sociétés visent les projets qui leur permettent de progresser dans ces quatre domaines. Le fait de penser de manière perpendiculaire dans le cadre de ces domaines peut créer une source de nouvelles idées entre les responsables des projets. Face à la menace des acteurs concurrents, les usines doivent atteindre des niveaux de performance optimaux.

Par rapport au QPDC, le Tableau 2 donne des réflexions et des actions générales à prendre en compte.

Tableau 2 : Les enjeux de la productivité PEPI [source : auteure]

LA MAÎTRISE QPDC (Qualité, Productivité, Délais et Coût)				
Une réflexion sur	Les produits/marchés	Maîtrise des processus et des procédés		Une action sur
	L'environnement technologique et concurrentiel	Productivité des moyens humains et matériels		
	Les ressources et savoir-faire	Optimisation du système d'informations		
	Les outils de pilotage	Adaptation et développement des compétences		

## 2 Déploiement de la méthode PEPI

Le Plan d'Expérience pour la Performance Innovante, PEPI, a été conduit grâce à un plan méthodologique d'étude statistique qui s'appuie sur l'identification des phénomènes à étudier et l'obtention de résultats expérimentaux. Afin de comprendre les directives de PEPI et les attentes du projet, il est nécessaire d'avoir une connaissance technique des secteurs d'application et une connaissance méthodologique. La méthode PEPI a été développée comme un support à ce deuxième besoin. Il s'articule autour de 4 étapes (Figure 10) qui présentent les avantages d'une stratégie simple associée à une facilité de mise en œuvre opérationnelle : Problématiser, Expérimenter, Prioriser et Innover (Annexe 1).



Figure 10 : Les étapes de PEPI [source : auteure]

### 2.1 Problématiser

La première chose à réaliser dans cette démarche est de formuler la problématique d'une façon pertinente. D'abord il convient de définir ce mot : une problématique est l'art, la science de poser les problèmes. C'est l'ensemble des questions et des problèmes concernant un domaine de connaissances ou une situation [16]. C'est-à-dire que si plusieurs interrogations sont applicables à la thématique d'étude, la problématique doit synthétiser ces interrogations pour formaliser une réflexion plus globale. Ci-dessous, trois manières différentes de caractériser la problématique sont décrites :

- Une bonne problématique doit être **simple, précise, concise et cohérente**. Il ne s'agit pas de faire une phrase de dix lignes. Les concepts doivent être clairement posés dans la problématique mais seront définis dans l'introduction.
- Une problématique pertinente doit être rédigée **sous forme de question fermée** (à laquelle on peut répondre par oui ou par non). En effet, le but de la problématique est de confirmer ou d'infirmer des hypothèses de recherche. Si on peut répondre oui ou non à la question posée, il sera plus simple d'y répondre et d'y apporter des nuances.
- Une bonne problématique doit être **originale sans être insolvable**. En effet, il faut trouver le juste milieu entre banalité, généralité et innovation, originalité.

Dans le contexte industriel, la problématique est généralement associée à l'amélioration d'un processus et/ou d'un produit, mais ça peut être aussi le cas d'autres sujets. En vue de cela, problématiser est un besoin et PEPI définit le mécanisme qui sert à passer d'un thème de recherche général à des hypothèses de travail précises. La Figure 11 montre les sous-étapes successives qui doivent être appliquées par des outils de la qualité, afin de synthétiser la problématique et progressivement délimiter le sujet d'étude.

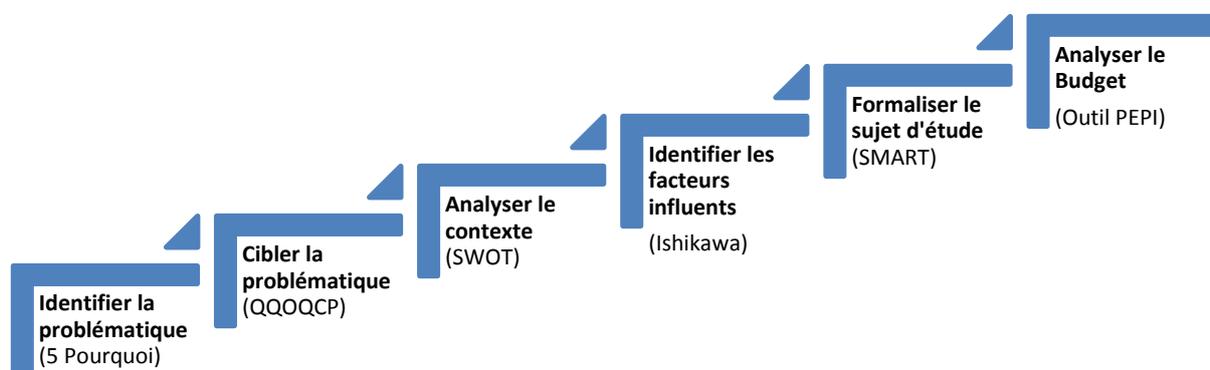


Figure 11 : Comment synthétiser une problématique et formaliser une réflexion globale [source : auteure]

L'étape de problématisation peut être conduite en s'appuyant sur le contexte, les objectifs, les facteurs évalués ; en tenant comptes des contraintes de faisabilité technique et des coûts. C'est le moment de définir clairement les résultats attendus. Il s'agit donc de savoir exactement ce sur quoi devra s'orienter l'amélioration finale. Cela passe notamment par une évaluation précise de la situation, ce qui permet d'identifier précisément les étapes de la boucle industrielle sur lesquelles les analyses devront se porter. Comme décrit plus haut, la boucle industrielle est composée de différentes étapes qui même si elles sont liées les unes aux autres, sont nécessairement traitées séparément pour agir le plus précisément possible. Lors de cette étape, il est intéressant d'évaluer le

gain que pourra apporter PEPI une fois arrivé à son terme. Cela passe donc par l'analyse de coûts. Idéal pour un chef de projet, de production, un ingénieur ou un dirigeant.

### 2.1.1 Identifier la problématique : « 5 Pourquoi »

La première chose à faire avec la méthode PEPI est d'identifier le problème réel car différentes questions peuvent être associées au même sujet. PEPI utilise les « 5 Pourquoi » car c'est un outil simple pour la résolution de problèmes. Un outil de la qualité aisément applicable à cette étape. Il est capable d'aider à identifier les causes fondamentales et, dans le même temps, il permet de découvrir le problème de fond. Son objectif est de poser plusieurs fois la question « Pourquoi » plus ou moins de 5 fois, cela dépend du problème. Le schéma ci-dessous (Figure 12) montre comment appliquer cet outil (Annexe 2).

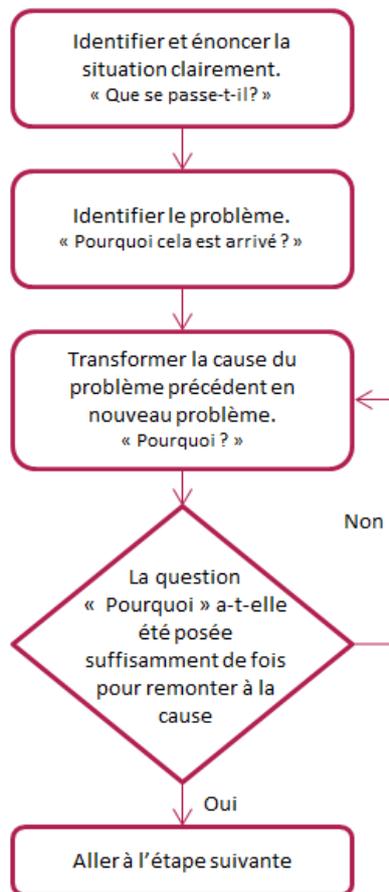


Figure 12 : Schéma de comment appliquer les « 5 Pourquoi » [source : auteure]

Bien que simple d'utilisation, la méthode « 5 Pourquoi » doit suivre elle aussi des bonnes pratiques telles que [17] :

- Déployer la méthode avec les personnes directement concernées par le problème afin d'identifier les véritables causes

- Rester factuel pour rapporter ce qui s'est passé
- Ne jamais travailler par déduction ou supposition sur ce qui s'est produit
- Se cantonner aux causes sur lesquelles il est possible d'avoir un contrôle

### 2.1.2 Cibler la problématique : QQQQCP

Après l'identification de la problématique, il est important de bien connaître les enjeux et d'encadrer le sujet d'étude. Appliquer cette méthode est un bon point de départ pour clarifier et structurer la situation quelle qu'elle soit. C'est le moment opportun aussi pour chercher les informations les plus pertinentes et, pour cela, il est nécessaire d'utiliser le bon vocabulaire. Au travers des questions ouvertes (Figure 13) [18], la réponse doit être développée, que ce soit sous forme de phrases courtes ou longues et elle doit être adéquate [19] (Annexe 3).

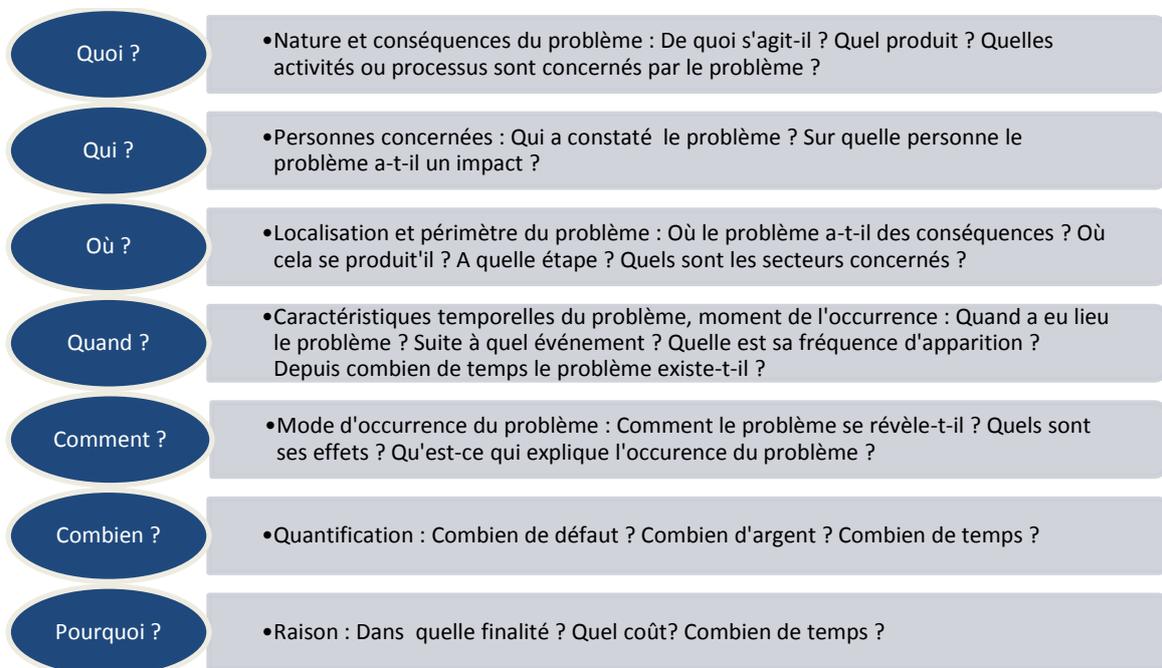


Figure 13 : Clarifier et structurer la problématique par QQQQCP [source : Comment Progresser]

### 2.1.3 Analyser le contexte : SWOT

Dès que le problème est connu et cerné, c'est l'heure d'analyser le contexte global et d'identifier les points forts, les points faibles et les risques. PEPI applique l'outil SWOT comme une planification stratégique où les contextes interne et externe sont caractérisés. Chaque lettre à une signification : **S**trengths pour Forces, **W**eaknesses pour Faibles, **O**pportunities pour Opportunités, **T**hreats pour Menaces (Annexe 4). Afin de bien appliquer cet outil, PEPI propose des bonnes pratiques :

- Distinguer les faits externes au problème des faits internes. Le premier est en lien aux opportunités et menaces, le deuxième est en lien aux forces et faiblesses.

- S'appuyer sur des faits et prioriser ceux qui ont le plus d'impact sur le processus en train d'être étudié et sur les décisions
- Préciser et chiffrer les données
- Faire le lien entre le SWOT et les directives de PEPI

#### **2.1.4 Identifier les facteurs influents : Ishikawa**

Très souvent, lors de l'étude d'un procédé, produit ou service, un ou plusieurs facteurs peuvent influencer l'objet de l'étude. Il est important d'identifier les variables utiles au travail. La réalisation d'audits, visites, recherches, analyses de rapport peuvent contribuer à faciliter l'identification. Une bonne connaissance du procédé étudié, aussi bien pratique que théorique, est importante pour la bonne réussite de l'étape.

Comme mentionné plus haut, différentes questions et problèmes sont associés et l'application d'Ishikawa (Annexe 5) peut aider à les classifier. C'est de manière générale l'étude de la relation de cause à effet qui contribue à l'apparition du problème. Ishikawa permet d'analyser les grandes catégories de causes pour parvenir à un effet particulier. Les catégories sont aussi connues comme les « 6M » car elles commencent toutes par la lettre M:

- Machine : équipement, technologie
- Main-d'œuvre : personnes, facteurs humain
- Méthodes : processus
- Matières : matière première
- Milieu : lieux de production, stockage
- Mesures : suivi de production, qualité

Une fois tous les facteurs et variations identifiés, il faut évaluer la faisabilité des analyses (interne, externe, temps, coût, compatibilité avec les attentes des clients, etc.). C'est le moment de faire une analyse de coût car celle-ci définira l'investissement à effectuer et permettra en comparant avec le gain mentionné plus haut d'évaluer la pertinence du PEPI.

#### **2.1.5 Formaliser le sujet d'étude : SMART**

Une fois que le problème est bien connu et délimité, il est possible de déterminer l'objectif en quelques lignes. L'outil qualité SMART est disponible pour aider à établir des objectifs mesurables et chiffrés. Chaque lettre a une signification comme décrit ci-dessous :

**Spécifique** : c'est-à-dire qu'un objectif doit décrire exactement ce qui est attendu. Si l'objectif est d'augmenter les ventes, le gestionnaire doit être explicite et dire qu'il veut augmenter les ventes de 20, 30 ou 40% sur une période de 6, 10, 12 mois par exemple. L'important est d'être extrêmement direct.

**Mesurable** : il est nécessaire de déterminer un indicateur qui contribuera à l'organisation pour atteindre l'objectif visé. Dans le cas d'une augmentation des ventes, l'indicateur principal serait la valeur de la facturation sur les 10 derniers mois pour les produits et services.

**Atteignable** : vouloir obtenir des résultats étonnants, c'est ce que tout le monde veut, mais il faut garder à l'esprit que les objectifs doivent être dans le domaine du possible. L'objectif de vente, par exemple, demande du temps et du dévouement. Réaliser une évolution à 100% en cinq mois peut être compliqué, impossible pour les équipes mais aussi pour l'entreprise.

**Relevant** : Correspond à pertinent, ce qui nous permet de comprendre que les objectifs doivent être pertinents pour l'organisation. Il n'est pas intéressant de créer des objectifs qui n'ont pas de sens et qui ne généreront pas d'évolution au sein de l'entreprise.

**Temporellement défini** : pour chaque objectif, il est nécessaire de déterminer le temps pour que celui-ci soit accompli. Fixer un objectif sans date limite n'a pas de sens et il ne sera pas considéré avec l'importance qu'il mérite. Pour cette raison, chaque fois qu'un objectif est défini, il faut y associer l'échéance.

### **2.1.6 Analyse de budget : outil PEPI**

Une bonne planification prend en compte l'analyse de budget afin de contrôler les opérations de l'entreprise. Quel que soit le secteur de l'industrie, cette analyse est importante. C'est une technique administrative qui permet de définir clairement les objectifs de l'entreprise à l'équipe de travail.

Les entreprises bien organisées connaissent l'importance et les avantages d'une bonne planification de leurs activités dans la poursuite de leurs objectifs. Les exigences du marché industriel sont de plus en plus restrictives par rapport à l'amélioration de leurs processus de planification, d'évaluation et de contrôle. Les entreprises ont besoins de prendre des décisions plus rapidement et de garantir la qualité de produits et services afin d'assurer la réalisation de leurs objectifs de continuité, d'expansion et de rentabilité.

Le budget est un outil précieux pour planifier et contrôler les opérations de l'entreprise, quel que soit son domaine d'activité, sa nature ou sa taille. Il établit, le plus précisément possible, la manière dont

les activités de l'entreprise sont censées se dérouler, généralement sur une période d'au moins un an, donnant une image très précise de la situation future. C'est à travers le budget que vous établissez des objectifs avec l'équipe, donnant ainsi une vision claire de ce que l'entreprise veut atteindre.

La pratique du budget des entreprises est l'une des techniques administratives largement utilisées par les grandes entreprises, nationales et multinationales.

Un véritable budget implique tous les employés de l'entreprise, en particulier les gestionnaires et les superviseurs, car ce sont eux qui vont le faire. Le budget consiste en une série de prévisions, qui seront basées sur ce qui devrait se produire dans chaque secteur et sur le marché en général, en tenant toujours compte des données historiques et des faits antérieurs ce qui permet une meilleure visibilité. Un budget d'entreprise complet inclut nécessairement les budgets spécifiques suivants:

- budget de vente ;
- budget de production ;
- budget des matières premières ;
- budget des coûts totaux ;
- budget général des dépenses ;
- budget d'investissement ;
- budget de trésorerie ;
- budget du résultat.

## 2.2 Expérimenter

Il est très important lors de cette étape de contrôler avec précision tout ce qui sera réalisé pour garantir un résultat en accord avec les attentes. Cette étape doit être planifiée en avance tout comme les expériences (quantité, variables, etc.).

Les échantillons sélectionnés doivent être représentatifs des productions quotidiennes, ce qui signifie qu'aucun soin ni traitement particulier ne peut leur être apporté lors de la fabrication. Néanmoins, une fois les échantillons sélectionnés, il est très important de leur apporter un traitement particulier pour n'influer ni positivement ni négativement sur les analyses de ces derniers.

Il y a deux phases d'expérimentation. La première est celle qui va permettre d'identifier les sources exactes du problème et de déterminer avec précision sur quels paramètres agir pour le corriger. La seconde est celle qui consiste à tester les solutions imaginées pour s'assurer de leur efficacité. Il est

important de renouveler cette phase autant de fois que nécessaire jusqu'à avoir la certitude du résultat.

### **2.3 Prioriser**

Des méthodes statistiques doivent être utilisées de façon à ce que les résultats soient le plus objectifs possible et ne puissent souffrir d'aucune contestation. L'analyse des valeurs obtenues permet ensuite de savoir sur quels facteurs agir et de quelle manière, pour améliorer la performance industrielle (réduction de coûts, qualité, ...)

Même si toutes les actions à engager par la suite sont importantes, il est nécessaire de déterminer celles qui sont de priorité 1, 2 et de rang suivant. En effet, tout ne pourra pas être mis en place en même temps, ne serait-ce que pour une question de temps, mais aussi parce que certaines actions ont des conséquences les unes sur les autres et qu'il est important de voir le résultat de l'une avant de commencer la suivante. De plus, en fonction de la criticité du défaut, la priorité peut être une solution temporaire permettant de continuer à produire, les solutions plus définitives ne sont déjà plus que des priorités 2.

### **2.4 Innover**

Il est évident que l'évolution industriel à un impact sur le nombre de problèmes dans l'industrie. Leur nombre et leur résolution augment chaque jour tout comme l'opportunité d'innover en développant de nouvelles solutions. Aussi, l'innovation est très importante car elle permet d'augmenter la performance en étant plus rapide, plus précise, plus performante, moins couteuse. C'est l'innovation qui est le moteur de l'amélioration à tous les niveaux de l'industrie.

Le processus d'innovation consiste dans le fait de découvrir, créer et développer des nouvelles idées. Ensuite, les idées doivent être affinées pour être utiles et utilisables afin de les transformer en profits, d'augmenter l'efficacité et de réduire les coûts. L'innovation peut être rendu difficile par l'ampleur et le nombre d'idées qui arrivent au départ de cette étape. Pour faciliter le processus, les idées peuvent être visualisées comme passant par un entonnoir. Celui-ci sert à transférer les idées du début du processus en innovation(s) finale(s).

L'innovation est un élément central de la stratégie qui peut être appliquée par les industries. PEPI utilise l'innovation afin d'optimiser le résultat obtenu après son application et garantir la possibilité de conquérir le marché industriel. Pour cela, il est nécessaire d'initier le processus d'innovation par une réflexion stratégique pour assurer que les idées finales soient complètement alignées avec la stratégie choisie au début.

La suite contient des conseils de PEPI pour la phase d'innovation à la fin du projet. Le processus d'innovation passe par beaucoup d'étapes mentales, aussi l'un des conseils clé est de penser librement, en dehors de la « boîte », et ne pas se limiter. Être créatif, ouvert d'esprit et chercher des sources d'inspirations qui peuvent aider à trouver les bonnes idées (Figure 14).

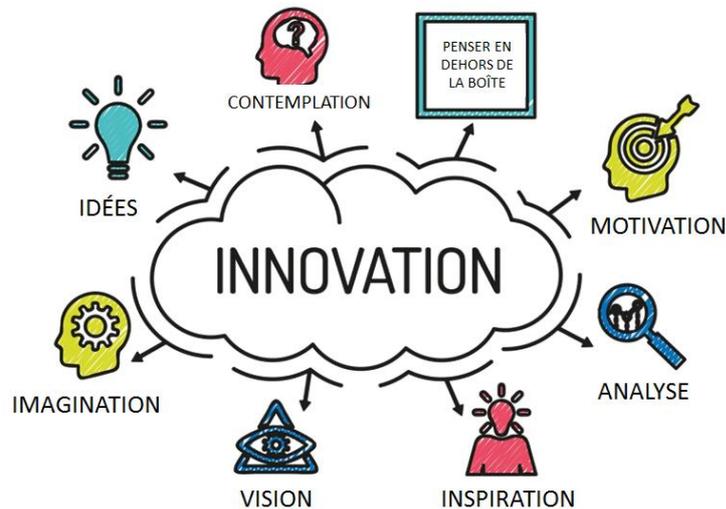


Figure 14 : Le processus à mettre en œuvre pour innover [source : auteure]

### 3 L'outil PEPI associé à la méthode

La méthode PEPI a été adaptée sous forme de programme Excel afin de proposer une manière facile et différente de mettre en évidence des paramètres significatifs pour l'évolution continue de la performance industriel. Il est destiné aux chefs de projets, de production, aux ingénieurs et aux dirigeants, afin d'offrir un support à la prise de décisions. Gratuit, il est simple d'utilisation et applicable à plusieurs secteurs industriels. Cet outil est aussi le tableau de bord pour suivre, commenter et préparer les étapes du projet.

Le développement de l'outil PEPI a été structuré sur la base d'une pensée libre. Lors de ce développement l'auteure a classé les idées et priorisé leurs applications. Cette étape a intégré la création d'un programme informatique, d'une marque et d'un logo. Il est composé de neuf parties comme le montre la figure ci-dessous (Figure 15).



Figure 15 : Aperçu de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.1 Information

Le premier onglet de l'outil PEPI a été nommé « Information » et c'est la page qui apparaît à l'ouverture du programme (Figure 16). Elle a été réalisée d'une façon stratégique et simple pour comprendre les composants, les objectifs et les différents onglets de l'outil. Un tableau qui montre la relation entre la priorité et l'importance des actions associés aux lignes directrices de PEPI est donné pour aider à l'interprétation des résultats.

Lignes directrices d'un plan d'expérience innovant applicable à plusieurs secteurs de l'industrie - PEPI - Plan d'Expérience pour la Performance Innovante, un outil pour l'industrie - LE CHOIX D'UNE STRATEGIE GAGANTE -	
	
<b>Attention :</b> Seules les cases blanches écrites en bleu peuvent être modifiées par l'utilisateur. Cela concerne toutes les parties de l'outil.	
<b>Etablissement :</b> Responsable d'appliquer PEPI : Contact du responsable : Projet Évalué :	<b>Nom de l'établissement / entreprise / service...</b> <b>NOM et Prénom du Responsable Qualité</b> Email : Tél : <b>Nom du Projet</b>
<b>TABLEAU DE PRÉSENTATION</b>	
<b>LETTRE AUX UTILISATEURS</b>	<b>DESCRIPTION DE PEPI</b>
<p><i>PEPI, Plan d'Expérience pour la Performance Innovante, vous propose une manière facile et différente de mettre en évidence des paramètres significatifs pour l'évolution continue de la performance industriel. Il vous est destiné à vous, les responsables de projets, les responsables de production, les ingénieurs, les dirigeants, afin de vous offrir un support à la prise de décisions. Gratuit, il est simple d'utilisation et applicable à plusieurs secteurs industriels.</i></p> <p>Cet outil est aussi votre tableau de bord pour suivre, commenter et préparer les étapes du projet. De plus, il augmentera votre visibilité afin de minimiser les incertitudes.</p> <p><b>L'outil est composé de quatre parties respectant l'évolution du projet.</b></p> <p>L'équipe <i>PEPI</i> vous souhaite un bon travail.</p> <p style="text-align: center;">- LE CHOIX D'UNE STRATEGIE GAGANTE -</p>	<p>PEPI est un outil sous format Excel constitué de neuf onglets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- INFORMATION : Explique l'objectif de l'outil et les critères d'évaluation</li> <li>- CONSEILS : Connaissances nécessaires pour appliquer PEPI</li> <li>- PROBLEMATISER : Tous les outils nécessaires pour identifier les éléments principaux de la problématique du projet</li> <li>- ANALYSE DE BUDGET : Analyser les budgets spécifiques du projet</li> <li>- EXPERIMENTER : Mettre en évidence les données importantes et essentielles concernant le projet à la réalisation du plan d'expérience</li> <li>- PRIORISER : Des directives par la prise de décision</li> <li>- DIRECTIVES : Vision global des résultats d'état des directives</li> <li>- PRISE DE DECISIONS : Résumé chiffré et détaillé des directives évaluées, ainsi que du plan d'action à mettre en œuvre</li> <li>- INNOVER : Des conseils de PEPI sont présentés, ainsi qu'un schéma afin d'illustrer le processus.</li> </ul> <div style="text-align: right;">   </div>

Figure 16 : Onglet d'introduction et d'information de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.2 Conseils

Cet onglet est dédié aux informations et connaissances nécessaires pour appliquer la méthode PEPI (Figure 17).

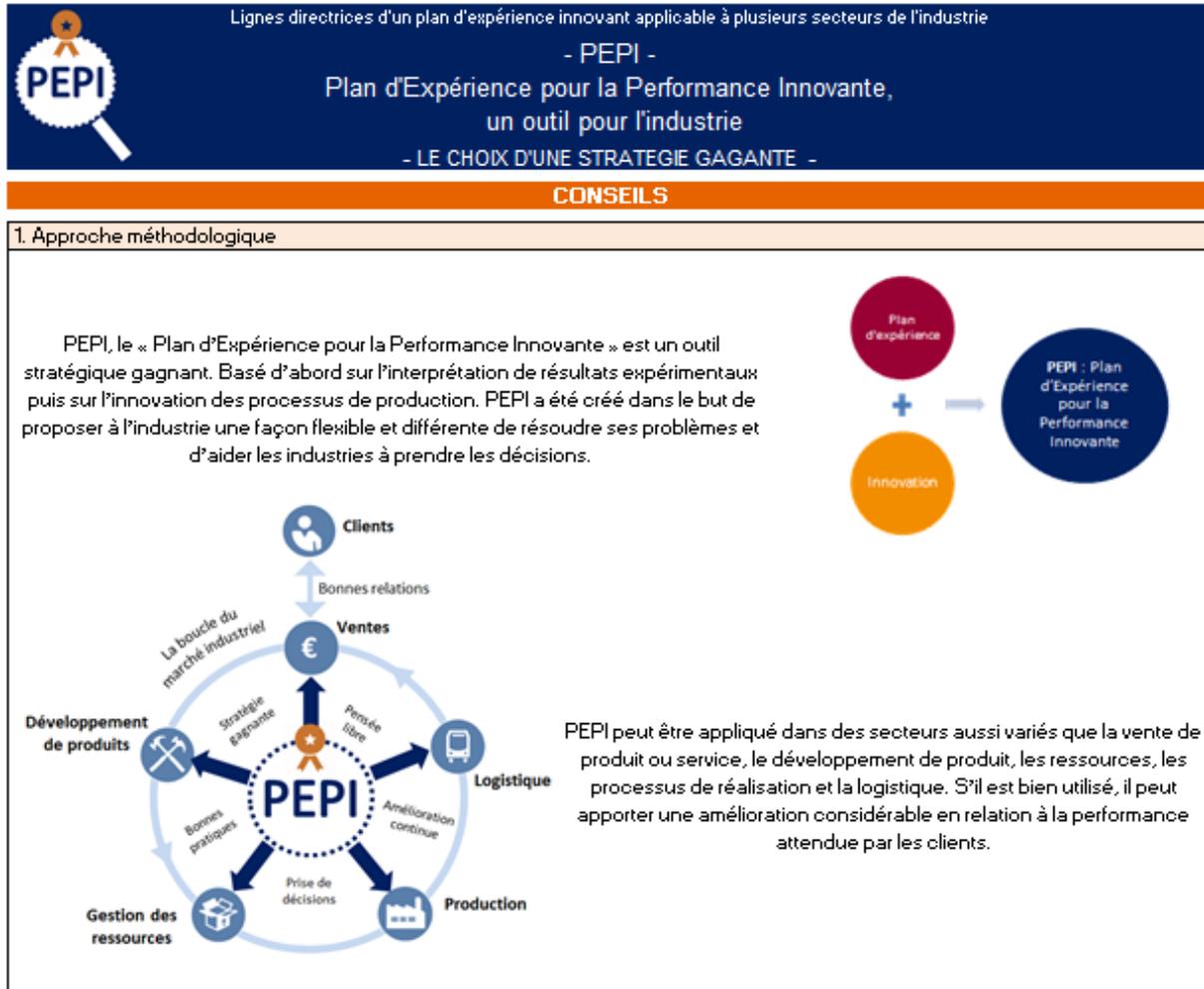


Figure 17 : Onglet de conseil de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.3 Problématiser

La méthode PEPI définit que l'étape problématiser doit être appliquée au début du projet d'un plan d'expérience innovant. Comme cette étape est constituée par plusieurs sous-étapes, cet onglet a été créé avec le but de proposer aux utilisateurs une mise en page simple et facile avec tous les outils nécessaires pour identifier les éléments principaux de la problématique (Figure 18).

PEPI - PEPI - Plan d'Expérience pour la Performance Innovante, un outil pour l'industrie		
Etablissement :	Nom de l'établissement / entreprise / service...	
Date d'application de problématiser :	Date	Signature du responsable du projet :
Responsable du projet :	NOM et Prénom	
	Tél : @ :	
L'équipe du projet :	Nom et Prénom des participants	

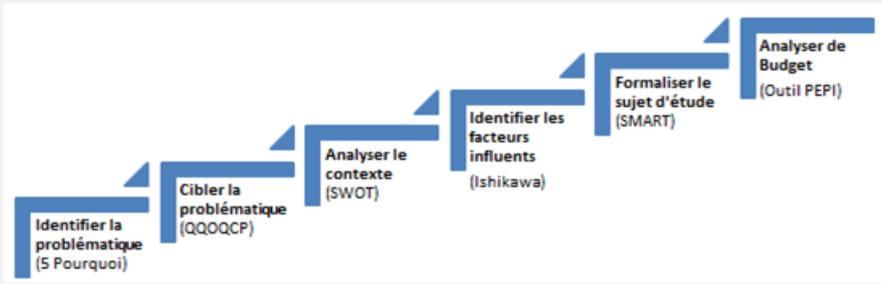
PROBLEMATISER	
<p>Avant-propos</p> <p>Appliquer les sous-étapes comme montre la figure ci-dessous.</p> 	

Figure 18 : Onglet de support à la problématisation de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.4 Analyser le budget

L'onglet « Analyser le budget » est indépendant, mais c'est une sous-étape de l'onglet « Problématiser » (Figure 19). Il était nécessaire de créer un onglet spécial pour plus de clarté car cette étape peut être appliquée avant, pendant et après le projet.

- PEPI - Plan d'Expérience pour la Performance Innovante, un outil pour l'industrie					
Etablissement :		Nom de l'établissement / entreprise / service...			
Date d'application de problématiser :		Date			
Responsable du projet :		NOM et Prénom			
L'équipe du projet :		Nom et Prénom des participants			
TABLEAU D'ANALYSE DE BUDGET TOUT AU LONG DU PROJET					
	Description	Quantité	Prix unitaire	Prix Total	Détails
PROBLEMATISER	Ex: budget de vente			- €	
	Ex: budget de production			- €	
	Ex: budget des matières premières			- €	
	Ex: budget des coûts totaux			- €	
	Ex: budget général des dépenses			- €	
	Ex: budget d'investissement			- €	
	Ex: budget de trésorerie			- €	
	Ex: budget du résultat			- €	
	SOUS TOTAL				- €
EXPERIMENTER	Ex: budget de vente			- €	
	Ex: budget de production			- €	
	Ex: budget des matières premières			- €	
	Ex: budget des coûts totaux			- €	
	Ex: budget général des dépenses			- €	
	Ex: budget d'investissement			- €	
	Ex: budget de trésorerie			- €	
	Ex: budget du résultat			- €	
	SOUS TOTAL				- €

Figure 19 : Onglet de support à l'analyse de budget de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.5 Expérimenter

L'onglet « Expérimenter » permet de mettre en évidence les données importantes (facteurs, contexte, valeurs, etc) et essentielles au projet et à la réalisation du plan d'expérience (Figure 20).

- PEPI - Plan d'Expérience pour la Performance Innovante, un outil pour l'industrie																			
Etablissement :		Nom de l'établissement / entreprise / service...																	
Date d'application de problématiser :		Date																	
Responsable du projet :		NOM et Prénom																	
L'équipe du projet :		Nom et Prénom des participants																	
N°	Dispositif étudié	Facteur(s) à évaluer	Information sur l'état	Origine	Analyse à réaliser	Tests croisés si nécessaire										Données essentielles			
						Test N°	Dispositif	Dispositif	Dispositif	Ex : Surface									
1	Dispositif 1					1													
2	Dispositif 2					2													
3	Dispositif 3					3													
4	Dispositif 4					4													
5	Dispositif 5					5													
6	Dispositif 6					6													
7	Dispositif 7					7													
8	Dispositif 8					8													
9	Dispositif 9					9													
10	Dispositif 10					10													

Figure 20 : Onglet de préparation à l'expérimentation de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.6 Prioriser

Onglet où se trouvent les directives pour analyser les actions à effectuer en fonction de leur importance. L'utilisateur peut ainsi vérifier le niveau de corrélation entre la priorité qu'il donne à l'action et l'importance de sa réalisation (Figure 21).

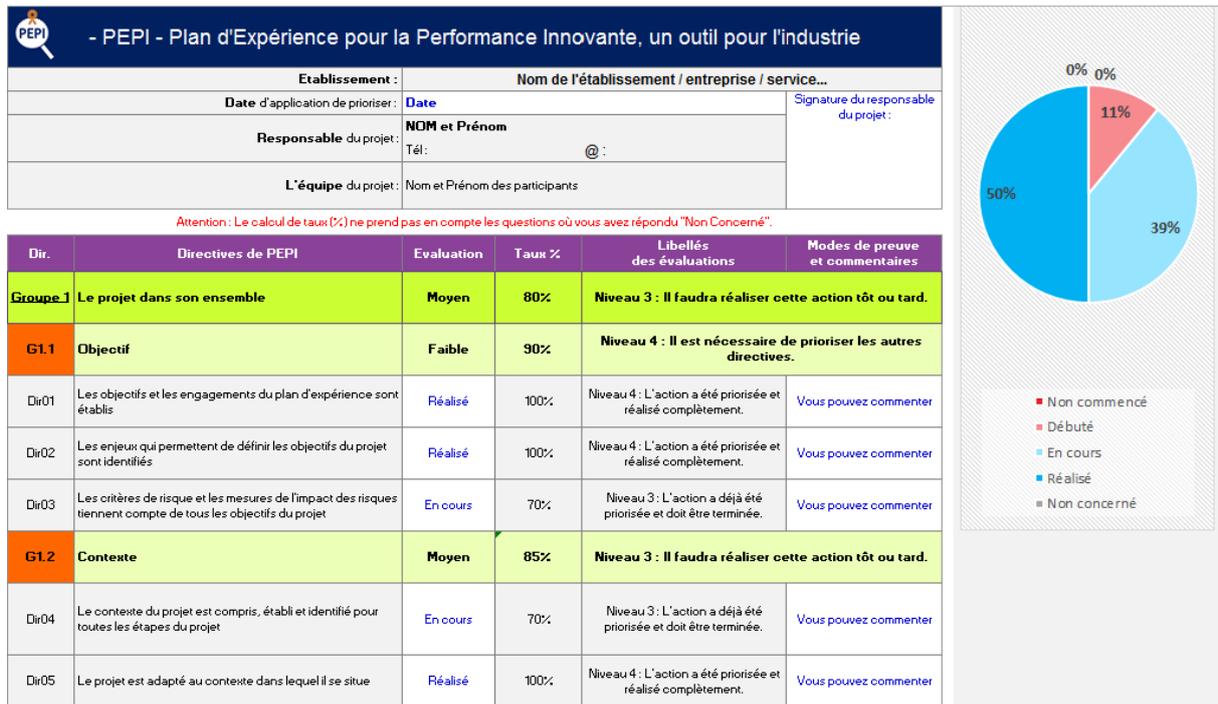


Figure 21 : Onglet d'aide à la priorisation de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.7 Directives

Vision globale des résultats de directives analysées sous forme de graphiques (Figure 22). Cet onglet, dédié à l'utilisateur, offre aussi un espace pour la planification des actions prioritaires.

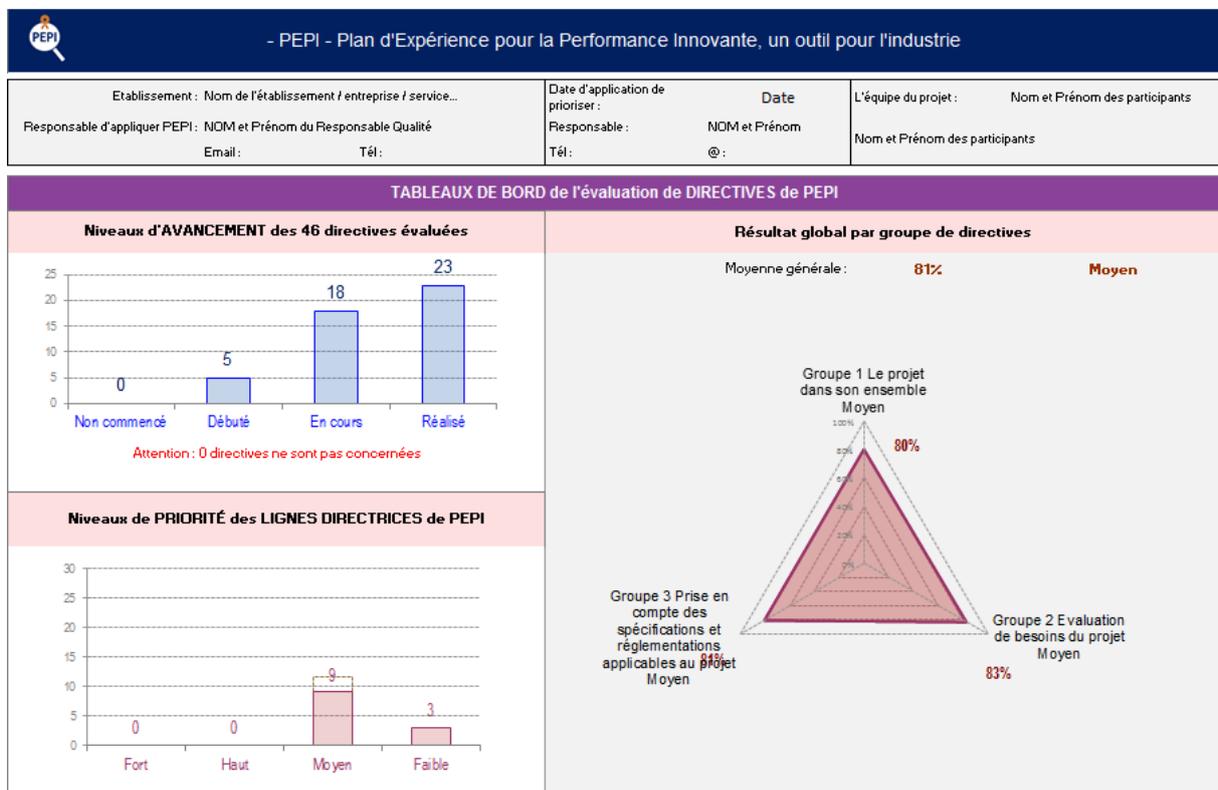


Figure 22 : Onglet de résultat des directives de priorisation de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.8 Prise de décisions

Résumé chiffré et détaillé des directives évaluées, ainsi que de la planification à mettre en œuvre. Cela permet de faciliter la prise de décisions (Figure 23).

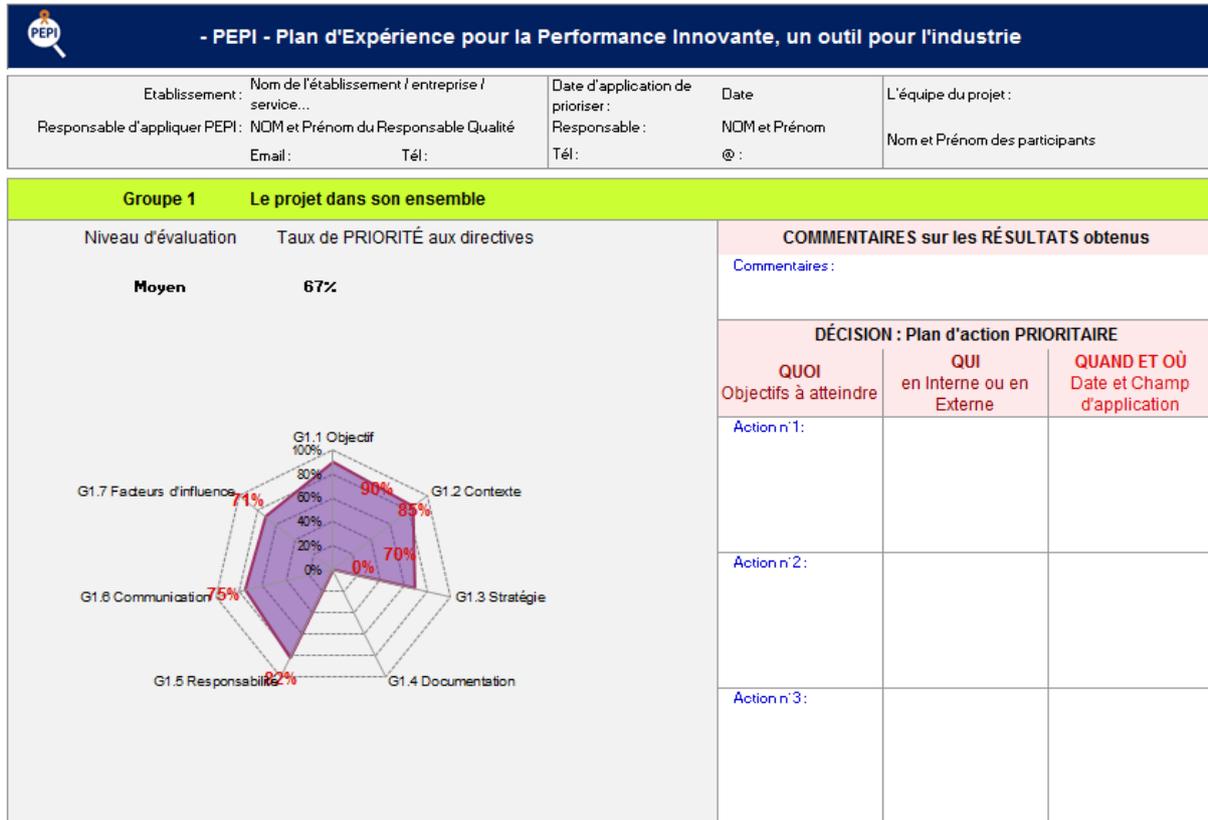


Figure 23 : Onglet de support à la réalisation des actions de l'outil PEPI [source : auteure]

### 3.9 Innover

Onglet dédié à la phase d'innovation où des conseils de PEPI sont présentés, ainsi qu'un schéma afin d'illustrer le processus (Figure 24).

PEPI - Plan d'Expérience pour la Performance Innovante, un outil pour l'industrie	
<b>Etablissement :</b>	<b>Nom de l'établissement / entreprise / service...</b>
<b>Date d'application d'innover :</b>	<b>Date</b>
<b>Responsable du projet :</b>	<b>NOM et Prénom</b> Tél : _____ @ : _____
<b>L'équipe du projet :</b>	Nom et Prénom des participants

**INNOVER**

The diagram features a central cloud labeled 'INNOVATION'. Eight arrows point towards this cloud from various icons and labels: a lightbulb for 'IDÉES', a head with a question mark for 'CONTEMPLATION', a box with 'PENSER EN DEHORS DE LA BOITE', a target for 'MOTIVATION', a magnifying glass for 'ANALYSE', a person with a lightbulb for 'INSPIRATION', an eye for 'VISION', and a gear for 'IMAGINATION'.

L'innovation est très importante car elle permet d'**augmenter la performance** en étant plus rapide, plus précise, plus performante, moins couteuse. C'est l'innovation qui est le **moteur** de l'amélioration à tous les niveaux de l'industrie.

Figure 24 : Onglet relatif à l'étape d'innovation de l'outil PEPI [source : auteure]

## Chapitre II : La mise en œuvre de PEPI

*« La plus importante raison de frustration et d'échecs dans les entreprises provient d'une réflexion insuffisante de la raison d'être de l'entreprise, de sa mission".  
Peter Drucker, 1973*

Le Chapitre II a pour but d'appliquer la méthode PEPI afin de démontrer les avantages de cette méthodologie quand elle est mise en œuvre. Dans cette optique, PEPI est illustrée dans le cadre d'une problématique concrète et commune aux sociétés de production : la propreté technique des produits et de l'espace de travail productif.

## **1 L'illustration de PEPI à travers d'une problématique concrète et commune dans l'industrie**

Les clients exigent des produits de la meilleure qualité possible et des systèmes les plus performants, sophistiqués et complexes. Toutefois, de nombreux facteurs affectent quotidiennement la qualité des produits et génèrent des coûts évitables. L'un de ces facteurs est la propreté technique des produits et de la production, ce qui à long terme peut avoir un effet significatif sur la durée de vie d'un produit.

Afin de mieux comprendre la problématique, il est bon d'appliquer les directives de PEPI et d'identifier les enjeux qui peuvent impacter l'étude. D'abord, la définition de la propreté technique : elle fait référence au niveau de propreté nécessaire pour que le système fonctionne normalement, sans interruption ni panne.

## **2 Pourquoi choisir PEPI ?**

PEPI est une méthode qui a été choisie car elle permet l'interprétation des résultats expérimentaux de façon rapide et précise. Comme les clients donnent toujours plus d'importance à la propreté du fait que ce facteur est critique pour la performance des produits, ce qui suit, concerne la mise en place d'un plan d'expérience visant à analyser l'état de propreté dans l'industrie. Le plan d'expérience est une technique utilisée pour définir quelles données, en quelle quantité et dans quelles conditions elles doivent être collectées au cours d'une expérience donnée en cherchant essentiellement à satisfaire deux objectifs majeurs : la plus grande précision et le coût le plus bas.

### **2.1 Les directives de PEPI en mise en pratique**

#### **2.1.1 L'identification des enjeux QPDC**

##### **2.1.1.1 La Qualité**

La propreté des systèmes industriels représente un enjeu majeur en termes de qualité. L'industrie a besoin d'établir une vraie stratégie afin de répondre aux attentes des clients et avoir des systèmes toujours plus performants. À mesure que les produits deviennent plus perfectionnés et que les tolérances diminuent, ils deviennent plus sensibles aux problèmes de propreté technique.

Traditionnellement, les sociétés de production ont toujours beaucoup travaillé avec les problèmes affectants la qualité ; la propreté étant identifiée comme un facteur influent sur cette dernière, elle devient à son tour une priorité.

Seules quelques industries considèrent la propreté comme un enjeu majeur pour la qualité. Ainsi, pour les services de santé, l'industrie alimentaire, l'automobile, l'aéronautique et dans la fabrication de l'électronique, la propreté est un passage absolument essentiel sur la voie de succès. Des phrases telles que «réduire et éviter les pannes au démarrage» sont très souvent répétées, car du fait de la difficulté à obtenir des périodes de garantie plus longues, elles expliquent les exigences en matière de propreté des composants. Les fournisseurs et les producteurs de systèmes complexes doivent satisfaire des normes de propreté technique strictes pour chacun de leurs produits et systèmes.

#### 2.1.1.2 La Productivité

Comme les pièces mécaniques et les systèmes de fluides deviennent plus sophistiqués et moins tolérants à la saleté, contrôler et mesurer leur propreté est devenu un élément crucial du processus de fabrication industrielle. De fait, les problèmes en rapport avec la propreté des systèmes mécaniques ont été toujours une réalité, mais, dès que la demande des clients pour la sécurité et le confort dans l'automobile est en croissance, la propreté en accord avec les normes (Annexe 6) se fait encore plus nécessaire afin d'assurer la qualité et la fiabilité des produits [20].

Actuellement, la plupart des responsables du dessin des composants, introduisent dans les spécifications un code de propreté ISO prenant en compte l'objectif de fonctionnement à atteindre. Pour répondre à ces exigences, les départements de production doivent à leur tour investir dans les usines et des machines et mettre en œuvre des actions appropriées (lavage, filtrage, nettoyage, test) qui doivent être développées sur la base de procédures solides et de directives internationales. En fonction des différentes cultures (usines dans de nombreux pays), le facteur humain prend une importance décisive quant à la qualité du résultat.

Il est aisé de savoir ce que chaque collaborateur doit faire pour contribuer à la propreté d'un système. Toutefois, la mise en pratique n'est pas toujours aussi évidente. Dans ce cas, les entreprises doivent se montrer créatives et innovantes dans la mise en place de plans d'actions pour parvenir aux résultats souhaités. Comme cela conduit parfois à un changement culturel il se peut que les collaborateurs ne trouvent pas leur compte dans ces changements. Si l'on prend en considération la ligne de production, c'est de leur propreté que viendra la propreté du produit final.

Il existe différentes méthodes permettant d'améliorer la qualité de l'espace de travail. La propreté est directement liée à ces méthodes ; le « 5S » par exemple. L'application de cette méthode vise à

l'amélioration de l'efficacité industrielle comme le décrivent très bien les 5 mots japonais qui le composent : rangement, ordre, nettoyage, propreté et éducation.

La propreté industrielle consiste en l'absence dans le système de particules (organiques ou inorganiques) extérieurs à celui-ci. A titre d'exemple : dans le cas d'un réservoir automobile, la présence de cheveux, de fibres textile est proscrite car elles peuvent s'introduire dans les zones d'étanchéité et conduire à des fuites. Cela constituerait un défaut grave et financièrement très onéreux. La définition des deux principes : « 5S » et propreté industrielle étant clairement énoncés, il apparaît évident que l'un ne va pas sans l'autre.

#### 2.1.1.3 Les Délais

Quand la propreté d'un produit n'est pas conforme aux attentes du client, les délais de production et de livraison peuvent être impactés. D'un point de vue propreté, il est des cas où les actions à engager sont obligatoires pour continuer la livraison d'un produit conforme. Aussi, dans ce cas, la mise en place de solutions est inévitable mais peut prendre un certain temps. Ce délai, nécessaire, doit être évalués car il impacte directement la production ainsi que la livraison et donc tous les clients en aval. Toute évolution de ce délai tant positif que négatif doit absolument être communiquée.

#### 2.1.1.4 Le Coût

Chaque pièce fabriquée est potentiellement contaminée et source de contamination. Les ingénieurs ont le rôle d'éliminer, ou tout du moins de réduire l'impact de cette contamination, mais les coûts pour la mise en œuvre de systèmes, la formation du personnel, l'équipement de laboratoire et l'analyse périodique représentent le principal obstacle à cet aspect industriel pourtant fondamental.

## 3 Application de la méthode PEPI avec l'outil support

La suite traitera exclusivement d'un exemple d'application.

### 3.1 Problématiser

#### 3.1.1 Identifier la problématique

La première chose à faire est la mise en œuvre des « 5 Pourquoi ». Au début de l'étude, PEPI a comme priorité l'identification du problème, c'est pourquoi la question « Pourquoi ? » a été appliqué 5 fois (Tableau 3). Les réponses aux questions ont été faites par le chef du projet car c'est la personne directement concernées par le problème. Ainsi, les bonnes pratiques ont été appliqués comme le fait de rapporter clairement ce qui s'est passé, sans jamais travailler par déduction ou supposition de ce qui s'est produit et de se cantonner aux causes sur lesquelles il est possible d'avoir un contrôle.

Tableau 3 : Exemple avec l'identification de la problématique commune entre les secteurs de l'industrie [source : auteure]

Que se passe-t-il ?

- Les clients ne sont pas satisfaits

Pourquoi ?

- La qualité de produit n'est pas conforme aux attentes

Pourquoi ?

- Les clients ont identifié des produits qui ne fonctionnent pas correctement

Pourquoi ?

- Il y a des particules contaminant dans les zones sensibles

Pourquoi ?

- Les lignes de fabrication sont contaminées par ces particules

Pourquoi ?

- Le niveau de propreté de la production n'est pas suffisant

### 3.1.2 Cibler la problématique

Pour cadrer la problématique, l'outil QQQCP a été appliqué lui aussi au début du projet. Il permet de délimiter les bornes du projet, ainsi que d'en définir l'objectif principal (données de sortie). A chaque réponses correspondent des données chiffres mais qui pour raisons évidentes ne peuvent pas être divulguées (Tableau 4).

Tableau 4 : Exemple avec le cadrage de la problématique à étudier [source : auteure]

<b>DONNE D'ENTREE</b>	Pourquoi le niveau de propreté de la production n'est pas suffisant ?
QUOI	Le niveau de propreté des produits ne répondent pas aux spécifications clients
QUAND	Depuis que la sévérité des clients par rapport à ce critère a augmenté
OU	Sur les produits, les lignes des fabrications, dans le stockage et le transport
QUI	Fournisseurs et entreprises
COMMENT	Les particules contaminées présentes dans l'espace de travail se déposent sur les produits pendant la fabrication, le stockage et/ou le transport
POURQUOI	Il y des sources de pollution dans les lignes de fabrication
<b>DONNE DE SORTIE</b>	Comment minimiser et contrôler les sources de pollution ?

### 3.1.3 Analyser le contexte : SWOT

Dès que le problème est connu et cerné, il faut analyser le contexte global et identifier les points forts, les points faibles et les risques. C'est l'étape où l'outil SWOT (Tableau 5) est appliqué pour parvenir à une planification stratégique afin d'identifier les forces, les faibles, les opportunités et les

menaces. Pour optimiser l'outil, les analyses s'appuyant sur des faits et priorisent ceux qui ont plus le d'impact sur le processus étudié et sur les décisions.

Tableau 5 : Exemple avec l'analyse du contexte global [source : auteure]

	POSITIF	NEGATIF
INTERNE	<p><b>Forces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaissances théoriques et appliquées des bonnes pratiques</li> <li>- Accès aux spécifications clients</li> <li>- Expérience professionnelle et technique du sujet</li> <li>- Volonté de l'entreprise d'agir à ce sujet</li> </ul>	<p><b>Faiblesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Insatisfaction client</li> <li>- Sources de pollution dans les lignes de fabrication</li> <li>- Manque de contrôle et d'implication des opérateurs</li> </ul>
EXTERNE	<p><b>Opportunités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise à niveau de l'entreprise</li> <li>- Formation des personnes sur le sujet</li> </ul>	<p><b>Menaces</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de clients</li> <li>- Non-conformité</li> <li>- Concurrence</li> </ul>

### 3.1.4 Identifier les facteurs influents : Ishikawa

Très souvent, lors de l'étude un ou plusieurs facteurs peuvent influencer l'objet de l'étude. Il est important d'identifier les variables utiles et de les classer. Ishikawa est l'outil permettant d'étudier la relation entre l'effet et la cause qui contribuent à l'occurrence du problème. Il permet d'analyser les catégories « 6M » de causes pour parvenir à un effet particulier (Figure 25).

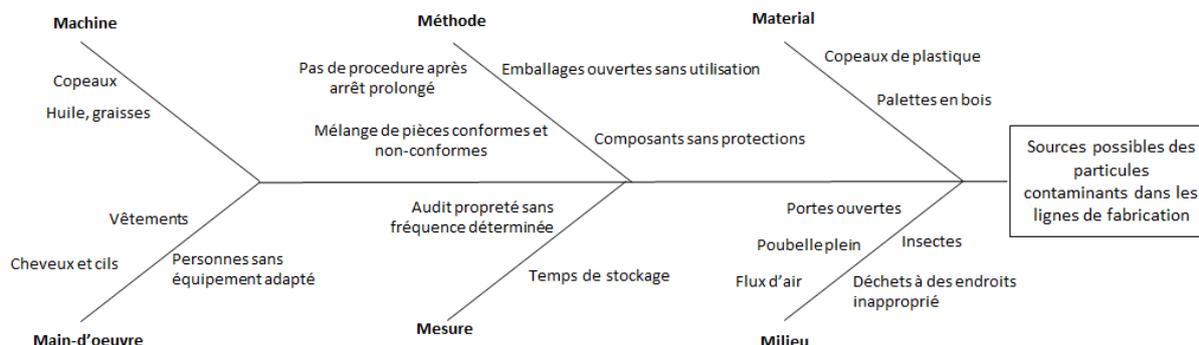


Figure 25 : Exemple avec l'étude de la relation entre l'effet et la cause qui contribuent à l'occurrence du problème [source : auteure]

### **3.1.5 Formaliser le sujet d'étude : SMART**

Une fois les dernières étapes réalisées, il est possible de déterminer l'objectif en quelques lignes. La problématique principale est la propreté industrielle en relation avec l'attente des clients.

En utilisant l'outil qualité SMART afin d'établir des objectifs mesurables et chiffrés :

Minimiser au maximum les sources de particules sources de contamination dans les lignes de fabrications industrielles en 3 mois avec des contrôles réguliers. Suivre les indicateurs de résultats des essais de propreté des pièces et de l'espace de travail sur 12 mois.

### **3.1.6 Analyser le budget**

Dans le cadre du projet de propreté, il a été nécessaire de réaliser une analyse de budget afin d'évaluer au mieux son coût. Dans cette analyse, une personne dédiée à 100% à ce sujet a été incluse. De plus un laboratoire respectant la norme ISO 17025 [21], capable de réaliser une qualité et une variété de tests importants en respectant les normes, réglementations et spécifications du projet a été contacté. Des déplacements sur les sites de productions pour évaluer la situation et le contexte, mais aussi pour récupérer le matériel afin de réaliser les tests et les faire acheminer dans les conditions les plus réalistes possibles ont dû être pris en compte.

## **3.2 Expérimenter**

Dans le cadre de la propreté des pièces et des lignes de fabrication, la phase d'expérimentation doit prendre en compte tous les facteurs influents identifiés lors de l'étape antérieure. Par contre, il n'est pas possible de tester tous les facteurs. Grâce à la matrice d'Eisenhower, il est possible de prioriser les tâches simples impactant à la propreté.

## **3.3 Prioriser**

L'étape « prioriser » a été appliquée conformément aux directives de PEPI. Les résultats montrent que toutes les actions ont été commencées, dont 11% ont été simplement débutées et doivent continuer. De plus, 37% des actions ont été priorisées et doivent être finies. Enfin, 52% des actions ont été priorisées et réalisées complètement. Concernant le projet de propreté des pièces de production, il n'y a pas d'actions non-concernées (Figure 26).

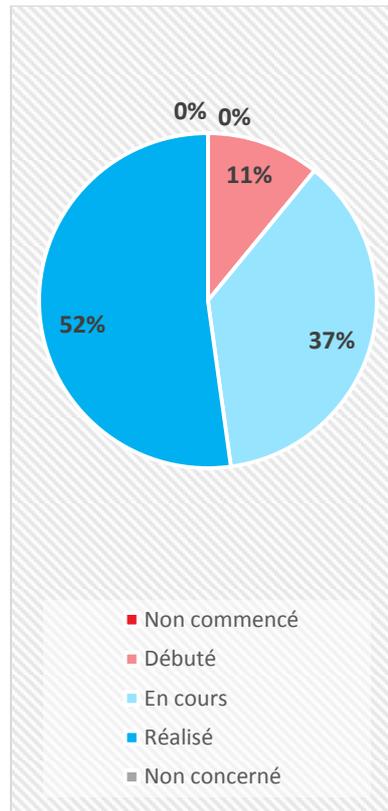


Figure 26 : Exemple de résultat des réponses aux directives de l'outil PEPI pour l'étape prioriser [source : auteure]

Le résultat global des directives évaluées est de 82%. Ce qui signifie que pour 46 directives de priorisation de l'outil, 82% ont déjà été prises en compte et que le travail les concernant a débuté. Plus le pourcentage est faible plus l'importance d'effectuer le travail augmente (Figure 27). L'ensemble des actions ont globalement le même avancement et toutes doivent être traitées de la même façon. Certaines actions ne pourront toutefois être réalisées que plus tard dans le projet, car l'outil sert d'accompagnement tout au long de celui-ci.

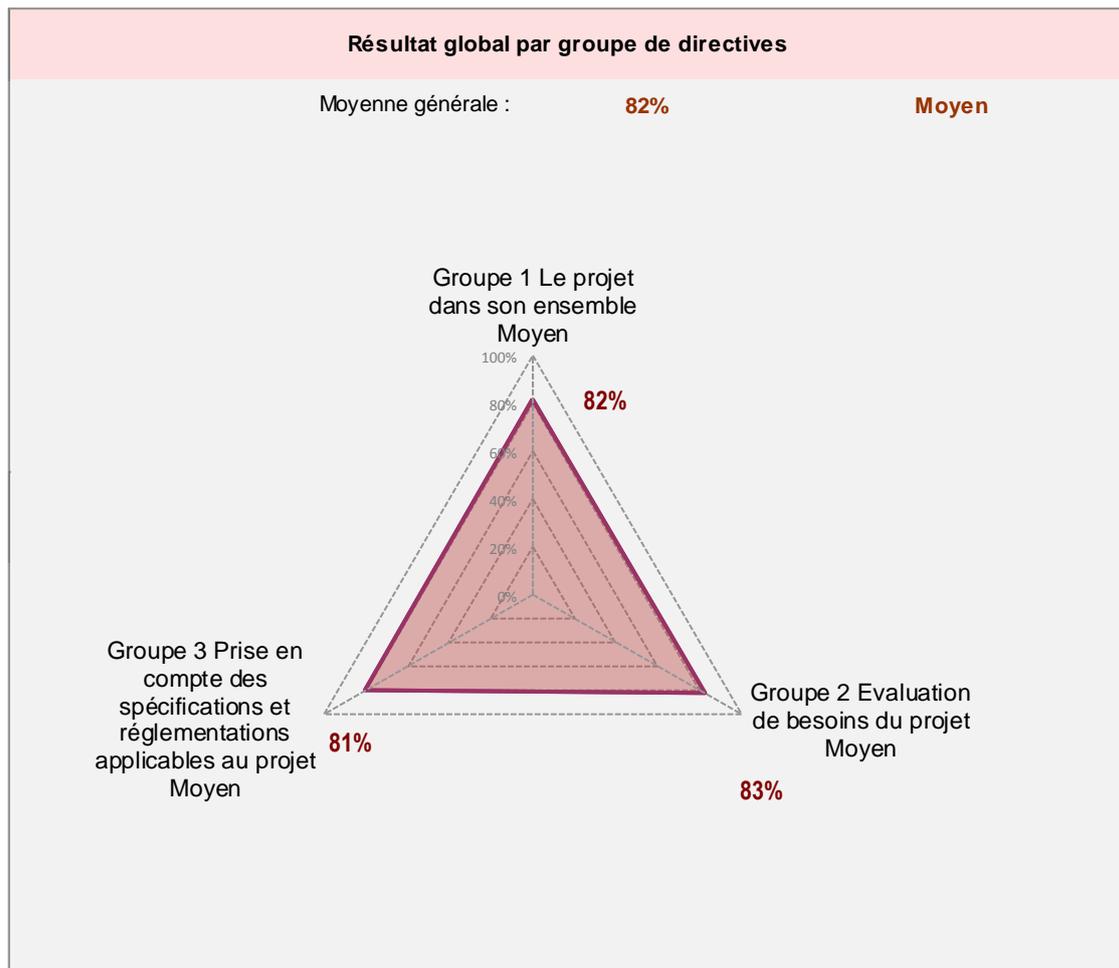


Figure 27 : Exemple de résultat général concernant l'étape de support à la décision pour la priorisation selon l'outil PEPI  
[source : auteure]

### 3.4 Innover

Les clients et collaborateurs ont des attentes très fortes concernant le sujet de la propreté. Le projet étant toujours en cours, cette étape n'a pas encore pu être appliquée et devra encore être développée, néanmoins des pistes générales d'innovation sont déjà explorées et d'autres plus techniques résulteront des résultats des tests du plan d'expérience.

L'innovation passe par la création d'une « culture propreté », qui a déjà donné naissance à la méthode PEPI et à l'outil associé. De plus, outre la formation des équipes et leur sensibilisation, l'innovation passera aussi par la création d'un guide propreté simple et illustré afin d'attirer l'attention de tous.

## CONCLUSION

Dans un monde qui va toujours plus vite et où les réglementations se font de plus en plus sévères, la performance industrielle et la qualité sont scrutées à la loupe. D'une importance cruciale, ces derniers si elles ne sont pas respectées ou pas suffisantes, peuvent avoir des conséquences dramatiques pour un produit, un service, une entreprise.

La méthode PEPI ainsi que l'outil qui l'accompagne sont développés comme une stratégie industrielle gagnante. Tous les deux utilisent une combinaison d'outils statistiques et qualité puissants et performants. Le déploiement de ces outils dans un ordre scrupuleusement établi et suivant des règles précises permet de parvenir rapidement à des résultats précis.

D'un point de vue industriel, l'application de cette méthode présente donc de nombreux avantages qui conduisent à une économie certaine des ressources, qu'elles soient temporelles, économiques ou humaines. Mais aussi la méthode permet d'optimiser la réponse apportée tant aux clients qu'à des besoins internes.

La méthode PEPI, associée à l'outil du même nom fait la différence car elle possède un spectre d'action très large. Le programme créé permet un gain important à tous niveaux lors de la prise de décisions en intégrant une étape de priorisation.

Ce passage obligatoire en début de projet est toujours complexe, pour autant, le droit à l'erreur n'est pas permis sous peine d'en voir les conséquences sur toute la suite du travail. PEPI, qui commence dès l'identification en relation avec la performance industrielle, va au-delà d'une simple réponse. En effet, la méthode inclut un plan d'expérience qui permet d'étudier en détails les problèmes rencontrés et d'innover.

Cette dernière étape différencie PEPI de méthodes plus classiques parce que l'innovation est le moteur de l'amélioration.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Gaudoin, Olivier. « Principes et Méthodes Statistiques ». INP Ensimag, Grenoble, 2009, p9. <https://www-ljk.imag.fr/membres/Olivier.Gaudoin/PMS.pdf> . Consulté le 22 mars 2018.
- [2] Tinsson, W. « La notion de plan d'expérience ». Plans d'expérience : constructions et analyses statistiques, 2010. Consulté le 26 mai 2018.
- [3] LOUVET, François. « Normes françaises et plans d'expériences ». Blog. Les plans d'expériences dédiés aux problèmes de formulation, 30 septembre 2015. <http://fret87.blogspot.com/2015/09/normes-francaises-et-plans-dexperiences.html> . Consulté le 17 mai 2018.
- [4] « X06-080 : Application de la statistique Plan d'expériences Vocabulaire et indications générales ». Afnor Editions, [www.afnor.org](http://www.afnor.org), novembre 1989. Consulté le 18 mai 2018.
- [5] « FD X06-081 : Plans d'expériences — Mise en œuvre des plans d'expériences par essai ou par simulation numérique : choix et exemples d'application ». Afnor Editions, [www.afnor.org](http://www.afnor.org), juin 2003. Consulté le 18 mai 2018.
- [6] « FD ISO/TR 12845 : Illustrations choisies de plans d'expériences factoriels fractionnaires ». Afnor Editions, [www.afnor.org](http://www.afnor.org), septembre 2010. Consulté le 18 mai 2018.
- [7] « NF ISO 3534-3 Statistique — Vocabulaire et symboles — Partie 3 : Plans d'expériences ». Afnor Editions, [www.afnor.org](http://www.afnor.org), juin 2013. Consulté le 18 mai 2018.
- [8] Internaute, Dictionnaire Français. « Marché Industriel ». <http://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/marche-industriel/> . Consulté le 22 avril 2018.
- [9] Dicionário Financeiro. « O que é oferta e demanda? » São Paulo, 2015. <https://www.dicionariofinanceiro.com/oferta-e-demanda/> . Consulté le 22 avril 2018.
- [10] Groupe Manzato. « A importância do Cliente para a Empresa ». Manzato, 28 mars 2014. <http://www.manzato.com.br/pt-br/noticias/a-importancia-do-cliente-para-a-empresa-63> . Consulté le 08 mai 2018.
- [11] Fleury, Afonso Carlos Correa. « Produtividade e organização do trabalho na indústria ». Revista de Administração de Empresas, septembre 1980. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75901980000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901980000300002) . Consulté le 09 mai 2018.
- [12] Diaz, Nathalie. « Satisfaire les clients ». CHECK : Superviser, Contrôler la perception, Izoland, 2012. <http://nathalie.diaz.pagesperso-orange.fr/html/qualite/4controlerlaqualite/lasatisfactiondesclients/indexsatis.html> . Consulté le 28 mars 2018.

- [13] Pierre-Alban Pillet. « Les clés pour comprendre la productivité et ses enjeux ». Economie et politique. Capital, 28 novembre 2013. <https://www.capital.fr/economie-politique/les-cles-pour-comprendre-la-productivite-et-ses-enjeux-891873> . Consulté le 04 avril 2018.
- [14] Usine nouvelle. « Des clés pour éviter les retards de livraison ». 4 juillet 1996. <https://www.usinenouvelle.com/article/logistique-des-cles-pour-eviter-les-retards-de-livraison-livrer-dans-les-temps-constitue-le-premier-des-services-a-offrir-a-ses-clients-c-est-aussi-le-meilleur-moyen-de-se-demarquer-de-la-concurrence-ma.N79610> . Consulté le 18 avril 2018.
- [15] Debitoor. « Coûts - Qu'est-ce que les coûts ? ». Debitoor, 2016. <https://debitoor.fr/termes-comptables/couts> . Consulté le 27 avril 2018.
- [16] Scriptor. « Comment élaborer une problématique pertinente ? » Consulté le 29 mars 2018. <http://www.scriptor.fr/boite-outils/formaliser/comment-elaborer-une-problematique-pertinente> . Consulté le 29 mars 2018.
- [17] Silveira, Cristiano Bertulucci. « 5 Porques: Descobrimo a Causa Raiz dos Problemas ». Citisystems, 2015. <https://www.citisystems.com.br/5-porques-causa-raiz/> . Consulté 08 juin 2018.
- [18] Comment Progresser. « Le QQQQCP ». Comment Progresser, s. d. <http://www.commentprogresser.com/outilqqqcp.html> . Consulté 18 avril 2018.
- [19] Marketing, Technique de vente. « Méthode QQQQCP : intérêt et exemples de mise en application ». Blog. Les grandes techniques de vente (blog), 24 novembre 2015. <http://www.les-grandes-techniques-de-vente.fr/methode-qqqqcp-exemple-definition/> . Consulté 08 juin 2018.
- [20] VDA, Verband der Automobilindustrie (German Automobile Industry Association). « VDA 19 : *Inspection of Technical Cleanliness - Particulate Contamination of Functionally-Relevant Automotive Components* ». 1<sup>o</sup> Edition 2004. Vol. 1. 2 vol. Germany, 2004. Consulté le 22 février 2018.
- [21] « NF EN ISO/IEC 17025 : Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais ». Afnor Editions, www.afnor.org, décembre 2017. Consulté le 15 mai 2018.
- [22] « NF ISO 16232 : road vehicles – Cleanliness of components of fluids circuits » Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation, AFNOR, Paris. www.afnor.org . Consulté le 22 février 2018.
- [23] AFQP, Association France Qualité Performance. « La Qualité dans le secteur Automobile ». Qualité Performance, 20 mars 2018. <http://www.qualiteperformance.org/> . Consulté le 03 avril 2018.
- [24] ACEA, European Automobile Manufacturers Association. « ACEA Report Vehicles in use Europe 2017 ». p7, 2 novembre 2017. <http://www.acea.be/> . Consulté le 04 avril 2018.

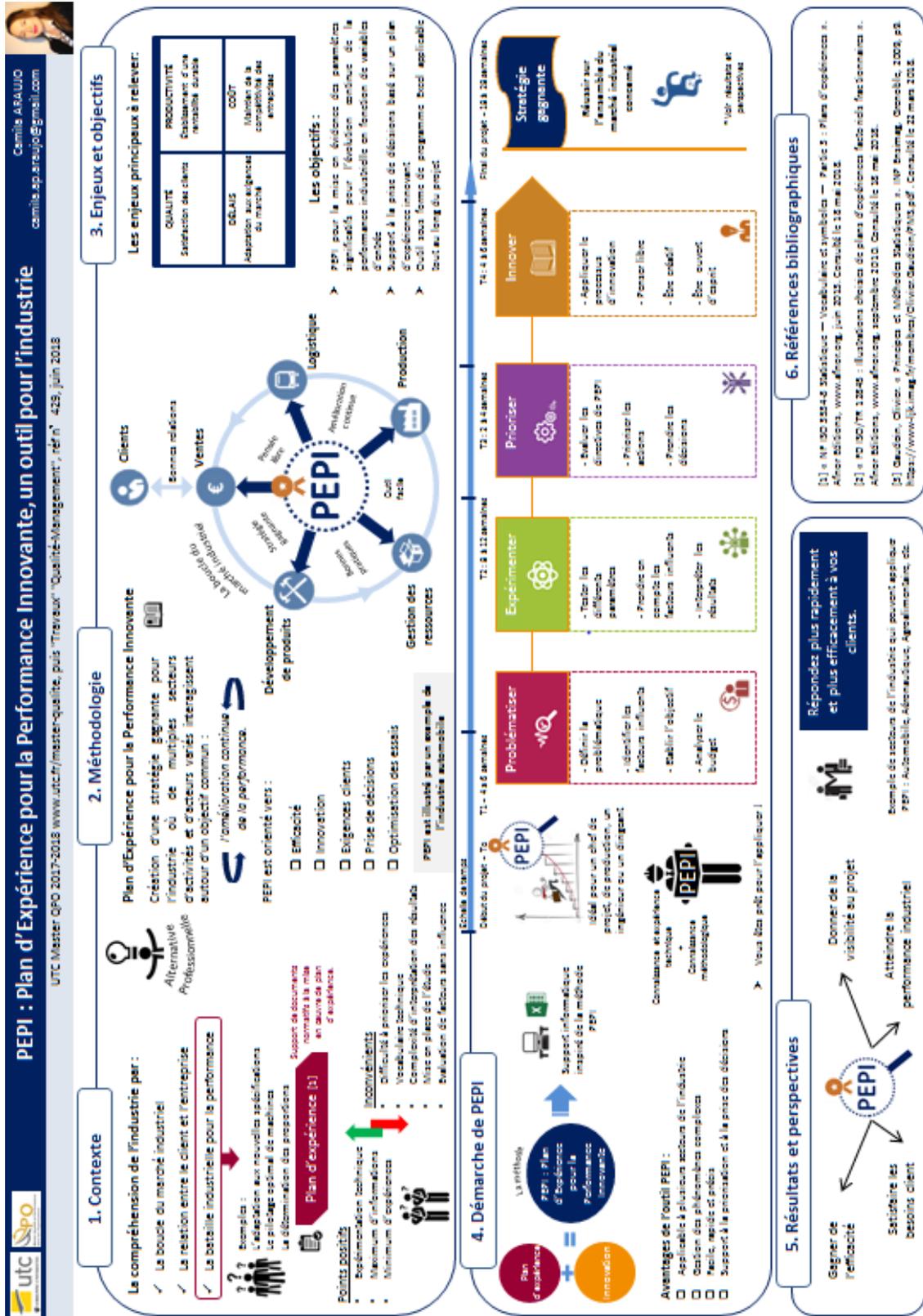
[25] Ministère de la Transition écologique et solidaire. « Normes euros d'émissions de polluants pour les véhicules lourds - Véhicules propres ». Santé et environnement, 12 janvier 2017. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/> . Consulté le 04 avril 2018.

[26] Drive K. « Normes européennes antipollution : comment ça marche ? ». Novembre 2017. <https://www.drivek.fr/> . Consulté le 05 avril 2018.

[27] BESORE, Steve. « EPA's Tier 4 final regulations will introduce more stringent limitations ». Upstream Pumping Solutions, Understand Nonroad Diesel Engine Emissions Regulations, 05 Août 2011. <http://www.upstreampumping.com/> . Consulté le 21 avril 2018.

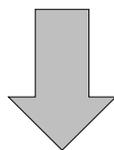
## ANNEXES

### Annexe 1 : Démarche de l'outil PEPI pour l'industrie



**Annexe 2** : L'outil qualité « 5 Pourquoi ». Il s'agit de poser plusieurs fois la question « Pourquoi » plus ou moins de 5 fois, cela dépend du problème. Le schéma ci-dessous montre comment appliquer cet outil.

Identifier et énoncer la situation clairement	
Questions	Réponses
Pourquoi cela est arrivé ?	
Pourquoi ?	
Pourquoi ?	
Pourquoi ?	
Pourquoi ?	
Pourquoi ?	
Pourquoi ?	



Si la question « Pourquoi » a été posée suffisamment de fois pour remonter à la cause, aller à l'étape suivante.

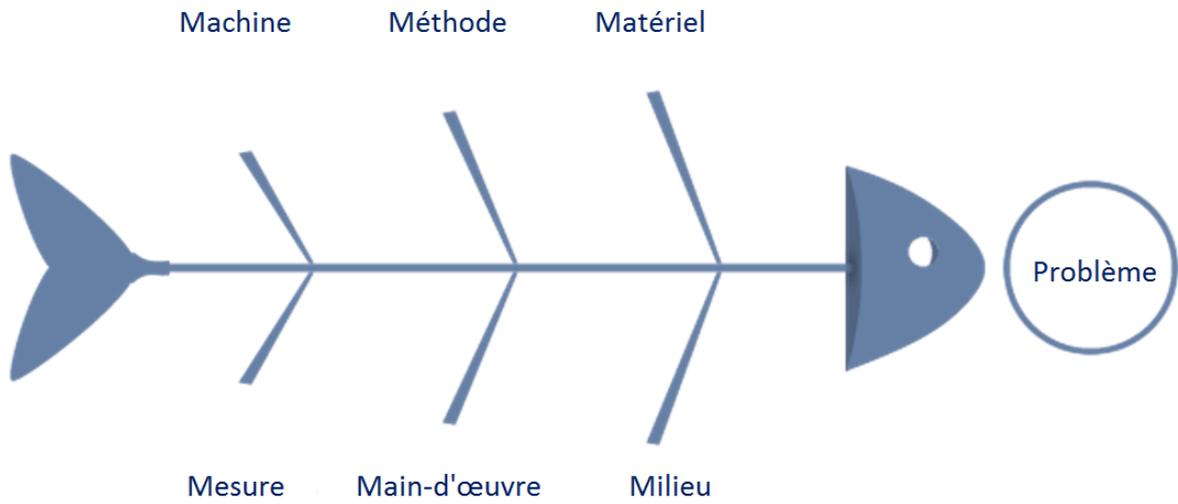
**Annexe 3 : QQQQCCP : Qui, Quoi, Ou, Quand, Comment, Combien, Pourquoi**

Données d'entrée	
Questions	Réponses
<p><b>QUOI</b></p> <p>Nature et conséquences du problème :</p> <p>Quel est le problème ?</p> <p>De quoi s'agit-il ?</p> <p>Quel produit ?</p>	
<p><b>QUI</b></p> <p>Personnes concernées :</p> <p>Qui est concerné ?</p> <p>Qui a constaté le problème ?</p>	
<p><b>OU</b></p> <p>Localisation et périmètre du problème :</p> <p>Où cela se passe-t-il ?</p> <p>A quelle étape ?</p> <p>Quels sont les secteurs concernés ?</p>	
<p><b>QUAND</b></p> <p>Caractéristiques temporelles du problème, moment de l'occurrence :</p> <p>Quand a eu lieu le problème ?</p> <p>Quelle est sa fréquence d'apparition ?</p> <p>Depuis combien de temps le problème existe-t-il ?</p>	
<p><b>COMMENT</b></p> <p>Mode d'occurrence du problème :</p> <p>Comment le problème se révèle-t-il ?</p> <p>Quels sont ses effets ?</p>	
<p><b>COMBIEN</b></p> <p>Quantification :</p> <p>Combien de défaut ?</p> <p>Combien d'argent ?</p> <p>Combien de temps ?</p>	
<p><b>POURQUOI</b></p> <p>Raison :</p> <p>Dans quelle finalité ?</p> <p>Quel coût? Combien de temps</p>	
Données de sortie	

**Annexe 4** : Modèle de SWOT > Strengths (forces) : Weaknesses (faiblesses), Opportunities (opportunités), Threats (menaces)

	<b>Positif</b>	<b>Négatif</b>
<b>Origine Interne (Organisationnelle)</b>	<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
<b>Origine Externe (Environnementale)</b>	<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>

**Annexe 5** : Modèle d'Ishikawa



Annexe 6 : La propreté en accord avec les normes ISO 16232-10 et VDA19

Standard	ISO 16232-10	VDA19
<b>Name</b>	Cleanliness of components of fluids circuits Expression of results	Quality Management in the Automotive Industry
<b>Date</b>	juin-07	mars-15
<b>Pages</b>	19	297
<b>Objective</b>	To achieve reliable performance of components and systems, To control over the amount of particles introduced during the build phase. To measure the particulate contaminants	To detect as best as possible the particulate contamination generated by the manufacturing process which is present on the relevant surfaces of a test component
<b>Scope</b>	To define rules, forms of expression and presentation of results	To describe requirements for applying and documenting methods for determining particulate contamination
<b>Definition: Cleanliness</b>	Condition of a product, surface, liquid, etc., characterized by the absence of particulate contamination	Components that may change over time due to external influences
<b>Definition: Fiber</b>	Long particle with a large length/diameter ratio, for example > 30	The maximum width ≤ 50µm. Length to width ratio > 20.
<b>Definition: Particle</b>	Solid material, removable in specified conditions and possessing mechanical cohesion	Tiny structure made from solid organic or inorganic matter
<b>Definition : Wetted Surface Area</b>	Surface of a component exposed to the system fluid (e.g. water, oil, air) as agreed between parties	NA
<b>Laboratory of the Cleanliness tests</b>	The cleanliness test requires a laboratory or a controlled workplace	The test environment must be separated from areas where contamination is generated
	Handling: it shall be ensured that no contaminants are deposited on or removed from controlled surfaces	NA
	Storage : it shall be ensured that no contaminants are deposited on or removed from controlled surfaces	Storage and transport : it is required shortest pathways and lengths of time, minimum vibration and packaging protect against damage
	Transport : it may be necessary to seal openings of the test components to prevent loss from particles during transport	
	NA	Packaging: Foils and bags that are in direct contact with the test object must be clean and unused. Refusable packaging must be cleaned before use
	The suitability of the environment is validated when performing the blank test	NA
	All collection equipment shall be cleaned and covered before use in order to limit contamination from the environment	NA
<b>Blank test</b>	It verifies if the operating conditions used in the extraction procedure do not contribute a significant amount of contamination to the component analyzed	It represents the total value of contamination that does not originate from the component
	Less than 10% of the presumed or specified numbers	It may not exceed 10% of the required cleanliness values for the component
	To ensure process consistency, a blank test should be performed at regular intervals using identical test parameters	A blank value test should be performed if there is a risk that the cleanliness state of the extraction equipment is unsuitable or unknown
	If the blank value level shifts towards higher values, the sources of blank contamination shall be investigated in order to avoid cross contamination	It ensures that only foreign particles un quantities that are not critical to the result are introduced into the inspection
<b>Particles size</b>	No particles larger than 1000µm are permitted	NA
<b>Cleanliness level</b>	Cleanliness level shall only be compared if they are in the same measurement units	NA
<b>Cleanliness inspection</b>	NA	In the customer-supplier relationship, it should be stipulated when and where a cleanliness specification applies
	NA	The maximum number of particles present on the surface are removed during the extraction step
	NA	It is impossible to repeat the cleanliness inspection on the same test component
	NA	The inspection consists in : receipt of the test component, removal of the particles from the test component (extraction), filtration of the particles, analyses of the particles, documentation of the test and the results

<b>Components in more than one system</b>	NA	If the component is part of more than one fluid system, different cleanliness specifications may apply to different sections of the same component
<b>Extraction method</b>	The aim is to evaluate the cleanliness	The aim is not just to detect a representative quantity of particles but to ensure that the maximum number of detachable particle is detected
<b>Method CCC</b>	Yes	Yes
	N = Number of particles per component	N = Number of particles per component
<b>Surface and volume</b>	A = 1000cm <sup>2</sup> of wetted surface area ; V = 100cm <sup>3</sup> of wetted volume	A = 1000cm <sup>2</sup> of wetted surface area ; V = 100cm <sup>3</sup> of wetted volume
<b>Results calculation</b>	The use of CCC per wetted surface area is recommended for solid parts	NA
<b>TABLE 1: Size class</b>	Yes	Yes + L, M, N
<b>TABLE 2: Contamination level</b>	Yes	Yes
<b>Extraction Methods</b>	ISO 16232-2 : Agitation	ISO 16232-2 : Agitation
	ISO 16232-3 : Pressure rising	ISO 16232-3 : Pressure rising
	ISO 16232-4 : Ultrasonic techniques	ISO 16232-4 : Ultrasonic techniques
	ISO 16232-5 : Functional test bench	Disassembly ; Demagnetization ; Post-treatment ; Extraction liquid ; Internal rising ; Dissolving ; Air extraction
	NA	
<b>Analyze Methods</b>	ISO16232-6 : Gravimetric analysis	ISO16232-6 : Gravimetric analysis
	ISO16232-7 : Particle sizing and counting by microscopic analysis	ISO16232-7 : Particle sizing and counting by microscopic analysis (light-optical analysis)
	ISO16232-8 : Particle nature determination by microscopic analysis	ISO16232-8 : Particle nature determination by microscopic analysis
	ISO16232-9 : Particle sizing and counting by automatic light extinction particle counter	ISO16232-9 : Particle sizing and counting by automatic light extinction particle counter
	NA	Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) ; Laser induced breakdown spectroscopy (LIBS) ; Raman spectroscopy ; IR (infrared spectroscopy) ; X-ray microtomography ; Filter-blocking