

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université 8 Mai 1945 - Guelma  
Faculté des Sciences et de Technologie  
Département : Architecture  
Filière : Management de projets de construction



## Mémoire de Master Professionnalisant

Spécialité : Management de projet de construction

---

**Sujet du PFE : L'optimisation de la qualité des couts et des délais par  
l'intégration de la méthode six sigma dans les entreprise de  
construction**

**Cas d'étude : réalisation de collage type « B6 » à la commune de  
Teleghma Résidence 960, POS 5, cite el Nassim**

---

Présenté par : **ZEDIOUI Bilal a**

**Encadrants :**

Dr.DJOUAD

Fatima Zahra

**Présidente :**

**Rapporteurs:**

**Examineurs :**

.....  
.....

Université Salah BOUBNIDER Constantine 3

Université 8 mai 1945 Guelma

Université 8 mai 1945 Guelma

---

**Année universitaire 2024/2025**

---

## **DEDECASE**

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail*

***À ma mère bien-aimée, Nazíha,***

*Maman, tu es le pilier de ma vie, mon refuge dans les moments d'incertitude, et la lumière qui m'a guidé tout au long de ce parcours. Tu as toujours cru en moi, même lorsque je doutais de moi-même. Par ton amour inébranlable, ta patience, ton dévouement et tes sacrifices silencieux, tu m'as appris la valeur de l'effort, de la persévérance et de la dignité.*

*Je t'aime de tout mon cœur, maman.*

*Je prie le Tout-Puissant de t'accorder une longue vie, une santé parfaite, et une existence comblée de paix, de joie et de sérénité, à la hauteur de ta bonté.*

***A mon cher père ABD EL KADER***

*Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Ce modeste travail et le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Que dieu te garde et te protège*

***À mes grands frères Chouaib, Rafik et Youssef***

*Je vous adresse toute ma gratitude pour votre présence, vos encouragements et les moments d'émotion partagés tout au long de la réalisation de ce travail. Votre soutien fraternel a été pour moi une source de force et de persévérance.*

***À mes chères sœurs Mina et Rokía***

*Merci pour votre soutien moral indéfectible, vos conseils éclairés et votre bienveillance constante durant toutes mes années d'études. Votre affection et votre écoute ont profondément nourri ma motivation.*

***À mon cher frère Lokmen,***

*Je te remercie du fond du cœur pour ton soutien indéfectible, ta présence rassurante et tes encouragements tout au long de ce parcours. Aucun mot ne saurait exprimer pleinement le respect et l'admiration que je te porte. Ta bonté, ton écoute et ton amour quotidien ont été pour moi une source précieuse de motivation. Je te dédie ce travail en signe de ma profonde reconnaissance et de toute l'affection que je ressens pour toi.*

*A tous mes amies avec lesquelles j'ai partagé de merveilleux moments, en particulier **AMMAR, KHALED, BOUBAKER, SALAMA, CHOUROUK, IKRAM, RIHEM, ROUMEISSA**. Merci pour leurs présences, leurs encouragements et leurs bienveillances dans chaque étape de ce parcours*



## **REMERCIEMENTS**

*Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné santé, courage et patience pour l'élaboration de ce mémoire ainsi que la réussite de cette année Universitaire. Nous tenons à remercier sincèrement notre encadrant Mr **djoued fatima zahra** et ms **ben sehla sofian** , pour tous ses conseils précieux, ses orientations et ses encouragements. Nos remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel de **département d'architecture et l'entreprise ghorab salim** pour leur accueil et leurs collaborations, particulièrement pour sa disponibilité, ses conseils et ses orientations.*

*Nous remercions également l'ensemble **des enseignants du département des managements des projets de construction**, et surtout tous ceux qui nous ont enseignés et suivies durant notre cursus universitaire. Ainsi nous remercions Les membres de jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger notre travail. En fin, nos remerciements vont à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.*

## *LISTE DES FIGURES*

|   |     |
|---|-----|
| Figure 1: distribution des projets six sigma sur les domaines fonctionnels .....              | 12  |
| Figure 2:repartition des projets six sigma selon la taille des entreprises .....              | 13  |
| Figure 3: repartition des projets six sigma selon la nature d'activite .....                  | 13  |
| Figure 4: services d'appartenance des projets six sigma .....                                 | 14  |
| Figure 5:gains financiers des projets six sigma en fonction de l'engagement de la direction . | 15  |
| Figure 6: courbe de gauss de la loi normale.....  | 17  |
| Figure 7: influence de l'ecart type et de la frequence sur le niveau de qualite sigma.....    | 18  |
| Figure 8 : influence de la valeur de l'ecart type sur le taux de rebut .....                  | 19  |
| Figure 9: influence du decentrage du processus sur les dpmo .....                             | 22  |
| Figure 10: management du six sigma applique sur les trois niveaux de l'entreprise.....        | 25  |
| Figure 11 Les relations entre les composantes.....  | 45  |
| Figure 12: les normes et standards en vigueur .....   | 50  |
| Figure 13:rganigrammes de système éducatif .....  | 55  |
| Figure 14: structure du système éducatif .....  | 55  |
| Figure 15: l'acte de choix de terrain .....   | 60  |
| Figure 16: plan de masse .....  | 60  |
| Figure 17: plan de situation.....   | 61  |
| Figure 18:Planning général de projet.....   | 62  |
| Figure 19: DEP de Mila .....  | 63  |
| Figure 20 ordre de service N° 01.....   | 65  |
| Figure 21: ordre de service N°02 .....  | 65  |
| Figure 22: récapitulation général de marches .....  | 66  |
| Figure 23: l'avancement de novembre et décembre.....  | 67  |
| Figure 24 :organigramme général de ETP.....   | 69  |
| Figure 25:l'Ishikawa de projet .....  | 85  |
| Figure 27 : diagramme de Pareto .....   | 98  |
| Figure 28: l'intégration d'amdec dans le projet .....   | 103 |

## ***LISTE DES TABLEAUX***

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tableau 1 : Appréciation des niveaux qualité Z.....</b>                                | <b>21</b> |
| Tableau 2: nombre d'établissements et d'élèves/étudiants en Corée et espace disponible .. | 41        |
| Tableau 3: fiche technique détaillée de projet.....                                       | 61        |
| Tableau 4:L'FFECTIF ET LE MATERIEL .....  | 68        |
| Tableau 5l'integration de charte de projet.....   | 73        |
| Tableau 6; le quintilien du projet.....   | 76        |
| Tableau 7 l'explication de sipoc.....   | 78        |
| Tableau 8 : la catégorie de modèle de Kano.....   | 80        |
| Tableau 9: modèle de Kano de projet.....  | 80        |
| Tableau 10: l'intégration de CTQ .....  | 82        |
| Tableau 11:l'integration de diagramme d'infinité .....                                    | 83        |
| Tableau 12:l'intégration de cause effet .....   | 86        |
| Tableau 13: les variable à mesure de projet .....   | 88        |
| Tableau 14:Résumé Final et Interprétation .....   | 95        |
| Tableau 15:catégorie du problème .....  | 97        |
| Tableau 16:l'integration de matrice de pugh .....   | 104       |
| Tableau 17: feuille de relève de données de projet .....                                  | 106       |
| Tableau 18:l'integration de la matrice de contre-mesures de projet .....                  | 107       |

## *TABLE DES MATIERES*

|  |      |
|--|------|
| <i>DEDECASE</i> .....                        | I    |
| <i>REMERCIEMENTS</i> .....                   | III  |
| <i>LISTE DES FIGURES</i> .....               | IV   |
| <i>LISTE DES TABLEAUX</i> .....              | V    |
| <i>TABLE DES MATIERES</i> .....              | VI   |
| Résumé.....                                  | XIV  |
| :الملخص.....                                 | XV   |
| Summary .....                                | XVI  |
| <i>LISTE D'ABREVIATION</i> .....             | XVII |
| CHAPITRE INTRODUCTIVE : .....                | 1    |
| PROBLEMATIQUE, HYPOTHESE ET OBJECTIFS.....   | 1    |
| 1 Introduction général .....                 | 2    |
| 2 Problématique.....                         | 2    |
| 3 l'hypothèse .....                          | 3    |
| 4 Les objectifs .....                        | 3    |
| 5 Structure de mémoire .....                 | 3    |
| 5.1 Introduction Générale .....              | 3    |
| 5.2 La Méthode Six Sigma.....                | 3    |
| 5.3 Contexte Éducatif et Construction .....  | 4    |
| 5.4 Présentation du Projet de Téléghma ..... | 4    |
| 5.5 Application de la Méthode DMAIC .....    | 4    |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1.1 DÉFINITION DU SIX SIGMA : .....</b>   | <b>6</b>  |
| 1.1.1 Six Sigma comme valeur .....   | 6         |
| 1.1.2 Six Sigma comme vision .....   | 6         |
| 1.1.3 Six Sigma comme approche managériale .....   | 7         |
| 1.1.4 Six Sigma comme mesure.....  | 7         |
| 1.1.5 Six Sigma comme objectif .....   | 7         |
| 1.1.6 Six Sigma comme indicateur d'évaluation des performances .....                     | 7         |
| 1.1.7 Six Sigma comme symbole .....  | 7         |
| 1.1.8 Six Sigma comme méthode .....  | 8         |
| 1.1.9 Six Sigma comme ensemble d'outils .....  | 8         |
| 1.1.10 Six Sigma comme approche systémique .....   | 8         |
| 1.1.11 Six Sigma comme qualité.....  | 8         |
| <b>2 Historique et évolution d'utilisation de la méthode six sigma.....</b>              | <b>9</b>  |
| 2.1 Naissance et développement de la méthode Six Sigma .....                             | 9         |
| 2.2 Évolution d'utilisation de la méthode Six Sigma .....                                | 9         |
| <b>3 DOMAINE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE SIX SIGMA : .....</b>                           | <b>10</b> |
| 3.1 Gains mesurables et non mesurables de la mise en place du Six Sigma :.....           | 10        |
| 3.2 RÉPARTITION DES PROJETS SIX SIGMA SUR LES DOMAINES<br>FONCTIONNELS :.....            | 11        |
| <b>4 QUALITÉ SIX SIGMA AU PROFIT DE LA SATISFACTION DES PARTIES<br/>INTÉRESSÉES.....</b> | <b>16</b> |
| 4.1 Mesure des réelles attentes des parties intéressées : .....                          | 16        |

|       |  |        |
|-------|--|--------|
| 4.1.1 | MESURE DE LA QUALITÉ SIX SIGMA : .....   | 16     |
| 4.2   | PERTES ET DÉRIVES D'UN PROCESSUS Six Sigma : .....   | 21     |
| 5     | ORGANISATION D'UN PROJET SIX SIGMA DANS UNE DÉMARCHE<br>D'INTÉGRATION.....                     | 22     |
| 5.1   | CULTURE SIX SIGMA : .....  | 22     |
| 5.2   | ENGAGEMENT DE LA DIRECTION : .....   | 23     |
| 5.3   | PILOTAGE MATRICIEL DES PROJETS SIX SIGMA .....   | 24     |
| 6     | Rôles, responsabilités et autorités du personnel du six sigma : .....                          | 25     |
| 6.1   | White Belt : .....   | 26     |
| 6.2   | Yellow Belt : .....  | 26     |
| 6.3   | Green Belt : .....   | 26     |
| 6.4   | Brown Belt : .....   | 26     |
| 6.5   | Le Black Belt : .....  | 27     |
| 6.6   | Master Black Belt : .....  | 27     |
| 6.7   | Champion : .....   | 28     |
| 6.8   | Comité de pilotage des projets Six Sigma : .....   | 28     |
| 6.9   | Équipe de travail chargé des projets Six Sigma : .....   | 28     |
| 7     | Méthode DMAIC .....  | 29     |
| 7.1   | Définir .....  | 29     |
| 7.2   | Mesurer .....  | 29     |
| 7.3   | Analyser .....   | 30     |
| 7.4   | Améliorer .....  | 30     |
| 7.5   | Contrôler .....  | 30     |
|       | Conclusion Partielle : .....   | 31     |
|       | <br>CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES<br>ETABLISSEMENTS SCOLAIRES ..... | <br>32 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>1.1 l'éducation .....</b>  | <b>36</b> |
| <b>1.2 l'objectif de l'éducation .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>1.3 l'évolution de l'éducation dans le monde au fil du temps.....</b>                              | <b>38</b> |
| <b>1.4 l'évolution de l'éducation dans l'Algérie au fil du temps .....</b>                            | <b>39</b> |
| <b>1.5 Les principes de l'éducation .....</b>   | <b>39</b> |
| <b>1.6 Types d'équipements : .....</b>  | <b>40</b> |
| <b>2 La normalisation par rapport à la construction : .....</b>                                       | <b>43</b> |
| <b>2.1 Normes et standards des constructions scolaires .....</b>                                      | <b>43</b> |
| <b>2.1.1 Qualité et ressources : .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>2.1.2 Contrôle de la qualité et des ressources.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>2.1.3 Etablissement des contrôles de qualité et de cout .....</b>                                  | <b>48</b> |
| <b>3 Présentation du secteur : .....</b>  | <b>51</b> |
| <b>3.1 Définition de secteur éducatif : .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>3.2 Système éducatif en Algérie .....</b>  | <b>51</b> |
| <b>3.3 Le système éducatif à travers le déférent plan du développement dans<br/>l'Algérie : .....</b> | <b>52</b> |
| <b>3.3.1 Période postindépendance : .....</b>   | <b>52</b> |
| <b>3.3.2 Réformes dans les années 1970-1980 : .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>3.3.3 Réforme progressive depuis 2003 : .....</b>  | <b>53</b> |
| <b>3.4 Les lois de finance de système éducatif algérien : .....</b>                                   | <b>53</b> |
| <b>3.4.1 La loi d'orientation sur l'éducation nationale (n° 08-04 de 2008) : .....</b>                | <b>53</b> |
| <b>3.4.2 La loi de finances : .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>3.4.3 Le code de l'éducation (n° 08-04 de 2008) : .....</b>  | <b>54</b> |

|       |   |           |
|-------|---|-----------|
| 3.4.4 | Les décrets exécutifs et circulaires ministérielles : .....     | 54        |
| 4     | Les organigrammes de système éducatif en Algérie .....          | 55        |
| 5     | Les entreprises de construction dans le secteur éducatif.....   | 56        |
| 5.1   | Définition .....  | 56        |
| 5.2   | Types de projets pris en charge .....                           | 56        |
| 5.3   | Spécificités techniques .....                                   | 56        |
| 5.4   | Défis rencontrés.....   | 56        |
|       | Conclusion .....  | 57        |
|       | <b>CHAPITRE 3 :PRESENTATION DE PROJET ET L'ENTREPRISE .....</b> | <b>58</b> |
|       | Introduction .....  | 59        |
| 1.1   | Localisation du projet.....                                     | 59        |
| 1.2   | Plan de masse et situation.....                                 | 60        |
| 1.3   | Fiche technique de projet .....                                 | 61        |
| 1.4   | Le planning de projet.....                                      | 62        |
| 1.5   | Présentation des intervenant.....                               | 63        |
| 1.5.1 | Le maitre d'ouvrage .....                                       | 63        |
| 1.5.2 | Le maitre d'œuvre .....   | 63        |
| 1.5.3 | l'entreprise .....  | 64        |
| 1.5.4 | Le contrôle technique .....                                     | 64        |
| 1.6   | Les documents de projet.....                                    | 65        |
| 1.7   | Etat d'avancement .....   | 66        |
| 2     | Présentation de l'entreprise.....                               | 67        |
| 2.1.1 | Moyens mis en œuvre par l'entreprise .....                      | 67        |
| 2.1.2 | l'organigramme de l'entrepris .....                             | 69        |

|         |   |           |
|---------|---|-----------|
| 2.1.3   | Explication des rôles :.....  | 69        |
| 2.1.4   | Les projets réalisés par cette entreprise :.....                      | 70        |
|         | Conclusion .....  | 70        |
| <br>    |   |           |
|         | <b>CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS</b> |           |
|         | <b>D'ETUDE .....</b>  | <b>71</b> |
| <br>    |   |           |
|         | <b>Introduction Partielle :.....</b>                                  | <b>72</b> |
| <br>    |   |           |
| 1.1     | <b>CHARTRE DE PROJET .....</b>  | <b>72</b> |
| 1.2     | <b>Méthode QQQQCP.....</b>  | <b>75</b> |
| 1.3     | <b>Diagramme de SIPOC .....</b>                                       | <b>78</b> |
| 1.4     | <b>Model de Kano .....</b>  | <b>79</b> |
| 1.5     | <b>Diagramme CTQ.....</b>   | <b>81</b> |
| 1.6     | <b>Diagramme d'infinités .....</b>                                    | <b>83</b> |
| 2       | <b>ÉTAPE 02 : mesurer le problème .....</b>                           | <b>85</b> |
| <br>    |   |           |
| 2.1     | <b>Le diagramme d'Ishikawa (ou cause-effet) .....</b>                 | <b>85</b> |
| 2.2     | <b>Plan des collectes des données .....</b>                           | <b>87</b> |
| 2.2.1   | <b>Objectifs de la collecte de données .....</b>                      | <b>88</b> |
| 2.2.1.1 | <b>Variables à mesurer .....</b>                                      | <b>88</b> |
| 2.2.1.2 | <b>Sources des données .....</b>                                      | <b>88</b> |
| 2.2.1.3 | <b>Méthodes de collecte.....</b>                                      | <b>89</b> |
| 2.2.1.4 | <b>Fréquence et durée de la collecte.....</b>                         | <b>89</b> |
| 2.2.1.5 | <b>Responsables de la collecte .....</b>                              | <b>89</b> |
| 2.2.1.6 | <b>Format et supports .....</b>                                       | <b>89</b> |
| 2.2.1.7 | <b>Plan de vérification des données .....</b>                         | <b>89</b> |
| 2.3     | <b>Maitrise cause effet .....</b>                                     | <b>90</b> |
| 2.3.1   | <b>Les critères à évaluer : .....</b>                                 | <b>90</b> |
| 2.3.2   | <b>Formule de calcul de la criticité : .....</b>                      | <b>90</b> |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 2.3.3 | Identification et Évaluation des Causes Critiques dans la Gestion de |     |
|       | Chantier   | 91  |
| 2.4   | Les KPI (EVM et le DPMO.....   | 91  |
| 2.4.1 | EVM :.....   | 91  |
| 2.4.2 | DPMO .....   | 92  |
| 3     | ÉTAPE 03 : analyse de problème .....                                 | 97  |
| 3.1   | Diagramme de Pareto .....  | 97  |
| 3.1.1 | Pourcentage (%) de chaque problème.....                              | 97  |
| 3.1.2 | Pourcentage cumulé (%).....  | 98  |
| 3.2   | Plans d'expériences .....  | 99  |
| 3.2.1 | Contexte du projet .....   | 99  |
| 3.2.2 | Fiche d'identité du projet.....                                      | 99  |
| 3.2.3 | Programme fonctionnel du collège.....                                | 99  |
| 3.2.4 | Planning prévisionnel de réalisation .....                           | 100 |
| 3.2.5 | Engagements environnementaux .....                                   | 100 |
| 3.2.6 | Contraintes et défis du projet .....                                 | 100 |
| 3.2.7 | Livrables attendus .....   | 101 |
| 3.3   | Poka yoke .....  | 101 |
| 4     | Améliore le problème .....   | 102 |
| 4.1   | AMDEC .....  | 102 |
| 4.2   | La Matrice de Pugh .....   | 103 |
| 5     | Etape 05 : contrôlé le problème .....                                | 105 |
| 5.1   | La feuille de relevé de données .....                                | 105 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5.2 La matrice de contre-mesures.....</b> | <b>106</b> |
| <b>Conclusion Partielle : .....</b>          | <b>108</b> |
| <b>CONCLUSION GENERALE.....</b>              | <b>110</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>     | <b>112</b> |

## Résumé

Ce mémoire traite de l'intégration de la méthode Six Sigma dans le secteur de la construction scolaire en Algérie, à travers l'étude d'un projet concret : la réalisation d'un collège type B6 à Teleghma.

L'objectif principal est de démontrer comment la méthode Six Sigma peut améliorer la qualité, réduire les coûts et maîtriser les délais dans un projet de construction. Le travail s'appuie sur la méthode DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler) pour identifier les problèmes, analyser les causes, proposer des solutions concrètes et assurer leur suivi.

La première partie du mémoire présente la méthode Six Sigma : ses définitions multiples (valeur, vision, approche managériale, méthode, etc.), son évolution historique, ses domaines d'application et les rôles des différents acteurs (White Belt, Black Belt, etc.).

La deuxième partie décrit le contexte du secteur éducatif en Algérie, les normes de construction scolaire et les enjeux liés à la qualité de l'enseignement.

La troisième partie est consacrée à l'étude du projet de collège B6 à Teleghma, avec une description technique du projet, des intervenants, des documents contractuels, de l'état d'avancement et de l'entreprise réalisatrice.

Enfin, la dernière partie applique la méthode DMAIC sur le terrain :

- Définir le problème à travers des outils comme le SIPOC, le QQQQCP et le diagramme CTQ.
- Mesurer les écarts et dysfonctionnements avec l'Ishikawa, le DPMO, etc.
- Analyser les causes racines avec Pareto, les plans d'expériences.
- Améliorer le processus par des outils comme l'AMDEC, Poka-Yoke, la matrice de Pugh.
- Contrôler les résultats et garantir la pérennité des améliorations.

Ce mémoire démontre que l'approche Six Sigma est parfaitement transposable au secteur de la construction en Algérie, et peut constituer un levier stratégique pour améliorer les performances des projets publics, en particulier dans l'éducation.

### Mots-clés

Six Sigma – DMAIC – Qualité – Coût – Délai – Gestion de projet – Construction scolaire – Éducation – Algérie – Amélioration continue – entreprise de construction

## الملخص:

يتناول هذا البحث إدماج منهجية "Six Sigma" في قطاع البناء المدرسي في الجزائر، من خلال دراسة مشروع واقعي يتمثل في إنجاز متوسطة من نوع B6 بمدينة تلاغمة.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو إثبات كيف يمكن لطريقة Six Sigma أن تحسن الجودة، وتقلل التكاليف، وتتحكم في الأجال ضمن مشروع بناء. يعتمد البحث على منهجية DMAIC (تعريف، قياس، تحليل، تحسين، تحكم) لتحديد المشاكل، وتحليل الأسباب، واقتراح حلول ملموسة، وضمان تتبع فعال لها.

الجزء الأول من البحث يعرض منهجية Six Sigma من حيث تعريفاتها المختلفة (قيمة، رؤية، منهج إداري، طريقة، إلخ)، وتاريخها، ومجالات تطبيقها، وأدوار الفاعلين) مثل White Belt ، Black Belt ، إلخ).

أما الجزء الثاني، فيصف السياق العام لقطاع التربية في الجزائر، مع التركيز على معايير بناء المؤسسات التعليمية والتحديات المرتبطة بجودة التعليم.

الجزء الثالث مخصص لدراسة مشروع بناء المتوسطة B6 في تلاغمة، ويتضمن وصفاً فنياً للمشروع، والمتدخلين، والمستندات التعاقدية، وحالة تقدم الأشغال، والشركة المنجزة.

وفي الجزء الأخير، يتم تطبيق خطوات DMAIC على أرض الواقع:

- تعريف المشكلة باستخدام أدوات مثل SIPOC ، و QOQC ، و CTQ.
- قياس الانحرافات باستخدام مخطط إيشيكوا، ومؤشر DPMO.
- تحليل الأسباب الجذرية باستخدام مخطط باريتو وتجارب التصميم.
- تحسين العمليات باستخدام أدوات مثل AMDEC ، و Poka-Yoke ، ومصفوفة Pugh.
- التحكم في النتائج وضمان استمرارية التحسينات.

ويبرهن هذا البحث على أن منهجية Six Sigma قابلة للتطبيق بفعالية في قطاع البناء في الجزائر، ويمكن أن تمثل رافعة استراتيجية لتحسين أداء المشاريع العامة، خاصة في قطاع التربية.

## **Summary:**

This thesis addresses the integration of the Six Sigma methodology into the school construction sector in Algeria, through the study of a concrete project: the construction of a B6-type middle school in Teleghma.

The main objective is to demonstrate how the Six Sigma method can improve quality, reduce costs, and control project timelines. The work relies on the DMAIC method (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) to identify issues, analyze root causes, propose concrete solutions, and ensure sustainable follow-up.

The first part of the thesis presents the Six Sigma methodology through its various definitions (value, vision, managerial approach, method, etc.), its historical development, areas of application, and the roles of key actors (White Belt, Black Belt, etc.).

The second part describes the context of the education sector in Algeria, construction standards for schools, and the challenges linked to educational quality.

The third part focuses on the B6 school project in Teleghma, detailing the technical aspects of the project, the stakeholders, contractual documents, project progress, and the executing company.

Finally, the last section applies the DMAIC method in the field:

- Define the problem using tools like SIPOC, QQQCP, and the CTQ diagram.
- Measure gaps and inefficiencies with the Ishikawa diagram, DPMO, etc.
- Analyze root causes with Pareto diagrams and design of experiments.
- Improve processes with tools like FMEA, Poka-Yoke, and the Pugh Matrix.
- Control outcomes and ensure long-term improvements.

This thesis demonstrates that the Six Sigma approach is fully applicable to the construction sector in Algeria and can serve as a strategic lever to enhance public project performance, particularly in the field of education.

## ***LISTE D'ABREVIATION***

| <b>Abréviation</b> | <b>Signification</b>  |
|--------------------|---|
| <b>CTQ</b>         | Critical To Quality (Caractéristiques critiques pour la qualité)                                    |
| <b>DMAIC</b>       | Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler)       |
| <b>DPMO</b>        | Defects Per Million Opportunities (Défauts par million d'opportunités)                              |
| <b>KPI</b>         | Key Performance Indicator (Indicateur clé de performance)   |
| <b>AMDEC</b>       | Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité                              |
| <b>SIPOC</b>       | Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers (Fournisseurs, Entrées, Processus, Sorties, Clients) |
| <b>CV</b>          | Cost Variance (Écart de coût)   |
| <b>SV</b>          | Schedule Variance (Écart de planning)   |
| <b>CPI</b>         | Cost Performance Index (Indice de performance des coûts)  |
| <b>SPI</b>         | Schedule Performance Index (Indice de performance des délais)                                       |
| <b>DOE</b>         | Design Of Experiments (Plan d'expériences)  |
| <b>QCD</b>         | Qualité, Coût, Délai  |
| <b>QSE</b>         | Qualité, Sécurité, Environnement  |
| <b>USL / LSL</b>   | Upper / Lower Specification Limits (Limites de spécification supérieures / inférieures)             |
| <b>SMI</b>         | Système de Management Intégré   |
| <b>QHSE</b>        | Qualité, Hygiène, Sécurité, Environnement   |
| <b>EV</b>          | Earned Value (Valeur acquise)   |
| <b>PV</b>          | Planned Value (Valeur planifiée)  |
| <b>AC</b>          | Actual Cost (Coût réel)   |
| <b>DEP</b>         | Direction des Équipements Publics   |
| <b>CTC</b>         | contrôle technique de la construction   |
| <b>TTC</b>         | Toutes Taxes Comprises  |
| <b>ISO</b>         | International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)       |

**CHAPITRE INTRODUCTIVE :  
PROBLEMATIQUE,  
HYPOTHESE ET OBJECTIFS**

## **1 Introduction général**

Dans un contexte économique globalisé et hautement compétitif, les entreprises, en particulier celles opérant dans le secteur de la construction, font face à des défis croissants liés à l'optimisation de leurs performances. La maîtrise des coûts, le respect des délais, et l'amélioration continue de la qualité sont devenus des facteurs essentiels pour garantir la satisfaction des clients et assurer une position compétitive sur le marché.

La méthode Six Sigma, initialement développée dans le secteur industriel, s'est imposée comme une approche rigoureuse et structurée permettant de réduire les variations et d'améliorer les processus. En intégrant des outils statistiques et des principes de gestion des processus, cette méthodologie vise à atteindre un niveau de performance quasi parfait, correspondant à seulement 3,4 défauts par million d'opportunités.

Appliquée au secteur de la construction, où les projets sont souvent complexes et impliquent de multiples parties prenantes, la méthode Six Sigma offre une opportunité précieuse pour rationaliser les opérations. Elle permet d'identifier les inefficacités, de réduire les coûts excessifs, d'accélérer les délais d'exécution, tout en garantissant une qualité conforme aux exigences des clients et aux normes en vigueur.

Ainsi, l'intégration de la méthode Six Sigma dans les entreprises de construction représente une démarche stratégique pour améliorer la performance globale, renforcer la compétitivité et répondre aux attentes croissantes en matière de durabilité et d'efficacité. Ce travail se propose d'explorer les avantages de cette méthode et de démontrer comment elle peut transformer les défis traditionnels du secteur en opportunités d'amélioration continue.

## **2 Problématique**

Dans le secteur de la construction marqué par une complexité croissante et une exigence accrue en matière de qualité, de contrôle des coûts et de respect des délais, les projets éducatifs se démarquent par leurs contraintes spécifiques, notamment en termes de gestion constructive, sécurité, d'ergonomie et de durabilité. Bien que la méthode Six Sigma ait démontré son efficacité dans l'optimisation des processus et la réduction des variations dans d'autres secteurs,

# CHAPITRE INTRODUCTIVE : PROBLEMATIQUE, HYPOTHESE ET OBJECTIFS

tels que le secteur industriel, son application dans la gestion les entreprises de construction reste limitée, en raison de la diversité des parties prenantes et des priorités spécifiques aux projets éducatifs.

Dès lors, comment l'intégration de la méthode Six Sigma peut-elle contribuer à optimiser la qualité, les coûts et les délais dans les entreprises de construction, tout en répondant aux exigences particulières des projets éducatifs ?

Cette problématique vise à explorer les opportunités et les défis de l'intégration de Six Sigma dans ce contexte, afin de proposer des solutions concrètes pour améliorer la performance globale des entreprises de construction, tout en répondant aux besoins des générations futures.

## 3 L'hypothèse

"L'intégration de la méthode Six Sigma dans les entreprises de construction permet d'optimiser la qualité, le coût et le délai en réduisant les variations et les défauts dans les processus de construction, tout en améliorant l'efficacité opérationnelle et la satisfaction client."

## 4 Les objectifs

- Identifier les principales causes des dépassements de coûts, des retards et des problèmes de qualité dans les projets de construction.
- Démontrer, à travers des études de cas, l'impact positif de la méthode Six Sigma dans la gestion constructive.
- Synthétiser les avantages de l'intégration de Six Sigma en termes de qualité, coûts et délais
- Proposer des solutions et les contraintes liées à l'adoption de la méthode.
- Fournir des conclusions et des suggestions pour des recherches futures.

## 5 Structure de mémoire

### 5.1 Introduction Générale

- Présentation du sujet
- Problématique, hypothèse et objectifs
- Plan du mémoire

### 5.2 La Méthode Six Sigma

# CHAPITRE INTRODUCTIVE : PROBLEMATIQUE, HYPOTHESE ET OBJECTIFS

---

- Définitions (valeur, vision, méthode, outils, etc.)
- Historique et évolution
- Domaines d'application
- Satisfaction des parties prenantes
- Organisation des projets Six Sigma
- Rôles des acteurs (White Belt, Black Belt, etc.)
- Démarche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler)

## 5.3 Contexte Éducatif et Construction

- Définition et évolution de l'éducation (monde et Algérie)
- Normes de construction scolaire
- Système éducatif algérien (structure, lois, organisation)

## 5.4 Présentation du Projet de Télégma

- Description du collège B6 à construire
- Localisation, fiche technique, planning
- Acteurs du projet (maître d'ouvrage, entreprise, etc.)
- Présentation de l'entreprise réalisatrice

## 5.5 Application de la Méthode DMAIC

- **Définir** : outils comme QQQQCP, SIPOC, Kano
- **Mesurer** : Ishikawa, collecte des données, DPMO
- **Analyser** : Pareto, plans expériences, Poka Yoke
- **Améliorer** : AMDEC, matrice de Pugh, arbre de décision
- **Contrôler** : suivi des performances et résultats

**Les concepts fondamentaux de la méthode  
six sigma : outils, principe et application**

## **Introduction**

Ce chapitre présente la méthode Six Sigma comme une méthode permettant d'optimiser ou encore d'améliorer la gestion de l'entreprise. La généralisation de la méthode Six Sigma permet de montrer le type d'entreprise et de problème permettant ainsi d'accroître considérablement les gains mesurables et non mesurables grâce à la mise en place de cette méthode. La troisième partie illustre l'importance de la mesure de la qualité Sigma ainsi que le niveau de satisfaction des parties prenantes dans le but de déterminer les pertes, les dérives et les non-conformités enregistrées sur les processus de l'entreprise.

La quatrième partie traite quant à elle sur l'organisation d'un projet Six Sigma inclus dans la démarche d'intégration des systèmes de l'entreprise. Cette combinaison aborde les aspects suivant de l'organisation qui sont : La culture Six Sigma, l'engagement de la direction, la définition des rôles et responsabilités, la formation des acteurs ainsi que l'introduction du pilotage matriciel des projets Six Sigma dans l'organigramme fonctionnel et les procédures dans l'entreprise.

## **1 PRÉSENTATION DE LA MÉTHODE SIX SIGMA**

### **1.1 DÉFINITION DU SIX SIGMA :**

Jusqu'à ce jour il n'existe aucune définition claire et complète de la méthode Six Sigma, cela est dû tout simplement à la question qui se pose souvent "Qu'est-ce que c'est Six Sigma ? Et qui nécessite plusieurs réponses vues sous plusieurs angles. Cette définition se résume sur les 11 points suivants :

#### **1.1.1 Six Sigma comme valeur**

Le Six Sigma est une stratégie d'amélioration continue des performances de l'entreprise. Il vise l'excellence des produits, services et la satisfaction des parties prenantes (clients, actionnaires, employés, etc.). Cette approche permet d'améliorer l'image de marque, de se comparer aux concurrents et de renforcer la compétitivité. Au-delà d'une simple stratégie, le Six Sigma est une culture d'entreprise qui doit être adoptée à tous les niveaux hiérarchiques pour impliquer l'ensemble du personnel.

#### **1.1.2 Six Sigma comme vision**

Le Six Sigma peut s'articuler comme une vision à long terme, comme un objectif que l'entreprise cherche à obtenir dans le but d'atteindre l'excellence et d'accroître les retours sur investissement de la mise en place du SMI entre autre, les investissements liés à la certification

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

---

des normes qualité, d'hygiène, de sécurité, de santé et environnement, ainsi que des coûts engendrés par les actions d'améliorations et de contrôle<sup>1</sup>

## 1.1.3 Six Sigma comme approche managériale

L'application du Six Sigma vise à améliorer la qualité en répondant aux exigences des clients, employés, actionnaires et autres parties prenantes. Intégrée à la stratégie QHSE de l'entreprise, elle nécessite des actions et des moyens adaptés pour atteindre ses objectifs. Cette approche managériale permet d'identifier et d'éliminer les coûts cachés liés au management intégré, impliquant une réorganisation des structures avec une répartition claire des rôles. La formation de nouvelles compétences est essentielle pour la réussite des projets Six Sigma dans les différentes fonctions de l'entreprise.<sup>2</sup>

## 1.1.4 Six Sigma comme mesure

La mise en place de projets Six Sigma permet de mesurer et d'améliorer les écarts par rapport aux objectifs QHSE en intégrant les attentes des clients et parties prenantes comme exigences internes. Il sert également d'outil de contrôle des performances, agissant comme un indicateur clé pour détecter les variations et écarts cachés, qu'ils soient internes ou externes à l'entreprise.

## 1.1.5 Six Sigma comme objectif

L'objectif du Six Sigma est l'atteinte d'un taux de défaut de 3,4 sur un million d'opportunités. Ceci représente 3,4 défauts sur un million de produits fabriqués, ou même 3,4 clients insatisfaits sur un million. Cet objectif vise l'excellence et la réduction de pertes financières liées aux défauts ou toute insatisfaction pour une qualité de 99,99966% sur les produits, services, satisfactions, performances, processus ou tous projets définis.

## 1.1.6 Six Sigma comme indicateur d'évaluation des performances

Le Six Sigma est un indicateur de performance permettant d'évaluer la capacité des processus selon les tolérances définies par la direction. Il mesure la traçabilité des résultats en analysant l'efficacité et l'efficacité des ressources par rapport aux objectifs QSE. Son évaluation inclut le temps de cycle d'exécution et la perte de performance, souvent due à des facteurs cachés, notamment en analysant les pertes par million d'opportunités.

## 1.1.7 Six Sigma comme symbole

En statistique, le symbole ' $\sigma$ ' représente l'écart type, une mesure de la dispersion des valeurs autour de la moyenne. Le terme Six Sigma signifie donc 'six fois l'écart type'. Pour

---

<sup>1</sup> Bentley W., Peter T. D., Lean Six Sigma Secrets For The CIO, Ed. Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2010, pp 21- 24.

<sup>2</sup> [www.personal.umich.edu](http://www.personal.umich.edu) - Lynch D. P, What Is Six Sigma?, Centre professionnel de développement, Université de Michigan : (document mis en ligne le 08/11/2007 et consulté le 21/08/2011)

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

---

illustrer ce concept, prenons l'exemple du taux de satisfaction client. Une entreprise visant 100 % de satisfaction constate des variations entre clients. L'objectif est alors de rapprocher la moyenne des taux obtenus du seuil fixé tout en minimisant la dispersion des résultats.<sup>1</sup>

## 1.1.8 Six Sigma comme méthode

Le Six Sigma est une méthode de résolution de problèmes basée sur cinq étapes : Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer et Contrôler (DMAIC). Elle vise à réduire la variation et les écarts par rapport aux objectifs de l'entreprise, en atteignant une qualité de 99,99966 % avec seulement 0,00034 % de défaillance. Applicable à tout problème mesurable, elle permet d'optimiser la performance en réduisant les défauts, la perte de temps, l'insatisfaction et les dysfonctionnements.

## 1.1.9 Six Sigma comme ensemble d'outils

La méthode Six Sigma emploie pour chaque étape de DMAIC des outils statistiques et managériaux afin de regrouper le maximum de données mesurables (tableaux de bord, des données chiffrées, des rapports) et de données subjectives (problèmes, analyses et idées d'amélioration proposées par une personne ou un groupe)<sup>1</sup>. Les outils statistiques et managériaux sont mentionnés dans le chapitre 03.

## 1.1.10 Six Sigma comme approche systémique

Le Six Sigma aborde dans son analyse une approche systémique en analysant la capacité de chaque processus, la relation et l'interdépendance entre les différents processus, mais encore il analyse aussi la performance de l'ensemble du système de management intégré appliqué à l'entreprise.<sup>2</sup>

## 1.1.11 Six Sigma comme qualité

Le Six Sigma est une démarche d'amélioration continue visant une qualité optimale, dépassant les normes ISO. Il repose sur trois axes : une philosophie d'engagement, une mesure de performance basée sur un objectif de 3,4 défauts par million, et une méthode structurée combinant outils statistiques et optimisation des processus. Son objectif est de réduire les pertes et erreurs tout en maximisant la satisfaction des parties prenantes et les gains financiers, grâce à un contrôle rigoureux et un personnel qualifié.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Gilson, S., Comprendre Six Sigma pour déployer la démarche dans une PME, comme dans un groupe industriel, Journée Romande des Systèmes Management JRSM, 08 Novembre 2006, Swiss Association for Quality, Yverdon-les-Bains, pages 1-16, p 10.

<sup>2</sup> Wheat B., Mills C., ET Carnell M., Leaning into Six Sigma: A Parable of the Journey to Six Sigma and a Lean Enterprise, Ed. McGraw-Hill, New York, 2003, pp 24-29.

<sup>3</sup> Créée par Paul Galvin en 1928 à Chicago, Motorola est une société américaine spécialisée dans l'électronique et la télécommunication

## **2 Historique et évolution d'utilisation de la méthode six sigma**

### **2.1 Naissance et développement de la méthode Six Sigma**

Le Six Sigma trouve ses origines dans les travaux de J. Juran et E. Deming sur le contrôle statistique de la qualité en 1931. Motorola applique cette approche en 1981 pour maîtriser les variations des processus et améliorer ses performances financières.

En 1986, B. Smith formalise la méthode Six Sigma aux États-Unis comme une démarche d'amélioration basée sur des outils statistiques, avec pour objectif de réduire les défauts à 3,4 DPMO (défauts par million d'opportunités).

En 1994, Larry Bossidy (AlliedSignal) élargit son application pour améliorer la performance des processus, former les employés et instaurer une culture Six Sigma centrée sur la qualité et la satisfaction client.

En 1996, Jack Welch (General Electric) adopte et développe la méthode en intégrant la maîtrise de la variabilité et les outils de management pour réduire les pertes financières et optimiser les performances.

### **2.2 Évolution d'utilisation de la méthode Six Sigma**

La méthode Six Sigma connaît un fort succès depuis sa création, en effet, avec son objectif d'excellence organisationnelle et de réduction radicale de la variation, l'utilisation de la méthode devient un investissement important pour beaucoup d'entreprises. <sup>1</sup>

Le Six Sigma est une méthode initiée aux États-Unis mais qui connaît aujourd'hui une croissance d'utilisation au niveau des entreprises multinationales ayant différentes nationalités, l'historique d'évolution des entreprises utilisatrices de la méthode montre bien que les résultats des projets Six Sigma apportent des gains financiers considérables pour les entreprises qui mettent en place une stratégie Six Sigma : <sup>2</sup>

- 1987 : Motorola (inventeur de la méthode) ;

---

<sup>1</sup> Schroeder, R. G, Linderman, K., Liedtke, C., Six Sigma: Definition and underlying theory, Journal of Operations Management, 2008 N° 26, Ed. Elsevier, pages 536-554, p 537.

<sup>2</sup> Breheret, F., Charruau, F., Six Sigma, Journée de la qualité et sureté de fonctionnement des systèmes informatiques QUASSI, 18 Octobre 2007, École d'ingénieur de l'université d'Angers, pages 1-21, pp 04-06.

## CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX

### SEGMA

---

- 1990 : IBM ;
- 1991 : Texas Instruments ;
- 1994 : AlliedSignal (Honeywell) ;
- 1996 : Kodak, General Electric, ... ;
- 1998 : Sony, 3M, Toshiba, Nokia, Ford, Dupont ;
- 2000 : Johnson Controls, Cameron, Pioneer Hi Bred International ;
- 2001: Caterpillar, 3M, Schneider Electric, Delphi...;
- 2002 : Groupe AXA, RCI Banque (Renault), Nissan, Société générale, Textron, RCI, Ingram Micro ;
- 2003 : SFR, CHEP, Home Depot, Tyco Fire & Security, ADT, Axa, AXA Investment Managers, Freudenberg, Pitney Bowes, CALETEC, hager, GC Partner ;
- 2005 : BNP Paribas, MasterCard Worldwide, Nortel, Ineum Consulting ;
- 2006 : Orange - France Telecom Group, Eli Lilly, MERIAL ;
- 2007 : DHL et Groupe Deutsche Post ;
- 2008 : Burner System International, Freyssinet, SAFRAN, BELAMBRA ;
- 2009 : Faurecia, Zoomici SA, Renault ;
- 2010: Groupama Banque, INSIDE Contactless, Metro Cash & Carry France.

### 3 DOMAINE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE SIX

#### SIGMA :

#### 3.1 Gains mesurables et non mesurables de la mise en place du Six Sigma :

La mise en place de la méthode Six Sigma sur des processus d'une entreprise de construction nécessite une connexion entre les visions, les missions, les valeurs et les stratégies de l'entreprise avec la politique qualité cout délai qui emploie des projets Six Sigma afin d'atteindre les objectifs assignés dans l'exécution opérationnelle.

L'application de la méthode Six Sigma permet à l'entreprise de surpasser les objectifs qu'elle définit dans le cadre de l'amélioration de la qualité, des mesures d'hygiène, de santé, de sécurité et de respect d'environnement. Ainsi, cette méthode permet de :

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

- Réduire des défauts des processus de fabrication et de services, et d'accroître leur réactivité et capabilité. Cela est possible grâce à la diminution du nombre de non-conformité, et de la réduction de la variabilité,
- Améliorer le rendement et la marge opérationnelle ;
- Atteindre les standards Six Sigma ; une qualité de 99,99966% et un écart de 0,0034% de défaut ou 3,4 DPMO (défauts par millions d'opportunités),
- Développer une culture de management par les faits à travers la prise en compte des mesures, de la variabilité et de la réduction des écarts,
- Améliorer le niveau d'exécution et d'atteinte des objectifs (cibles désirées par l'entreprise et par les parties intéressées comme le client, l'employé, le partenaire, les collectivités locales, etc.),
- Maintenir un positionnement stratégique dans un marché, et s'ouvrir à une stratégie de percée
  - Augmenter les gains financiers grâce à la maîtrise des processus et la réduction des pertes et coûts cachés par les mesures QHSE,
- Maintenir un positionnement stratégique dans un marché, et s'ouvrir à une stratégie de percée,
- Augmenter les gains financiers grâce à la maîtrise des processus et la réduction des pertes et coûts cachés par les mesures QHSE,

## 3.2 RÉPARTITION DES PROJETS SIX SIGMA SUR LES DOMAINES FONCTIONNELS :

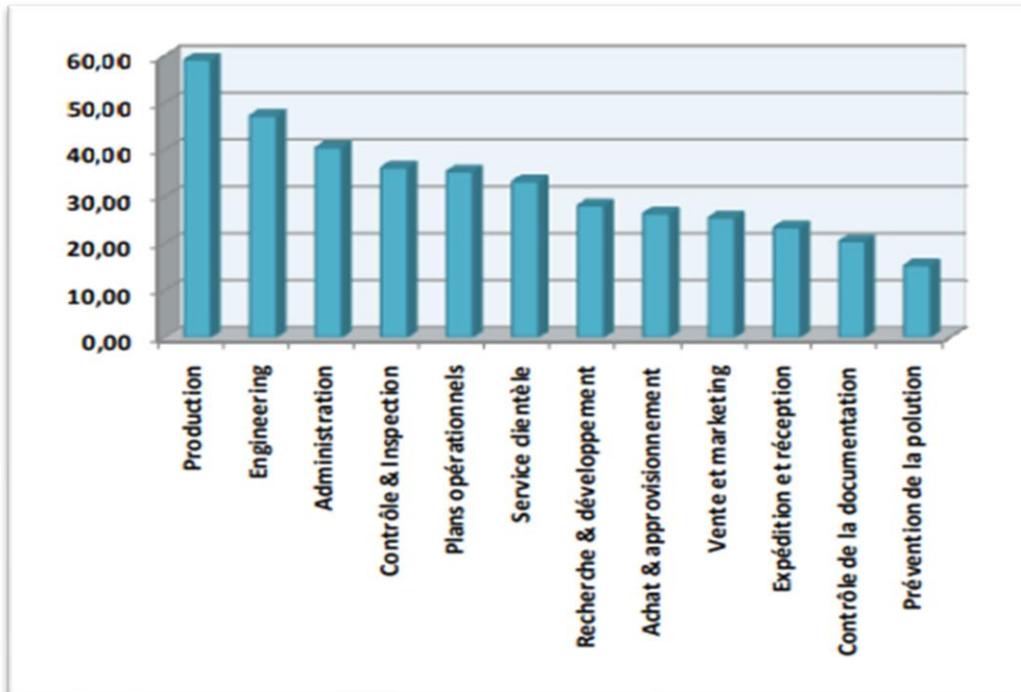
La méthode Six Sigma génère des gains importants, mesurables ou non, et s'applique à tous les secteurs et fonctions d'une entreprise. Une enquête du magazine *Qualité Digest* révèle que les projets Six Sigma sont majoritairement mis en place dans 12 domaines fonctionnels.

Le domaine le plus ciblé est la fabrication (60 %), témoignant d'une volonté de maîtriser la qualité en éliminant les défauts de production. Entre 30 % et 50 %, on retrouve :

- **Engineering** : Innovation et création.
- **Administration** : Réduction des barrières bureaucratiques et amélioration du feedback.
- **Tests et inspection** : Renforcement des audits et contrôles.
- **Opérations** : Respect des plannings.
- **Service client** : Amélioration de la satisfaction des clients et parties prenantes.

# CHAPITRE 1 : LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

## SEGMA



**Figure 1: DISTRIBUTION DES PROJETS SIX SIGMA SUR LES DOMAINES FONCTIONNELS**

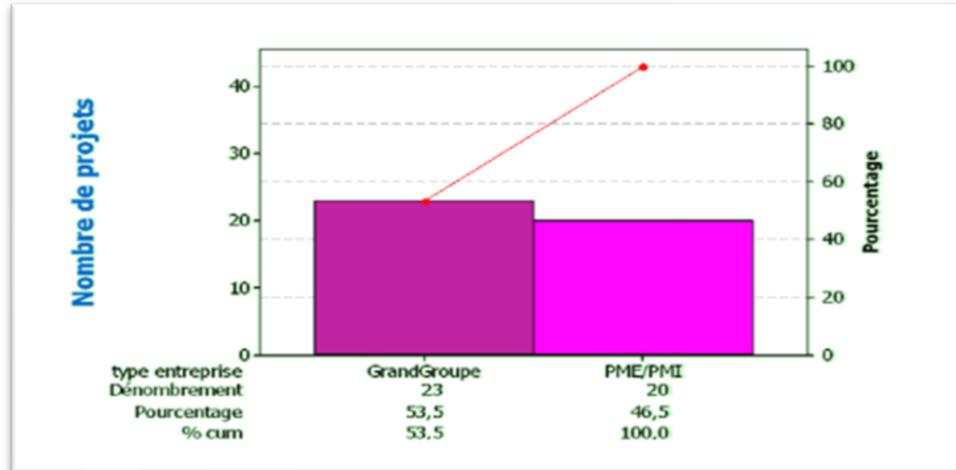
**Source :** Construit par nos soins à partir : [www.qualitydigest.com](http://www.qualitydigest.com)- Dusharme, D., Six Sigma Survey : Breaking Through the Six Sigma Hype : (publié le 30/10/2008 et consulté le 21/04/2011).

Malgré l'étendu d'application de la méthode Six Sigma, elle reste cependant non adaptée à toute entreprise. En effet, la mise en place de projets Six Sigma exige plusieurs paramètres qui sont

- Petites et moyennes entreprises n'ont tout simplement pas les ressources nécessaires (financières, humaines et matérielles) pour mettre en œuvre des projets Six Sigma. D'autres par contre, expriment malgré les ressources financières adéquates un manque d'engagement de la direction, un manque de maîtrise de la qualité des produits ou services, ou bien des problèmes d'atteintes des exigences (Fig. 2)

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

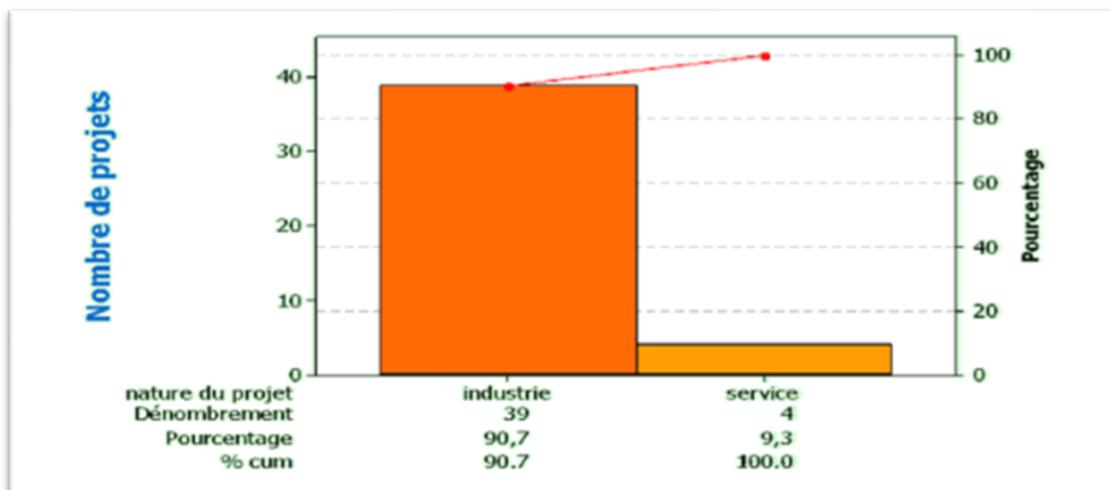
## SEGMA



**Figure 2:REPARTITION DES PROJETS SIX SIGMA SELON LA TAILLE DES ENTREPRISES**

**Source :** Murry, B., Étude de 43 projets Six Sigma dans l'industrie et services, Journée sur l'étude de projets lean Six Sigma, 09 Octobre 2008, Université Lean 6 Sigma, P 1-20, p 5.

La figure ci-après (Fig. 3) illustre quant à elle la répartition des projets Six Sigma selon le nature d'activité c'est-à-dire entre l'industrie et le service.



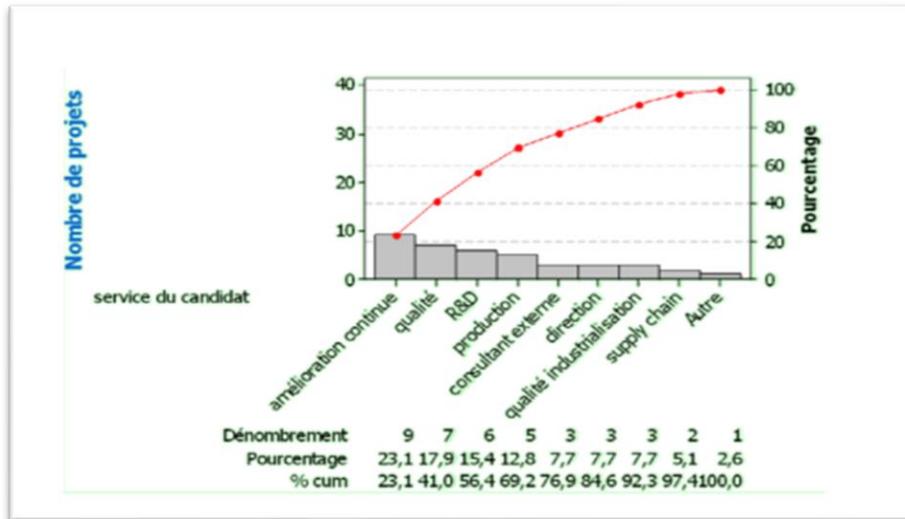
**Figure 3: REPARTITION DES PROJETS SIX SIGMA SELON LA NATURE D'ACTIVITE**

**Source:** Murry, B., Op Cit, p 7.

Cette figure montre que les projets Six Sigma sont présents à hauteur de 90,7% dans le secteur de l'industrie. Uniquement 9,3% des projets sont orientés vers des activités de services

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

## SEGMA



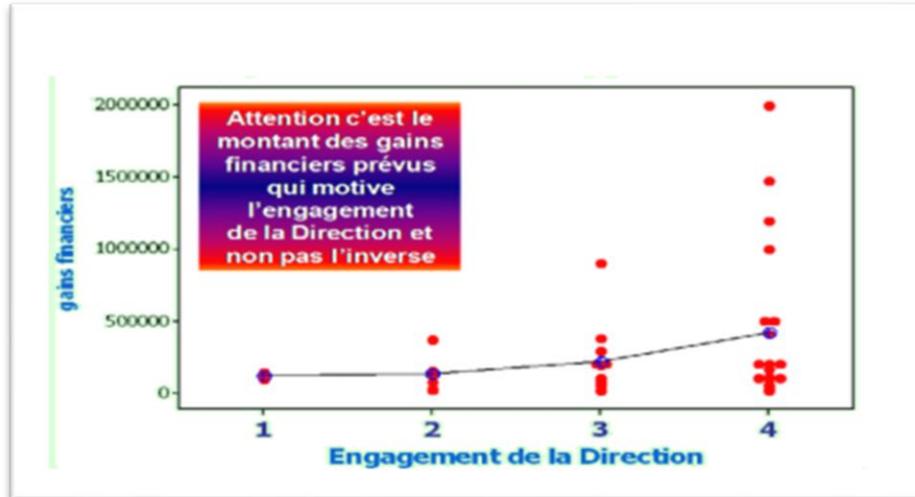
**Figure 4: SERVICES D'APPARTENANCE DES PROJETS SIX SIGMA**

Source : Murry, B., Idem, p 10.

La figure 4 ci-dessus montre que les acteurs responsables des projets Six Sigma sont répartis selon la nature du problème à résoudre à travers la méthode DMAIC. Une valeur de 41% du personnel chargé de la mise en œuvre des programmes Six Sigma se trouve dans la fonction technique qui regroupe aussi bien la résolution des problèmes liés à la qualité mais aussi aux actions d'amélioration continue. Un pourcentage de 28,2% est orienté vers les R&D et la production, par contre 7,7% des projets Six Sigma sont constitués de consultants externes. Cela montre que les entreprises ne disposent pas de ressources humaines suffisamment qualifiées pour le management d'un projet Six Sigma.

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

## SEGMA



**Figure 5:GAINS FINANCIERS DES PROJETS SIX SIGMA EN FONCTION DE L'ENGAGEMENT DE LA DIRECTION**

Source: Murry, B., Op Cit, p 18

La figure 5 illustre la corrélation entre l'engagement de la direction et l'augmentation des gains financiers des projets Six Sigma. Plus la direction est impliquée, plus les résultats sont significatifs.

L'analyse repose sur quatre niveaux d'engagement :

1. **Aucun engagement** : Application des projets sans soutien direct de la direction.
2. **Suivi par les chefs d'équipe ou de service** : Implication limitée à l'encadrement opérationnel.
3. **Suivi par les responsables de fonction et chefs de service** : Engagement plus structuré.
4. **Suivi rigoureux par la direction et le comité de pilotage** : Mobilisation accrue des ressources et suivi renforcé.

Les résultats montrent que l'implication directe de la direction, en mettant en place les ressources et un suivi régulier, maximise le succès financier des projets Six Sigma.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Murry, B., Op Cit, p 18.

---

## **4 QUALITÉ SIX SIGMA AU PROFIT DE LA SATISFACTION DES PARTIES INTÉRESSÉES**

### **4.1 Mesure des réelles attentes des parties intéressées :**

La première idée de base qu'une entreprise certifiée doit avoir à l'esprit lors de l'application de la méthode Six Sigma est l'importance de la satisfaction non seulement du client mais aussi des partenaires, des actionnaires, des employés, ainsi que de toute autre partie intéressée ; les résultats de la méthode Six Sigma sur un problème donné doit apporter une amélioration significative au client et à toutes les parties intéressées. Pour cela, l'entreprise doit s'intéresser à ce que souhaitent réellement les parties et non pas à ce qu'elles pensent. La première démarche pour une identification optimale des réelles attentes des parties intéressées est la détermination des caractéristiques critiques pour la qualité (Critiqua-To-Qualité CTQ) 1. Ces CTQ permettent alors à l'entreprise de fixer non seulement une cible (objectif) à atteindre selon le niveau d'exigence des parties intéressées, mais aussi une zone de tolérance<sup>1</sup>

Cette zone permet de montrer les limites d'acceptabilité des différentes parties sur un domaine donné, par exemple la limite inférieure de tolérance égale à 80% de satisfaction et la limite supérieure de tolérance égale à 100% de satisfaction. Une plus grande satisfaction des parties intéressées permet aussi bien de les fidéliser, de créer une relation de confiance durable dans le temps, mais aussi permet d'attirer de nouveaux clients, investisseurs, partenaires stratégiques, et employés compétents. Cette augmentation de la satisfaction se transforme en gains financiers et en une amélioration de la profitabilité<sup>2</sup>

#### **4.1.1 MESURE DE LA QUALITÉ SIX SIGMA :**

##### **Fondement statistique du niveau de qualité Six Sigma**

Le Six Sigma a été précédemment défini comme 6 fois l'écart type ; son rôle est de calculer la dispersion des valeurs autour de la moyenne. Ces deux termes purement d'origine statistique "moyenne et écart type"

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

démontrent que la méthode Six Sigma est tirée de la loi normale ou sous l'appellation de loi

---

<sup>1</sup> Michael L. G., Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean production speed, Ed. McGraw-Hill, New York, 2002, p 93.

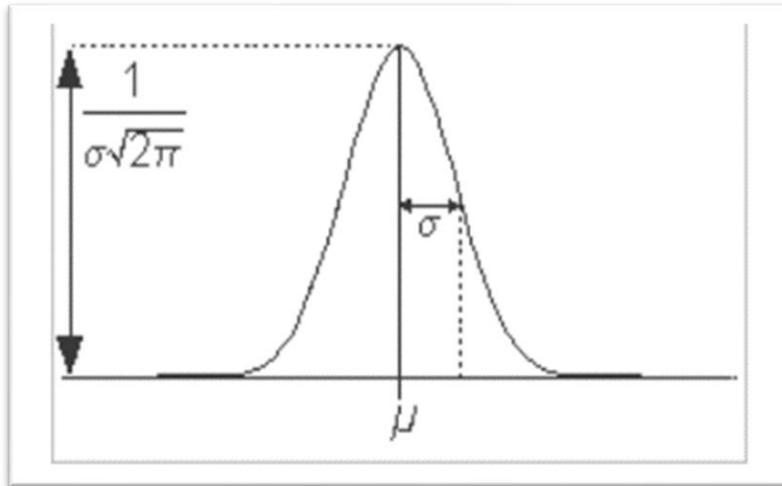
<sup>2</sup> www.12manage.com - Explication de Six Sigma : Concentrer ses efforts à développer et fournir des produits et des services presque parfaits : (publié le 10/5/2009 et consulté le 22/05/2011).

# CHAPITRE 1 : LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

Laplace-Gauss des lois de probabilités. La loi de distribution normale de paramètre de position (dispersion des valeurs) “ $\mu$ ”, et de dispersion (la plus ou moins grande <sup>1</sup>

Où :

- $\sigma$ : Ecart type de la distribution ;
- $\mu$ : Moyenne de la population (Echantillons) ;
- $x$  : Valeur des différentes abscisses de la distribution (variable).



**Figure 6: COURBE DE GAUSS DE LA LOI NORMALE**

Source : [www.six.sigma.frechet.free.fr](http://www.six.sigma.frechet.free.fr) – Op Cit.

La figure 6 illustre la courbe en cloche, où  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$  est la fréquence de la distribution (proportion de la valeur du processus sigma). Comme la moyenne des valeurs de la répartition est la cible de la distribution, sa valeur est égale à la proportion de la valeur du processus sigma. L'écart existant entre les bornes inférieure et supérieure de la courbe de cloche représente le niveau de qualité de sigma (l'écart type).

L'écart type est défini précédemment comme la dispersion des valeurs autour de la moyenne, ce qu'il faut savoir c'est que plus la valeur de l'écart type est petite, plus le niveau de qualité

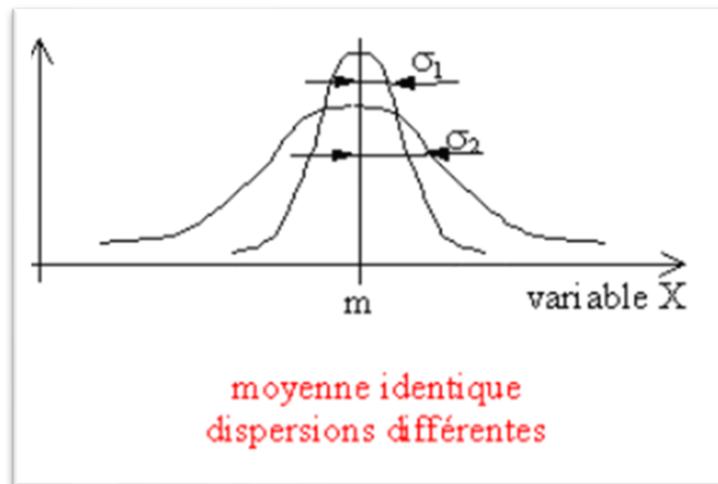
Six Sigma augmentent. La mesure du niveau sigma est simple ; la figure 10 montre deux courbes avec des moyennes identiques et des écarts types différents. La première courbe est tracée à base de valeurs proches à la moyenne, ce qui réduit bien entendu la valeur de l'écart

<sup>1</sup> Pillet, M., Six Sigma : Comment l'appliquer, Ed. Éditions d'Organisation, Paris, 2005, pp 18-21. Two Michael L. G., Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean production speed, Ed. McGraw-Hill, New York, 2002, p 93.

# CHAPITRE 1 : LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

## SEGMA

type, le deuxième cas par contre possède dans son espace des valeurs bien plus dispersées par rapport à la moyenne, cette dispersion agrandit la valeur de l'écart type.



**Figure 7: INFLUENCE DE L'ECART TYPE ET DE LA FREQUENCE SUR LE NIVEAU DE QUALITE SIGMA.**

**Source :** [www.ac-nancy-metz.fr](http://www.ac-nancy-metz.fr)- Domptail, C., Aide statistiques et carte de contrôle, IUT Métrologie Contrôle Qualité, Lunéville : (publié le 27/02/2010 et consulté le 08/05/2011).

Comme la valeur de la fréquence dépend de la variation de l'écart type, la qualité Six Sigma s'identifie dans l'importance de l'accroissement de la valeur de la fréquence et de la réduction de l'espace de distribution des valeurs. En d'autres termes, plus les valeurs sont proches de la cible (moyenne), plus la valeur de la fréquence augmente ; ces deux valeurs augmentent à leur tour le niveau de qualité sigma.

### **Identification des bornes de tolérance :**

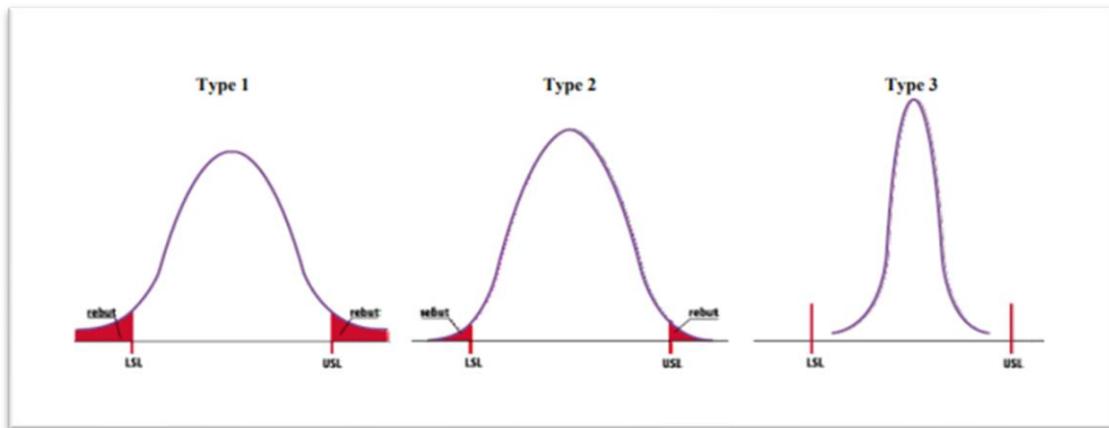
Comme expliqué précédemment, plus la valeur de l'écart type est importante, plus la courbe de Gauss est aplatie (réduction de la valeur de la fréquence), et plus les valeurs mesurées sont réparties et s'éloignent de la moyenne. Le but d'une entreprise est de faire réduire au maximum la valeur de l'écart type afin de faire intégrer 99,999998% des valeurs dans un intervalle des valeurs dans un intervalle de tolérance de  $6\sigma$ . Cet intervalle de confiance accepte un taux de défaut de 0,00034%. Plus la valeur de l'écart type est grande, plus le taux de rebut augmente au niveau des deux extrémités de la courbe en cloche (Fig. 8).

Cette figure montre que plus la courbe est aplatie (valeur écart type importante), plus la courbe sort des limites supérieure et inférieure de spécification (USL Up per Spécification

# CHAPITRE 1 : LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

## SEGMA

Limita, et LSL Löw Spécification Limita) ; cet intervalle de tolérance représente l'écart toléré des valeurs de la distribution par rapport à la cible



**Figure 8 : INFLUENCE DE LA VALEUR DE L'ECART TYPE SUR LE TAUX DE REBUT**

**Source :** Victoire, D., Le Six Sigma : c'est avant tout une mesure pour traquer les défauts de processus, Revue Forum Mesures 753, 2003 N° 4, Paris, pages 20 – 24, p 22.

Par exemple, si l'entreprise veut réduire le nombre de réclamations à 4 par mois, celle-ci doit mettre alors une zone de tolérance où la LSL est égale à 0 réclamation et l'USL égale à 6 réclamations. Si le nombre de réclamations de chaque mois est compris entre l'intervalle [0, 6], l'entreprise affichera alors la troisième courbe en cloche, cependant si les valeurs de réclamations mensuelles dépassent de la zone de tolérance, l'entreprise aura alors des courbes de type 1 ou 2 selon l'importance de l'écart par rapport à la cible.

Influence de la qualité du processus sur le niveau de qualité sigma :

Pour connaître le niveau de qualité sigma, il suffit simplement de mesurer la performance du processus sur lequel l'étude est faite. La mesure d'une qualité Six Sigma représente un taux de défauts de 0,00034% et une performance du processus (Yield) de 99,99966% ; ce taux de performance est jugé par la méthode Six Sigma comme la cible que toute entreprise certifiée

## CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

mettant en place des démarches d'améliorations continues doit atteindre. La qualité Six Sigma (6 fois l'écart type) avec une qualité de 99,999666% et un taux de défaut de 0,00034% montre que la qualité du processus détermine aussi bien le taux de défauts mais aussi la valeur du processus (qualité) sigma

Mesure des défauts par million d'opportunités :

Afin de mesurer le total des DPMO (défauts par millions d'opportunités) sur un processus, l'entreprise doit calculer 2 variables :

- La première concerne le nombre total des défauts qu'elle a constaté sur le processus, ces défauts varient selon la nature du problème et représentent n'importe quel type de résultat inacceptable produit par un processus sous contrôle, cela peut être le nombre de produits non-conformes ou le nombre de clients non satisfaits.

- La deuxième variable est le nombre total d'opportunités, celui-ci est égale au nombre total des caractéristiques critiques pour la qualité CTQ ; l'entreprise doit identifier tous les critères d'exigences, attentes et besoins des parties intéressées sous forme de CTQ. Les CTQ sont considérés comme une possibilité d'apparition de défauts, d'autres les voient par contre comme un événement potentiel d'amélioration de la satisfaction des parties intéressées.<sup>1</sup>

Le calcul du nombre de défauts par millions d'opportunités DPMO se fait comme suit :  
DPMO = Nombre total de défauts x 1.000.000 sur Nombre total d'opportunités de défauts

$$DPMO = \frac{\text{Nombre total de défauts} \times 1.000.000}{\text{Nombre total d'opportunités de défauts}}$$

Le calcul des DPMO permet donc de mesurer le niveau de qualité actuel du processus, plus la valeur des DPMO est grande, plus la qualité du processus diminue ainsi que le niveau de qualité sigma comme illustré dans le tableau.

Le tableau ci-dessous montre que plus la qualité d'un processus augmente, plus le nombre de DPMO ne baisse. La réduction du taux de défaut augmente la valeur de z, qui est tout simplement le nombre n fois l'écart type ; le niveau de qualité z égal à Six Sigma où  $6\sigma$  illustre des processus industriels d'une qualité parfaite. Cependant l'appréciation de la qualité d'un

---

<sup>1</sup> Bass, I., Six Sigma Statistics with Excel and Minitab, Ed. Mc-Graw Hill, New York, 2007, pp 16-19

# CHAPITRE 1 : LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

service est considérée comme parfaite à hauteur de  $5\sigma$  avec une qualité de 99,9767% et un nombre de 233 DPMO.<sup>1</sup>

**Tableau 1 : Appréciation des niveaux qualité Z.**

| Niveau qualité<br>$z = n.\sigma$ | % Qualité        | % Défaut        | DPMO       | Appréciation de la qualité d'un service | Appréciation de la qualité industrielle |
|----------------------------------|------------------|-----------------|------------|---|---|
| $1\sigma$                        | 30,9%            | 69,1%           | 691 462    | Pauvre                                  | Pauvre                                  |
| $2\sigma$                        | 69,1%            | 30,9%           | 308 538    | Moyen                                   | Pauvre                                  |
| $3\sigma$                        | 93,32%           | 6,7%            | 66 807     | Bon                                     | Moyen                                   |
| $4\sigma$                        | 99,379%          | 0,62%           | 6 210      | Excellent                               | Bon                                     |
| $5\sigma$                        | 99,9767%         | 0,023%          | 233        | Parfait                                 | Excellent                               |
| $6\sigma$                        | <b>99,99966%</b> | <b>0,00034%</b> | <b>3,4</b> | -                                       | <b>Parfait</b>                          |

Source : Construit par nos soins à partir de : Tennant, G., Op Cit, p 2.

La plupart des entreprises possèdent des processus de qualité  $3\sigma$ , avec un nombre de 66807 DPMO et une qualité de 93,32%. Le but de l'application de la méthode Six Sigma est de faire baisser le nombre de DPMO de 66807 à 3,4<sup>2</sup>

## 4.2 PERTES ET DÉRIVES D'UN PROCESSUS Six Sigma :

En théorie, un processus Six Sigma est situé dans la zone de tolérance]  $-6\sigma$  ;  $+6\sigma$  [. Cela signifie que ce processus ne doit dégager que 0,00198 DPMO à raison de 0,00099 DPMO de chaque côté (figure 9). Mais ce qu'il faut savoir c'est que le Six Sigma est bien plus qu'un état d'esprit, en réalité la qualité Six Sigma avec un taux de défaut de 3,4 DPMO représente une qualité de  $4,5\sigma$  1 . Le processus d'une entreprise est considéré comme excellent à hauteur de  $4,5\sigma$ , le principe est qu'un processus n'est jamais centré par rapport aux limites supérieure et

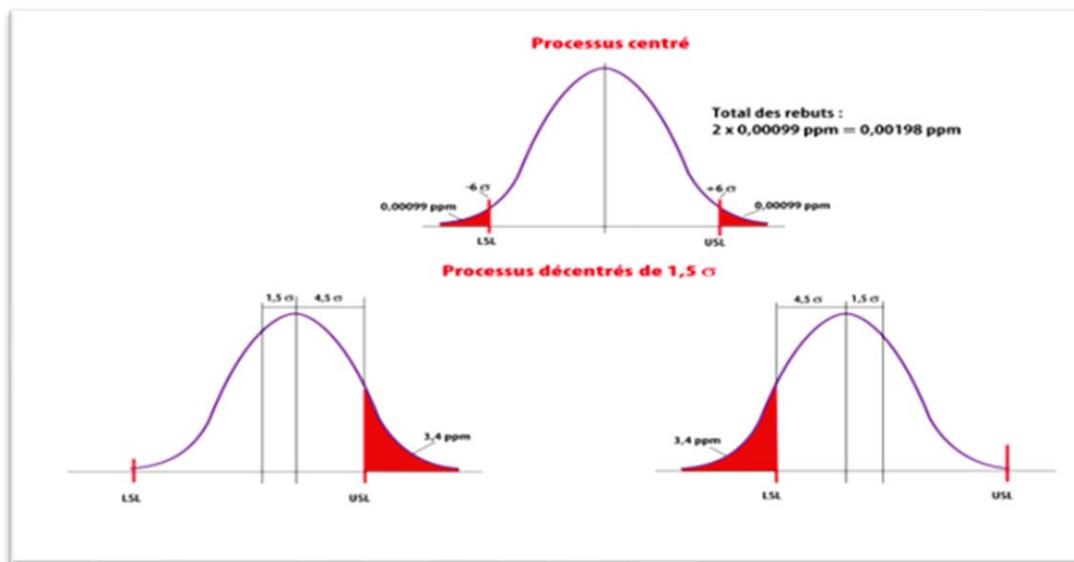
<sup>1</sup> Tennant, G., Six Sigma Calculator, Ed. Multiply Six Sigma, Bristol, 2003, p 7.

<sup>2</sup> Tennant, G., Six Sigma Calculator, Ed. Multiply Six Sigma, Bristol, 2003, p 7

# CHAPITRE 1 : LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

## SEGMA

inférieure de spécification USL et LSL, cela veut dire que les mesures hors tolérance (défauts ou rebuts) peuvent ne pas être spécialement inférieures à LSL et en même temps supérieures à USL ; ces rebuts peuvent être uniquement supérieurs à USL, ou uniquement inférieurs à LSL. Afin de prendre en compte ces pertes dans le processus, la méthode Six Sigma tolère une dérive ou un décentrage<sup>2</sup> de  $1,5\sigma$ , cependant la mise en place d'un projet Six Sigma vise à améliorer le processus de  $1,5\sigma$  ; cela explique que la qualité d'un processus excellent est de  $4,5\sigma$  avec 3,4 DPMO à court terme (processus centré) et que la qualité du même processus sera de  $6\sigma$  après l'exécution du projet<sup>1</sup>



Source : Victoire, D., Op Cit.

## 5 ORGANISATION D'UN PROJET SIX SIGMA DANS UNE DÉMARCHE D'INTÉGRATION.

### 5.1 CULTURE SIX SIGMA :

La mise en place de projets Six Sigma nécessite comme première condition l'intégration de nouvelles valeurs au sein de l'entreprise. Ces valeurs touchent tous les niveaux hiérarchiques

<sup>1</sup> Victoir, D., Op Cit, p 23.

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

et chaque acteur est responsable de la réussite ou l'échec de l'intégration du Six Sigma comme stratégie de l'entreprise.

Pour cela, la direction doit impérativement créer une culture dite de Six Sigma. Cette culture s'oriente vers la satisfaction des clients, des employés, des partenaires, des actionnaires et de toutes parties intéressées et la définit comme objectif prioritaire à atteindre. La voix des parties intéressées doit être intégrée comme une exigence interne dans la politique QSE de l'entreprise.

La différence entre une culture QSE et une culture Six Sigma est que la deuxième prime la mesure, en d'autres termes chaque écart doit être analysé et amélioré. Les objectifs d'une démarche QSE sont définis par l'entreprise, par contre la culture Six Sigma oblige à tout acteur de participer à la réduction de la variabilité à un taux de 3,4 DPMO. Cet objectif est excellent pour l'entreprise et représente une multitude d'actions d'amélioration continue d'un SMI visant à atteindre une qualité ou une satisfaction de 99,99966%.

La mise en place d'un SMI est un énorme atout et pratiquement une condition primaire à l'application de la méthode Six Sigma, car il exige la traçabilité des enregistrements et la mise en place d'audits et de revues de direction. Ces trois éléments sont une mine d'or et permettent aux acteurs d'un projet Six Sigma de mesurer, d'analyser et de proposer des améliorations sur les problèmes que l'entité rencontre.<sup>1</sup>

## 5.2 ENGAGEMENT DE LA DIRECTION :

Après la généralisation de la culture Six Sigma, la direction a un rôle primordial à jouer, même qu'elle est le facteur le plus influant sur la réussite des projets Six Sigma. Son rôle commence déjà par la sensibilisation à la culture Six Sigma, mais il va aussi bien plus loin avec la disposition de toutes les ressources nécessaires à l'application de la méthode Six Sigma sur son système qualité, hygiène, sécurité, santé et environnement. Elle consacre un budget pour la disposition des :

- Ressources financières liées à la rémunération des acteurs du projet, des actions d'améliorations, des frais d'acquisition de logiciels spécialisés, des investissements, de la restructuration, etc.
- Ressources humaines liées à la formation et mise à niveau du personnel, à l'intégration de consultants dans l'équipe du projet Six Sigma
- Ressources matérielles comme la disposition de salles de travail, d'achat d'outils et de machines proposés lors de l'étape améliorée de la méthode DMAIC

---

<sup>1</sup> 1 Pillet, M., 2005, Op Cit, p 398.

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

- Ressources informationnelles comme l'amélioration des bases de données et du système d'informations dans le but d'actualiser les données, de les transformer en informations, d'améliorer leurs moyens de diffusion, et d'optimiser le feedback.

L'engagement de la direction induit aussi un intérêt qu'elle exprime par le suivi et le contrôle des étapes d'évolution des projets Six Sigma. Elle a le rôle de coordinatrice :

- ✚ Elle planifie les projets dans l'espace et le temps selon les problèmes qui influent négativement sur la santé ou l'amélioration de l'entreprise
- ✚ Elle dirige les différents projets en les supervisant et en donnant son appui
- ✚ Elle organise les changements imposés par les Y (résultats) du projet suivant sa politique QSE
- ✚ Et, contrôle la performance des projets

## 5.3 PILOTAGE MATRICIEL DES PROJETS SIX SIGMA

Parmi les différents rôles de la direction, celle-ci est chargée d'établir un organigramme fonctionnel qui illustre la structure, les rôles, les responsabilités et les liens hiérarchiques liés au management des projets Six Sigma ; l'organisation de l'entreprise doit alors prendre en considération un pilotage matriciel des projets Six Sigma.

Comme la méthode Six Sigma s'applique sur des problèmes que l'entreprise rencontre, ses projets sont distribués sur les fonctions intéressées ; il peut d'ailleurs y avoir 2 à 3 projets sur une même fonction comme il peut y avoir certaines personnes des groupes Six Sigma qui peuvent participer sur plusieurs projets à la fois. Une entreprise certifiée doit non seulement créer un organigramme fonctionnel qui illustre les relations hiérarchiques et la distribution des rôles et des responsabilités de la mise en œuvre et de l'amélioration, mais doit aussi intégrer le pilotage des projets Six Sigma au sein de ce même organigramme fonctionnel, car avant tout la méthode Six Sigma sert à améliorer la performance des entreprises.

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

| Etape de<br>DMAIC              |   |  |   |   |  |
|--------------------------------|---|--|---|---|--|
| Niveau<br>hiérarchique         | Définir   | Mesurer  | Analyser  | Améliorer   | Contrôler  |
| <b>Niveau<br/>stratégique</b>  | Objectifs et priorités de l'entreprise afin de générer des gains financiers         | Cohérence entre son système de management intégré et les projets Six Sigma | Écarts entre les objectifs de sa politique QSE et les résultats opérationnels | Système de management intégré pour atteindre la cible souhaitée   | CTQ défini selon les exigences des parties intéressées                       |
| <b>Niveau<br/>tactique</b>     | Projets Six Sigma permettant d'atteindre les objectifs et priorités de l'entreprise | Performance des projets Six Sigma  | Résultats des projets Six Sigma par rapport aux objectifs opérationnels       | Système de management des projets Six Sigma                       | Inputs (données X) du système de management des différents projets Six Sigma |
| <b>Niveau<br/>opérationnel</b> | Processus et la fonction relative à chaque problème                                 | Capabilité des processus   | Données X (input) et Y (output du processus), puis les mettre en relation     | Y des processus sur lesquels la méthode Six Sigma a été appliquée | Évolution de l'amélioration des Y (outputs du processus)                     |

**Figure 10: MANAGEMENT DU SIX SIGMA APPLIQUE SUR LES TROIS NIVEAUX DE L'ENTREPRISE**

**Source :** Construit par nos soins à partir de l'ouvrage Pillet, M., 2005, Op Cit, p 401

La figure 10 ci-dessus montre l'importance du changement de la structure de l'entreprise. L'application de la méthode Six Sigma importe l'implication non seulement de la direction (niveau stratégique), mais aussi des autres niveaux de l'entreprise. La mise en place d'un projet ou programme Six Sigma au niveau opérationnel nécessite impérativement une étude préalable passant en revue les 5 étapes de la méthode DMAIC, chaque niveau a cependant un rôle à jouer pour chacune de ces étapes.

Le pilotage matriciel ne s'applique donc pas uniquement sur le nombre de projets au niveau opérationnel mais c'est les résultats de l'application de la méthode Six Sigma sur le niveau stratégique et tactique qui définit le nombre de projets à mettre en place comme action d'optimisation les entreprises de la construction

## **6 Rôles, responsabilités et autorités du personnel du six sigma :**

La mise en place de la méthode Six Sigma nécessite la disponibilité des ressources humaines qualifiées et compétentes dans chaque projet défini par l'entreprise. Tout comme l'organisation d'une entreprise de construction, les responsabilités, les rôles et les autorités des acteurs relatifs aux projets Six Sigma doivent être communiqués sur des documents. La définition des relations

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

hiérarchiques de la méthode Six Sigma est insérée dans les documents relatifs aux actions correctives ayant pour objet l'élimination des causes de non-conformités (DPMO) au niveau des processus.

L'entreprise General Electric a proposé une classification des employés chargés de l'application du Six Sigma en 7 différents acteurs ; cette classification va des agents exécutants aux responsables des projets. Leur nom est attribué selon les différents niveaux d'avancement d'un judoka de la ceinture blanche à la ceinture noire : White Belt, Yellow Belt, Green Belt, Black Belt, Master Black Belt et Champion.

Afin de mieux comprendre cette classification, les rôles, les responsabilités et les autorités de chaque acteur du Six Sigma sont expliqués comme ci-après :

## **6.1 White Belt :**

Les White Belt et Yellow Belt sont des agents appartenant au niveau opérationnel, ces acteurs sont en phase d'apprentissage des outils statistiques et managériaux appliqués aux 5 étapes de la méthode DMAIC. Le White Belt est un acteur qui s'initie à la démarche Six Sigma par une formation et un stage au niveau d'un projet Six Sigma.

## **6.2 Yellow Belt :**

Le Yellow Belt, quant à lui est tout simplement un White Belt qui participe et fait part à un projet Six Sigma. Il est apte à appliquer les outils d'amélioration continue et les outils statistiques sur un vrai projet ; sa participation à un projet lui permet d'être certifié Green Belt.

## **6.3 Green Belt :**

Le Green Belt est un agent qui a déjà validé un projet Six Sigma, il opère lui aussi dans le niveau opérationnel. Le Green Belt (ceinture verte) participe à 2 autres projets Six Sigma en étant supervisé et formé par un Black Belt. Après la réalisation des 2 projets Six Sigma, il passe à la ceinture marron en étant certifié Brown Belt.

## **6.4 Brown Belt :**

Le Brown Belt est ensuite formé pour être un Black Belt, sa formation s'oriente sur les techniques managériales comme l'animation de groupe, le développement de ses compétences autant que manager ; en d'autres termes il apprend à être un leader. Il effectue encore plusieurs autres projets en tant que Brown Belt avant de passer au niveau Black Belt.

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

## 6.5 Le Black Belt :

Le Black Belt ou animateur Six Sigma appartient quant à lui aux niveaux opérationnel et tactique. Il a pour rôle le suivi et le contrôle de l'avancement détaillé du ou des projets Six Sigma qu'il supervise, cependant son rôle ne se limite pas à cela, il est aussi chargé de piloter et de motiver les agents White, Yellow, Green et Brown Belt qui représentent à eux tous l'équipe de travail d'un ou des projets Six Sigma.

Il a l'autorité sur son équipe de travail et est responsable de la réussite ou l'échec du projet, pour cela il est responsable de la planification, direction, organisation et contrôle des différentes étapes DMAIC. Le rôle de pilotage du groupe de travail lui donne l'obligation :

- D'animer le projet ;
- De former l'équipe ou le groupe de travail composé des différents acteurs certifiés ;
- D'optimiser la synergie du groupe ;
- D'utiliser les outils statistiques et managériaux, et la méthode Six Sigma.

La plupart des acteurs présents dans un projet Six Sigma reste dans le grade de Green Belt car le passage à un niveau de Black Belt exige deux compétences. La première, c'est la maîtrise parfaite de tous les outils de qualité, managériaux et statistiques appliqués sur la méthode DMAIC, la deuxième compétence concerne la faculté de la personne à gérer une équipe<sup>1</sup>.

## 6.6 Master Black Belt :

Les Masters Blacks Belt appartiennent aussi bien au niveau tactique que stratégique, ils sont considérés comme des experts dans l'utilisation des outils statistiques/managériaux et dans l'application de la méthode DMAIC sur différents problèmes, domaines fonctionnels et processus. Un Master Black Belt a pour mission :

- D'enseigner, en d'autres termes de former tous les niveaux de certification. Il a aussi l'habilitation de juger si un acteur est apte à passer d'un grade Green Belt à Black Belt selon l'aptitude de la personne à gérer son stress et à mener un groupe
- De conseiller les Blacks Belts sur les solutions à mener, les outils à utiliser et sur les choix des paramètres clés à prendre en considération ;
- De développer chacune des étapes du DMAIC. Le Master Black Belt est doté d'une forte expérience car il a mené de très nombreux projets Six Sigma, il intervient en tant que conseiller

---

<sup>1</sup> One Thomsett, M.C., Getting Started in Six Sigma: comprehensive coverage – a practice working guide, Ed. John Wiley & Sons, New Jersey, 2005, pp 34-36.

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SIGMA

---

ou consultant auprès du Black Belt tout en offrant sa contribution au dénouement des situations délicates.

## **6.7 Champion :**

Les Champions sont choisis par la direction générale de l'entreprise, ils sont principalement des directeurs de fonctions ou divisions qui s'impliquent dans la mise en place et l'application de la méthode Six Sigma. Leur rôle n'est pas de conduire ou de diriger les projets, mais plutôt d'en choisir ceux qui offrent le maximum de gains financiers et qui aident à l'atteinte des objectifs QHSE de l'entreprise. Appartenant au niveau stratégique et tactique de l'entreprise, leur rôle est le suivi rigoureux de la réalisation de chaque étape du DMAIC. Autant que superviseurs des Black Belts, les Champions sont responsables du succès ou de l'échec du déploiement des projets Six Sigma, ils s'investissent dans le choix des projets à réaliser et se chargent de l'élimination de toute barrière d'ordre psychologique et culturelle. Les Champions doivent s'assurer que les ressources financières, humaines, matérielles et informationnelles sont disponibles afin d'exécuter leur autre responsabilité qui est de relier chaque projet Six Sigma aux objectifs stratégiques de l'entreprise (politique QSE) tout en réduisant la variabilité dans les processus. D'autres acteurs font toutefois partie intégrante de la mise en œuvre des projets Six Sigma, ces personnes vont être abordées dans le point suivant.<sup>1</sup>

## **6.8 Comité de pilotage des projets Six Sigma :**

Le comité de pilotage représente l'ensemble des Champions avec le directeur général de l'entreprise. Ce comité se réunit pour faire le point sur l'avancement des différents projets Six Sigma en termes de résultats, d'interactions et de difficultés lors de la mise en œuvre de la méthode Six Sigma. Les réunions faites par ce comité ont pour objet d'analyser le succès des projets, de choisir les projets à développer, de faire disposer les ressources nécessaires et d'organiser les rôles, les responsabilités et les autorités de chaque acteur

## **6.9 Équipe de travail chargé des projets Six Sigma :**

L'équipe de travail ou le groupe Six Sigma est généralement composé de 3 à 10 personnes, ces personnes représentent l'ensemble des acteurs définis auparavant du White Belt au Black Belt ; le choix spécialement des Whites Belts destinés à être Yellow puis Green Belts dépend des compétences de chaque acteur. Le but est de créer un groupe pluridisciplinaire ayant des

---

<sup>1</sup> Larson, A., Demystifying Six Sigma: A Company-Wide Approach to Continuous Improvement, Ed. Amacom, New York, 2003, pp 19-20.

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

compétences transversales pour associer plusieurs personnes de différentes fonctions et de différents points de vue. <sup>1</sup>

## 7 Méthode DMAIC

Eh bien chaque étape de la méthode DMAIC requiert l'utilisation d'un ou plusieurs outils que vous pouvez choisir en fonction de votre contexte, mais aussi de vos préférences et votre maîtrise de ces outils.

Voici les 5 étapes du DMAIC :

### 7.1 Définir

Identifiez le processus à améliorer, analysez la voix du client, sélectionner les caractéristiques à améliorer (CTQ), rédigez la charte de projet (incluant l'enjeu économique).

Outils :

|                |   |   |
|----------------|---|---|
| <b>DÉFINIR</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Schéma de pensée</li><li>• Sondage</li><li>• Diagramme CTQ</li><li>• Modèle de Kano</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Diagramme SIPOC</li><li>• Modèle QQQCP</li><li>• Diagramme d'affinités</li><li>• Charte de projet</li></ul> |
|----------------|---|---|

### 7.2 Mesurer

Valider le système de mesure, choisir les axes de stratification, évaluer la performance de départ et la cible, décrire le flux du processus, identifier les tendances liées au temps, identifier et analyser les causes extraordinaires

Outils :

|                |  |   |
|----------------|--|---|
| <b>MESURER</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Matrice cause-effet</li><li>• Plan de collecte des données</li><li>• Diagramme d'Ishikawa</li><li>• Cartographies de processus</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Swimlane</li><li>• Value Stream Mapping (VSM)</li><li>• Cartes de contrôle</li><li>• Maitrise statistique des processus (MSP)</li></ul> |
|----------------|--|---|

<sup>1</sup> Pillet, M., 2005, Op Cit, p 403

### **7.3 Analyser**

Identifier les causes profondes potentielles de variabilité, valider les causes réelles, confirmer l'objectif et les finances.<sup>1</sup>

Outils :

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>ANALYSER</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tests d'hypothèse</li><li>• Corrélation/régression</li><li>• Poka Yoke</li><li>• Boite à moustache</li><li>• Diagramme de Pareto</li><li>• Plans d'expériences</li></ul> |
|-----------------|--|

### **7.4 Améliorer**

Créer des solutions potentielles, sélectionner les solutions, [évaluer les risques](#), mettre en œuvre les solutions, établir les tolérances opérationnelles et mesurer la performance du nouveau processus.

Outils :

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>AMÉLIORER</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Brainstorming</li><li>• Cercle de qualité</li><li>• Focus groups</li><li>• Diagramme en arbre</li><li>• Diagramme matriciel</li><li>• Matrice de Pugh</li><li>• Analyse des modes de défaillance (AMDEC)</li></ul> |
|------------------|--|

### **7.5 Contrôler**

Garantir le maintien de la performance, transférer le processus amélioré, identifier les prochaines étapes et finaliser la documentation.<sup>2</sup>

---

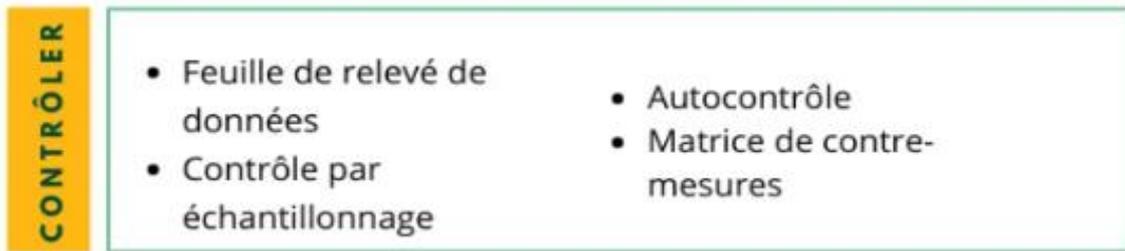
<sup>1</sup> <https://blog-gestion-de-projet.com/la-methode-dmaic/>

<sup>2</sup> <https://blog-gestion-de-projet.com/la-methode-dmaic/>

# CHAPITRE 1 :LES CONCEPTS FONDAMENTAUX DE LA METHODE SIX SEGMA

---

Outils :



## Conclusion Partielle :

Ce chapitre a démontré que le Six Sigma va bien au-delà d'une simple méthode d'amélioration des processus. Il incarne une valeur, une vision et une approche managériale, tout en étant une mesure des écarts, un objectif (3,4 DPMO), un indicateur de performance, un symbole (écart type), un ensemble d'outils, une approche systémique et une référence en excellence organisationnelle.

Appliquée sous forme de projets, la méthode Six Sigma s'adapte à tous types de processus et structures, mais requiert des ressources financières, humaines et informationnelles adéquates. L'engagement de la direction est donc un facteur clé de succès.

Son intégration dans une entreprise repose sur une culture de mesure et de maîtrise de la variabilité, alliée à l'amélioration continue, à la réduction des impacts environnementaux et au respect des normes de santé, d'hygiène et de sécurité. Elle nécessite également une organisation rigoureuse des rôles (du Black Belt au White Belt) à tous les niveaux de l'entreprise.

**CHAPITRE 2 :NORMES ET  
STANDARDS DANS LA  
CONSTRUCTION DES  
ETABLISSEMENTS SCOLAIRES**

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

### Introduction

L'éducation ne se limite pas à être une simple accumulation de connaissances ou une valeur intrinsèque ; elle constitue également un levier fondamental pour le développement humain, économique et social. En tant que vecteur de transformation, elle est au cœur des politiques visant à construire des sociétés plus équitables, plus inclusives et plus prospères. Elle est reconnue comme « une condition indispensable pour garantir le développement durable, la paix et la stabilité à l'intérieur des nations et entre elles ». En d'autres termes, l'éducation ne se contente pas de former des individus ; elle façonne des citoyens capables de contribuer activement à la vie économique, sociale et culturelle de leur pays.

Dans un contexte marqué par une mondialisation accélérée, les sociétés du XXI<sup>e</sup> siècle sont confrontées à des mutations profondes, tant sur le plan technologique que socio-économique. Face à ces défis, l'éducation apparaît comme l'un des piliers permettant aux individus de s'adapter, d'innover et de participer pleinement aux dynamiques en constante évolution. C'est pourquoi l'amélioration des systèmes éducatifs, à tous les niveaux, devient un enjeu prioritaire pour les gouvernements et les acteurs du développement.

### 1 Définition d'éducation :

“L'éducation est un progrès social... L'éducation est non pas une préparation à la vie, l'éducation est la vie même.” **John Dewey**

#### 1.1 L'éducation

L'éducation peut être définie de différentes manières, mais de manière générale, elle se réfère au processus d'acquisition de connaissances, de compétences, de valeurs, d'attitudes et de comportements. C'est un moyen par lequel les individus sont préparés à participer activement à la société, à développer leur potentiel personnel, et à contribuer de manière positive à leur communauté. L'éducation peut se produire à différents niveaux, tels que l'éducation formelle dispensée à l'école, l'éducation informelle à travers l'expérience quotidienne et les interactions sociales, ainsi que l'éducation non formelle qui peut inclure des programmes de formation professionnelle, des ateliers, etc.

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES

### ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

En résumé, l'éducation vise à faciliter le développement global des individus en leur fournissant les connaissances, les compétences et les valeurs nécessaires pour s'épanouir personnellement et contribuer de manière significative à la société.<sup>1</sup>

#### 1.2 L'objectif de l'éducation

L'objectif de l'éducation varie selon les perspectives culturelles, sociales et individuelles, mais plusieurs objectifs généraux sont souvent reconnus. Voici quelques points sur les objectifs de l'éducation :

**Développement des Compétences et des Connaissances :** L'éducation vise à transmettre des connaissances spécifiques dans des domaines tels que les sciences, les mathématiques, les sciences sociales, les langues, les arts, etc. Elle cherche également à développer des compétences essentielles comme la pensée critique, la résolution de problèmes, la communication et la collaboration.<sup>2</sup>

**Formation de la Personnalité :** L'éducation a pour objectif de contribuer au développement global de la personnalité des individus. Cela inclut le développement de la moralité, de l'éthique, de la responsabilité sociale et de la citoyenneté.

**Préparation à la Vie Professionnelle :** Une fonction importante de l'éducation est de préparer les individus à intégrer le monde professionnel en développant des compétences professionnelles, techniques et sociales nécessaires pour réussir dans leur carrière.

**Favoriser la Pensée Critique :** L'éducation cherche à encourager la pensée critique, la capacité à remettre en question, analyser et évaluer l'information de manière indépendante. Cela contribue à la formation d'individus capables de prendre des décisions éclairées.<sup>3</sup>

**Promotion de l'Égalité des Chances :** Un objectif clé de l'éducation est de créer des opportunités égales pour tous les individus, indépendamment de leur origine sociale, économique ou ethnique. Cela vise à réduire les inégalités et à favoriser l'inclusion sociale.

**Adaptation aux Changements Sociaux :** L'éducation doit préparer les individus à s'adapter aux changements sociaux, économiques et technologiques. Elle doit favoriser la flexibilité et la capacité d'apprentissage continu.

---

<sup>1</sup> Sous la direction de Line Massé, Claudia Verret et Amélie Courtinat-Camps

<sup>2</sup> Archives / OMD entre 2000 et 2015

<sup>3</sup> Développement durable à l'horizon 2030, intitulé Agenda 2030

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

**Promotion de la Tolérance et du Respect :** L'éducation joue un rôle important dans la promotion de la tolérance, du respect et de la compréhension mutuelle entre les individus de différentes cultures, religions et origines.

**Épanouissement Personnel :** L'objectif ultime de l'éducation est souvent considéré comme l'épanouissement personnel, où les individus sont en mesure de réaliser leur plein potentiel et de mener une vie significative et enrichissante.

Ces objectifs varient en fonction des systèmes éducatifs, des cultures et des besoins sociaux, mais ils reflètent généralement la vision de l'éducation en tant que force motrice du développement individuel et collectif.<sup>1</sup>

### 1.3 L'évolution de l'éducation dans le monde au fil du temps

L'évolution de l'éducation dans le monde au fil du temps a été marquée par des progrès significatifs, mais aussi par des défis persistants. Selon un article de la Revue internationale d'éducation de Sèvres, les tendances récentes des systèmes éducatifs dans le monde ont été examinées, mettant en lumière des inégalités et des préoccupations croissantes concernant la performance des systèmes éducatifs<sup>2</sup>.

L'histoire de l'éducation en France, par exemple, reflète l'importance croissante de l'éducation en tant qu'enjeu social, économique et politique, depuis les débuts de la Révolution française<sup>4</sup>.

La transformation de l'éducation au fil du temps est une longue marche, inséparable des contextes politiques, économiques et historiques<sup>5</sup>.

Ces éléments soulignent l'importance de comprendre l'évolution de l'éducation dans le monde et de relever les défis persistants pour garantir un accès équitable à une éducation de qualité pour tous.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Publié par le Département de l'information de l'ONU – DPI/2517 H – septembre 2008

<sup>2</sup> Revue Tiers Monde Année 1965 22 pp. 335-356

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

### 1.4 L'évolution de l'éducation dans l'Algérie au fil du temps

L'évolution de l'éducation en Algérie a été marquée par des changements significatifs depuis l'époque coloniale jusqu'à nos jours. Voici un aperçu de certains moments clés de cette évolution :

**Période coloniale :** Après l'occupation française en 1830, l'enseignement en Algérie a été initialement réservé aux enfants européens et assimilés. Les enfants musulmans n'ont eu accès à l'éducation qu'à partir de 1882, mais leur taux de scolarisation était très faible<sup>12</sup>.

**Après l'indépendance :** Depuis l'indépendance de l'Algérie en 1962, le pays a connu une évolution quantitative considérable dans l'enseignement supérieur, avec une augmentation significative du nombre d'étudiants en graduation<sup>1</sup>.

**Défis et réformes :** Le système éducatif algérien a été confronté à des défis tels que la formation des enseignants et la réduction des inégalités d'accès à l'éducation. Des réformes ont été entreprises pour améliorer la qualité et l'accessibilité de l'éducation à travers le pays<sup>4</sup>.

**Influences historiques :** L'évolution de l'éducation en Algérie a été influencée par des facteurs historiques, politiques et culturels, et a été façonnée par des figures importantes et des mouvements éducatifs au fil des siècles<sup>3</sup>.<sup>1</sup>

En résumé, l'évolution de l'éducation en Algérie a été un processus complexe, marqué par des changements significatifs du système éducatif, de l'accessibilité à l'enseignement et des réformes visant à améliorer la qualité de l'éducation à travers le pays.<sup>2</sup>

### 1.5 Les principes de l'éducation

Les principes d'éducation sont des valeurs et idées fondamentales qui guident les systèmes éducatifs dans de nombreux pays. Bien que ces principes puissent varier d'un pays à l'autre, certains sont généralement considérés comme universels.

Voici quelques-uns des principes fondamentaux de l'éducation :

---

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.4000/ries.12680>

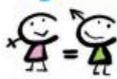
<sup>2</sup> [/journals.openedition.org](https://journals.openedition.org)

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

**Liberté**



**Égalité**



**Gratuité**



**Laïcité**



**Neutralité**



**Liberté** : La liberté est un principe essentiel de l'éducation. Il garantit la liberté d'enseignement, la liberté pour les enfants de recevoir une instruction et la liberté académique pour les enseignants [2].

**Égalité** : L'égalité est un principe qui vise à assurer un accès équitable à l'éducation pour tous, indépendamment de leur origine sociale, ethnique ou économique. Cela signifie que chaque individu a le droit d'accéder à une éducation de qualité sans discrimination [3].

**Gratuité** : La gratuité fait référence au principe selon lequel l'éducation devrait être accessible gratuitement à tous les niveaux, en particulier dans l'enseignement primaire et secondaire [3].

**Laïcité** : La laïcité est un principe important dans certains systèmes éducatifs, notamment en France. Il garantit la neutralité religieuse dans les institutions scolaires publiques et assure que toutes les croyances religieuses sont respectées [1].

**Neutralité** : Le principe de neutralité implique que l'éducation doit être impartiale et objective, sans favoriser ni discriminer aucune opinion politique, religieuse ou idéologique [3].

Ces principes servent souvent de base aux politiques éducatives et visent à promouvoir une éducation de qualité, inclusive et équitable pour tous les apprenants<sup>1</sup>

### 1.6 Types d'équipements :

#### Dans le monde : (Corée exemple)

La typologie des lycées dans le monde peut varier en fonction des systèmes éducatifs propres à chaque pays. Voici quelques exemples de typologies de lycées dans certains pays :

Système éducatif Le système éducatif de la Corée est structuré comme suit :

- l'école élémentaire – obligatoire : durée de la scolarité : 6 ans ; accueille les enfants de 6 à 11 ans ;
- le collège : durée de la scolarité : 3 ans ; accueille les enfants de 12 à 14 ans ;

---

<sup>1</sup> Décret du 23 décembre 2024 relatif à la composition du Gouvernement

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

- le lycée (d'enseignement général ou professionnel) : durée de la scolarité : 3 ans ; accueille les jeunes de 15 à 17 ans ;

- les établissements d'enseignement supérieur/ l'université : formation courte en deux ans ou formation longue en quatre ans. Après leur scolarité primaire obligatoire, la quasi-totalité des jeunes entrent au collège.

Pour accéder au lycée, les élèves doivent passer un examen que 90 pour cent d'entre eux environ réussissent. Ces établissements se répartissent en général en deux catégories selon qu'ils proposent un enseignement général ou professionnel.

L'enseignement privé représente 35 pour cent des établissements d'enseignement secondaire et 83 pour cent des établissements post-secondaires. Les établissements publics offrent pour la plupart plus d'espace par élève que les établissements privés et les pouvoirs publics ont récemment établi des plans en vue d'accroître le nombre de structures auxiliaires, telles que les résidences universitaires et les centres culturels pour étudiants.

Dans le supérieur, aux établissements d'enseignement s'ajoutent les centres de formation à distance dits « universités ouvertes », qui assurent une formation aux adultes et aux jeunes salariés<sup>1</sup>.

**Tableau 2: nombre d'établissements et d'élèves/étudiants en Corée et espace disponible**

|                                  | Ecoles<br>élémentaires | Collèges  | Lycées    | Etablissements<br>d'enseignement<br>supérieur |
|----------------------------------|------------------------|-----------|-----------|---|
| Nombre d'écoles<br>établissement | 5 721                  | 2 720     | 1892      | 316   |
| Nombre<br>d'élèves /<br>étudiant | 3 783 000              | 2 180 000 | 2 336 000 | 2 112 000                                     |

<sup>1</sup> Institut national de la statistique et de l'étude économique

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

|  |     |     |      |      |
|--|-----|-----|------|------|
| Surface au sol par élèves/étudiant         | 5.2 | 5.0 | 5.9  | 9.9  |
| Superficie de terrain par élèves/étudiants | 9.5 | 7.5 | 12.3 | 42.7 |

Source : annuaire statistique de l'éducation de 1977. Ministère de l'éducation Corée

### Dans l'Algérie :

Dorénavant, la construction des établissements scolaires dans les trois paliers est soumise à des conditions. Un Arrêté du 24 Rabie Ethani 1442 correspondant au 10 décembre 2020 fixant la typologie des constructions scolaires, vient de sortir dans le dernier numéro du journal officiel.

Ce dernier précise que la typologie des constructions scolaires de chaque niveau d'enseignement comporte plusieurs types, fixée selon leur capacité d'accueil. La capacité d'accueil d'un établissement scolaire est déterminée selon le nombre de ses locaux.

La typologie des constructions scolaires englobe les types suivants : type de base ; type intermédiaire ; type final. **Le type de base** découle du programme surfacique conçu avec un minimum de locaux, pour accueillir des divisions pédagogiques des différentes années d'études d'un niveau d'enseignement. Il assure, dans les zones éparses et/ou enclavées, une rentabilité pédagogique qui s'inscrit dans le cadre de la prise en charge de l'enseignement obligatoire, notamment l'enseignement primaire. **Le type intermédiaire**, qui se situe entre le type de base et le type final, découle des programmes surfaciques y afférents. Il se distingue par le nombre croissant de ses locaux, sans atteindre toutefois le nombre optimal de locaux prévu pour le type final. Il se caractérise par la possibilité d'extension immédiate ou progressive pour atteindre le nombre de locaux prévus pour le type final.

La typologie des constructions scolaires déterminées pour chaque niveau d'enseignement est un ensemble de types définis d'établissements scolaires. Elle comprend un programme

## **CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES**

---

surfacique détaillé et permet à la carte scolaire d'identifier le type approprié à retenir afin de mieux répondre à la demande d'éducation.

La construction scolaire est une opération de réalisation destinée principalement à l'éducation et à l'enseignement. Elle comporte tous les locaux pédagogiques et les locaux non pédagogiques ainsi que les espaces éducatifs prévus dans le programme surfacique pour la réalisation des établissements scolaires. L'opération de construction comprend également tous les travaux liés à l'extension, à l'aménagement et à la conversion d'une partie ou de l'ensemble du bâtiment scolaire.<sup>1</sup>

## **2 La normalisation par rapport à la construction :**

### **2.1 Normes et standards des constructions scolaires**

#### **2.1.1 Qualité et ressources :**

La qualité, des bâtiments scolaires dans un pays donné doit être fonction des ressources. Quant aux ressources, elles sont humaines, matérielles, financières et, dans le cas des bâtiments scolaires, interdépendantes. Il se peut, par exemple, qu'un pays bénéficiant d'une manne économique soudaine ne dispose de ressources ni humaines, ni matérielles pour utiliser ces revenus nouvellement acquis. De la même façon, lorsqu'on ne dispose ni d'argent, ni de matériaux de construction, les ressources humaines seules ne peuvent suffire pour faire des écoles qui correspondent aux conditions de qualité requises.

Il est donc indispensable, au moment où l'on définit la qualité dans un contexte national, de garder à l'esprit les possibilités, ou autres, de la mettre en œuvre. Il est évident qu'en général, la situation est telle que l'on peut offrir un minimum de qualité, même si c'est inférieur à ce qui était souhaité au départ.

Il faut donc s'attendre à ce que les standards varient avec le temps dans la mesure où l'état des ressources évolue et le processus éducatif se développe. Cet état de fait est bien illustré dans un document publié dans un pays où une étude a été faite sur le parc national de bâtiments

---

<sup>1</sup> Au sens du décret exécutif n° 09-410 du 10 décembre 2009,

## **CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES**

---

scolaires. Cette étude consiste en une description des bases légales des standards appliqués à la conception des écoles et de l'évolution de ces standards au cours des trente dernières années ; cette étude examine les contraintes éducatives auxquelles les écoles ont été, et seront certainement encore soumises ; enfin, prenant ceci en compte, des standards liables à l'avenir sont proposés.

Les modifications de standards et de ressources sont des points importants. L'analyse des besoins en nouveaux bâtiments scolaires et la préparation de nouveaux programmes de construction peuvent fournir l'occasion d'introduire des changements, dans les standards afin d'améliorer les locaux. Les responsables de la planification de l'éducation devront tenir sérieusement compte de ces propositions de changement.

L'introduction soudaine de nouveaux standards de locaux scolaires a souvent pour effet que le parc d'écoles existant' plus conforme aux normes exigées et, par conséquent, il fa parfois trouver des fonds pour faire correspondre les anciennes écoles aux nouveaux standards et éviter ainsi les disparités. Même les pays les plus riches ont du mal h affecter les ressources nécessaires pour de tels changements.<sup>1</sup>

### **2.1.2 Contrôle de la qualité et des ressources**

#### **Les composantes :**

Les composantes d'un bâtiment scolaire -qui doivent être contrôlées en fonction de la qualité -et l'utilisation des ressources sont les suivantes :

- espaces d'enseignement
- espaces hors enseignement
- parties du terrain construites et pavées
- terrains de sport.

Le contrôle s'effectue par :

- la conception.

---

<sup>1</sup> Division des Politiques et de la Planification de l'Education Unesco'

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

- De l'espace et du mobilier.
  - De la construction
- l'analyse du coût des alternatives conceptuelles.

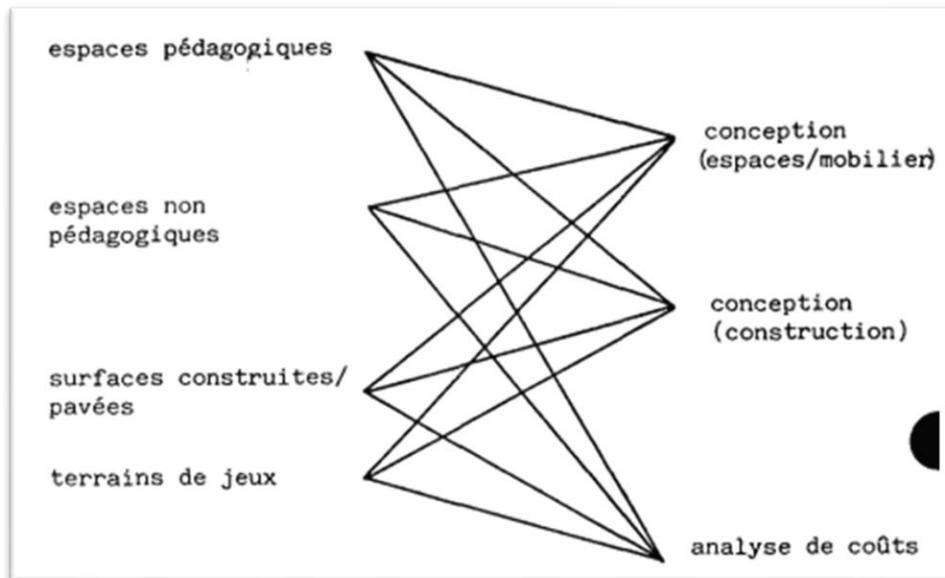


Figure 11 Les relations entre les composantes

### Le premier aspect

Les aspects essentiels sont ceux qui rendent les espaces et leur mobilier les plus efficaces possible sur le plan des tâches à effectuer, c'est à dire les tâches consistant à enseigner et apprendre. La science qui permet d'améliorer l'exécution des tâches par l'étude de l'environnement s'appelle l'ergonomie. On a déjà fait référence aux aspects ergonomiques de la conception des bâtiments scolaires dans les Modules traitant de la "Distribution des locaux et espaces pour les écoles d'enseignement secondaire général".

A partir de ces éléments, on verra que les composantes environnementales susceptibles d'améliorer l'exécution des tâches et d'être donc prises en compte pour le contrôle de qualité (c'est à dire l'établissement de normes) sont les suivantes :

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

Les trois premières composantes de la liste sont également très importantes pour la conception des espaces non destinés à l'enseignement. Les locaux sanitaires sont la seconde préoccupation des concepteurs. Ils abritent des services apparemment différents mais qui ont tous une relation avec la santé :

Les toilettes (et leur système d'assainissement) Les buanderies Les systèmes d'eau potable  
La préparation et la consommation des aliments L'inspection médicale et les salles de soin

Un dernier aspect de la conception qui affecte la qualité est la sécurité. D'une importance évidemment primordiale, car cela ne signifie pas grand-chose de disposer de bons, locaux d'enseignement dans un bâtiment qui n'est pas sr, la sécurité comprend les points suivants :

La conception et la qualité des terrains affectés aux activités de plein air requièrent également le contrôle des points suivants :

Les emplacements et les accès ; les parkings ; les surfaces minima (surfaces en l'état ou pavées, terrains de sport, etc.)

Les issues de secours et les mesures anti-incendie ; les escaliers de secours ; la conception des balustrades et des fenêtres dans les écoles à plusieurs étages ; les mesures spéciales requises dans les laboratoires et les ateliers ; les cuisines (fours avec sécurités, coupe-circuits, etc.)

### **Le deuxième aspect**

Le second aspect du contrôle de la conception, tel qu'il est formulé dans le diagramme de relation au début de cette section, concerne la construction. Pour l'architecte, la construction fait partie intégrante de l'ensemble du processus de conception. Pour nous, cependant, elle sera considérée comme distincte. En fait, comme on le verra dans les Modules et sections suivants, la construction est plus couramment soumise à un contrôle que toute autre composante -

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

conception ou coût. Ceci est probablement dû au besoin constant de contrôler la construction des bâtiments qu'ils soient privés, <sup>1</sup>

Publics, industriels, etc. L'un des soucis de base pour tous les bâtiments concerne la solidité de la structure, ce qui amène à contrôler la conception des fondations, murs, poteaux et autres.

Il n'y a qu'un aspect du contrôle de la construction qui est lié aux bâtiments scolaires, c'est la charge du plancher. Lorsqu'il conçoit la structure -planchers, murs et fondations ou charpente l'ingénieur utilisera une charge de plancher calculée par anticipation en fonction du poids des élèves, du mobilier et des équipements susceptibles d'occuper les différents types d'espaces. Il y a un pays, par exemple, on la charge des planchers, qui doit être prévue pour les différentes parties d'un bâtiment, va de 250 à 400 kg par mètre carré de surface au sol. Les escaliers des écoles, qui sont très fréquentés, doivent être conçus pour supporter 300 kg par mètre carré.<sup>2</sup>

Le contrôle structurel des bâtiments scolaires fait partie du contrôle global de toute construction et c'est généralement l'administration locale ou centrale qui

### **Le troisième aspect**

La troisième composante qui affecte la qualité et dont le contrôle est considéré comme indispensable est le coût. On peut objecter, évidemment, que le "coût" ne représente pas une composante du bâtiment, ce qui est vrai sur le plan physique, Mais on peut dire, également, que les coûts présentent des similitudes avec l'acoustique ou le confort thermique, tous trois intangibles mais aussi importants pour les bâtiments scolaires. Quel que soit l'aspect sémantique du problème, les coûts font désormais partie des normes établies pour les bâtiments scolaires. Ceci est inévitable : si par exemple, on établit une norme de surface de 4 m<sup>2</sup> par place d'élève, il faudra décider comment trouver ces espaces en tenant compte des ressources dont on dispose. Les parois en verre, les moquettes au sol et l'air conditionné coûtent évidemment plus cher que, par exemple, un plancher en béton, de simples murs en briques et une ventilation naturelle. Si

---

<sup>1</sup> Définitions de la Qualité, NQA, CQA, gestion de l'entreprise, HACCP par Dr MEZIANE Malika

<sup>2</sup> Savoir ISO 9001 V 2015, ISO 14001, ISO 22000 et (HACCP) et ISO 45001

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

l'on ne contrôle pas les coûts, une simple estimation des besoins en espace et autres nécessités ne signifierait pas grand-chose.

Les contrôles de coûts permettent aux planificateurs de l'éducation de donner aux concepteurs des indications sur le maximum de dépenses qu'ils peuvent faire, ce qui garantit la réalisation des objectifs prévus pour les nouvelles écoles. Par contre, si l'on ne réussit pas à fixer des limites aux coûts, cela laisse les concepteurs libres de décider des coûts et, en fin de compte, de dire aux planificateurs combien de places nouvelles seront disponibles.

### **2.1.3 Etablissement des contrôles de qualité et de cout**

La plupart du temps, il y a un "mélange" d'écoles publiques et privées. Il est évident qu'une administration ne peut légiférer.pour. Elle-même et, par conséquent, les règles administratives qui affectent les bâtiments scolaires n'ont théoriquement aucun effet légal sur ses propres écoles. En fait, pratiquement tous les gouvernements et leurs administrations acceptent leurs propres normes de conception et de construction.

Les bâtiments qui sont conformes aux règles nationales de construction concernant la construction, la santé et la sécurité ne créeront pas nécessairement un environnement convenant aux éducateurs. En effet, dans les pays oie~ il y a beaucoup d'écoles privées, les éducateurs connaissent trop bien les tentatives d'utilisation d'habitations et autres locaux inadéquats pour en faire des écoles.

C'est seulement lorsqu'un bâtiment appartenant B des personnes ou organismes privés est conforme à la réglementation des bâtiments nationaux de mobilier, et autres, imposées par les autorités responsables de l'éducation qu'il peut être considéré comme constituant un environnement adapté à l'éducation. Répond aux normes d'espace,

Dans. La pratique, les services administratifs ont différents moyens de contrôler la qualité des locaux des écoles privées. Ils peuvent, par exemple, accorder des autorisations d'exercer à

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

celles qui répondent aux standards requis, verser des subventions lorsque les normes de qualité sont satisfaites, se charger du salaire des enseignants lorsque les locaux sont considérés comme conformes, etc.

Conscients du rôle que jouent les locaux dans la réalisation des objectifs généraux de l'éducation, les planificateurs de l'éducation devront forcément, un jour ou l'autre, faire un examen critique du contrôle de qualité dans le but d'établir des normes et des standards. Bien que cela se fasse généralement petit à petit, il y aurait bien des arguments en faveur d'un examen approfondi et périodique de toutes les normes des bâtiments scolaires. Comment entreprendre un tel examen ? Comment établir de nouvelles normes ?

Il faut, ici, considérer un aspect particulier du mot "norme". Dans une étude menée dans les pays d'une région particulière, dans les années 75, on a demandé aux gouvernements de donner leurs normes d'écoles - espace, éclairage, toilettes, etc. Les réponses étaient intéressantes dans la mesure où la question était posée dans le sens de normes fixées par des règles. C'est ainsi qu'un pays qui bénéficiait d'un grand nombre de collèges, plus de 50.000, déclara que ses normes étaient les suivantes :

Surface des classes, surface minimum des terrains, et rien de plus.

Ce qui en ressort, c'est que l'estimation quantitative et qualitative de ce qui est normal ou habituel en ce qui concerne les collèges est rarement réalisée la "norme" étant simplement considérée comme une caractéristique contrôlée par un règlement ou autre décision administrative.<sup>1</sup>

Il est évident qu'un examen de l'ensemble des collèges en vue d'établir des normes ou "généralités" peut provoquer bien des surprises chez les planificateurs de l'éducation (et les politiciens). Cependant, que ces surprises soient agréables ou non, elles révéleront ce qui est normal, ce qui représente

---

<sup>1</sup> Division des Politiques et de la Planification de l'Education UNESCO

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

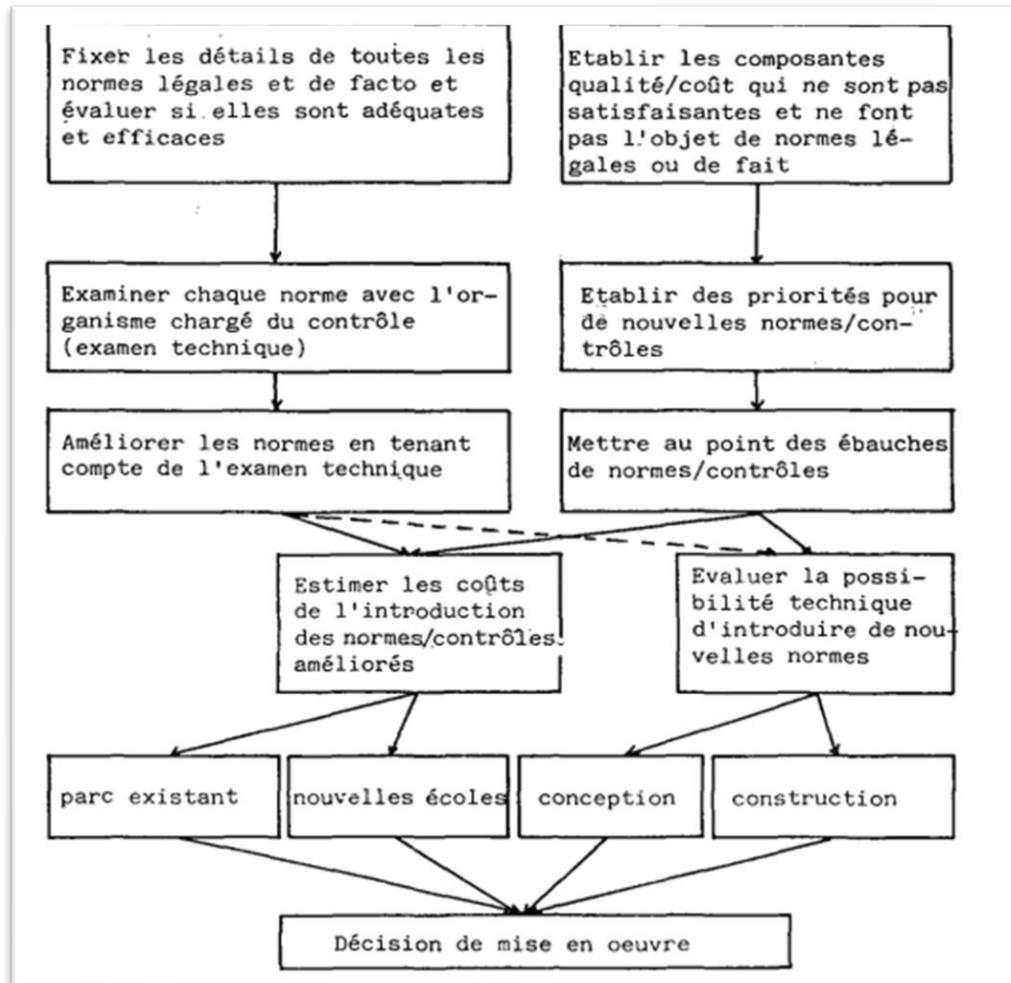


Figure 12: les normes et standards en vigueur

L'une des premières choses à faire serait d'étudier les normes et standards légaux et de facto afin de voir s'ils sont adéquats et applicables. Ceci présentera l'avantage de mettre les planificateurs en contact avec les personnes et les organismes chargés des normes existantes, ce qui se révélera profitable ultérieurement, lorsque le moment viendra d'envisager de nouvelles normes.

"L'adéquation" et "l'applicabilité" des normes et standards qui ont déjà été établis pour des programmes de construction, puis appliqués,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EPP/TM/17 Original Anglais Paris, Mars 1986 0 Unesco

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

### 3 Présentation du secteur :

#### 3.1 Définition de secteur éducatif :

Le secteur de l'éducation, de manière générale, englobe toutes les activités liées à l'apprentissage et au développement des connaissances, des compétences et des valeurs chez les individus. Il vise à fournir une éducation formelle et informelle aux apprenants de tous âges, en mettant l'accent sur le développement intellectuel, moral et physique.

L'éducation formelle fait référence au système d'enseignement structuré qui se déroule dans les écoles primaires, secondaires et supérieures. Cela comprend l'enseignement dispensé par des enseignants qualifiés dans des matières spécifiques, conformément aux programmes scolaires établis par les autorités éducatives.

L'éducation informelle englobe quant à elle toutes les opportunités d'apprentissage en dehors du cadre scolaire traditionnel. Cela peut inclure l'apprentissage autonome, l'apprentissage en ligne, la participation à des ateliers ou à des programmes communautaires, ainsi que l'apprentissage par le biais d'expériences pratiques.

Le secteur de l'éducation joue un rôle essentiel dans la société en favorisant le développement personnel et professionnel des individus, en préparant les apprenants à intégrer le marché du travail et en contribuant au progrès social et économique d'un pays<sup>1</sup>

#### 3.2 Système éducatif en Algérie

La typologie des constructions scolaires se réfère à la classification des différents types de bâtiments utilisés pour l'éducation. Selon les références fournies, la typologie des constructions scolaires est déterminée en fonction de leur capacité d'accueil et varie selon chaque niveau d'enseignement.

Il existe plusieurs types de constructions scolaires, dont certains peuvent inclure :

---

<sup>1</sup> ÉVALUATION DES BESOINS POST CYCLONE secteur EDUCATION 1 Novembre 2016

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

**Écoles maternelles :** Ces établissements sont spécifiquement conçus pour accueillir les enfants en bas âge (de 3 à 6 ans) et offrir un environnement adapté à leurs besoins éducatifs et de développement.

**Écoles primaires :** Les écoles primaires sont destinées aux enfants plus âgés (de 6 à 11 ans environ) et comprennent généralement des salles de classe, des aires de jeux et d'autres installations nécessaires pour soutenir leur apprentissage.

**Collèges ou écoles secondaires :** Ces établissements accueillent généralement les élèves adolescents (de 11 à 18 ans) et proposent une gamme plus large de matières académiques ainsi que des installations sportives, scientifiques et artistiques supplémentaires.

**Lycées ou écoles secondaires supérieures :** Les lycées sont souvent spécialisés dans certaines filières d'études (scientifique, littéraire, technique, etc.) et préparent les étudiants à l'enseignement supérieur ou à une carrière professionnelle spécifique.

Cependant, il est important de noter que la typologie exacte peut varier en fonction du pays, des réglementations locales et des normes spécifiques à chaque région. Les références fournies peuvent fournir des informations plus détaillées sur les normes et les classifications spécifiques aux constructions scolaires.<sup>1</sup>

### 3.3 Le système éducatif à travers le différent plan du développement dans l'Algérie :

Le système éducatif en Algérie a connu des évolutions à travers différents plans de développement. Depuis l'indépendance du pays en 1962, le système éducatif algérien a subi plusieurs réformes pour répondre aux besoins de développement et améliorer la qualité de l'éducation.

Au fil du temps, le système éducatif en Algérie a été influencé par différentes politiques et plans de développement. Voici un aperçu des principales étapes :<sup>2</sup>

#### 3.3.1 Période postindépendance :

---

<sup>1</sup> Écrit par Capucine Canonne Publié le 15 avril 2024, mis à jour le 1 janvier 2025

<sup>2</sup> Le système d'enseignement algérien, entre passé et présent Aïssa KADRI CIRIEC No. 2018/11

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

Après l'indépendance en 1962, l'Algérie s'est concentrée sur la récupération du système colonial hérité de la période coloniale française. Des mesures ont été prises pour arabiser le système éducatif et promouvoir la culture nationale.<sup>1</sup>

### **3.3.2 Réformes dans les années 1970-1980 :**

Pendant cette période, des réformes ont été mises en place pour améliorer l'accès à l'éducation et renforcer la scolarisation obligatoire. L'enseignement primaire a été réduit d'une année (cinq ans au lieu de six) tandis que l'enseignement moyen a été allongé d'une année (quatre ans au lieu de trois).

### **3.3.3 Réforme progressive depuis 2003 :**

Depuis 2003, une réforme majeure du système éducatif a été mise en œuvre progressivement en Algérie. Cette réforme vise à apporter une refonte pédagogique et à mettre davantage l'accent sur les compétences des élèves plutôt que sur les connaissances théoriques. Elle a également introduit de nouvelles méthodes d'enseignement et d'évaluation.

Ces différentes étapes reflètent les efforts continus déployés par le gouvernement algérien pour améliorer le système éducatif et répondre aux défis de développement du pays.<sup>2</sup>

## **3.4 Les lois de finance de système éducatif algérien :**

En Algérie, le système éducatif est régi par plusieurs lois et réglementations qui définissent le cadre général de l'organisation, du fonctionnement et du financement de l'éducation. Voici quelques lois et textes législatifs qui régissent le système éducatif algérien :

### **3.4.1 La loi d'orientation sur l'éducation nationale (n° 08-04 de 2008) :**

Cette loi établit les principes fondamentaux de l'éducation en Algérie, définit les objectifs de l'enseignement, les structures du système éducatif, les droits et devoirs des élèves, enseignants et personnels éducatifs, ainsi que les grandes lignes de la politique éducative nationale.<sup>3</sup>

### **3.4.2 La loi de finances :**

Chaque année, la loi de finances détermine les budgets alloués au secteur de l'éducation en Algérie. Elle précise les montants alloués aux différents niveaux d'enseignement (primaire,

---

<sup>1</sup> Prof. HAMIDOU Nabila Université d'Oran2

<sup>2</sup> Compte rendu de la Conférence du Mardi 19 Décembre 2017 « Moulay Ahmed MEDEGHRI »

<sup>3</sup> JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 84

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

secondaire, supérieur), aux infrastructures éducatives, aux salaires des enseignants, à l'acquisition de matériel pédagogique, etc.

### **3.4.3 Le code de l'éducation (n° 08-04 de 2008) :**

Ce code rassemble un ensemble de textes législatifs et réglementaires détaillant l'organisation et le fonctionnement de l'éducation, les modalités d'enseignement, les examens et évaluations, les conditions de recrutement des enseignants, etc.

### **3.4.4 Les décrets exécutifs et circulaires ministérielles :**

En complément des lois, ces décrets et circulaires précisent les modalités d'application de la loi d'orientation sur l'éducation nationale et du code de l'éducation. Ils peuvent aborder des questions spécifiques telles que les programmes scolaires, les modalités d'évaluation, les réformes éducatives, etc.

Il est à noter que le système éducatif algérien est en constante évolution, avec des réformes régulières visant à améliorer la qualité de l'enseignement, la formation des enseignants, l'accessibilité à l'éducation pour tous les citoyens, et à répondre aux besoins du marché du travail. Les lois de finance jouent un rôle crucial dans l'allocation des ressources pour atteindre ces objectifs.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Loi n° 24-08 du 22 Joumada El Oula 1446 correspondant au 24 novembre 2024 portant loi de finances pour 2025

# CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

## 4 Les organigrammes de système éducatif en Algérie

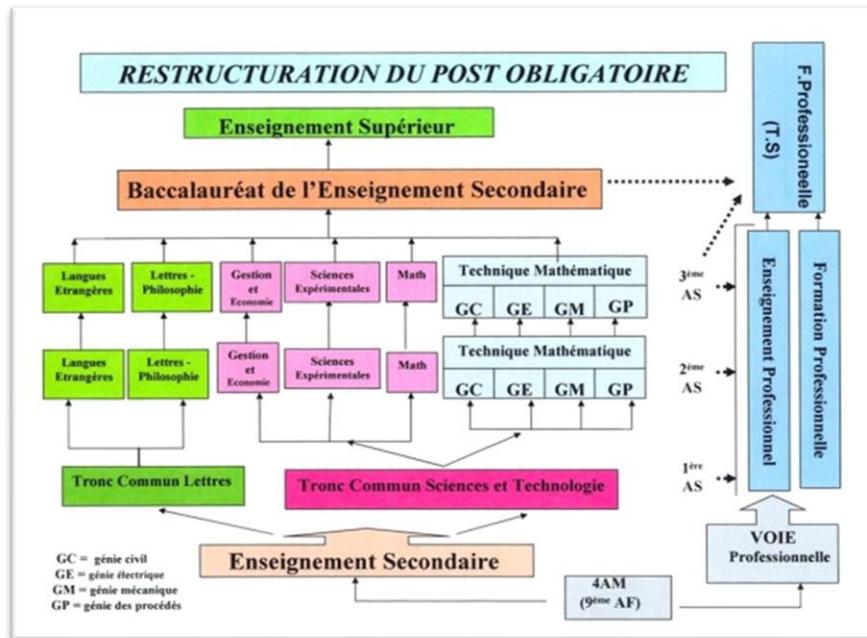


Figure 13:rganigrammes de système éducatif

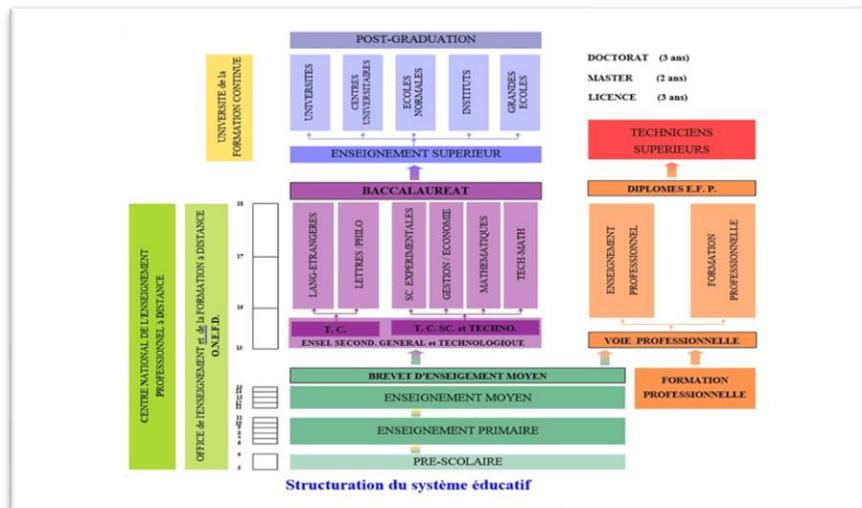


Figure 14: structure du système éducatif

## **5 Les entreprises de construction dans le secteur éducatif**

### **5.1 Définition**

Les entreprises de construction dans le secteur éducatif sont spécialisées dans la conception, la construction, la rénovation et la maintenance des établissements d'enseignement (écoles primaires, collèges, lycées, universités, instituts de formation, etc.).

### **5.2 Types de projets pris en charge**

- Construction neuve d'écoles, campus universitaires ou centres de formation.
- Réhabilitation / Rénovation de bâtiments existants (mise aux normes, amélioration énergétique, accessibilité).
- Extension de structures éducatives existantes.
- Aménagement intérieur (salles de classe, laboratoires, bibliothèques, auditoriums, etc.).
- Construction modulaire ou préfabriquée, parfois pour des besoins temporaires ou d'urgence.<sup>1</sup>

### **5.3 Spécificités techniques**

- Respect des normes de sécurité et d'accessibilité (ex : ERP – Établissements Recevant du Public).
- Prise en compte de l'ergonomie et du confort pour les élèves et enseignants.
- Intégration de solutions éco énergétiques (bâtiments à basse consommation, HQE, etc.).
- Prise en compte de l'acoustique et de l'éclairage naturel dans les salles de classe.
- Gestion stricte des délais pour ne pas perturber le calendrier scolaire<sup>2</sup>

### **5.4 Défis rencontrés**

- Respect des budgets publics souvent limités.
- Besoin d'efficacité et de rapidité pour respecter les délais de rentrée scolaire.

---

<sup>1</sup> Kompass : Annuaire professionnel répertoriant les entreprises spécialisées dans la construction d'écoles, collèges et universités en France

<sup>2</sup> [https://www.lemoniteur.fr/classement/classement-btp?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.lemoniteur.fr/classement/classement-btp?utm_source=chatgpt.com)

## CHAPITRE 2 :NORMES ET STANDARDS DANS LA CONSTRUCTION DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

---

- Intégration de solutions durables (HQE, matériaux écologiques, efficacité énergétique).
- Adaptation aux évolutions pédagogiques (salles de classe flexibles, espaces collaboratifs, équipements numériques).<sup>1</sup>

### Conclusion

L'intégration des normes dans les systèmes éducatifs, notamment dans les filières liées à la construction, revêt une importance capitale pour préparer des professionnels compétents, conscients des exigences de qualité, de sécurité et de durabilité. En effet, la normalisation ne constitue pas seulement un cadre technique ; elle incarne aussi un langage commun entre les acteurs du secteur, qu'il s'agisse des ingénieurs, des architectes, des techniciens ou des ouvriers qualifiés.

Dans ce contexte, il devient essentiel que les cursus de formation incluent l'apprentissage des normes locales (comme les normes françaises NF) et internationales (telles que les normes ISO), afin de garantir une meilleure adéquation entre les compétences acquises à l'école et les exigences du marché du travail. La sensibilisation aux normes dès la formation permet non seulement de renforcer la qualité des ouvrages construits, mais aussi de réduire les risques d'erreurs, d'accidents, et de non-conformités.

Par ailleurs, l'harmonisation entre les systèmes éducatifs et les standards du secteur de la construction favorise une culture de l'excellence et de la rigueur, condition essentielle pour relever les défis contemporains tels que la transition écologique, la digitalisation des chantiers ou encore la gestion durable des ressources. Ainsi, en plaçant les normes au cœur des apprentissages, le système éducatif contribue activement à la professionnalisation du secteur et à son évolution vers un avenir plus sûr, plus performant et plus responsable.

---

<sup>1</sup> [https://www.cognaud.com/etat-collectivites-enseignement/batiments-scolaires/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.cognaud.com/etat-collectivites-enseignement/batiments-scolaires/?utm_source=chatgpt.com)

# **CHAPITRE 3 : PRESENTATION DE PROJET ET L'ENTREPRISE**

### Introduction

Dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP), la réalisation d'infrastructures éducatives constitue un enjeu majeur pour accompagner le développement territorial et répondre aux besoins croissants en matière d'accueil scolaire. Le présent chapitre a pour objectif de présenter le cadre institutionnel et technique du projet de construction d'un collège de type B6, en mettant en lumière les caractéristiques de l'entreprise en charge des travaux ainsi que les spécificités du projet.

Dans une première partie, sera consacrée à la description détaillée du projet : la nature de l'ouvrage (collège de type B6), les exigences du maître d'ouvrage, les contraintes techniques, les délais impartis, ainsi que les objectifs qualitatifs à atteindre. Ce projet s'inscrit dans un cadre contractuel précis et fait l'objet d'un suivi rigoureux en termes de qualité, de sécurité, de coûts et de délais.

La seconde partie du chapitre, une présentation de l'entreprise chargée de la réalisation du projet sera effectuée, incluant son historique, ses domaines de compétence, son organisation, ainsi que ses principales réalisations. Cette mise en contexte permettra de mieux comprendre les ressources humaines, matérielles et techniques mobilisées pour ce type d'ouvrage.

Cette présentation constitue le point de départ de l'analyse approfondie menée dans les chapitres suivants, notamment sur les méthodes de gestion de projet, d'assurance qualité et d'optimisation de la performance sur chantier.

### 1 Présentations de projet

- ✓ Mon projet ces réalisation de collage type « B6 » à la commune de Teleghma Résidence 960, POS 5, cite el Nassim .
- ✓ Le projet consiste en la construction d'un collège comportant 18 salles de classe, capable d'accueillir un total de 540 élèves. L'établissement sera également équipé d'une cantine
- ✓ scolaire permettant de fournir jusqu'à 200 repas par jour, répondant ainsi aux besoins alimentaires d'une partie importante des élèves.

#### 1.1 Localisation du projet

Le projet est situé en zone agricole, dans un environnement en pleine transformation urbaine. Il bénéficie d'une position stratégique, entourée de différentes infrastructures :

## CHAPITRE 3 :PRESENTATION DE PROJET ET L'ENTREPRISE

- Au nord : des terres agricoles encore exploitées, offrant un cadre naturel et une certaine tranquillité.
- Au sud : le nouveau hôpital en construction, qui représente un pôle de développement et d'accessibilité aux services de santé.
- À l'ouest : les logements AADL 3, constituant une zone résidentielle qui pourrait accueillir les familles des élèves.
- À l'est : la route principale et une usine de fer, témoignant de la proximité avec une zone industrielle et des axes de communication.

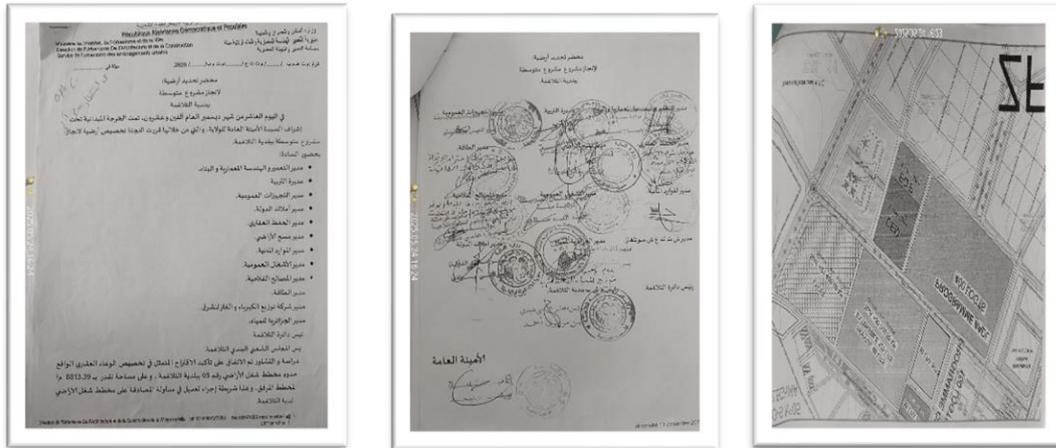


Figure 15: L'acte de choix de terrain

### 1.2 Plan de masse et situation

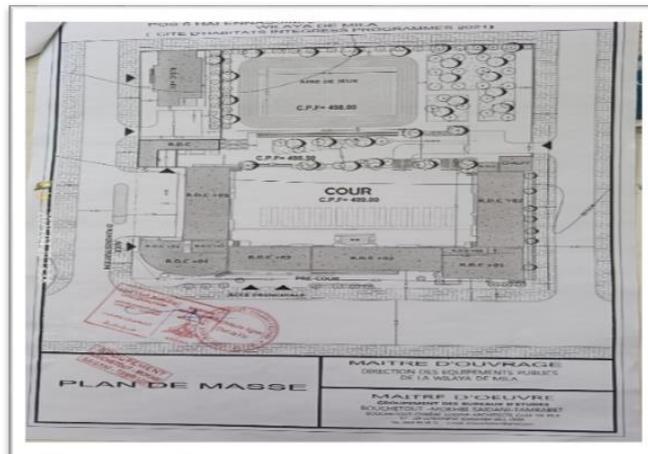


Figure 16: plan de masse



**Figure 17: plan de situation**

### 1.3 Fiche technique de projet

**Tableau 3: fiche technique détaille de projet**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Numéro d'opération                 |  |
| °0Intitule de projet               | Réalisation d'un collage type B6 à la commune de Teleghma ; Mila<br><br>LOT 01 : |
| Localisation                       | Résidence 960, POS 5, cite el Nassim, commune Teleghma, Mila                     |
| Programme                          | 2021   |
| Les intervenants                   |  |
| Maitre d'ouvrage                   | Direction des équipements publics  |
| Maitre d'œuvre                     | Groupement Bochtote ; Makhbi ; Saidani ; Tmrabet                                 |
| L'entreprise de réalisation        | Ghorab Salim   |
| Contrôle technique de construction | C .T.C EST   |
| Surface                            |  |

## CHAPITRE 3 :PRESENTATION DE PROJET ET L'ENTREPRISE

| Délai  |  |
|--|--|
| Délai totale                                 | 14 Mois  |
| Délai d'étude                                | 04 Mois  |
| Délai de réalisation                         | 10 Mois  |
| Date prévisionnelle de démarrage des travaux | 25/08/2024   |
| Date prévisionnelle d'achèvement des travaux | 26/06/2025   |
| Financement                                  |  |
| Financement en TTC                           | 183.497.235.07 DA  |
| Mode de passation                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Appel d'offre ouvert avec capacité minimal (choix de BET)</li> <li>Appel d'offre ouvert avec capacité minimal (choix d'entreprise)</li> </ul> |

Source : auteure

### 1.4 Le planning de projet



Figure 18:Planning général de projet

### 1.5 Présentation des intervenant

#### 1.5.1 Le maitre d'ouvrage

- DEP - Direction des équipements publics de la wilaya de Mila
- Adresse : F724+MGF, Mila
- Téléphone : 031 46 53 10

#### Le rôle :

- Planification et programmation
- Études techniques et faisabilité
- Suivi administratif et réglementaire
- Gestion de la maîtrise d'ouvrage
- Suivi de l'exécution
- Réception et mise en service



Figure 19: DEP de Mila

#### 1.5.2 Le maitre d'œuvre

- groupement des bureaux d'études bouchetout -mokhbi - saidani –tamrabet
- adresse : 344 lotissements benmamer- MILA-34000
- Téléphone : 0659854832
- E-mail : [ch.bouchetout@gmail.com](mailto:ch.bouchetout@gmail.com)

#### Ses missions :

- Études de faisabilité
- Fournir un fichier de permis de construire
- Études spécialisées
- Assistance à la passation des marchés
- Suivi et contrôle des travaux

- Réception de l'ouvrage

### 1.5.3 L'entreprise

- Ghorab salim
- Adresse : Cite ouled hemla ain mila
- Téléphone : 0662044478
- E-mail : [ghorabsalim1981@gmail.com](mailto:ghorabsalim1981@gmail.com)

#### Ses mission

- Réaliser des travaux pour le maitre d'ouvrage
- Préparation du chantier
- Exécution des travaux
- Contrôle qualité et sécurité
- Respect des délais et des coûts
- Réception des travaux

### 1.5.4 Le contrôle technique

- CTC MILA
- Adresse : cite de château d'eau BP 157 MILA
- tel : 031 47 77 70

#### Activité

- Contrôle de bâtiment (construction)
- Normalisation du risque construction
- Travaux de bâtiment tous corps d'état.

1.6 Les documents de projet

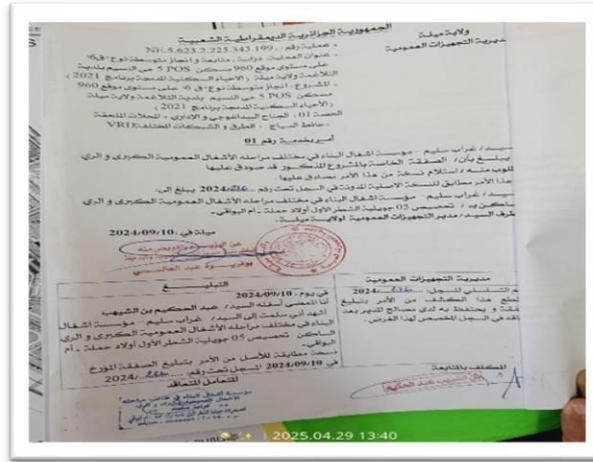


Figure 20 ordre de service N° 01

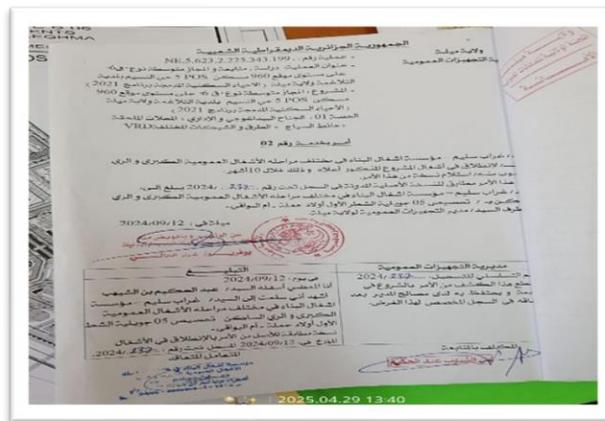


Figure 21: ordre de service N°02

# CHAPITRE 3 :PRESENTATION DE PROJET ET L'ENTREPRISE

**( CITE D'HABITATS INTEGRESS PROGRAMM**

**RECAPITULATION GÉNÉRALE**

PROJET : REALISATION D'UN COLLEGE TYPE B06 AU NIVEAU DU SITE DES 660 LOGEMENTS P05 05 H04  
 MAÎTRE D'ŒUVRE : BOUTCHOUT MOUKHBI SAÏDANI TAMRABOT  
 MAÎTRE D'ŒUVRE ARCHITECTE : BOUCHOUT CHARAF EDINE ARCHITECTE CHAF DE SA  
 B.P. 334 LOTISSEMENT BENMAMER MILA 43000  
 TEL: 0659 85 48 32 - E-mail: ch.bouchout@gmail.com

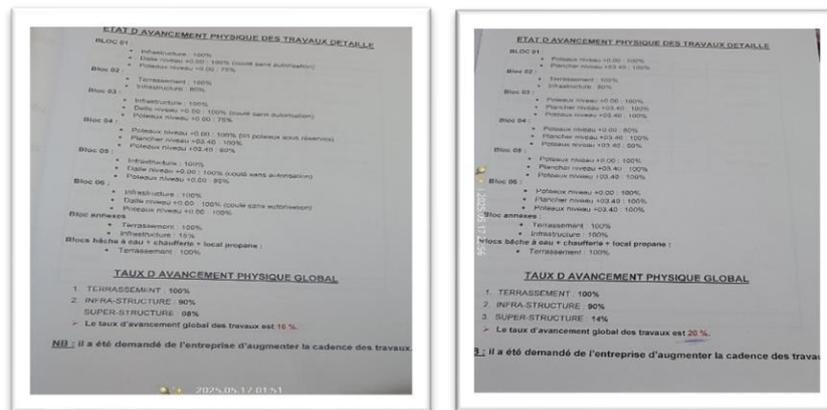
|        |   |                |
|--------|---|----------------|
| 01.00  | MAÎTRE D'ŒUVRE - PROGRAMMEUR - ORGANISATION | 113 297 000,00 |
| 02.00  | TRAVAUX PRÉLIMINAIRES                       | 1 000 000,00   |
| 03.00  | TRAVAUX DE FONDATION                        | 1 000 000,00   |
| 04.00  | TRAVAUX DE STRUCTURE                        | 1 000 000,00   |
| 05.00  | TRAVAUX DE COUVERTURE                       | 1 000 000,00   |
| 06.00  | TRAVAUX DE FAÛÇONNERIE                      | 1 000 000,00   |
| 07.00  | TRAVAUX DE PLÂTRERIE                        | 1 000 000,00   |
| 08.00  | TRAVAUX DE PEINTURE                         | 1 000 000,00   |
| 09.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 10.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 11.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 12.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 13.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 14.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 15.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 16.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 17.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 18.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 19.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 20.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 21.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 22.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 23.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 24.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 25.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 26.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 27.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 28.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 29.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 30.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 31.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 32.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 33.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 34.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 35.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 36.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 37.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 38.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 39.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 40.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 41.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 42.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 43.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 44.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 45.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 46.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 47.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 48.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 49.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 50.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 51.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 52.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 53.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 54.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 55.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 56.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 57.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 58.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 59.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 60.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 61.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 62.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 63.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 64.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 65.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 66.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 67.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 68.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 69.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 70.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 71.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 72.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 73.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 74.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 75.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 76.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 77.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 78.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 79.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 80.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 81.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 82.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 83.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 84.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 85.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 86.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 87.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 88.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 89.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 90.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 91.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 92.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 93.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 94.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 95.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 96.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 97.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 98.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 99.00  | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |
| 100.00 | TRAVAUX DE CLAUSTRATION                     | 1 000 000,00   |

2025.04.29 13:49

Figure 22: récapitulation général de marches

## 1.7 Etat d'avancement





**Figure 23: l'avancement de novembre et décembre**

À ce jour, l'avancement global des travaux est estimé entre 75 % et 80 %, selon les dernières données de suivi de chantier.

## 2 Présentation de l'entreprise

L'entreprise **Ghorab Salim** est une entreprise de construction générale opérant principalement dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP). Basée dans la wilaya de Oum el balai à la commune de Ain M'Lila oued héla, elle est active dans la réalisation de projets publics et privés, notamment dans la construction de logements, d'infrastructures publiques et d'équipements collectifs.

### Projet en cours

- Parmi les projets en **cours réalisation de collage de type B6 (Résidence 960, POS 5, cite el Nassim)** dans la commune de Teleghma.
- Réalisation de 40 logements IPA à la commune de Teleghma Résidence 960, POS 5, cite el Nassim
- 

#### 2.1.1 Moyens mis en œuvre par l'entreprise

### CHAPITRE 3 :PRESENTATION DE PROJET ET L'ENTREPRISE

Tableau 4:L'EFFECTIF ET LE MATERIEL

| <b>EFFECTIF</b>           | <b>NBRE</b> | <b>MATERIEL</b>     | <b>NBRE</b> |
|---------------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Chef de projet            | 02          | Camion              | 04          |
| Chef de chantier          | 02          | Citerne a eau       | 02          |
| Ingénieur G.C             | 02          | Bétonnière          | 02          |
| Conducteurs d'engin       | 04          | Grue mobile         | 02          |
| Manœuvres                 | 14          | Grue à tour         | 02          |
| Ouvriers                  | 16          | Retro chargeur      | 02          |
| Electricien               | 04          | Camions à bennes    | 02          |
| Coffreurs                 | 10          | Vibrateurs à béton  | 04          |
| Ferrailleurs              | 12          | Chariots élévateurs | 02          |
| Agents pour<br>bétonnière | 02          |                     |             |
| Gardien                   | 02          |                     |             |
| <b>TOTAL</b>              | <b>70</b>   |                     |             |

Source : auteure

2.1.2 L'organigramme de l'entrepris

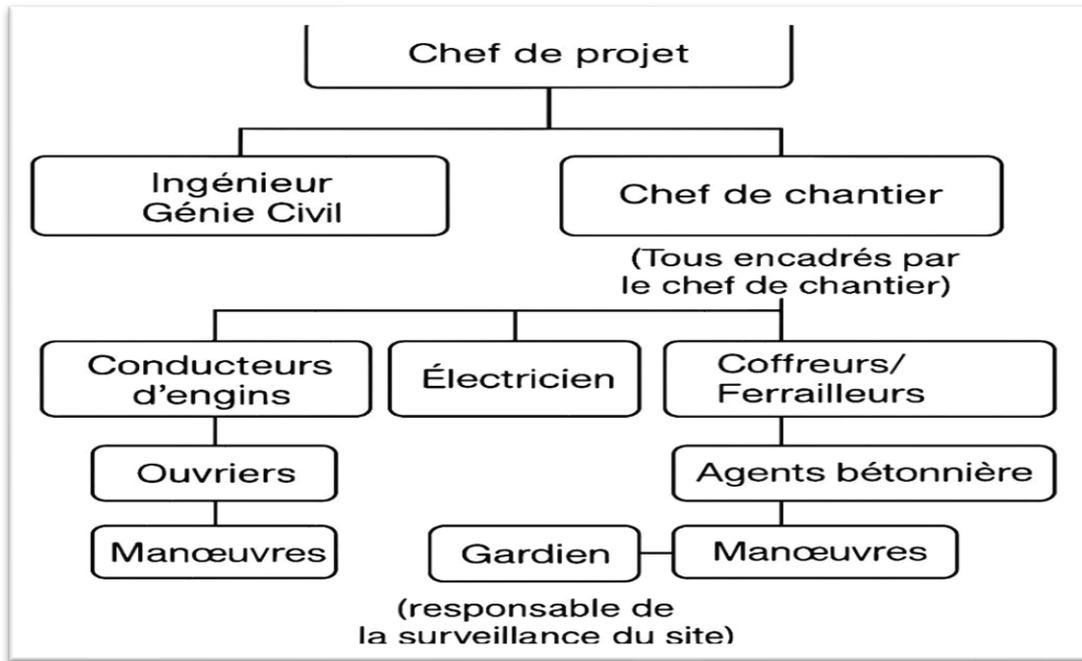


Figure 24 :organigramme général de ETP

Source : auteure

2.1.3 Explication des rôles :

- **Chef de projet** : Responsable global du projet (planification, budget, qualité, délais).
- **Ingénieur Génie Civil** : Apporte l'expertise technique et supervise la conception et l'exécution.
- **Chef de chantier** : Supervise les opérations quotidiennes sur le chantier, coordonne les équipes.
- **Conducteurs d'engins** : Manipulent les engins lourds (pelleteuses, grues...).
- **Électricien** : S'occupe des installations électriques du bâtiment.
- **Coffreurs/Ferrailleurs** : Préparent les structures en béton (coffrage, armature).

- **Agents pour bétonnière** : Gèrent le malaxage et la distribution du béton.
- **Ouvriers** : Main-d'œuvre générale polyvalente.
- **Manœuvres** : Aident les ouvriers qualifiés, transportent les matériaux, nettoient le chantier.
- **Gardien** : Assure la sécurité du site en dehors des heures de travail.

### 2.1.4 Les projets réalisés par cette entreprise :

- ✓ terrain de jeu à ouled hemla
- ✓ Station-service GTFS (torche)
- ✓ école primaire du 16 avril à ouled hemla

## Conclusion

Ce chapitre a permis d'introduire le cadre général dans lequel s'inscrit ce mémoire. La présentation de l'entreprise a mis en évidence sa structure organisationnelle, ses domaines d'activité, ses moyens humains et matériels, ainsi que sa position dans le secteur de la construction. L'analyse de son mode de fonctionnement interne et de ses méthodes de gestion actuelles a permis d'identifier les principaux acteurs intervenant dans les projets, ainsi que leurs rôles respectifs, allant du chef de projet aux ouvriers de chantier.

Par ailleurs, la description du projet étudié a permis de comprendre ses spécificités techniques, ses objectifs, ses contraintes et les différents enjeux auxquels il est confronté, notamment en termes de qualité, de respect des délais et de maîtrise des coûts. Ces éléments sont cruciaux pour cerner l'importance d'une démarche d'amélioration continue dans ce contexte.

Ainsi, ce chapitre constitue une base de compréhension indispensable avant d'aborder les problématiques liées à l'optimisation des processus et à l'intégration de la méthode Six Sigma dans le cadre de projets de construction. Il offre un éclairage clair sur l'environnement dans lequel les outils d'analyse, de mesure et d'amélioration vont être appliqués et évalués dans les chapitres suivants.

**CHAPITRE 4 :**  
**L'INTEGRATION DE LA**  
**METHODE SIX SIGMA**  
**DANS LE CAS D'ETUDE**

## **Introduction Partielle :**

Ce troisième chapitre aborde quant à lui le cœur même de la méthode Six Sigma à travers la mise en place des cinq étapes de la méthode DMAIC du Six Sigma, qui sont : définir le problème, mesurer les paramètres, les analyser, améliorer les résultats Y du processus pour finalement contrôler leur évolution.

Ce chapitre montre les différents aspects qu'une entreprise intégratrice des valeurs cout qualité et délais doit introduire dans l'organisation de son système afin d'améliorer l'efficacité des cinq étapes de la méthode DMAIC. Dans le but de bien comprendre le déroulement de chaque étape, ce chapitre décrit brièvement le déroulement de chacune d'entre elles ainsi que les principales méthodes managériales et statistiques utilisées.

Chaque étape nécessite une organisation bien spécifique et un temps de réalisation déterminé, aucune d'entre elles ne doit être négligée car la méthode DMAIC se présente de la même façon que la roue PDCA de Deming. Si un écart s'identifie au niveau d'une de ces étapes les résultats de la méthode seront alors faussés, car l'identification du mauvais problème induit à la mesure et l'analyse d'autres paramètres. Cela conduit l'entreprise à améliorer les processus ou les indicateurs qui n'influent pas forcément d'une manière négative au problème concerné par l'étude. De ce fait, même les opérations de contrôle peuvent être ciblées accidentellement et involontairement vers mauvais processus.

## **1 ÉTAPE 01 : DÉFINITION DU PROBLÈME**

L'étape Définir du DMAIC vise à cadrer le projet d'amélioration en identifiant clairement le problème, les objectifs et les attentes des parties prenantes. Des outils complémentaires sont utilisés pour structurer cette phase : la charte de projet précise le périmètre et les enjeux, le SIPOC offre une vue globale du processus, le modèle de Kano classe les besoins clients, le diagramme d'affinités regroupe les idées principales, le CTQ traduit les attentes en critères mesurables, et le QQQQCP analyse le problème de manière structurée. Ensemble, ces outils assurent une base solide pour le projet.

### **1.1 CHARTE DE PROJET**

Une charte de projet est « un document produit par l'instigateur ou le commanditaire du projet qui confirme officiellement l'existence du projet et confère au gestionnaire dudit

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

projet le pouvoir d'utiliser des ressources organisationnelles dans le cadre des activités liées au projet<sup>1</sup>. »

La charte de projet sert à obtenir l'approbation officielle de la structure et des paramètres généraux du projet proposé qui comprennent les éléments suivants :

- les objectifs, les résultats, les bénéfices, la portée et les risques associés au projet
- les produits livrables, le calendrier, les jalons et l'estimation des coûts associés au projet ;
- la structure organisationnelle, la structure de gouvernance et les intervenants du projet.

Tableau 5 l'integration de charte de projet

### **Nom du projet : réalisation de collage type « B6 » à la commune de Teleghma Résidence 960, POS 5, cite el Nassim**

#### **Contexte**

Le projet de réalisation de collage type « B6 » à la commune de Teleghma (Résidence 960, POS 5, cité El Nassim) rencontre des défis en termes de qualité, de coûts et de délais. Les variations dans l'exécution des travaux, les pertes de matériaux et les retards d'approvisionnement impactent la conformité des ouvrages et augmentent les coûts de production. L'intégration de la méthode Six Sigma permettra de stabiliser le processus de construction, de minimiser les déviations et d'optimiser l'utilisation des ressources.

#### **Objectif du projet**

Améliorer la qualité et l'efficacité du processus de construction en réduisant les variations dans l'exécution des collages, en minimisant les pertes de matériaux et en optimisant les coûts et délais de livraison.

#### **Résultats attendus**

- Réduction significative des non-conformités dans les travaux de collage.
- Diminution des coûts de production grâce à un meilleur contrôle des ressources.
- Optimisation des délais d'exécution grâce à une meilleure organisation du chantier.

1. Project Management Institute (2004), *Guide du référentiel des connaissances en gestion de projet*, 3<sup>e</sup> édition, p. 368.

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

- Mise en place d'un système de suivi automatisé pour garantir la qualité et la précision des travaux.

### Périmètre du projet

- Analyse du processus actuel de réalisation des collages pour identifier les sources de variabilité
- Implémentation des principes Six Sigma pour l'optimisation du processus
- Formation des ouvriers et des chefs de chantier à l'application des standards de qualité.
- Surveillance et contrôle des performances du processus via des indicateurs clés.

### Livrables principaux

- Rapport final sur les améliorations de la qualité, des coûts et des délais.
- Plan d'action pour l'optimisation des processus de collage
- Rapport d'analyse des défaillances et des causes racines des variations.

### Ressources nécessaires

#### Ressources humaine

- Chef de projet
- Ingénieurs (structures, génie civil, électricité, mécanique, etc.)
- Conducteur de travaux
- Architectes et bureaux d'études
- Fournisseurs et sous-traitants

#### Ressources matérielle

- Grues mobile
- Chargeuses
- Bétonnières
- Camions-bennes
- Véhicules de service

### Calendrier prévisionnel

- Étape 1 : Mois 1-2 : Analyse des écarts et des processus actuels.
- Étape 2 : Mois 3-5 : Mise en place des mesures correctives et formation des équipes.
- Étape 3 : Mois 6-7 : Implémentation des systèmes de suivi et évaluation des performances.
- Étape 4 : Mois 8 : Suivi des résultats et ajustements finaux.

### Périmètre du projet

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

- Réduction significative des colis non conformes au poids requis.
- Diminution des coûts de production grâce à un meilleur contrôle de la consommation des matières premières.
- Processus de pesée automatisé et fiable pour garantir une précision optimale.

### Indicateurs de performance (KPI)

- Taux de défaut : Réduction du taux de produits non conformes à moins de 0,03 %.
- Réduction des coûts : Diminution des coûts liés à la perte de produits en surpoids ou sous-poids.
- Respect des délais : Respect du planning prévu pour chaque phase du projet.

### Parties prenantes

- Chef de projet
- Maître d'œuvre (MOE)
- Entreprises de construction
- Control technique

### Risques potentiels

- Retard dans la date de livraison du projet
- Difficultés d'adaptation du personnel et nouvelles procédures.

### Sponsors du projet

- Direction du projet.
- Service financier et administration.

---

Source : auteur

## 1.2 Méthode QQQQCP

Le QQQQCP est un outil d'analyse qui permet de structurer une réflexion ou une recherche d'information en répondant de manière systématique à six questions fondamentales :

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

Tableau 6; le quintilien du projet

| N° | Quoi   | Qui         | Où          | Quand                   | Comment                            | Pourquoi                               |
|----|--|-------------|-------------|-------------------------|------------------------------------|--|
| 01 | Défaut de fournir un environnement de travail encourageant pour les employés | ETP         | Le chantier | La phase de réalisation | Affecter la qualité                | Travaille toute la semaine             |
| 02 | Manque de panneau du chantier  | ETP         | Le chantier | La phase de réalisation | Affecter sur la qualité            | Absence de pic                         |
| 03 | Mauvaise conception des plans  | MOE         | Le chantier | La phase de conception  | Risque d'erreurs d'exécution       | Manque de coordination                 |
| 04 | Retard dans la livraison des matériaux                                       | Fournisseur | Le chantier | La phase de réalisation | Impact sur le planning             | Problèmes logistiques                  |
| 05 | Non-respect des normes de sécurité   | ETP         | Le chantier | La phase de réalisation | Risques d'accidents                | Absence de contrôle strict             |
| 06 | Mauvaise gestion des déchets   | ETP         | Le chantier | La phase de réalisation | Pollution et désordre              | Absence de plan de gestion des déchets |
| 07 | Sous-effectif sur le chantier  | MOE         | Le chantier | La phase de réalisation | Retard dans l'exécution des tâches | Mauvaise planification des ressources  |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|    |   |             |             |                           |   |   |
|----|---|-------------|-------------|---------------------------|---|---|
| 08 | Utilisation de matériaux conformes non                    | ETP         | Le chantier | La phase de réalisation   | Affecter la durabilité de la construction | Erreur de commande ou de contrôle qualité           |
| 09 | Absence de formation des ouvriers                         | MOE         | Le chantier | La phase de réalisation   | Travail de mauvaise qualité               | Manque de qualification                             |
| 10 | Mauvaise gestion des coûts                                | MOA         | Le chantier | Tout au long du projet    | Dépassement budgétaire                    | Estimation inexacte des coûts                       |
| 11 | Conditions météorologiques défavorables                   | Nature      | Le chantier | La phase de réalisation   | Retard des travaux                        | Absence de plan de contingence                      |
| 12 | Problèmes de communication entre les équipes              | MOE/ETP     | Le chantier | La phase de réalisation   | Erreurs et retard                         | Manque de réunions de coordination                  |
| 13 | Défaut d'approvisionnement en équipements                 | Fournisseur | Le chantier | La phase de réalisation   | Arrêt des travaux                         | Manque d'anticipation                               |
| 14 | Ouvriers non motivés                                      | ETP         | Le chantier | La phase de réalisation   | Baisse de productivité                    | Absence d'incitations                               |
| 15 | Mauvaise planification des tâches                         | MOE         | Le chantier | La phase de planification | Désorganisation des travaux               | Erreur dans l'ordonnement                           |
| 16 | Problème de raccordement aux réseaux (eau, électricité)   | MOE/ETP     | Le chantier | La phase de réalisation   | Impossible d'avancer certains travaux     | Coordination insuffisante avec les services publics |
| 17 | Défaut de suivi des travaux                               | MOE/MOA     | Le chantier | La phase de réalisation   | Non-respect des délais                    | Absence d'outils de suivi                           |
| 18 | Absence de réunions de chantier régulières                | MOE/ETP     | Le chantier | Tout au long du projet    | Mauvaise coordination                     | Manque de suivi                                     |
| 19 | Équipements de protection individuelle (EPI) insuffisants | ETP         | Le chantier | La phase de réalisation   | Risques accrus pour les ouvriers          | Mauvaise gestion des stocks                         |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|    |  |     |             |                          |                     |  |
|----|--|-----|-------------|--------------------------|---------------------|--|
| 20 | Problèmes administratifs et juridiques | MOA | Le chantier | Avant le début du projet | Blocage des travaux | Retards dans les autorisations et permis |
|----|--|-----|-------------|--------------------------|---------------------|--|

Source : auteur

### 1.3 Diagramme de SIPOC

Le diagramme SIPOC est un outil visuel utilisé pour cartographier un processus en identifiant ses principaux éléments :

Tableau 7 l'explication de sipoc

| Lettre   | Signification           | Description rapide                             |
|----------|-------------------------|--|
| <b>S</b> | Supplier (Fournisseurs) | Qui fournit l'entrée du processus ?            |
| <b>I</b> | Inputs (Entrées)        | Quelles sont les ressources nécessaires ?      |
| <b>P</b> | Process (Processus)     | Quelles sont les grandes étapes du processus ? |
| <b>O</b> | Outputs (Sorties)       | Quel est le résultat du processus ?            |
| <b>C</b> | Customers (Clients)     | Qui reçoit le résultat ?                       |

**Table 1: diagramme de sipoc de réalisation de collège**

| Suppliers (Fournisseurs)   | Inputs (Entrées)  | Process (Processus)   | Outputs (Sorties)   | Customers (Clients)   |
|--|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ministère de l'Éducation Nationale : financement, orientation stratégique</li> <li>Bureau d'études techniques : études</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Budget global validé</li> <li>Cahier des charges fonctionnel (exigences pédagogiques et techniques)</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>Analyse des besoins pédagogiques et techniques</li> <li>Étude de faisabilité (technique, financière, réglementaire)</li> <li>Conception architecturale et</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Collège construit, conforme au type B6 (capacité, normes d'accessibilité, sécurité)</li> <li>Dossiers techniques (DOE – Dossier des</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ministère de l'Éducation : suivi de la politique nationale</li> <li>Académie/Inspection régionale : gestion</li> </ul> |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|  |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
| de sol, structure, fluide, thermique<br>• Architectes : conception architecturale<br>• Entreprises de construction (gros œuvre, second œuvre, VRD)<br>• Fournisseurs de matériaux : béton, acier, bois, finitions<br>• Bureaux de contrôle technique et sécurité<br>• Collectivités locales : coordination et soutien logistique | • Études de faisabilité, topographiques et géotechniques<br>• Plans d'architecture et d'exécution<br>• Permis de construire<br>• Main-d'œuvre qualifiée<br>• Matériaux certifiés et conformes aux normes<br>• Normes de construction en vigueur (DTU, parasismiques, etc.) | technique (plans, maquettes)<br>4. Validation réglementaire (permis de construire, conformité aux normes)<br>5. Travaux préparatoires (terrassement, VRD, clôtures)<br>6. Réalisation du gros œuvre (fondations, murs, planchers)<br>7. Second œuvre (plomberie, électricité, menuiserie, isolation)<br>8. Finitions (peinture, revêtements, mobilier intégré)<br>9. Contrôles qualité, sécurité, conformité réglementaire<br>10. Réception des travaux et mise en service | Ouvrages Exécutés)<br>• Certification de conformité aux normes environnementales et techniques<br>• Bâtiment équipé (mobilier, installations électriques, sanitaires)<br>• Infrastructure opérationnelle prête à accueillir élèves et personnel | opérationnelle<br>• Équipe pédagogique : utilisateurs directs<br>• Élèves et parents : bénéficiaires finaux<br>• Commune/collectivité locale : responsable de la gestion quotidienne<br>• Entreprises locales (entretien, restauration) : partenaires secondaires |
|--|--|--|---|---|

Source : auteur

### 1.4 Model de Kano

Qu'est-ce que le Modèle de Kano ?

Le modèle de Kano est une méthode développée par le professeur japonais Noriaki Kano dans les années 1980. Elle sert à analyser et classer les besoins des clients ou utilisateurs d'un produit ou d'un service, afin de mieux concevoir ce produit/service en fonction de ce qui va réellement satisfaire les utilisateurs.

Pourquoi l'utiliser ?

Dans un projet comme la réalisation d'un collège, le modèle de Kano permet de :

- Distinguer les attentes essentielles des éléments qui créent de la valeur ajoutée.
- Prioriser les fonctionnalités et les équipements du collège.
- Mieux orienter les décisions de conception, d'architecture, de budget, etc.

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

Tableau 8 : la catégorie de modèle de Kano

| Categories                                    | Description  | Effete sur la satisfaction                     |
|---|--|--|
| ✓ <b>Must-be (Besoins de base)</b>            | Éléments indispensables. Leur absence provoque de l'insatisfaction. Leur présence est. « normal ». | Present = neuter / Absent = in satisfaction    |
| ⚡ <b>Performance (Besoins de performance)</b> | Plus la fonctionnalité est développée, plus l'utilisateur est satisfait.                           | Present = satisfaction / Absent = frustration  |
| ✦ <b>Attractive (Besoins attractive)</b>      | Fonctionnalités non attendues mais qui font plaisir quand elles sont présentes.                    | Présent = forte satisfaction / Absent = neutre |
| ☺ <b>Indifferent</b>                          | L'utilisateur n'a pas d'opinion sur cette caractéristique.   | Présent ou absent = aucun impact               |
| ⚠ <b>Reverse (Inverse)</b>                    | Ce qui satisfait certains peut déplaire à d'autres.  | Présent = dépend du public cible               |

### Modèle de Kano – Réalisation d'un collège

Tableau 9: modèle de Kano de projet

| Functionality / Besoin                                  | Categories Kano          | Explication   |
|---|--------------------------|---|
| Salles de classe fonctionnelles et bien équipées        | Besoin de base (Must-be) | Attente évidente. Si absent → forte insatisfaction. Present → normal.         |
| Sécurité du bâtiment (alarmes, issues de secours, etc.) | Besoin de base (Must-be) | Obligatoire. Sa non-présence génère du rejet.                                 |
| Connexion Internet haut débit                           | Attendee de performance  | Plus la qualité est élevée, plus la satisfaction augmente.                    |
| Espaces verts et espaces de détente                     | Attractive (Delighter)   | Non attendu au départ, mais apporte une grande satisfaction s'il est présent. |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|   |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| Respect des délais de construction                  | Attendue de performance  | Influencera directement la satisfaction des parties prenantes.      |
| Integration de Peneaux salaries                     | Attractive (Delighter)   | Innovation perçue positivement. Pas attendue, mais appréciée.       |
| Property des sanitaria's                            | Besoin de base (Must-be) | Si absent → rejet. Si présent → considéré comme normal.             |
| Application mobile de communication collège-famille | Attractive (Delighter)   | Ameliorate grandement l'expérience utilisateur.                     |
| Cantine scolaire de qualité                         | Attente de performance   | Meilleure qualité = meilleure satisfaction.                         |
| Salle polyvalente pour événements                   | Attractive (Delighter)   | Crée un sentiment de valeur ajoutée.                                |
| Maintenance régulière des équipements               | Attendue de performance  | Influence le confort et la perception de qualité sur le long terme. |
| Architecture modern et esthétique                   | Attractive (Delighter)   | Peut surprendre positivement les usagers.                           |
| Système de ventilation/climatisation efficace       | Attendue de performance  | Surtout dans les zones chaudes, un facteur clé de confort.          |

### 1.5 Diagramme CTQ

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

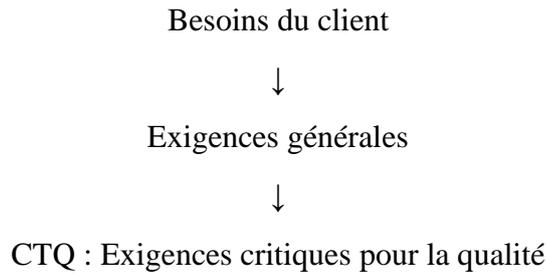
Le diagramme CTQ (Critical To Quality) est un outil visuel qui permet de :

Traduire les besoins du client (souvent vagues ou généraux)

En exigences précises, mesurables et essentielles pour la qualité d'un produit, d'un service ou d'un projet.

### Structure du diagramme CTQ

Il se présente souvent sous forme de **tableau ou d'arbre** comme ceci :



### Pourquoi l'utiliser ?

- Pour comprendre ce qui est vraiment important pour les utilisateurs ou clients.
- Pour orienter le projet vers la satisfaction client.
- Pour éviter les erreurs ou les pertes de temps en se concentrant sur l'essentiel.

### Diagramme CTQ – Projet de réalisation au collège

Tableau 10: l'intégration de CTQ

| Besoins du client                | Exigences generales              | CTQ (Exigences critiques pour la qualité)                           |
|----------------------------------|----------------------------------|---|
| Trouver rapidement les infos     | Navigation facile                | Accès à l'information en 3 clics maximum                            |
| Comprendre le contenu facilement | Contenu clair                    | Phrases courtes, pas de jargon technique                            |
| Utiliser sur telephone           | Site compatible mobile           | Affichage responsive et adapté à tous les écrans                    |
| Confiance dans les informations  | Informations à jour et vérifiées | Mise à jour hebdomadaire, contenu validé par un professeur ou admin |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|                      |               |  |
|----------------------|---------------|--|
| Agréable à consulter | Design soigné | Couleurs harmonieuses, texte lisible, images équilibrées |
|----------------------|---------------|--|

Ce diagramme CTQ permet d'identifier clairement les éléments essentiels à prendre en compte pour garantir la satisfaction des utilisateurs. En traduisant les besoins généraux des élèves, parents et enseignants en exigences précises et mesurables, il sert de guide pour assurer la qualité du projet tout au long de sa réalisation.

### 1.6 Diagramme d'infinités

Le diagramme d'affinités est un outil de gestion de la qualité utilisé pour organiser des idées, des opinions ou des informations en les regroupant par thèmes ou catégories similaires.

Il est souvent utilisé lors des brainstormings ou dans des démarches comme Six Sigma, pour faire émerger des axes de réflexion à partir de données non structurées.

Objectif :

- Clarifier les idées issues d'un groupe ou d'un projet.
- Identifier les grands thèmes ou problèmes qui se dégagent.
- Faciliter l'analyse des besoins ou des causes.

Comment construire un diagramme d'affinités :

1. Collecte des idées (souvent sur des post-its ou dans un tableau).
2. Regroupement des idées similaires sans les juger.
3. Création de catégories ou familles à partir de ces regroupements.
4. Étiquetage des groupes avec des titres pertinents.

#### Le diagramme

**Tableau 11: l'intégration de diagramme d'infinité**

| Idée exprimée  | Categories             | Justification / Commentaires                                   |
|--|------------------------|--|
| Le site est difficile à utiliser                     | Navigation / ergonomie | Les utilisateurs souhaitent une interface intuitive et simple. |
| On ne trouve pas les documents importants facilement | Navigation / ergonomie | Les menus doivent être bien organisés et logiques.             |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|  |                               |  |
|--|-------------------------------|--|
| Les infos ne sont pas mises à jour           | Contenu / actualisation       | Des informations obsolètes peuvent nuire à la crédibilité du site.                   |
| Le design est trop chargé                    | Esthétique / design           | Un design épuré facilite la lecture et améliore l'expérience utilisateur.            |
| Le site ne fonctionne pas bien sur téléphone | Accessibilité / compatibilité | Il est essentiel que le site soit responsive (adapté aux mobiles).                   |
| Il manque une section pour les parents       | Contenu / organisation        | Les parents doivent avoir un espace dédié pour trouver les infos qui les concernent. |
| La page d'accueil n'est pas claire           | Navigation / ergonomie        | La page d'accueil doit résumer clairement les sections principales.                  |
| Pas assez d'images ou de photos du collègue  | Contenu visuel                | Les visuels rendent le site plus vivant et attractif pour les visiteurs.             |
| Le temps de chargement est trop long         | Performance / technique       | Un site lent décourage les utilisateurs et peut entraîner une perte d'intérêt.       |

**Source : auteur**

### Synthèse

À l'étape Définir, l'intégration de la charte de projet, du diagramme SIPOC, de la méthode Quintilien, du diagramme d'affinité, du CTQ (Critical To Quality) et du modèle de Kano permet de cadrer précisément le projet, les attentes du client et les exigences critiques à satisfaire. La charte définit les objectifs, les acteurs et les limites du projet. Le SIPOC donne une vue globale du processus. Le questionnement 5W1H structure la compréhension du problème. Le diagramme d'affinité organise les idées, tandis que le CTQ et le modèle de Kano traduisent les besoins clients en exigences mesurables. Cette combinaison assure une définition claire et centrée sur la qualité

## 2 ÉTAPE 02 : mesurer le problème

L'étape de "muser" représente une phase essentielle de réflexion stratégique au début d'un projet. Elle consiste à analyser en profondeur les problèmes potentiels, à identifier les causes racines, et à envisager différentes pistes d'amélioration avant de passer à l'action. Pour structurer cette réflexion, plusieurs outils méthodologiques sont mobilisés : le diagramme d'Ishikawa (ou cause-effet) permet de visualiser les causes possibles d'un problème ; les KPI (indicateurs de performance) servent à mesurer les objectifs clés ; le plan de collecte de données organise l'observation rigoureuse des informations. Ensemble, ces méthodes soutiennent une réflexion méthodique, collaborative et orientée vers l'optimisation de la qualité, des coûts et des délais.

### 2.1 Le diagramme d'Ishikawa (ou cause-effet)

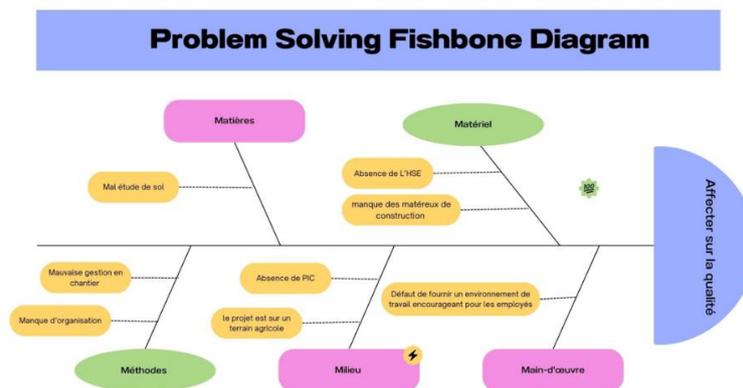


Figure 25:l'Ishikawa de projet

Le diagramme d'Ishikawa (ou diagramme en arêtes de poisson ou diagramme de cause à effet) est un outil visuel qui aide à identifier et organiser toutes les causes potentielles d'un problème. Il est très utilisé en qualité, notamment dans les démarches Six Sigma.

Chaque branche principale représente une catégorie de causes (souvent appelées les **5M** : Matières, Méthodes, Main d'œuvre, Machines, Milieu)

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

Tableau 12:l'intégration de cause effet

| <b>Le problème</b>                                      | <b>Cause</b>  | <b>Effet</b>  | <b>Thème</b>   |
|---|---|---|----------------|
| Le projet est sur un terrain agricole                   | Mauvaise étude de sol                                     | Présence d'eau dans les fondations, nécessitant des travaux supplémentaires | <b>Coût</b>    |
| Un seul axe de projet                                   | Manque d'espace à l'intérieur du chantier                 | Circulation difficile, long déplacement des matériaux et des ouvriers       | <b>Délai</b>   |
| Manque de jours de repos pour la main-d'œuvre           | L'équipe travaille toute la semaine                       | Fatigue, baisse de qualité et risque d'erreur                               | <b>Qualité</b> |
| Non-respect des consignes de sécurité ou des procédures | Absence de l'HSE  | Risque accru d'accidents de travail, arrêts temporaires de chantier         | <b>Délai</b>   |
| Retards dans l'approvisionnement des matériaux          | Mauvaise gestion des stocks                               | Arrêt des travaux, impact sur le planning                                   | <b>Délai</b>   |
| Défaillance des equipment's                             | Manque d'entretien préventif                              | Pannes fréquentes, réparation coûteuse                                      | <b>Coût</b>    |
| Non-formation du personnel aux techniques spécifiques   | Manque de formation interne                               | Erreurs de mise en œuvre, retouches fréquentes                              | <b>Qualité</b> |
| Sous-estimation du budget initial                       | Mauvaise planification financière                         | Dépassement des coûts et nécessité de réévaluation budgétaire               | <b>Coût</b>    |
| Conditions climatiques défavorables                     | Absence de mesures préventives                            | Retard dans l'exécution des tâches critiques                                | <b>Délai</b>   |
| Non-conformité des matériaux utilisés                   | Fournisseurs non certifiés ou absence de contrôle qualité | Défauts structurels, reprise des travaux                                    | <b>Qualité</b> |
| Turnover élevé des ouvriers                             | Conditions de travail difficiles                          | Perte de savoir-faire, baisse de productivité                               | <b>Délai</b>   |
| Retard dans l'obtention des permis et autorisations     | Processus administratif long et complexe                  | Report du démarrage du chantier   | <b>Délai</b>   |
| Mauvaise coordination entre les équipes                 | Communication inefficace entre les parties prenantes      | Conflits, erreurs d'exécution, pertes de temps                              | <b>Délai</b>   |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|  |   |  |                        |
|--|---|--|------------------------|
| Non-respect du planning initial          | Mauvaise gestion du projet                            | Augmentation des coûts liés aux retards                                  | <b>Coût</b>            |
| Coût élevé des matériaux                 | Inflation ou fluctuation des prix                     | Dépassement du budget initial  | <b>Coût</b>            |
| Erreurs de conception dans les plans     | Études préliminaires insuffisantes                    | Modifications en cours de chantier, augmentation des délais et des coûts | <b>Coût / Délai</b>    |
| Surconsommation des matériaux            | Mauvaise estimation des besoins                       | Augmentation des déchets, hausse des coûts                               | <b>Coût</b>            |
| Main-d'œuvre sous-qualifiée              | Recrutement non adapté aux exigences du projet        | Exécution non conforme, reprises fréquentes                              | <b>Qualité</b>         |
| Mauvaise gestion des déchets de chantier | Absence de politique environnementale                 | Pollution, non-conformité aux réglementations                            | <b>Coût</b>            |
| Ouvriers non équipés correctement        | Manque d'EPI (équipements de protection individuelle) | Accidents de travail, interruptions du chantier                          | <b>Délai</b>           |
| Sous-traitance excessive                 | Manque de contrôle et de supervision                  | Perte de maîtrise sur la qualité et les délais                           | <b>Qualité / Délai</b> |
| Mauvaise organisation logistique         | Manque de coordination des livraisons                 | Matériaux indisponibles au bon moment, ralentissement des travaux        | <b>Délai</b>           |
| Non-respect des normes environnementales | Non-prise en compte des réglementations               | Sanctions, arrêt du chantier, coûts supplémentaires                      | <b>Coût</b>            |

Source : auteure

### 2.2 Plan des collectes des données

Le plan de collecte des données (ou data collection) est un document structuré qui décrit comment, quoi, quand, où, pourquoi et par qui les données seront collectées dans le cadre d'un projet, souvent pour une analyse statistique, un contrôle qualité ou une amélioration des processus (comme dans Six Sigma).

#### **Objectif :**

Assurer que les données collectées sont pertinentes, fiables et exploitables pour répondre aux objectifs du projet.

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

**Projet : Réalisation d'un Collège Contexte :** Ce projet vise à construire un collège moderne dans une zone urbaine en développement. L'objectif est d'assurer une gestion efficace de la qualité, des coûts et des délais à travers une collecte de données rigoureuse.

### 2.2.1 Objectifs de la collecte de données

- Suivre l'avancement des travaux de construction.
- Contrôler la qualité des matériaux et des travaux.
- Mesurer les coûts réels par rapport au budget prévisionnel.
- Détecter les délais ou retards potentiels.
- Identifier les causes des non-conformités ou dysfonctionnements.

#### 2.2.1.1 Variables à mesurer

Tableau 13: les variable à mesure de projet

| Variable                        | Type                  | Unité        | Objectif                         |
|---------------------------------|-----------------------|--------------|----------------------------------|
| Temps de réalisation des tâches | Quantitative continue | Heures/Jours | Suivre les délais                |
| Coûts des matières premières    | Quantitative continue | DZD          | Contrôle des coûts               |
| Nombre de non-conformités       | Quantitative discrète | Nombres      | Contrôle qualité                 |
| Température et humidité         | Quantitative continue | °C / %       | Suivi des conditions de chantier |
| Taux d'avancement               | Quantitative continue | %            | Suivi global du chantier         |

#### 2.2.1.2 Sources des données

- Fiches journalières de chantier
- Rapports des chefs de chantier
- Factures et bons de commande
- Rapports de contrôle qualité

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

- Capteurs météo et appareils de mesure sur site

### 2.2.1.3 Méthodes de collecte

| Méthode                      | Description                                    |
|------------------------------|--|
| Observation directe          | Relevés sur site par les agents de contrôle    |
| Enregistrement automatique   | Capteurs pour température/humidité             |
| Formulaires papiers et Excel | Remplis quotidiennement par les chefs de poste |
| Entretiens                   | Avec les responsables en cas de non-conformité |

### 2.2.1.4 Fréquence et durée de la collecte

| Donnée           | Fréquence    | Durée                    |
|------------------|--------------|--------------------------|
| Avancement       | Hebdomadaire | Toute la durée du projet |
| Coûts            | Mensuelle    | Toute la durée du projet |
| Non-conformités  | Quotidienne  | Toute la durée du projet |
| Conditions météo | En continu   | Toute la durée du projet |

### 2.2.1.5 Responsables de la collecte

- Chef de projet : Supervision globale
- Ingénieur qualité : Contrôle des non-conformités
- Conducteur de travaux : Suivi des délais
- Comptable chantier : Suivi des coûts
- Technicien site : Enregistrements environnementaux

### 2.2.1.6 Format et supports

- Tableaux Excel partagés via cloud
- Rapports hebdomadaires en PDF
- Fiches journalières papier scannées
- Applications mobiles pour saisie rapide (optionnel)

### 2.2.1.7 Plan de vérification des données

- Double saisie pour les données critiques
- Audit aléatoire hebdomadaire des formulaires
- Comparaison entre données de terrain et système
- Validation mensuelle par le chef de projet

### **2.3 Maitrise cause effet**

Une matrice cause-effet est un outil d'analyse utilisé pour identifier et évaluer les relations entre différentes causes et leurs effets dans un processus ou un système. Elle permet de comprendre comment certaines variables (les causes) influencent des résultats ou des problèmes (les effets), facilitant ainsi la gestion des risques, l'optimisation des processus et la résolution de problèmes.

#### **2.3.1 Les critères à évaluer :**

Pour chaque cause identifiée, nous devons évaluer trois critères clés :

**Probabilité (1 à 5) :**

Cela représente la probabilité d'occurrence du problème. Plus la probabilité est élevée, plus le problème est susceptible de se produire fréquemment.

1 : Très rare (presque jamais)

5 : Très fréquent (se produit souvent)

**Gravité (1 à 5) :**

Cela représente l'impact du problème sur l'opération ou le projet. Une gravité de 5 signifie que l'impact est majeur, tandis qu'une gravité de 1 signifie qu'il est mineur.

1 : Faible impact (minime sur les coûts/délais)

5 : Fort impact (perturbation majeure, souvent des coûts ou des retards importants)

**DéTECTABILITÉ (1 à 5) :**

Cela représente la facilité de détection d'un problème avant qu'il ne devienne critique. Si le problème est difficile à détecter, la note sera élevée (5).

1 : Très détectable (facile à voir, peut être identifié rapidement)

5 : Très difficile à détecter (difficile à repérer avant qu'il ne devienne grave)

#### **2.3.2 Formule de calcul de la criticité :**

La criticité est un indice qui quantifie le niveau de priorité de chaque cause.

Elle est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Criticité} = \text{Probabilité} \times \text{Gravité} \times (6 - \text{DéTECTABILITÉ})$$

**Probabilité × Gravité** : plus un problème est probable et grave, plus il doit être traité rapidement.

**(6 - DéTECTABILITÉ)** : Plus un problème est difficile à détecter, plus il est critique à traiter. On utilise (6 - DéTECTABILITÉ) pour inverser l'échelle de détectabilité et augmenter l'impact des problèmes difficiles à repérer.

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

### 2.3.3 Identification et Évaluation des Causes Critiques dans la Gestion de Chantier

**Table 2:Analyse de Criticité des Causes sur le Chantier**

| Cause   | Categories   | Probabilité | Gravite  | DéTECTABILITÉ | Criticité  |
|---|--------------|-------------|----------|---------------|------------|
| Corruption des matériaux de construction due à la pluie (ciment)                  | Matériaux    | <b>4</b>    | <b>5</b> | 2             | <b>80</b>  |
| Ruptures de stock sur le chantier   | Matériaux    | 3           | <b>4</b> | 3             | 36         |
| Manque de mains d'œuvre pour grue mobile  | Main-d'œuvre | 3           | <b>4</b> | 3             | 36         |
| Accidents du travail dus à des procédures inadaptées                              | Main-d'œuvre | 2           | <b>5</b> | 3             | 30         |
| Conditions météorologiques défavorables (pluie, neige, vent fort)                 | Milieu       | <b>5</b>    | <b>5</b> | 2             | <b>125</b> |
| Contamination du chantier par remblayage  | Milieu       | 3           | 3        | <b>4</b>      | 36         |
| Grue mobile louée mais pas de personnel qualifié pour l'utiliser                  | Matériel     | <b>4</b>    | <b>4</b> | 3             | 48         |
| Les différents acteurs du projet (architecte, chef de projet) ne sont pas alignés | Methods      | 3           | 3        | 2             | 36         |

**Source : auteure**

#### Résumé des Criticité

**Criticité 125** : La cause la plus critique

**Criticité 80** : Les causes, ce qui indique qu'elles sont aussi importantes, mais moins critiques que celles avec une valeur plus élevée.

**Criticité 36** : Causes avec une criticité plus.

## 2.4 Les KPI (EVM et le DPMO)

### 2.4.1 EVM :

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

A) Cela signifie Earned Value Management (en français : gestion de la valeur acquise).

C'est une méthode de gestion de projet qui permet de mesurer la performance et l'avancement d'un projet en combinant trois dimensions :

- Coût (combien on a dépensé),
- Délais (où on en est par rapport au planning),
- Travail accompli (valeur réelle créée).

### 2.4.2 DPMO

Cela signifie Défets Per Million Opportunités (en français : défauts par million d'opportunités).

C'est un indicateur clé dans la méthode Six Sigma. Le DPMO mesure le nombre de défauts ou d'erreurs sur un million d'occasions possibles où une erreur peut survenir.

Il permet d'évaluer le niveau de qualité d'un processus. Plus le DPMO est bas, plus le processus est performant et proche du niveau Six Sigma (très faible taux de défauts).

### Les calcule

#### L'EVM

Les donnes de projet

Etat d'avancement (%) = 75 %

Budget total (BAC : Budget total de projet) = 183 497 235.07 DA

Durée totale du projet = 10 mois

Temps planifié écoulé = 8 mois

#### PV (Planned value/ valeur planifiée)

$PV = BAC \times (\text{Temps planifié écoulé} / \text{durée totale du projet})$

$PV = 183\,497\,235.07 \times (08/10)$

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

PV = 146 797 788.056 DA

**EV (Earned value/ valeur acquise)**

EV = BAC × Etat d'avancement (%)

EV = 183 497 235.07 × 0.75

EV = 137 622 926.3024 DA

**AC (Actual cost/ coût réel)**

AC = la Somme des couts reel de la situation des teaches

AC = 10 025 291.00 + 34 025 343.50 + 15 822 982.50 + 14 363 531.50 + 18 458 900.50

AC = 92 696 049.00 DA

**Étape 1 : Calcul des Indicateurs de Performance**

On va calculer les deux indicateurs clés :

**CPI (Cost Performance Index / Indice de performance des coûts)**

Formule :

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

Calcul :

$$CPI = \frac{137\,622\,926.3024}{92\,696\,049.50} \approx 1.484$$

**Interprétation**

Un CPI > 1 signifie que le projet **coûte moins cher** que prévu (on dépense moins pour produire la valeur prévue). Ici, **1,48** veut dire que pour chaque dinar dépensé, tu génères 1,48 dinar de valeur — c'est très bon signe sur le plan financier.

**SPI (Schedule Performance Index / Indice de performance du planning)**

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

Formule :

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Calcul :

$$SPI = \frac{137\,622\,926.3024}{146\,797\,788.056} \approx 0.937$$

### Interprétation

Un  $SPI < 1$  signifie que le projet est **en retard** par rapport au planning. Ici, avec **0,937**, tu es à environ 93,7% de ce qui était prévu — donc il y a un léger retard.

### Étape 2 : Calcul des Variances

#### CV (Cost Variance / Variance des coûts)

Formule :

$$CV = EV - AC$$

Calcul :

$$CV = 137\,622\,926.3024 - 92\,696\,949.50 = 44\,925\,976.80 \text{ DA}\mu$$

### Interprétation

Un CV positif signifie un gain financier (on dépense moins que prévu). Ici, tu as une économie de 44,92 millions DA.

#### SV (Schedule Variance / Variance du planning)

Formule :

$$SV = EV - PV$$

Calcul :

$$SV = 137\,622\,926.3024 - 146\,797\,788.056 = -9\,174\,861.75 \text{ DA}$$

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

### Interprétation

Un SV négatif signifie un retard. Ici, tu es en retard de 9,17 millions DA en valeur planifiée.

Tableau 14:Résumé Final et Interprétation

| Indicateurs      | Valeur               | Commentaire                           |
|------------------|----------------------|---------------------------------------|
| CPI = 1.48       | Très bon             | Le projet est moins coûteux que prévu |
| SPI = 0.937      | Légèrement en retard | Environ 6% de retard                  |
| CV = +44,92 M DA | Positif              | Gain financier important              |
| SV = -9,17 M DA  | Négatif              | Retard en valeur de planification     |

### Le DPMO

#### Étape 1 : Données que tu as fournies

| Type de porte | Dimensions (m) | Quantité  |
|---------------|----------------|-----------|
| Type 1        | 1.50 × 2.70    | 4 portes  |
| Type 2        | 1.20 × 2.70    | 5 portes  |
| Type 3        | 1.10 × 2.70    | 60 portes |
| Type 4        | 1.00 × 2.70    | 17 portes |
| Type 5        | 0.80 × 2.20    | 26 portes |

#### Étape 2 : Calcul du total de portes

Additionnons le nombre total de portes :

$$\text{Total portes} = 4 + 5 + 60 + 17 + 26 = 112 \text{ portes}$$

#### Étape 3 : Situation constatée sur chantier

- ✓ Le nombre de défauts que tu as constaté après contrôle qualité. **15 défauts**
- ✓ Chaque porte à **3 opportunités** de défauts possibles porte (surface, dimensions, finition).

#### Étape 4 : Formule du DPMO

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Nombre total de défauts} \times 1\,000\,000}{\text{Nombre total d'unités} \times \text{Nombre d'opportunités par unité}}$$

### Étape 5 : Application des valeurs

$$\text{DPMO} = \frac{15 \times 1\,000\,000}{112 \times 3} = \frac{15\,000\,000}{336} \approx 44\,642.86$$

$$\text{DPMO} \approx 44\,643$$

La valeur  $\text{DPMO} \approx 44\,643$  signifie qu'il y a environ 44 643 défauts par million d'opportunités dans un processus donné.

#### Pour interpréter cela :

DPMO (Défets Per Million Opportunités) est une mesure de performance dans la méthode Six Sigma.

Une valeur de 44 643 DPMO correspond environ à un niveau de Sigma 3,1.

Cela signifie que le processus présente un taux d'erreur ou de défaut relativement **élevé** en comparaison avec les standards Six Sigma (où l'objectif est souvent de 3,4 DPMO, soit un niveau Sigma 6).

### Synthèse

À l'étape de mesure, l'intégration du diagramme cause-effet, du plan de collecte des données, de la matrice cause-effet et des KPI permet d'identifier clairement les variables influentes du processus. Le diagramme d'Ishikawa aide à visualiser les sources possibles de variation, tandis que le plan de collecte garantit des données fiables et pertinentes. La matrice cause-effet hiérarchise ensuite les causes en fonction de leur impact, et les KPI permettent de quantifier la performance réelle. Ensemble, ces outils assurent une base solide pour l'analyse des écarts et l'amélioration continue.

### **3 ÉTAPE 03 : analyse de problème**

L'étape Analyse de la méthode Six Sigma vise à identifier les causes principales des défauts dans un processus. Après avoir mesuré les performances, cette phase permet de comprendre pourquoi les problèmes surviennent. Des outils comme le diagramme de Pareto sont utilisés pour hiérarchiser les causes, tandis que le Poka Yoke aide à repérer les erreurs humaines possibles. Le plan d'expériences (DOE) permet de tester les variables influençant le processus. Cette analyse rigoureuse prépare le terrain pour des solutions efficaces et durables.

#### **3.1 Diagramme de Pareto**

Le diagramme de Pareto est utilisé pour prioriser les causes potentielles, selon le principe que 80 % des effets proviennent souvent de 20 % des causes. Il aide les équipes à se concentrer sur les problèmes les plus fréquents ou les plus impactant.

**Tableau 15:catégorie du problème**

| <b>Catégorie</b> | <b>Problème</b>                                | <b>Impact</b> | <b>%</b> | <b>Cumulé %</b> |
|------------------|--|---------------|----------|-----------------|
| <b>Coût</b>      | Retard dans la réception des budgets du projet | 25            | 21,74 %  | 21,74 %         |
| <b>Délais</b>    | Retards de livraison                           | 22            | 19,13 %  | 40,87 %         |
| <b>Coût</b>      | Pannes de machines                             | 18            | 15,65 %  | 56,52 %         |
| <b>Délais</b>    | Conditions météo défavorables                  | 15            | 13,04 %  | 69,57 %         |
| <b>Qualité</b>   | Main-d'œuvre non qualifiée                     | 12            | 10,43 %  | 80,00 %         |
| <b>Qualité</b>   | Produits endommagés                            | 10            | 8,70 %   | 88,70 %         |
| <b>Sécurité</b>  | Absence de HSE                                 | 8             | 6,96 %   | 95,65 %         |
| <b>Sécurité</b>  | Autre  | 5             | 4,35 %   | 100,00 %        |

Source : auteure

**Méthode de calcul :**

#### **Impact total**

Addition de tous les impacts :

$$\text{Total} = 25 + 22 + 18 + 15 + 12 + 10 + 8 + 5 = 115$$

#### **3.1.1 Pourcentage (%) de chaque problème**

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

Pourcentage (%) = (Impact du problème / Total des impacts) × 100

### 3.1.2 Pourcentage cumulé (%)

% Cumulé = Somme des pourcentages jusqu'à ce problème

1er : 21,74 %

2e : 21,74 % + 19,13 % = 40,87 %

3e : 40,87 % + 15,65 % = 56,52 %

... jusqu'à 100 %

### Le diagramme

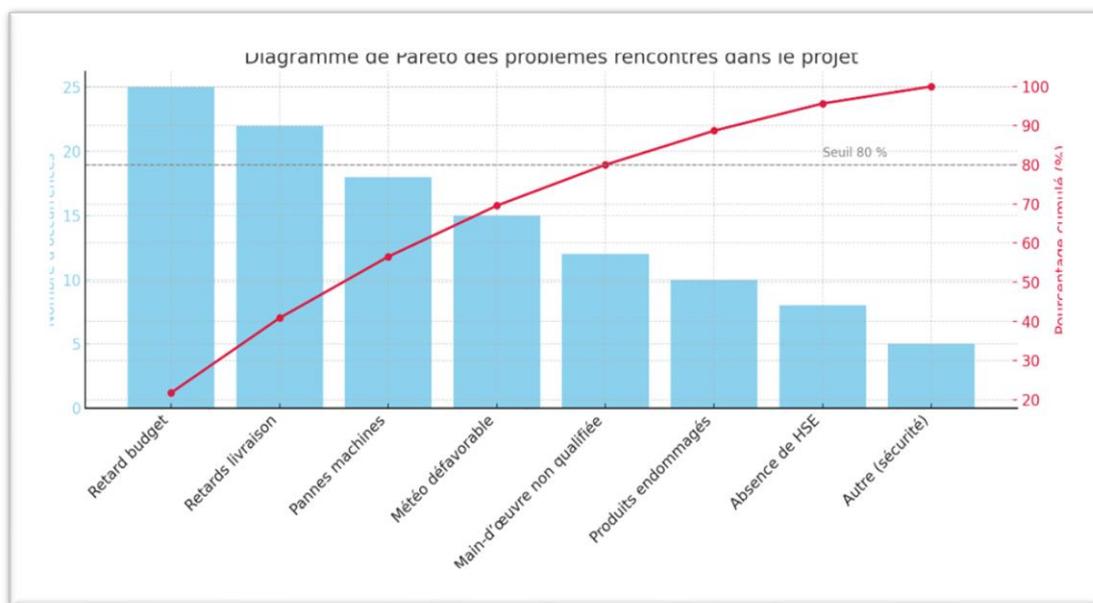


Figure 26 : diagramme de Pareto

Source : auteure

Les 4 premiers problèmes (retards de budgets, livraisons, pannes et météo) représentent près de 70 % des causes de perturbation.

En agissant en priorité sur ces 4 causes, vous pouvez potentiellement éliminer la majorité des impacts sur le projet.

- Les problèmes triés par impact décroissant (barres bleues),

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

- La courbe du pourcentage cumulé (ligne rouge),
- Une ligne de repère à 80 % pour identifier les problèmes les plus critiques.

### 3.2 Plans d'expériences

Le plan d'expériences (ou Design of Experiments – DOE) est une méthode statistique utilisée pour analyser et optimiser les facteurs influençant un processus ou un résultat. C'est un outil clé de la méthode Six Sigma, notamment dans la phase "Améliorer" (Improve) du DMAIC.

#### 3.2.1 Contexte du projet

Dans le cadre de l'amélioration de la qualité, des coûts et des délais dans le secteur de la construction, ce projet illustre l'application de la méthode Six Sigma à un chantier de réalisation d'un collège public de 18 classes, destiné à accueillir environ 540 élèves à la rentrée scolaire 2025/2026. L'objectif est de démontrer comment une approche structurée peut optimiser le déroulement du projet, en maîtrisant les délais et en assurant une qualité conforme aux attentes des usagers et des pouvoirs publics.

#### 3.2.2 Fiche d'identité du projet

| Élément            | Détail   |
|--------------------|--|
| Nom du projet      | Collège Nelson Mandela                                       |
| Maître d'ouvrage   | DEP - Direction des équipements publics de la wilaya de Mila |
| Localisation       | la commune de Teleghma Résidence 960, POS 5, cite el Nassim  |
| Capacité d'accueil | Environ 540 élèves   |
| Durée des travaux  | 10 mois (octobre 2024 → juillet 2025)                        |
| Ouverture prévue   | Rentrée scolaire septembre 2025                              |

#### 3.2.3 Programme fonctionnel du collège

| Composante          | Détail                                |
|---------------------|---------------------------------------|
| Salles de classe    | 18 salles banalisées                  |
| Laboratoires        | 1 labo physique, 1 labo SVT, 1 techno |
| CDI (Centre de doc) | 1 salle de 120 m <sup>2</sup>         |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Salles spécifiques      | informatique                                 |
| Administration          | Bureaux direction, vie scolaire, enseignants |
| Réfectoire              | Capacité 200 élèves, cuisine sur site        |
| Espaces extérieurs      | Cour, préau, jardin pédagogique              |
| Locaux techniques       | Chaufferie, local entretien, stockage        |
| Installations sportives | Gymnase, plateau EPS extérieur               |

### 3.2.4 Planning prévisionnel de réalisation

| Période                 | Étape   |
|-------------------------|---|
| Juin – août 2024        | Finalisation des études + Appel d'offres entreprises        |
| Octobre 2024            | Démarrage des travaux                                       |
| Octobre – décembre 2024 | Terrassement, fondations, VRD                               |
| Janvier – avril 2025    | Élévation des structures, gros œuvre                        |
| Avril – juin 2025       | Second œuvre (cloisons, électricité, plomberie, menuiserie) |
| Juin – juillet 2025     | Finitions, tests, mobilier, nettoyage                       |
| Août 2025               | Réception du chantier, transfert de gestion                 |
| Septembre 2025          | <b>Ouverture du collège pour la rentrée scolaire</b>        |

### 3.2.5 Engagements environnementaux

Certification HQE – Bâtiment durable

Utilisation de matériaux bio sources

Panneaux solaires pour autoconsommation partielle

Gestion des eaux pluviales sur site

Végétalisation partielle des toitures

### 3.2.6 Contraintes et défis du projet

- Délai court (10 mois) → planification rigoureuse en mode “chantier en flux tendu”
- Retard dans la réception des budgets du projet

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

### 3.2.7 Livrables attendus

Collège 100% opérationnel à la rentrée 2025

Accueil sans phasage (pas de livraison partielle)

Conformité aux normes d'accessibilité, sécurité, incendie et

### 3.3 Poka yoke

Le Poka-Yoke est une technique de prévention des erreurs humaines dans les processus de fabrication, de construction ou de services. L'objectif est d'empêcher qu'une erreur puisse se produire **ou** de la détecter immédiatement si elle se produit, afin d'éviter les défauts.

Il y a deux types

Poka-Yoke de prévention : empêche l'erreur avant qu'elle ne se produise.

Poka-Yoke de détection : signale immédiatement une erreur pour qu'on puisse la corriger.

#### Application du Poka Yoke par phase

##### 1. Gros œuvre

| Erreur possible                           | Solution Poka Yoke  |
|---|---|
| Mauvais dosage du béton                   | Bennes avec code couleur pour chaque dosage ou malaxeurs programmés |
| Mauvais positionnement des ferrillages    | Gabarits de pose standardisés, checklists de contrôle avant coulage |
| Oublis de réservations (passages réseaux) | Plans imprimés avec QR code à scanner avant chaque dalle / mur      |

##### 2. Second œuvre

| Erreur possible                                 | Solution Poka Yoke  |
|---|---|
| Cloisons mal placées ou non conformes aux plans | Utilisation de marquage laser au sol avec validation numérique avant pose |
| Mauvais carrelage ou peinture dans les pièces   | Stickers couleur / code pièce collés à l'entrée de chaque salle           |
| Oubli d'étanchéité ou d'isolant                 | Fiches de contrôle spécifiques avec photos requises avant fermeture       |

##### 3. Équipements et réseaux

| Erreur possible                               | Solution Poka Yoke   |
|---|--|
| Mauvais câblage électrique ou oubli de prises | Schémas normalisés à cocher sur tablette avec validation automatique |
| Inversion alimentation d'eau chaude/froide    | Raccords codés par couleur et forme (non interchangeables)           |

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Défaut d'aération / ventilation | Alarme sonore si circuit de ventilation incomplet au test de pression |
|---------------------------------|---|

### 4. Planning / Coordination

| Erreur possible                                     | Solution Poka Yoke  |
|---|---|
| Retard d'intervention d'un lot impactant les autres | Planning partagé + alerte automatique (ERP ou logiciel Lean) si dérive détectée   |
| Réunion de chantier mal préparée / suivie           | Modèle de rapport standardisé avec suivi visuel (type Kanban ou Trello)           |
| Oubli de contrôle qualité intermédiaire             | QR code scanné avant chaque étape critique pour déclencher validation obligatoire |

### Synthèse

À l'étape d'analyse, l'intégration des outils Pareto, Poka Yoke et plan d'expérience permet de cibler les causes principales des défauts, de prévenir efficacement les erreurs humaines grâce à des dispositifs simples, et d'optimiser les paramètres du processus par des tests méthodiques. Cette approche combinée facilite une meilleure compréhension des problèmes et la mise en place de solutions durables pour améliorer la qualité et la performance globale du projet.

## 4 Améliore le problème

L'étape d'amélioration constitue une phase cruciale dans tout processus d'optimisation, visant à identifier, sélectionner et mettre en œuvre les solutions les plus efficaces pour réduire les défaillances, améliorer la qualité, diminuer les coûts et respecter les délais. Cette phase repose sur des méthodes structurées et rigoureuses permettant d'analyser en profondeur les causes des problèmes et d'évaluer les alternatives de manière objective. Parmi les outils fréquemment utilisés dans cette étape, on retrouve : L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité), La Matrice de Pugh et le Diagramme en arbre.

### 4.1 AMDEC

(Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité). Elle permet d'identifier les différentes défaillances potentielles, d'en évaluer la gravité et la fréquence, puis de prioriser les actions correctives selon la criticité des risques. Cela aide à concentrer les efforts sur les problèmes les plus impactant.

#### Explications :

- Sévérité (S) : Impact de la défaillance (1 = faible, 10 = critique).

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

- Occurrence (O) : Probabilité que la défaillance se produise (1 = rare, 10 = fréquente).
- Détectabilité (D) : Facilité à détecter la défaillance avant impact (1 = facile, 10 = difficile).
- Indice de criticité =  $S \times O \times D$  (plus il est élevé, plus le risque est important).

### L'intégration de l'AMDEC

| Étape / Élément             | Mode de défaillance potentiel                   | Effet de la défaillance                       | Cause(s) possible(s)                           | Sévérité (1-10) | Occurrence (1-10) | Détectabilité (1-10) | Indice de criticité (S × O × D) | Actions préventives/recommandations                                     |
|-----------------------------|---|---|--|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------------------|---|
| Étude de sol                | Mauvaise analyse du terrain                     | Fondations inadaptées, risques d'affaissement | Échantillonnage insuffisant, erreurs de mesure | 9               | 3                 | 4                    | 108                             | Réaliser plusieurs campagnes de sondages, validation par bureau expert. |
| Conception structurelle     | Dimensionnement incorrect des éléments porteurs | Risque d'effondrement partiel, non-conformité | Erreur de calcul, manque de revue technique    | 10              | 2                 | 3                    | 60                              | Double contrôle des calculs, validation par un ingénieur senior.        |
| Approvisionnement matériaux | Retard ou défaut de qualité                     | Retard chantier, qualité des ouvrages réduite | Problèmes fournisseurs, non-conformité         | 7               | 5                 | 5                    | 175                             | Sélection rigoureuse des fournisseurs, contrôle qualité à la réception. |
| Gestion du planning         | Non-respect des délais                          | Retard global du projet, surcoûts             | Mauvaise planification, imprévus non anticipés | 8               | 6                 | 6                    | 288                             | Mise à jour régulière du planning, gestion proactive des risques.       |
| Sécurité chantier           | Accidents du travail                            | Blessures, arrêt de chantier                  | Non-respect des règles, manque de formation    | 9               | 4                 | 3                    | 108                             | Formation continue, contrôle strict des règles de sécurité.             |
| Installation électrique     | Non-conformité aux normes                       | Risque d'incendie, panne électrique           | Erreur de conception ou d'installation         | 10              | 3                 | 4                    | 120                             | Inspection régulière, tests préalables, certification.                  |

Figure 27: l'intégration d'amdec dans le projet

Source : auteur

L'indice de criticité, calculé en multipliant ces trois critères, permet de prioriser les risques les plus importants à traiter en priorité. Les actions préventives recommandées visent à réduire ces risques par des contrôles renforcés, une meilleure planification, ou une formation adaptée.

Cette démarche proactive contribue à améliorer la qualité globale du projet, à limiter les retards et les surcoûts, et à garantir la sécurité des intervenants.

### 4.2 La Matrice de Pugh

Intervient ensuite comme un outil de choix dans l'évaluation comparative des solutions possibles. En croisant plusieurs critères définis (coût, faisabilité, impact sur la qualité, etc.), elle permet de classer les alternatives et de sélectionner la solution la plus adaptée aux objectifs du projet.

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

Tableau 16:l'integration de matrice de pugh

| Critères                               | Référence S<br>(Plan Standard) | Option A (Plan<br>Optimisé Six Sigma) | Option B (Plan<br>Ecoresponsable) | Option C<br>(Plan Rapide) |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Coût                                   | —                              | 0                                     | -1                                | +1                        |
| Délai                                  | —                              | +1                                    | -1                                | +1                        |
| Qualité de la<br>construction          | —                              | +1                                    | 0                                 | 0                         |
| Durabilité / impact<br>environnemental | —                              | 0                                     | +1                                | -1                        |
| Satisfaction des<br>utilisateurs       | —                              | +1                                    | 0                                 | 0                         |
| Maîtrise des<br>risques (Six Sigma)    | —                              | +1                                    | 0                                 | -1                        |
| Facilité de mise en<br>œuvre           | —                              | 0                                     | -1                                | +1                        |
| <b>Score total</b>                     | —                              | <b>+4</b>                             | <b>-2</b>                         | <b>+1</b>                 |

### Analyse :

- Option A (Plan Optimisé Six Sigma) obtient le meilleur score grâce à une meilleure qualité, maîtrise des risques et satisfaction.
- Option C est intéressante pour le délai mais moins bonne sur la durabilité et la maîtrise des risques.
- Option B est plus écologique mais coûteuse et plus longue à réaliser.
- Le Plan Standard (S) est neutre (valeur de base = 0), il représente une méthode de construction classique sans amélioration ciblée.

### Description

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

Afin d'identifier la solution la plus adaptée pour la construction d'un collège intégrant les principes de qualité, de maîtrise des coûts et de respect des délais, une matrice de Pugh a été utilisée. Trois options de plans ont été comparées selon des critères clés : coût, délai, qualité de construction, durabilité, satisfaction des utilisateurs, maîtrise des risques et facilité de mise en œuvre.

L'analyse a montré que l'option intégrant la démarche Six Sigma obtenait le score global le plus élevé (+4). Elle se distingue par une meilleure qualité, une meilleure maîtrise des risques, et une satisfaction accrue des utilisateurs, bien qu'elle n'apporte pas de gain significatif sur les coûts ou la rapidité. En revanche, l'option co-responsable, bien que positive sur le plan environnemental, présente un coût plus élevé et un délai d'exécution plus long. L'option dite « rapide » est avantageuse en termes de délais et de coût, mais affiche de sérieuses lacunes en matière de durabilité et de maîtrise des risques.

### Synthèse

L'intégration de l'AMDEC, du diagramme en arbre et de la matrice de Pugh dans l'étape Améliorer a permis de structurer efficacement la résolution des problèmes. L'AMDEC a identifié les risques critiques à traiter en priorité, le diagramme en arbre a organisé les causes et solutions de manière logique, et la matrice de Pugh a permis de comparer plusieurs plans d'action. Le plan optimisé selon Six Sigma s'est révélé le plus performant, assurant un bon équilibre entre qualité, maîtrise des risques et satisfaction des utilisateurs.

## 5 Etape 05 : contrôlé le problème

L'étape Contrôle du cycle DMAIC constitue la phase finale de la méthode Six Sigma, visant à pérenniser les améliorations obtenues lors des phases précédentes. Cette étape est cruciale pour garantir que les gains en qualité, coûts et délais sont maintenus dans le temps, et pour prévenir toute dérive ou retour aux pratiques antérieures.

Pour ce faire, plusieurs outils sont intégrés au processus de contrôle : La feuille de relevé de données, La matrice de contre-mesures.

### 5.1 La feuille de relevé de données

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

Permet un suivi rigoureux et continu des indicateurs clés (KPI) du projet. Elle facilite la collecte systématique des données pertinentes, telles que les coûts, les délais, la qualité ou les défauts détectés sur le chantier. Ces données sont essentielles pour évaluer la performance réelle du processus et détecter rapidement toute non-conformité.

**Projet** : Réalisation d'un collège de type B6 à Teleghma

**Date du relevé** : 2025-05-20

### L'intégration

Tableau 17: feuille de relevé de données de projet

| N° | Processus surveillé       | Indicateur clé (KPI)                     | Valeur cible  | Valeur mesurée   | Écart       | Conforme | Responsable           | Action corrective   |
|----|---------------------------|--|---------------|------------------|-------------|----------|-----------------------|---|
| 1  | Suivi budgétaire          | CPI (Cost Performance Index)             | $\geq 1$      | 1,48             | +0,48       | Oui      | Contrôleur de gestion | Aucune – très bonne performance                                 |
| 2  | Suivi de planning         | SPI (Schedule Performance Index)         | $\geq 1$      | 0,937            | -0,063      | Non      | Planificateur         | Réajuster les tâches critiques pour rattraper le retard         |
| 3  | Suivi financier           | CV (Cost Variance)                       | 0 DA          | +44,92 M DA      | +44,92 M DA | Oui      | Chef de projet        | Consolider l'économie sur d'autres postes                       |
| 4  | Suivi de valeur planifiée | SV (Schedule Variance)                   | 0 DA          | -9,17 M DA       | -9,17 M DA  | Non      | Conducteur de travaux | Rééquilibrer les ressources sur les activités critiques         |
| 5  | Qualité globale chantier  | DPMO (Defects Per Million Opportunities) | $\leq 10$ 000 | $\approx 44$ 643 | +34 643     | Non      | Ingénieur qualité     | Identifier les sources de défauts + plan d'amélioration qualité |

Source : auteur

## 5.2 La matrice de contre-mesures

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

Est un outil structurant qui associe chaque cause identifiée d'un problème à une ou plusieurs actions correctives ou préventives. Elle organise les réponses à apporter en cas de dérive, en précisant les responsabilités, les échéances, et les moyens nécessaires. Cette matrice assure un suivi efficace des actions et une réactivité accrue face aux écarts.

### L'intégration en l'étape : finitions

Tableau 18: l'intégration de la matrice de contre-mesures de projet

| Défauts constatés                                | Causes  | Conséquences                                  | Contre-mesures proposées   | Responsable              | Délai               | Statut      |
|--|---|---|--|--------------------------|---------------------|-------------|
| <b>Peinture non uniforme ou écaillée</b>         | Mauvaise préparation des surfaces ou application rapide | Aspect esthétique non conforme / réclamations | Contrôle de surface + formation des peintres + essais préalables | Chef de chantier         | Pendant les travaux | En cours    |
| <b>Menuiseries mal posées (portes, fenêtres)</b> | Précipitation ou erreur de prise de cotes               | Non-fermeture / déperdition énergétique       | Vérification des dimensions avant pose + gabarits de contrôle    | Responsable second œuvre | Avant réception     | À corriger  |
| <b>Revêtement de sol mal collé ou abîmé</b>      | Mauvaise colle ou humidité résiduelle                   | Réparation coûteuse / retards                 | Contrôle hygrométrie + choix de colle adaptée + suivi régulier   | Conducteur des travaux   | 1 semaine           | En cours    |
| <b>Faux plafonds déformés ou mal fixés</b>       | Erreur de pose / matériaux inadaptés                    | Risque de chute / image négative              | Suivi strict du DTU + contrôle intermédiaire                     | Responsable technique    | Pendant la pose     | Terminé     |
| <b>Appareillage électrique mal aligné</b>        | Pose négligée / absence de gabarit                      | Non-conformité visuelle / difficultés d'usage | Utilisation d'un gabarit de pose + contrôle post-installation    | electrician              | Avant test final    | À planifier |

Source : auteur

Le tableau de contre-mesures relatif à l'étape des finitions met en évidence les défauts les plus courants observés en fin de chantier, tels que les irrégularités de peinture, la mauvaise pose des menuiseries, ou encore les revêtements mal fixés. Ces problèmes trouvent leur origine

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

principalement dans des erreurs humaines, un manque de préparation ou l'utilisation de méthodes inappropriées. Afin d'y remédier, plusieurs actions préventives et correctives sont proposées, notamment le contrôle rigoureux des supports, l'utilisation de gabarits de pose, le suivi des conditions d'exécution (comme l'humidité) et la formation des équipes. Le tableau permet également de clarifier les responsabilités, de fixer des délais d'intervention précis et de suivre l'état d'avancement de chaque mesure, contribuant ainsi à une gestion efficace de la qualité avant la livraison du projet.

### Synthèse

L'intégration des indicateurs clés de performance (KPI) de gestion de projet avec une matrice de contre-mesures qualité permet un suivi efficace et complet à l'étape de contrôle. Les KPI fournissent une vision globale des écarts de coûts et délais, guidant les décisions de gestion, tandis que la matrice de contre-mesures cible les défauts techniques et définit les actions correctives à court terme. Cette double approche assure une maîtrise optimale de la qualité, des coûts et des délais, renforçant ainsi la performance globale du projet.

### Conclusion Partielle :

L'intégration de la méthode Six Sigma selon l'approche DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler) a permis de structurer efficacement le processus d'amélioration continue au sein du projet de construction du collège.

Dans la phase **Définir**, les outils comme la charte de projet, le SIPOC, le CTQ et le modèle de Kano ont permis de bien cerner les besoins du maître d'ouvrage, les objectifs du projet, ainsi que les exigences critiques à respecter. Cela a posé les bases d'un pilotage clair, centré sur la qualité.

L'étape **Mesurer** a permis, à travers le plan de collecte des données, les KPI et les matrices cause-effet, d'obtenir une vision précise de la situation actuelle en termes de performance, en identifiant les écarts et les points faibles du processus.

Durant la phase **Analyser**, l'utilisation du diagramme de Pareto, des outils Poka Yoke et du plan d'expérience a permis d'identifier les causes majeures des défauts, d'en comprendre les origines et de proposer des actions ciblées pour les réduire ou les éliminer.

La phase **Améliorer** s'est appuyée sur des solutions concrètes visant à optimiser la qualité du produit fini et à réduire les pertes de temps et de ressources, tout en maintenant la conformité technique et réglementaire du chantier.

## CHAPITRE 4 : L'INTEGRATION DE LA METHODE SIX SIGMA DANS LE CAS D'ETUDE

---

Enfin, dans la phase **Contrôler**, les tableaux de suivi, le contrôle par échantillonnage et la matrice de contre-mesures ont permis d'assurer la stabilité des résultats obtenus et d'ancrer les bonnes pratiques dans la gestion du chantier.

Ainsi, l'approche Six Sigma a non seulement contribué à l'amélioration de la qualité et à la réduction des non-conformités, mais elle a également permis une meilleure maîtrise des délais et des coûts, tout en renforçant la culture de rigueur et d'excellence au sein du projet.

# **CONCLUSION GENERALE**

### Conclusion Générale

Ce mémoire a porté sur l'intégration de la méthode Six Sigma dans un projet de construction scolaire, à travers l'exemple concret de la réalisation d'un collège de type B6 à Teleghma. L'objectif principal était d'explorer comment la démarche Six Sigma, et plus particulièrement la méthode DMAIC, pouvait être appliquée pour optimiser la qualité, les coûts et les délais dans un projet du secteur du bâtiment.

Dans la première partie, nous avons étudié les fondements théoriques de la méthode Six Sigma, ses outils, son historique, ainsi que son adaptation au secteur du BTP. Ensuite, nous avons analysé le contexte éducatif et normatif en Algérie, afin de mieux comprendre les enjeux liés à la construction d'infrastructures scolaires.

La mise en œuvre pratique de la méthode DMAIC a permis d'identifier les dysfonctionnements (par les outils QQQQCP, Ishikawa, Pareto...), de mesurer l'impact des défauts (à travers l'EVM et le DPMO), puis de proposer des solutions d'amélioration (grâce à l'AMDEC, la matrice de Pugh et le diagramme en arbre). Ces outils ont permis une analyse rigoureuse, une prise de décision structurée et des pistes d'amélioration concrètes pour la réussite du projet.

Les résultats obtenus montrent qu'une telle démarche peut significativement améliorer la maîtrise des processus, réduire les pertes, et renforcer la satisfaction des parties prenantes, même dans un environnement complexe comme celui de la construction publique en Algérie.

En recommandation, il serait judicieux d'encourager la formation des acteurs du BTP à la culture qualité et aux outils d'amélioration continue, ainsi que de généraliser l'approche Six Sigma à d'autres types de projets publics, notamment dans l'éducation, la santé et les infrastructures de base.

Ce travail, bien qu'ayant une portée limitée, ouvre ainsi des perspectives intéressantes pour une meilleure gouvernance des projets publics en Algérie à travers des démarches qualité rigoureuses et adaptées.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. : Murry, B., Étude de 43 projets Six Sigma dans l'industrie et services, Journée sur l'étude de projets lean Six Sigma, 09 Octobre 2008, Université Lean 6 Sigma, P 1-20, p 5.
2. 1 Pillet, M., 2005, Op Cit, p 398
3. Archives / OMD entre 2000 et 2015
4. Au sens du décret exécutif n° 09-410 du 10 décembre 2009,
5. Bass, I., Six Sigma Statistics with Excel and Minitab, Ed. Mc-Graw Hill, New York, 2007, pp 16-19
6. Bentley W., Peter T. D., Lean Six Sigma Secrets For The CIO, Ed. Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2010, pp 21- 24.
7. Breheret, F., Charruau, F., Six Sigma, Journée de la qualité et sureté de fonctionnement des systèmes informatiques QUASSI, 18 Octobre 2007, École d'ingénieur de l'université d'Angers, pages 1-21, pp 04-06.
8. Compte rendu de la Conférence du Mardi 19 Décembre 2017 « Moulay Ahmed MEDEGHRI »
9. Créée par Paul Galvin en 1928 à Chicago, Motorola est une société américaine spécialisée dans l'électronique et la télécommunication
10. Décret du 23 décembre 2024 relatif à la composition du Gouvernement
11. Définitions de la Qualité, NQA, CQA, gestion de l'entreprise, HACCP par Dr MEZIANE Malika
12. Développement durable à l'horizon 2030, intitulé Agenda 2030
13. Division des Politiques et de la Planification de l'Education Unesco'
14. Écrit par Capucine Canonne Publié le 15 avril 2024, mis à jour le 1 janvier 2025
15. EPP/TM/17 Original Anglais Paris, Mars 1986 0 Unesco
16. ÉVALUATION DES BESOINS POST CYCLONE secteur EDUCATION 1 Novembre 2016
17. Gilson, S., Comprendre Six Sigma pour déployer la démarche dans une PME, comme dans un groupe industriel, Journée Romande des Systèmes Management JRSM, 08 Novembre 2006, Swiss Association for Quality, Yverdon-les-Bains, pages 1-16, p 10.
18. <https://blog-gestion-de-projet.com/la-methode-dmaic>
19. <https://doi.org/10.4000/ries.12680>

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

20. [https://www.cougnaud.com/etat-collectivites-enseignement/batiments-scolaires/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.cougnaud.com/etat-collectivites-enseignement/batiments-scolaires/?utm_source=chatgpt.com)
21. [https://www.lemoniteur.fr/classement/classement-btp?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.lemoniteur.fr/classement/classement-btp?utm_source=chatgpt.com)
22. Institut national de la statistique et de l'étude économique
23. JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 84
24. journals.openedition.org
25. Kompass : Annuaire professionnel répertoriant les entreprises spécialisées dans la construction d'écoles, collèges et universités en France
26. Larson, A., Demystifying Six Sigma: A Company-Wide Approach to Continuous Improvement, Ed. Amacom, New York, 2003, pp 19-20.
27. Le système d'enseignement algérien, entre passé et présent Aïssa KADRI CIRIEC No. 2018/11
28. Loi n° 24-08 du 22 Jomada El Oula 1446 correspondant au 24 novembre 2024 portant loi de finances pour 2025
29. Michael L. G., Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean production speed, Ed. McGraw-Hill, New York, 2002, p 93.
30. One Thomsett, M.C., Getting Started in Six Sigma: comprehensive coverage – a practical working guide, Ed. John Wiley & Sons, New Jersey, 2005, pp 34-36.
31. Pillet, M., Six Sigma : Comment l'appliquer, Ed. Éditions d'Organisation, Paris, 2005, pp 18-21. Two Michael L. G., Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean production speed, Ed. McGraw-Hill, New York, 2002, p 93.
32. Prof. HAMIDOU Nabila Université d'Oran2
33. Publié par le Département de l'information de l'ONU – DPI/2517 H – septembre 2008
34. Revue Tiers Monde Année 1965 22 pp. 335-356
35. Savoir ISO 9001 V 2015, ISO 14001, ISO 22000 et (HACCP) et ISO 45001
36. Schroeder, R. G, Linderman, K., Liedtke, C., Six Sigma: Definition and underlying theory, Journal of Operations Management, 2008 N° 26, Ed. Elsevier, pages 536-554, p 537.
37. Sous la direction de Line Massé, Claudia Verret et Amélie Courtinat-Camps
38. Tennant, G., Six Sigma Calculator, Ed. Multiply Six Sigma, Bristol, 2003, p 7.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

---

39. Victoire, D., Le Six Sigma : c'est avant tout une mesure pour traquer les défauts de processus, Revue Forum Mesures 753, 2003 N° 4, Paris, pages 20 – 24, p 22.
40. Wheat B., Mills C., ET Carnell M., Leaning into Six Sigma: A Parable of the Journey to Six Sigma and a Lean Enterprise, Ed. McGraw-Hill, New York, 2003, pp 24-29.
41. [www.12manage.com](http://www.12manage.com) - Explication de Six Sigma : Concentrer ses efforts à développer et fournir des produits et des services presque parfaits : (publié le 10/5/2009 et consulté le 22/05/2011).
42. [www.ac-nancy-metz.fr](http://www.ac-nancy-metz.fr)- Domptail, C., Aide statistiques et carte de contrôle, IUT Métrologie Contrôle Qualité, Lunéville : (publié le 27/02/2010 et consulté le 08/05/2011).
43. [www.personal.umich.edu](http://www.personal.umich.edu) - Lynch D. P, What Is Six Sigma?, Centre professionnel de développement, Université de Michigan : (document mis en ligne le 08/11/2007 et consulté le 21/08/2011)