

Chapitre 3 Normes qualité et génie logiciel

1. Qu'est-ce qu'une norme ?

Les normes sont des accords documentés contenant des spécifications techniques ou autres critères précis destinés à être utilisés systématiquement en tant que règles, lignes directrices ou définitions de caractéristiques pour assurer que des matériaux, produits, processus et services sont aptes à leur emploi.

Par exemple, le format des cartes de crédit, des cartes à prépaiement téléphonique et des cartes dites " intelligentes " que l'on retrouve partout est dérivé d'une Norme internationale ISO. Le fait d'adhérer à la norme qui définit des caractéristiques telles que l'épaisseur optimale (0,76 mm) signifie que les cartes pourront être utilisées dans le monde entier.

Les Normes internationales contribuent ainsi à nous simplifier la vie et à accroître la fiabilité et l'efficacité des biens et services que nous utilisons.

Les Normes internationales garantissent des produits et services sûrs, fiables et de bonne qualité. Pour les entreprises, elles sont des outils stratégiques permettant d'abaisser les coûts, en augmentant la productivité et en réduisant les déchets et les erreurs. Elles ouvrent l'accès à de nouveaux marchés, établissent des règles du jeu équitables pour les pays en développement et facilitent le libre-échange et le commerce équitable dans le monde.

2. Pourquoi la normalisation internationale est-elle nécessaire ?

L'existence de normes non harmonisées pour des technologies semblables, dans des pays ou des régions différents, peut contribuer à ce que l'on appelle des " obstacles techniques au commerce ". Les industries tournées vers l'exportation ont depuis longtemps senti la nécessité de s'accorder sur des normes mondiales pour aider à rationaliser le processus des échanges internationaux. C'est cet objectif, justement, qui a présidé à la création de l'ISO.

3. Qu'est-ce que l'ISO ?

L'ISO est une organisation non gouvernementale, créée en 1947. L'organisation internationale de normalisation (ISO) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation de quelques 130 pays, à raison d'un organisme par pays.

Elle a pour mission de favoriser le développement de la normalisation et des activités connexes dans le monde, en vue de faciliter entre les nations les échanges de biens et de services et de développer la coopération dans les domaines intellectuel, scientifique, technique et économique.

Les travaux de l'ISO aboutissent à des accords internationaux qui sont publiés sous la forme de Normes internationales.

Le fonctionnement de l'ISO est basé sur une approche démocratique : 1 membre = 1 vote, tous les pays sont placés sur un pied d'égalité.

De 12 à 15 réunions d'organes techniques d'ISO ont lieu quotidiennement dans le monde.

Ces organes sont presque au nombre de 3000 avec près de 30000 experts.

Depuis 1947, l'ISO a publié plus de 12000 normes internationales. Le programme de travail de l'organisation s'étend des normes relatives à l'agriculture jusqu'à celles du multimédia, en passant par celles pour la construction de bâtiments.

Il est à noter que l'ISO n'a pas vocation à faire appliquer les normes qu'elle produit. Celles-ci sont axées sur le marché et issues de réflexions d'expert du secteur concerné, ce qui assure leur large application.

Les normes ISO sont des accords techniques procurant le cadre pour des technologies mondialement compatibles. Elles représentent un consensus international sur "l'état de l'art" dans la technologie concernée.

4. Qu'est-ce qu'une Norme ISO ?

Document normatif, élaboré selon des procédures consensuelles, approuvé par les membres de l'ISO et les membres (P) du comité responsable, conformément à: la Partie 1 des Directives ISO/CEI, en tant que projet de Norme internationale et/ou de projet final de Norme internationale, et publiée par le Secrétariat central de l'ISO. Quatre types de normes

5. Quatre types de normes

- ***Normes fondamentales***

Règles en matière de terminologie, sigles, symboles, métrologie (exemple ISO 31 : grandeurs et unités)

- ***Normes de spécifications***

Caractéristiques, seuils de performance d'un produit ou d'un service (exemple : EN 2076-2 : Série aérospatiale - Lingots et pièces moulées en alliages d'aluminium et de magnésium - Spécification technique)

- ***Normes d'analyse et d'essais***

Méthodes et moyens pour la réalisation d'un essai sur un produit (exemple : ISO 6506-1 : Matériaux métalliques - Essai de dureté Brinell)

- ***Normes d'organisation***

Fonctions et relations organisationnelles à l'intérieur d'une entité (exemple : ISO 9001 : Systèmes de management de la qualité – Exigences)

6. DÉMARCHE «SYSTEMES DE MANAGEMENT DE LA QUALITÉ» (ISO 9000)

L'ISO/TC 176 est le comité technique responsable de l'élaboration et de la mise à jour des normes de la famille ISO 9000

ON a huit principes :

Principe 1 - Orientation client : détermination des besoins et attentes des clients et des autres parties intéressées;

Principe 2 - Leadership : établissement de la politique qualité et des objectifs qualités de l'organisme;

Principe 3 - Implication du personnel : détermination des processus et responsabilités nécessaires pour atteindre l'objectif qualité;

Principe 4 - Approche processus : détermination et fourniture des ressources nécessaires pour atteindre les objectifs qualité;

Principe 5 - Management par approche système : définition des méthodes permettant de mesurer l'efficacité et l'efficience de chaque processus;

Principe 6 - Amélioration continue mise en œuvre de ces méthodes pour mesurer l'efficacité et l'efficience de chaque processus;

Principe 7 - Approche factuelle pour la prise de décision détermination des moyens permettant d'empêcher les non-conformités et d'en éliminer les causes;

Principe 8 - Relations mutuellement bénéfiques avec les fournisseurs : établissement et application d'un processus d'amélioration continue du système de management de la qualité.

7. FAMILLE ISO 9000 Systèmes de management de la qualité

ISO 9000

- Systèmes de Management des processus - Principes essentiels et vocabulaire

ISO 9001

- Systèmes de Management des processus - Exigences

ISO 9004

- Systèmes de Management des processus - Lignes directrices pour l'amélioration des performances

ISO 19011

- Lignes directrices pour le management des audits

NB :

Les normes 9001 et 9002 diffèrent sur le point de la maîtrise de la conception. Choisissez la 9001 si vous avez réellement une activité de conception.

Quant à la norme 9003, elle est assez dépouillée et peu applicable. Parmi les entreprises certifiées, seules 5 % l'ont été selon ce référentiel. A titre d'exemple, elle n'a pas d'exigence de revue de contrat, ce qui montre les limites de son application. Aucune entreprise ne peut fonctionner sans relation client/fournisseur. On pourrait donc imaginer qu'elle ne concerne que des entités de production (laboratoires, ...) rattachées à la maison mère.

7.1. ISO 9000 : l'intérêt pour l'entreprise?

La démarche qualité dans l'entreprise (telle que définie dans la série des normes ISO 9000) apporte :

- **En interne :**

L'amélioration de la compétitivité et la diminution des coûts. En effet, une démarche qualité induit une optimisation et une rationalisation de l'organisation par la mobilisation des ressources de l'entreprise au service des clients, et par la réduction des défauts et des coûts associés. La démarche qualité est, par ailleurs, l'occasion de mobiliser l'ensemble du personnel de l'entreprise autour d'un projet d'entreprise.

- **Vis-à-vis de l'extérieur :**

La réponse aux exigences des donneurs d'ordres, qui imposent de plus en plus la certification ISO 9000 à leurs fournisseurs. Mais aussi la possibilité de se démarquer par rapport à la concurrence, grâce à une forte communication externe.

7.2. **l'application des normes ISO 9000 apporte à votre entreprise :**

- Une amélioration de sa compétitivité - Une réponse aux demandes du marché
- Une démarche fédératrice pour l'ensemble du personnel
- Un axe de communication externe, propre à vous démarquer de la concurrence.

8. Quelques autres Systèmes de Management

Norme ISO 22000/2005	Système de Management de la sécurité des produits alimentaires – Exigences relatives aux organismes tout au long de la chaîne alimentaire
Norme ISO 14001/2004	Système de management de l'environnement.
Spécification OHSAS 18001/1999	Système de management de la santé et de la sécurité au travail.

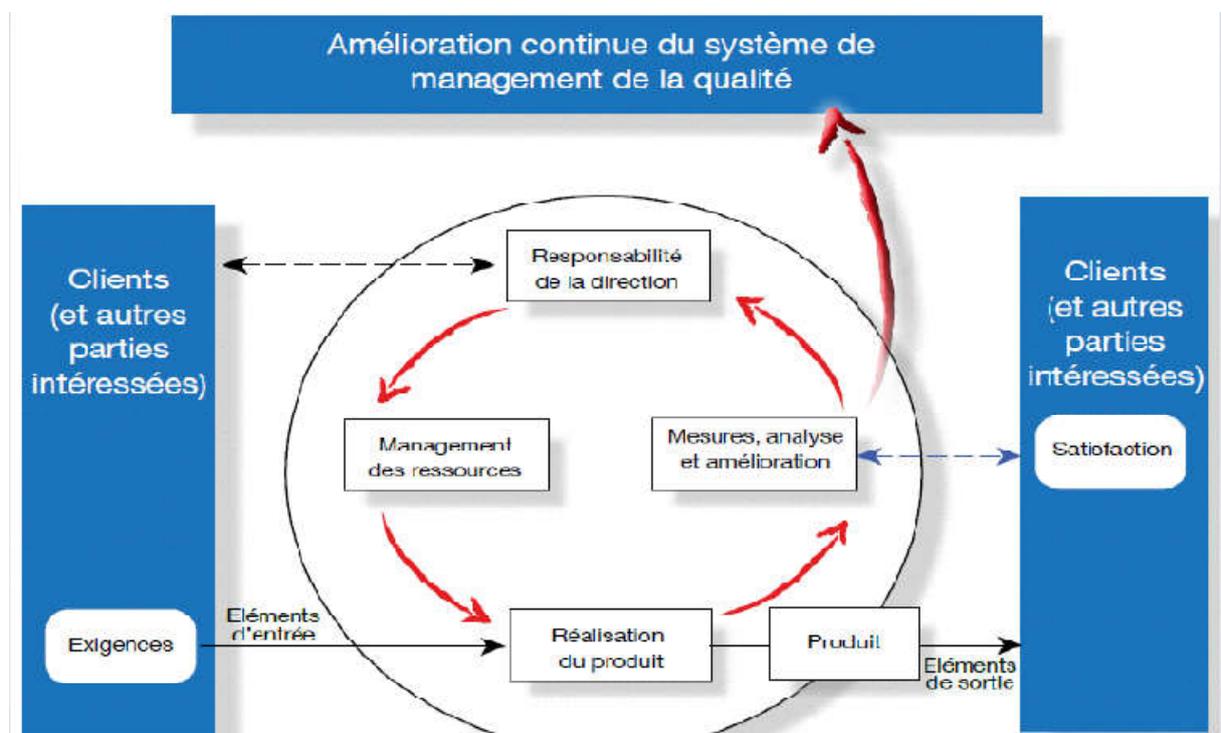
9. LES exigences de la norme ISO 9001 : 2000

Les principes fondamentaux de l'ISO 9001

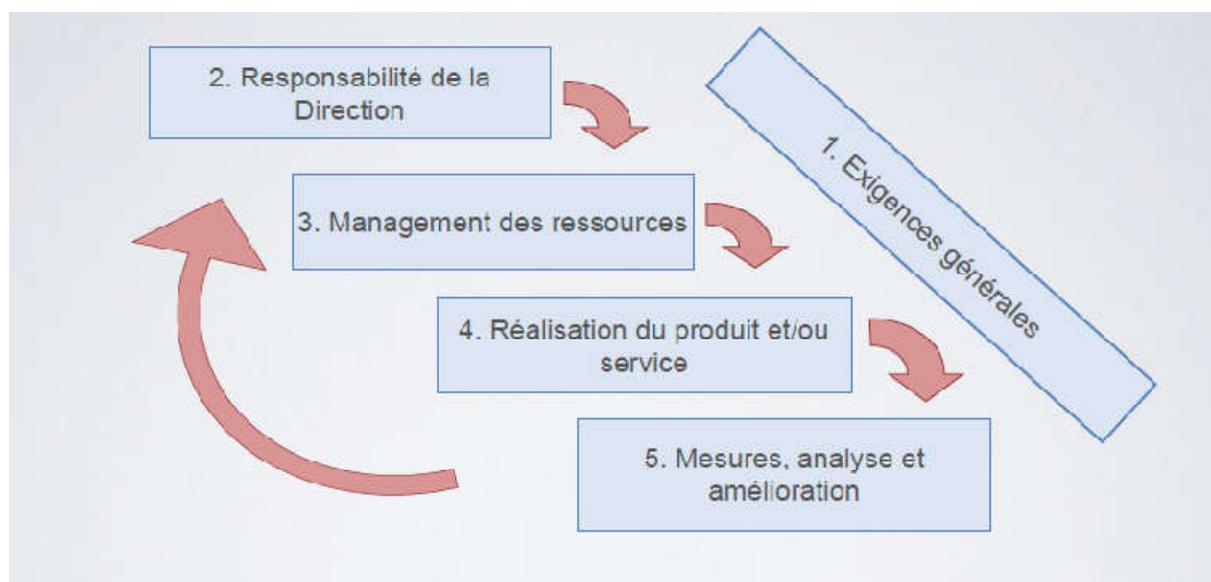
- La direction a un rôle fondamental dans le système de Management pas la Qualité
- La gestion de l'entreprise est effectuée à travers l'approche par processus

- Est basée sur la mesure et l'amélioration de la performance de l'entreprise
- Les activités sont gérées en fonction de leur efficacité
- Les ressources doivent être adéquates aux objectifs.
- Les besoins et des attentes des clients et des autres parties intéressées doivent être la référence pour la stratégie
- La Communication interne et externe est à la base du SMQ (système de management qualité)

9.1. Le système qualité selon ISO 9001



9.1. Les chapitres de l'ISO 9001 : 2000



Remarque : Dans la norme ISO 9001, la partie qui présente les exigences générales est chapitre 4. Le chapitre 5 est la responsabilité de la direction,

10. Exigences générales

L'organisme doit :

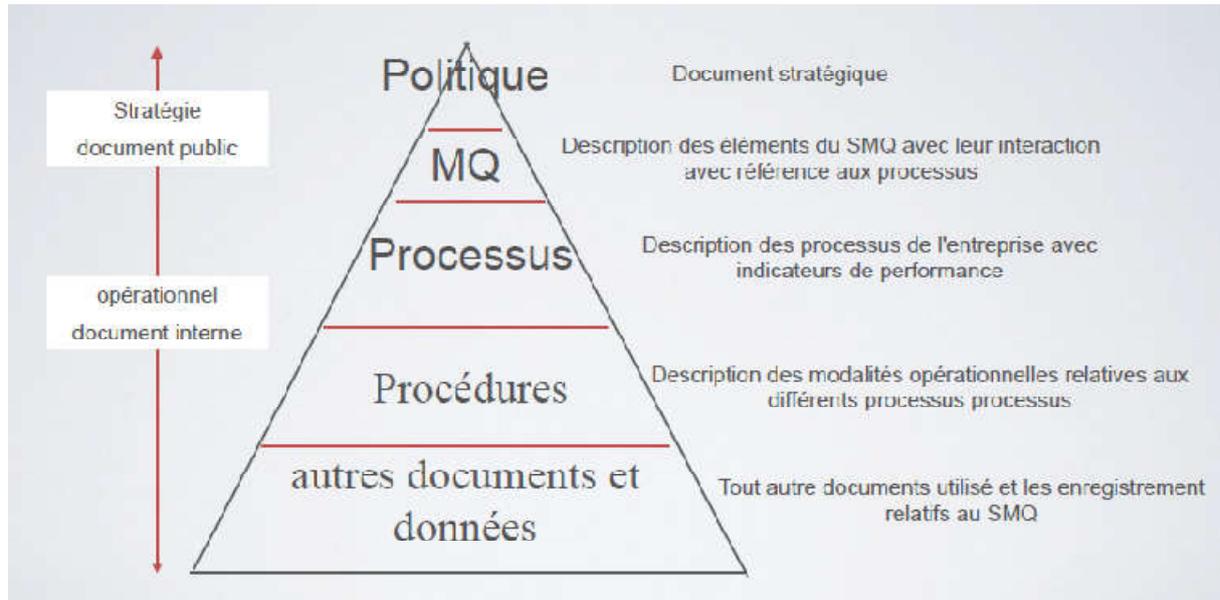
- identifier les processus nécessaires au système de management de la qualité et leur application dans tout l'organisme
- déterminer la séquence et l'interaction de ces processus;
- déterminer les critères et les méthodes nécessaires pour assurer l'efficacité du fonctionnement et de la maîtrise de ces processus;
- assurer la disponibilité des ressources et des informations nécessaires au fonctionnement et à la surveillance de ces processus;
- surveiller, mesurer et analyser ces processus;
- mettre en œuvre les actions nécessaires pour obtenir les résultats planifiés et l'amélioration continue de ces processus.

10.1 Gestion de la documentation.

La documentation du système de management de la qualité doit comprendre :

- l'expression documentée de la politique qualité et des objectifs qualité;
- Un manuel qualité;
- Les procédures documentées exigées par la présente Norme internationale;
- Les documents nécessaires à l'organisme pour assurer la planification, le fonctionnement et la maîtrise efficaces de ses processus;
- Les enregistrements exigés par la présente Norme internationale

10.2. Types de documents et données



11. Responsabilité de la direction

11.1. Etre à l'écoute du client

- comprendre les besoins et les attentes de ses clients, y compris ceux de clients potentiels,
- déterminer les caractéristiques du produit essentielles pour ses clients et utilisateurs finals,
- identifier et évaluer la concurrence sur son marché,
- identifier les opportunités du marché, les faiblesses et les avantages concurrentiels futurs.

11.2. La politique qualité : Les exigences ISO 9001: 2000

- " Orientations et intentions globales d'un organisme relatives à la qualité telles qu'elles sont exprimées formellement par la direction."

La direction doit élaborer sa politique Qualité et s'assurer qu'elle :

- est appropriée à l'entreprise et cohérente avec la mission, les valeurs et la vision d'avenir,
- comprend l'engagement à satisfaire les clients et à l'amélioration continue,
- fournit un cadre pour la mise en place des objectifs qualité,
- est communiquée, comprise et mise en oeuvre dans l'ensemble de l'organisme. Elle doit permettre à tous les niveaux de l'organisme de comprendre et appliquer les objectifs et partager l'orientation générale,
- est revue et maintenue à jour.

11.3. Planification de la qualité

- Se donner des objectifs de performance pour chaque fonction et niveau en accord avec la politique et l'orientation client avec l'engagement à l'amélioration continue.
- Identifier et planifier les activités et ressources nécessaires à la réalisation des objectifs

11.4. Pour une bonne communication

- la communication interne est pilotée par l'encadrement dans les espaces de travail,
- la direction utilise les enquêtes auprès des employés et leurs suggestions pour améliorer la communication interne.

12. Gestion des ressources Une bonne gestion des ressources

12.1. Ressources humaines: les personnes

- Formation continue et plan de carrière
- Définition des objectifs personnels ou de team et évaluation de la performance.
- Implication et reconnaissance.
- Echange ouvert d'information.
- Revue permanente des besoins du personnel.
- Encourager l'innovation
- Développer l'esprit d'équipe.
- Raisons de la venue ou du départ des collaborateurs.
- Mesure de la satisfaction.

12.2. Infrastructures

- La direction définit les besoins en équipements, communication et information, confort de la place de travail.
- Les infrastructures sont définies en termes de performance, coûts, sécurité et innovation.
- Développement et mise en oeuvre des méthodes de maintenance.
- Prise en compte des problèmes environnementaux.
- Prise en compte des risques associés.

12.3. Information

- Identifier les besoins en information.
- Définir les règles d'accès à l'information et les niveaux de confidentialité.
- Convertir les informations en connaissances utiles pour l'entreprise.
- Utiliser les informations pour établir la stratégie d'entreprise.
- Évaluer la performance de l'information.

12.4. Partenaires et fournisseurs

- Optimiser le nombre de fournisseurs.
- Créer un dialogue permanent avec les fournisseurs et partenaires.
- Coopérer avec les fournisseurs pour valider la capacité de leurs processus.
- Surveiller la qualité des livraisons.
- Encourager l'amélioration chez les fournisseurs.
- Évaluer, reconnaître et récompenser les fournisseurs.

12.5. Ressources naturelles

- Prêter attention à la disponibilité de ressources qui peuvent influencer la performance de l'entreprise.

12.6. Ressources financières

- Déterminer les besoins en ressources financières.
- Évaluer les résultats financiers en fonction des budgets.
- Modifier et actualiser sa politique financière

13. Réalisation de la prestation (ou produit)

- Planifier la réalisation (cohérence avec l'amélioration continue)
- Processus relatifs aux clients (exigences, revue, communication).
- Conception et développement.
- Achats.
- Activités liées à la réalisation de la prestation.
- Maîtrise des dispositifs de mesure et surveillance.

14. Mesures, analyse et amélioration

- Généralités (conformité produit, système et mesure de l'amélioration continue)
- Surveillance et mesure.
- Maîtrise de non-conformités.
- Analyse de données en vue de l'amélioration.
- Amélioration : actions préventives et correctives.

15. Maîtrise de non-conformités

- Assurer qu'un élément qui ne répond pas aux exigences du SMQ est traité pour le résoudre.
- Identifier, enregistrer et examiner la nature et l'étendue de la non-conformité.
- Définir des modalités d'intervention en cas de non-conformité.
- Analyser la non-conformité pour empêcher sa réapparition.

16. ISO 9000 : quel avenir?

Pour qu'ISO 9000 garde son efficacité, les normes de la famille sont constamment améliorées afin d'y intégrer de nouvelles initiatives en management de la qualité.

La norme iso a vu une évolution vers la fin de l'an 2000 vers des nouvelles normes de base de la série ISO 9000. Cette révision incitera l'entreprise à faire évoluer son système de management global, plus précisément agir en permanence sur la forme de l'organisation et sur ses processus.

16.1. Objectif de la révision :

- La satisfaction des besoins des clients à tous les niveaux de l'entreprise
- La compatibilité ascendante avec les versions actuelles des normes
- L'adaptation aux quatre catégories génériques de produits (matériels, produits issus de processus continus, services et logiciels)
- L'adaptation à toute taille d'entreprise
- La compatibilité avec les autres normes de système de management
- La cohérence des démarches assurance qualité et management de la qualité
- Le lien entre les processus de l'entreprise et son système qualité

16.2. Les axes majeurs d'évolution sont:

Une seule norme d'exigences: la norme ISO 9001. Les normes ISO 9002 et 9003 disparaissent.

Par rapport à la norme actuelle, des nouvelles exigences sont introduites pour la norme ISO 9001: qualification / compétences, environnement de travail, infrastructures, amélioration continue etc...

La norme ISO 9004 aligne sa structure sur celle de la norme ISO 9001 et se veut un tremplin vers l'excellence (Total Quality Management). Elle devient un véritable outil de management pour les entreprises qui veulent intégrer l'ensemble de leurs activités au Système de Management de la Qualité Totale.

Elle présente aussi une démarche d'auto-évaluation selon des niveaux de progrès.

La norme ISO 9000 intègre le vocabulaire de l'ISO 8402: 1994 et les concepts développés dans la norme ISO 9000-1: 1994.

16.3. Incidence sur la Certification :

Il n'y aura plus qu'une norme d'exigences lorsque la révision en cours sera achevée. Les entreprises devront démontrer, pour être évaluées conformes à l'ISO 9001, que leurs processus (identifiés par l'organisme comme ayant un impact sur la qualité du produit et la satisfaction du client) sont maîtrisés et efficaces.

La norme ISO 9004 reste une norme de recommandations, non utilisable dans un cadre contractuel. En revanche, le texte pourra servir de base à l'auto-évaluation.

17. Comment la mettre en oeuvre ?

Tout d'abord, par un diagnostic de l'organisation, évidemment. Il se fait en auditant les fonctions principales. Le diagnostic fera probablement apparaître un certain nombre de non conformités. L'organisation n'est pas à remettre en cause mais elle manque sûrement de formalisme.

Sur ce point, les entreprises ont de l'appréhension et pensent que ce formalisme est synonyme de lourdeur. Le rôle du responsable qualité est justement de prendre à sa charge ce côté formel. Il doit agir en support.

Puis, en fonction du résultat, il faudra établir un plan de travail.

Traditionnellement, les points nécessitant une action rapide sont :

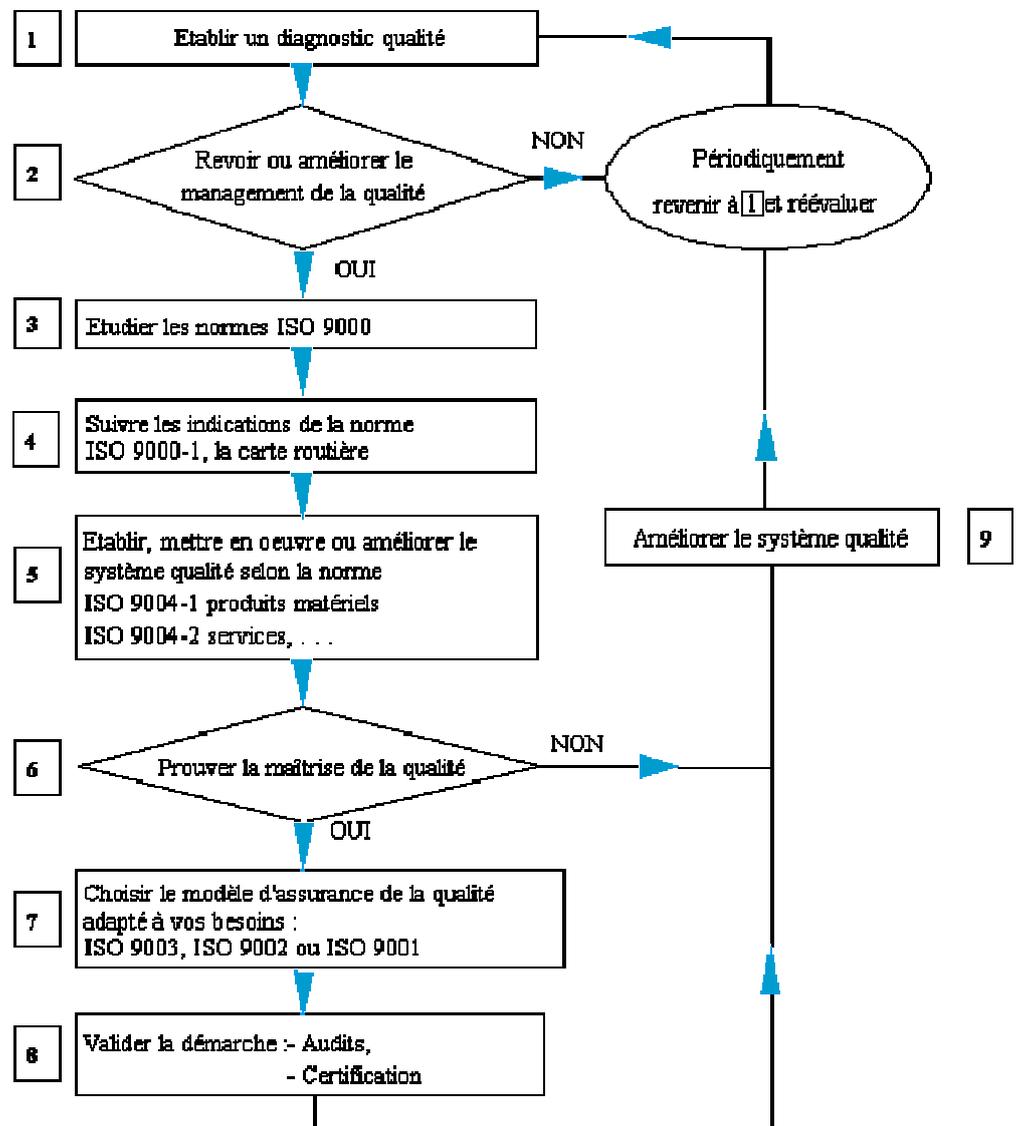
- la gestion documentaire.
- la revue de contrat (est-on bien sûr de pouvoir répondre à une demande du client au juste prix ?).
- la gestion des produits non conformes.
- la traçabilité.

Parallèlement, il faudra mettre à plat tous les processus inhérents au métier de l'entreprise; ce, depuis la prise de commande jusqu'à la livraison du produit.

Les intérêts recherchés sont :

- les fonctions sont définies (qui fait quoi).
- le processus est établi (il doit reboucler).
- les procédures sont établies (il ne reste qu'à formaliser).
- la circulation des documents est précisée.
- les points critiques apparaissent.

Voici un schéma récapitulatif de la mise en oeuvre:



Exemple

1. Normes de la qualité et de l'évaluation de la qualité logicielle

1.1 La norme ISO/CEI 9126

La norme ISO/CEI 9126 définit six groupes d'indicateurs de la qualité d'un logiciel, qui sont :

- ✓ La capacité fonctionnelle La capacité d'un logiciel à répondre aux exigences fonctionnelles exprimées.
- ✓ La Fiabilité La capacité d'un logiciel à produire des résultats corrects dans des conditions précises.
- ✓ La facilité d'usage L'effort requis pour l'utilisation / manipulation d'un logiciel.
- ✓ L'efficacité Le rapport entre les ressources utilisées et les résultats produits.

- ✓ La maintenabilité L'effort requis pour corriger ou ajouter des nouvelles fonctionnalités.
- ✓ La portabilité L'aptitude d'un logiciel de fonctionner dans un environnement autre que l'initial.

Chacune de ses caractéristiques, a des sous-caractéristiques. Ce qui nous intéresse en particulier est la maintenabilité. Les sous-caractéristiques de la maintenabilité sont :

1. Facilité d'analyse
2. Facilité de modification
3. Stabilité
4. Testabilité

1.2. La norme ISO /CEI14598

La norme ISO/CEI 14598 définit la méthodologie de l'évaluation de la qualité d'un produit logiciel en se basant sur le modèle des caractéristiques et sous caractéristiques de la norme ISO/IEC 9126.

La norme ISO25000

La norme ISO 25000 définit les exigences qualité et la mise en œuvre de leurs évaluations pour un produit logiciel. Cette norme reprend, enrichit et remplace les deux normes précédentes.

3. Logiciels de l'évaluation de la qualité

3.1. Objectif et fonctionnement

Les logiciels de l'évaluation de la qualité ont pour objectif principal l'analyse statique du code source d'une application grâce à des règles de codage et des métriques.

La notion d'analyse statique couvre une variété de méthodes utilisées pour obtenir des informations sur le comportement d'un programme lors de son exécution sans réellement l'exécuter. C'est cette dernière restriction qui distingue l'analyse statique des analyses dynamiques qui s'attachent, elles, au suivi de l'exécution du programme. L'analyse statique est utilisée pour repérer des erreurs formelles de programmation ou de conception, mais aussi pour déterminer la facilité ou la difficulté à maintenir le code. Les logiciels de l'analyse du code source permettent de détecter les erreurs de programmation, faire un suivi au fil du temps de la qualité du code source et ainsi pouvoir évaluer la difficulté de maintenir une application.

3.2. Le logiciel Sonar

Sonar est un outil de mesure de la qualité du code source en continu, ses principales caractéristiques sont :

- ✓ Open source, gratuit
- ✓ Supporte plusieurs langages de programmations (25 langages de programmation)
- ✓ Intégration avec l'outil de développement Eclipse, il faut préciser que l'outil est développé initialement pour analyser les codes source Java
- ✓ Intégration avec des outils externes, tels que Jira
- ✓ Extensible via des plug-ins (par exemple : pour l'ajout de certains langages de programmation)
- ✓ Disponibilité de la documentation, un site web qui explique, entre autres, l'installation et la configuration de l'outil en fonction des besoins de l'utilisateur
- ✓ Fournit plusieurs métriques qui permettent de mesurer la qualité d'un code source

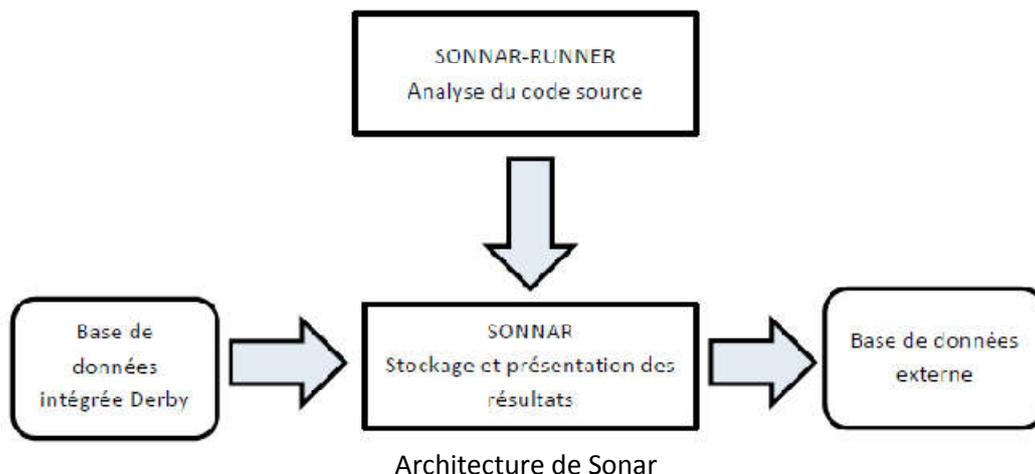
Sonar s'appuie sur plusieurs outils pour effectuer son analyse, En particulier

- Checkstyle: pour mesurer la violation des règles de codage
- PMD: pour mesurer le niveau du code dupliqué, et les méthodes complexes

3.3. Configuration de Sonar

Comme mentionné précédemment, pour pouvoir utiliser l'outil Sonar, il faut le configurer selon vos besoins.

Le schéma ci-dessous explique l'architecture de sonar et son fonctionnement



Sonar-runner permet de faire l'analyse du code source, Sonar permet de visualiser les résultats de l'analyse, de les stocker dans une base de données.

Sonar supporte les bases de données externes de type : MySQL, Oracle, SQLServer.

4. Métriques utilisées

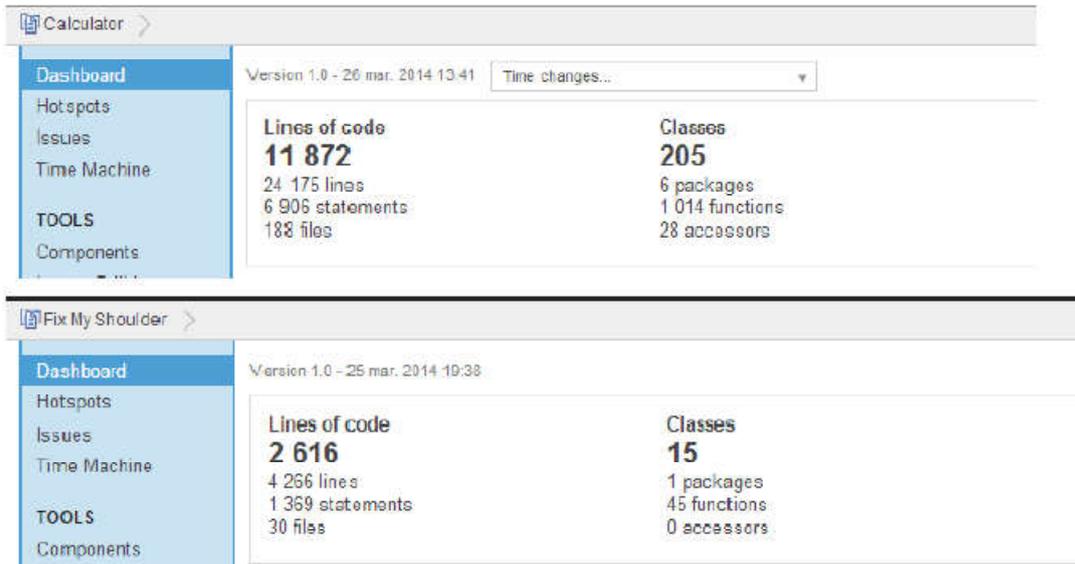
Les principales métriques de sonar qui permettent de mesurer la qualité du code source sont:

- Taille du projet Sonar calcule cette métrique en fonction du nombre de ligne de code, et aussi le nombre de classes pour les projets orienté objet, nombre de packages, fonctions et accesseurs.
- Documentation Le pourcentage de commentaires de code et la documentation API des fonctions publiques générée par l'outil javadoc.
- Duplication Le pourcentage de duplication des blocs d'instructions dans le code source.
- Complexité des fonctions et classes Appelée aussi la complexité cyclomatique, cette métrique est calculée en fonction du nombre de branches dans une fonction, en d'autres termes, le nombre de chemin ou point de décisions (if, while,...) qu'une méthode peut prendre. Plus que le nombre de branche est grand plus que la complexité est forte et inversement.
- Violation des bonnes pratiques de codage Ces violations sont classées par catégorie: critique, majeur, mineur, et avertissement. Ils existent dans sonar des profils prédéfinis qui définissent les règles de codage ainsi que leurs niveaux de violation, ces profils ne sont pas modifiables. Cependant chaque utilisateur peut définir son propre profil qui regroupe les violations qu'il veut reporter, ainsi que le niveau attribuées à chacune d'elles.
- Dette technique Cette métrique mesure le coût nécessaire à la remédiation(remédiassion) des défauts.

4.1. Analyse des résultats et recommandations

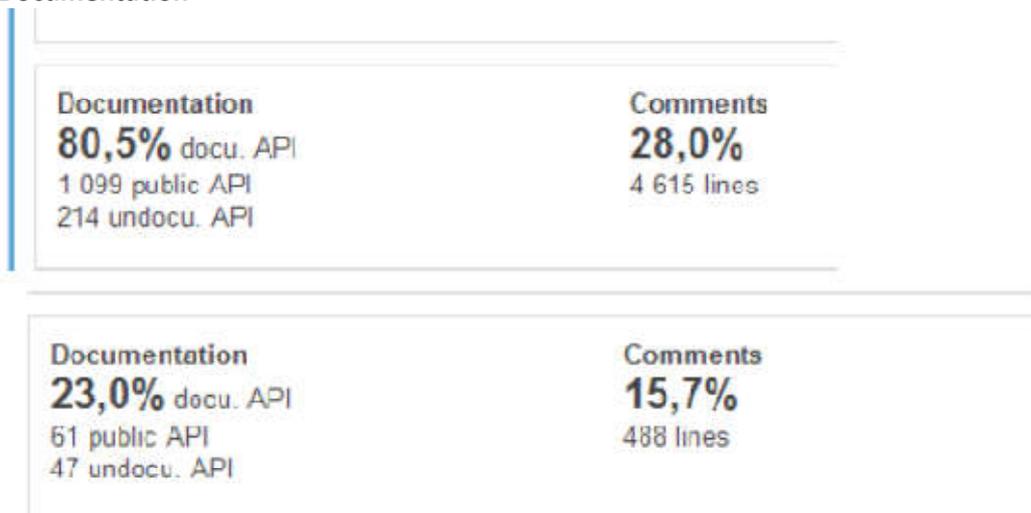
Sonar est utilisé pour l'analyse de la maintenabilité de deux projets, FixMyShoulder et Calculator. Les figures ci-dessous présentent les résultats de l'analyse du code de sonar pour les deux projets.

a. Taille du projet



Sonar calcule cette métrique en fonction du nombre de ligne de code. Calculator est un projet qui contient 11872 lignes de code avec 205 classes (projet Java). FixMyShoulder contient 2616 lignes de code.

b. Documentation



Cette métrique est importante pour comprendre le code source d'une application, la bonne compréhension d'un code source aide à le maintenir. Pour Calculator 28% du code est commenté, c'est-à-dire une ligne de commentaire par quatre lignes de code, et 80% documentation API ce qui est nettement mieux par rapport à FixMyShoulder, ou seulement 15% du code est documenté et 23% de la documentation API. Nous recommandons de bien documenter le code source, afin de faciliter sa compréhension par l'équipe de la maintenance, ceci s'effectue à travers les commentaires du code source, et la documentation API pour les fonctions publiques générée par l'outil java doc.

c. Duplication

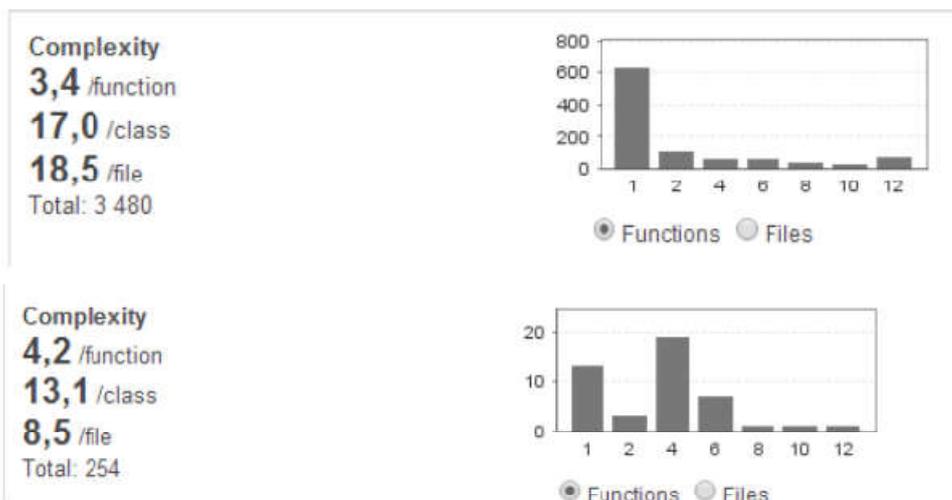
Duplications
6,4%
 1 551 lines
 104 blocks
 39 files

Duplications
28,0%
 1 196 lines
 53 blocks
 16 files

Cette métrique représente le pourcentage du code dupliqué dans le projet. Pour Calculator, 6% du code est dupliqué pour 11872 lignes de code. En revanche pour FixMyShoulder qui contient 2616 lignes de code, 28% du code est dupliqué, ce qui implique que le code n'est pas de bonne qualité. Nous pourrions expliquer cette situation par le fait que FixMyShoulder est programmé par un étudiant, donc débutant en programmation.

Nous recommandons de regrouper les blocs d'instructions qui se répètent dans des fonctions ou des méthodes. Si le changement touche ces blocs d'instructions, il se fera une seule fois au lieu de chercher tous ces blocs d'instructions dans l'ensemble des programmes, ce qui facilite la tâche de l'équipe de la maintenance.

d. Complexité



Cette métrique sert à identifier les méthodes et les classes qui ont une forte complexité, le degré de cette dernière à un impact sur l'effort requis pour faire sa maintenance. Une méthode avec une faible complexité, nécessite en général moins d'effort pour la maintenir qu'une méthode avec une forte complexité. Pour Calculator, la complexité moyenne des méthodes est 3.4, presque 600 méthodes ont une complexité de 1 sur un total de 1014 méthodes, ce qui est bien pour la maintenance. Pour FixmyShoulder, la moyenne pour la complexité des méthodes est de 4. Nous recommandons de découper les méthodes des classes s'il y a peu d'interactions entre elles, simplifier et optimiser les algorithmes pour réduire la complexité des méthodes et ainsi faciliter leur maintenance.

e. Règles de codage



Le profil de la violation des règles de codage utilisé dans cette analyse est un profil prédéfini de Sonar. Les violations identifiées par Sonar peuvent ne pas être jugées comme telle par l'équipe de maintenance. Ce nombre peut être revu à la hausse ou à la baisse selon chaque développeur. Nous recommandons donc pour une bonne analyse de la maintenabilité, d'utiliser son propre profil de violation des règles de codage et de bien les analyser.

f. Dette technique



Cette métrique calcule le nombre de jour nécessaire pour remédier aux défauts, sur la base de 8 heures de travail par jour. Ce résultat s'aligne avec le nombre de violations aux règles de codage identifiées par Sonar. Ces résultats paraîtront logique au vu de la taille des deux projets, mais peuvent être biaisés par rapport aux violations des règles de codage que nous recommandons /de définir au préalable, pour une meilleure estimation de la dette technique.