

# Scientific Calculator

Table des matières

1	Analyse préliminaire .....	3
1.1	Introduction .....	3
1.2	Objectifs.....	3
1.3	Planification initiale .....	5
2	Analyse / Conception.....	7
2.1	Concept .....	7
2.1.1	Analyse fonctionnelle .....	7
2.1.2	Cas d'utilisation.....	8
2.1.3	Maquettes.....	9
2.1.4	Diagramme de classe initial .....	12
2.1.5	Modélisation des données .....	12
2.2	Stratégie de test.....	13
2.3	Risques techniques .....	14
2.4	Planification .....	14
2.5	Dossier de conception .....	15
2.5.1	Choix de l'environnement .....	15
2.5.2	Scenarii.....	17
2.5.3	Diagramme de classes final.....	26
3	Réalisation.....	26
3.1	Dossier de réalisation .....	26
3.1.1	Convention de nommage des éléments Windows Forms .....	26
3.1.2	Librairies de calcul utilisées .....	27
3.2	Description des tests effectués .....	27
3.3	Erreurs restantes .....	27
3.4	Liste des documents fournis .....	27
4	Conclusions .....	27
5	Annexes.....	29
5.1	Résumé du rapport du TPI / version succincte de la documentation .....	29
5.2	Sources – Bibliographie.....	29
5.3	Journal de travail .....	29
5.4	Manuel d'Installation .....	29
5.5	Manuel d'Utilisation.....	29
5.6	Archives du projet.....	29
5.7	Lexique .....	29

NOTE L'INTENTION DES UTILISATEURS DE CE CANEVAS:

Toutes les parties en italiques sont là pour aider à comprendre ce qu'il faut mettre dans cette partie du document. Elles n'ont donc aucune raison d'être dans le document final.

De plus, en fonction du type de projet, il est tout à fait possible que certains chapitres ou paragraphes n'aient aucun sens. Dans ce cas il est recommandé de les retirer du document pour éviter de l'alourdir inutilement.

# **1 Analyse préliminaire**

## **1.1 Introduction**

*Ce chapitre décrit brièvement le projet, le cadre dans lequel il est réalisé, les raisons de ce choix et ce qu'il peut apporter à l'élève ou à l'école. Il n'est pas nécessaire de rentrer dans les détails (ceux-ci seront abordés plus loin) mais cela doit être aussi clair et complet que possible (idées de solutions). Ce chapitre contient également l'inventaire et la description des travaux qui auraient déjà été effectués pour ce projet.*

*Ces éléments peuvent être repris des spécifications de départ.*

Ce projet est réalisé dans le cadre de mon TPI (Travail Pratique Individuel), travail qui, s'il obtient une note suffisante, conclura mon apprentissage d'informaticien au CPNV, Ste-Croix.

Le projet est réalisé du mardi 08 mai 2018 au mercredi 6 juin 2018, sur une durée totale de 90 heures.

Le sujet est de réaliser une application de bureau de calculatrice scientifique, capable de faire des calculs complexes, ainsi que d'afficher le graphe d'une fonction donnée. Le projet débutera par 16h d'analyse, suivies par 38h d'implémentation et 20h de tests, et, tout au long du projet, 16h de documentation.

Ce projet est placé sous la supervision de Mme Frédérique Andolfatto comme cheffe de projet, M. Alain Roy comme expert N° 1 et M. Yves Bertino comme expert N° 2.

## **1.2 Objectifs**

*Ce chapitre énumère les objectifs du projet. L'atteinte ou non de ceux-ci devra pouvoir être contrôlée à la fin du projet. Les objectifs pourront éventuellement être revus après l'analyse.*

*Ces éléments peuvent être repris des spécifications de départ.*

Les objectifs du projet, repris du cahier des charges, sont les suivants :

- L'utilisateur pourra effectuer des calculs de base, comme les additions, les soustractions, les multiplications, les divisions, l'inverse, ...
- L'utilisateur pourra effectuer des calculs plus complexes avec des logarithmes, des exponentiels, des fonctions trigonométriques, des factorielles, pi, la racine carrée, la puissance, l'arrondi, la valeur absolue
- L'utilisateur pourra demander la conversion d'un nombre décimal en binaire, en hexadécimal ou en octal
- L'utilisateur pourra indiquer une fonction et en demander le graphe
- L'utilisateur pourra afficher un historique des dernières opérations effectuées si elles existent

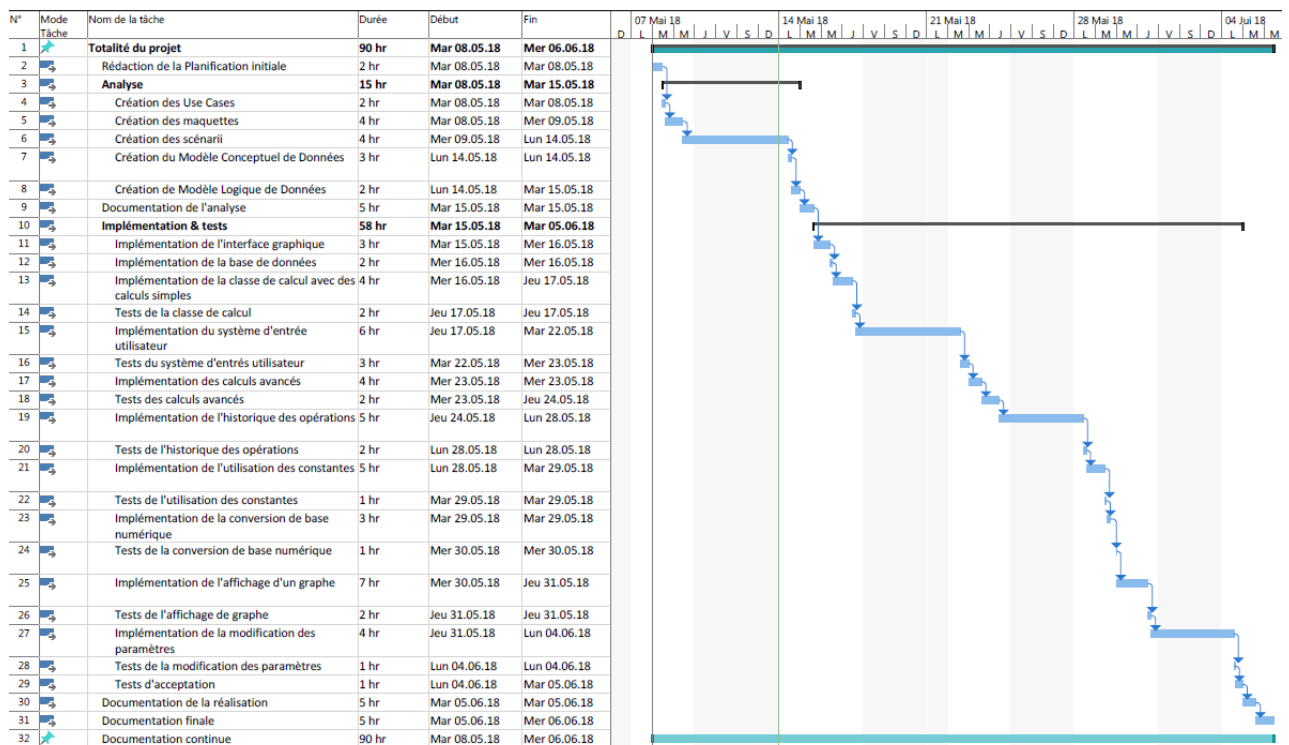
- L'utilisateur pourra accéder facilement à des constantes mathématiques (comme pi par exemple) ou des constantes physiques (comme la vitesse de la lumière dans le vide ou le nombre d'Avogadro par exemple) pour les indiquer dans ses calculs
- L'utilisateur pourra modifier de lui-même quelques paramètres de l'application comme le nombre de chiffres après la virgule pour les décimaux, le nombre d'opérations visibles dans l'historique. Ces paramètres seront repris lors de l'utilisation suivante de la calculatrice.  
Toutes les informations persistantes seront stockées dans une base de données

### 1.3 Planification initiale

Ce chapitre montre la planification du projet. Celui-ci peut être découpé en tâches qui seront planifiées. Il s'agit de la première planification du projet, celle-ci devra être revue après l'analyse. Cette planification sera présentée sous la forme d'un diagramme.






























Ces éléments peuvent être repris des spécifications de départ.

Voici la planification initiale du projet, qui était la première tâche de celui-ci. Cette planification est aussi disponible au format PDF dans les annexes



Projet : Scientific_Calculator Date : Lun 14.05.18	Tâche	Récapitulatif du projet	Tâche manuelle	Debut uniquement	Échéance
	Fractionnement	Tâche inactive	Durée uniquement	Fin uniquement	Avancement
	Jalon	Jalon inactif	Report récapitulatif manuel	Tâches externes	Progression manuelle
	Récapitulative	Récapitulatif inactif	Récapitulatif manuel	Jalons externes	

Zoom sur les tâches :

N°	Mode Tâche	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1		<b>Totalité du projet</b>	<b>90 hr</b>	<b>Mar 08.05.18</b>	<b>Mer 06.06.18</b>
2		Rédaction de la Planification initiale	2 hr	Mar 08.05.18	Mar 08.05.18
3		<b>Analyse</b>	<b>15 hr</b>	<b>Mar 08.05.18</b>	<b>Mar 15.05.18</b>
4		Création des Use Cases	2 hr	Mar 08.05.18	Mar 08.05.18
5		Création des maquettes	4 hr	Mar 08.05.18	Mer 09.05.18
6		Création des scénarii	4 hr	Mer 09.05.18	Lun 14.05.18
7		Création du Modèle Conceptuel de Données	3 hr	Lun 14.05.18	Lun 14.05.18
8		Création de Modèle Logique de Données	2 hr	Lun 14.05.18	Mar 15.05.18
9		Documentation de l'analyse	5 hr	Mar 15.05.18	Mar 15.05.18
10		<b>Implémentation &amp; tests</b>	<b>58 hr</b>	<b>Mar 15.05.18</b>	<b>Mar 05.06.18</b>
11		Implémentation de l'interface graphique	3 hr	Mar 15.05.18	Mer 16.05.18
12		Implémentation de la base de données	2 hr	Mer 16.05.18	Mer 16.05.18
13		Implémentation de la classe de calcul avec des calculs simples	4 hr	Mer 16.05.18	Jeu 17.05.18
14		Tests de la classe de calcul	2 hr	Jeu 17.05.18	Jeu 17.05.18
15		Implémentation du système d'entrée utilisateur	6 hr	Jeu 17.05.18	Mar 22.05.18
16		Tests du système d'entrés utilisateur	3 hr	Mar 22.05.18	Mer 23.05.18
17		Implémentation des calculs avancés	4 hr	Mer 23.05.18	Mer 23.05.18
18		Tests des calculs avancés	2 hr	Mer 23.05.18	Jeu 24.05.18
19		Implémentation de l'historique des opérations	5 hr	Jeu 24.05.18	Lun 28.05.18
20		Tests de l'historique des opérations	2 hr	Lun 28.05.18	Lun 28.05.18
21		Implémentation de l'utilisation des constantes	5 hr	Lun 28.05.18	Mar 29.05.18
22		Tests de l'utilisation des constantes	1 hr	Mar 29.05.18	Mar 29.05.18
23		Implémentation de la conversion de base numérique	3 hr	Mar 29.05.18	Mar 29.05.18
24		Tests de la conversion de base numérique	1 hr	Mer 30.05.18	Mer 30.05.18
25		Implémentation de l'affichage d'un graphe	7 hr	Mer 30.05.18	Jeu 31.05.18
26		Tests de l'affichage de graphe	2 hr	Jeu 31.05.18	Jeu 31.05.18
27		Implémentation de la modification des paramètres	4 hr	Jeu 31.05.18	Lun 04.06.18
28		Tests de la modification des paramètres	1 hr	Lun 04.06.18	Lun 04.06.18
29		Tests d'acceptation	1 hr	Lun 04.06.18	Mar 05.06.18
30		Documentation de la réalisation	5 hr	Mar 05.06.18	Mar 05.06.18
31		Documentation finale	5 hr	Mar 05.06.18	Mer 06.06.18
32		Documentation continue	90 hr	Mar 08.05.18	Mer 06.06.18

---

## 2 Analyse / Conception

### 2.1 Concept

*Le concept complet avec toutes ses annexes:*

*Par exemple :*

- *Multimédia: carte de site, maquettes papier, story board préliminaire, ...*
- *Bases de données: interfaces graphiques, modèle conceptuel.*
- *Programmation: interfaces graphiques, maquettes, analyse fonctionnelle...*
- *...*

#### 2.1.1 Analyse fonctionnelle

Le programme devra principalement être capable d'effectuer les calculs suivants et de les combiner :

- Addition
- Soustraction
- Multiplication
- Division
- Sinus
- Cosinus
- Tangente
- Sinus inverse
- Cosinus inverse
- Tangente inverse
- Logarithme de base 10
- Logarithme naturel
- Mise à la puissance 2
- Racine carrée
- Inverse
- Opposé
- Factoriel
- Mise à une puissance donnée
- Racine donnée
- Valeur absolue
- Arrondi à l'unité
- Exponentielles

Le programme sera aussi capable d'effectuer les conversions suivantes :

- Décimal → binaire
- Décimal → octal
- Décimal → hexadécimal

Dans toutes ces opérations et conversions, il sera possible d'utiliser les constantes suivantes à la place de nombres entrés à la main :

- Pi

- Le nombre d'Avogadro
- La vitesse de la lumière dans le vide en m/s

Ces constantes seront stockées dans une base de données

La seconde partie principale de l'application sera l'affichage d'un graphe suite à la saisie d'une équation de fonction par l'utilisateur.

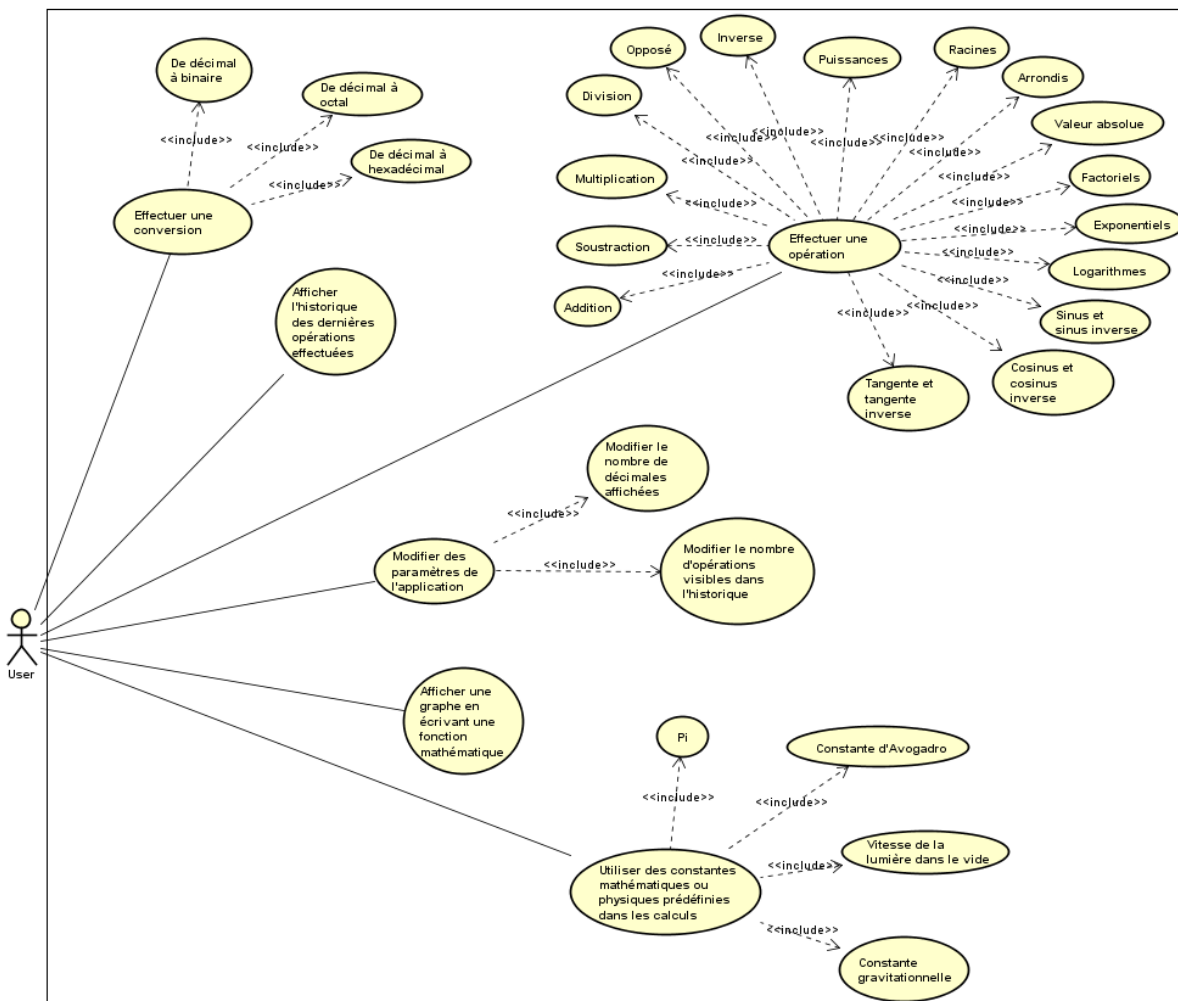
Toutes les opérations effectuées par l'utilisateur à l'aide de la calculatrice seront enregistrées dans une base de données et pourront être affichées dans une fenêtre à part.

Le nombre d'anciennes opérations affichées dans cette fenêtre sera modifiable via un paramètre.

Un autre paramètre décidera du nombre de chiffres affichés après la virgule sur l'afficheur de la calculatrice.

Ces deux paramètres ainsi que leur valeur seront stockés dans la base de données

## 2.1.2 Cas d'utilisation

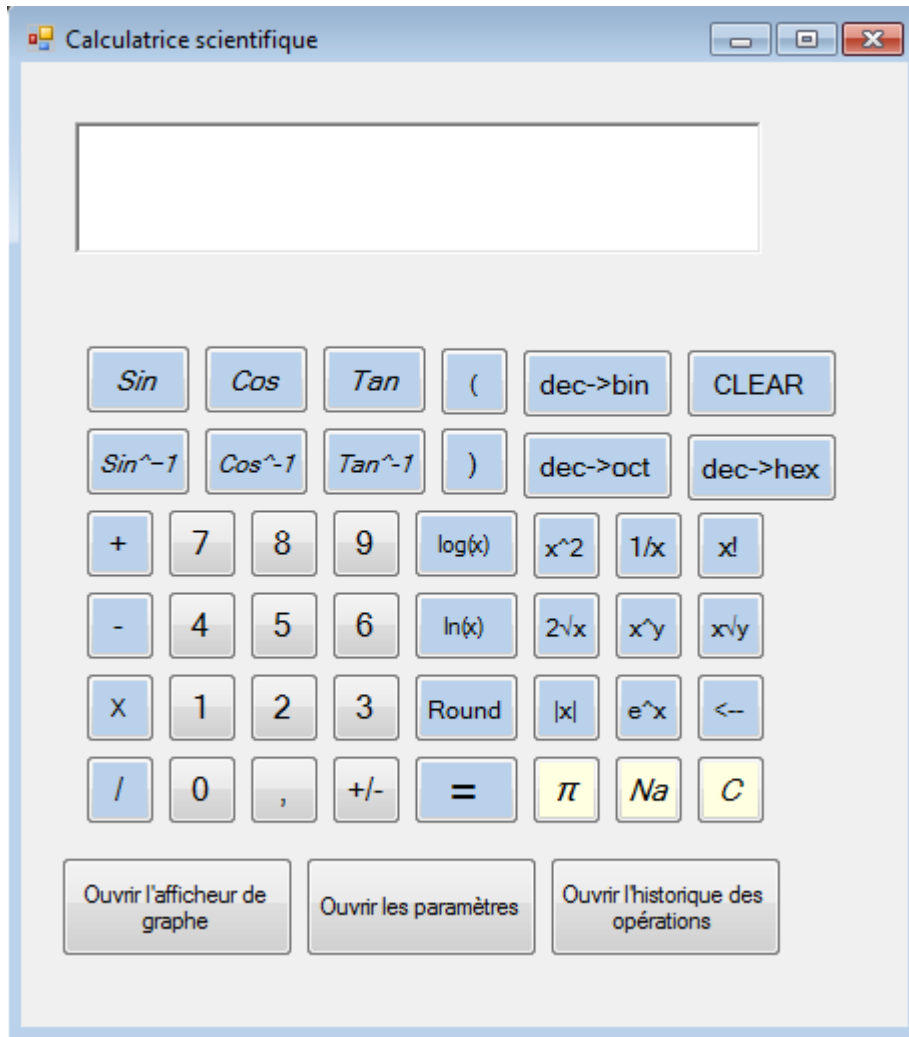




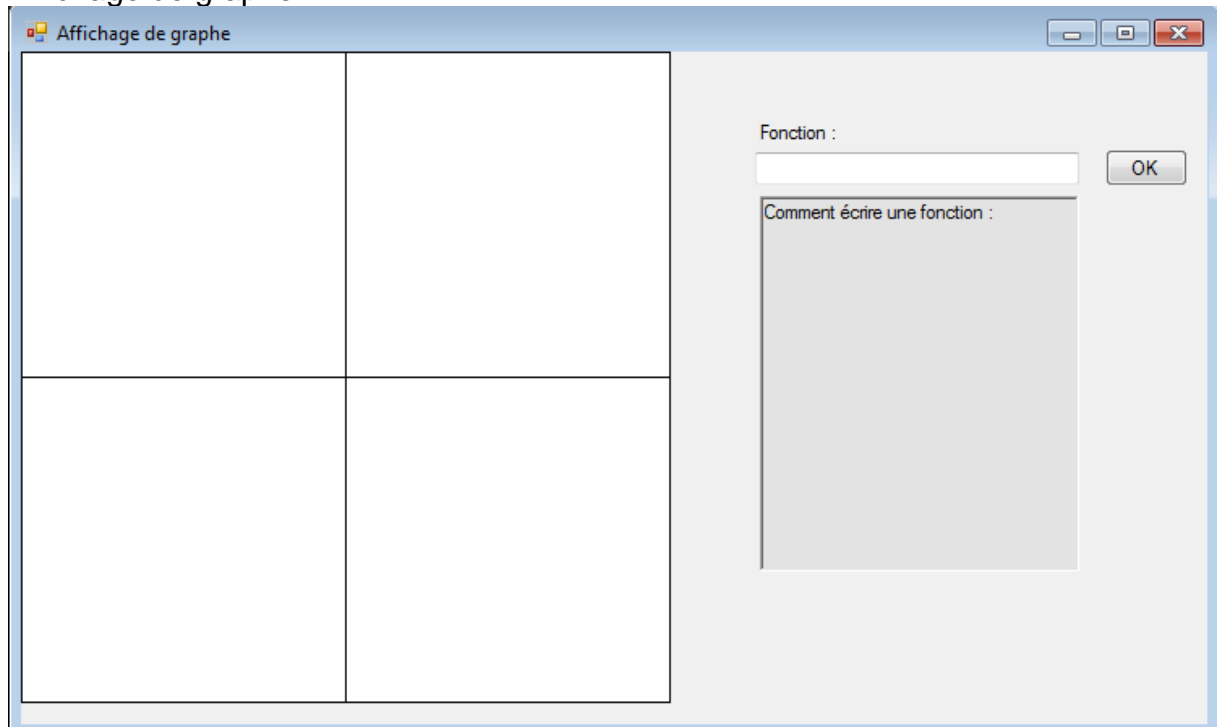
### 2.1.3 Maquettes

Les maquettes suivantes ont été réalisées avec l'outil de création d'interface graphique « Windows Forms » de Visual Studio :

Calculatrice :



## Affichage de graphe :



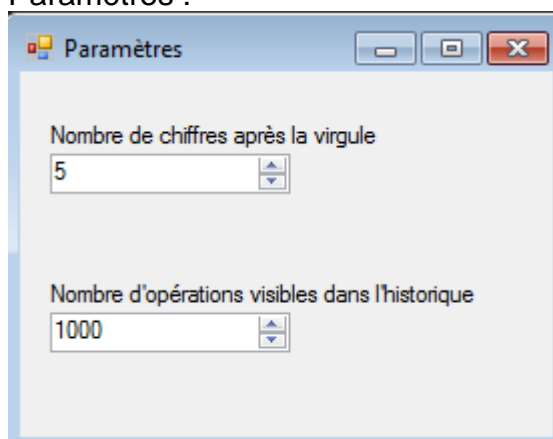
Affichage de graphe

Fonction :

OK

Comment écrire une fonction :

## Paramètres :



Paramètres

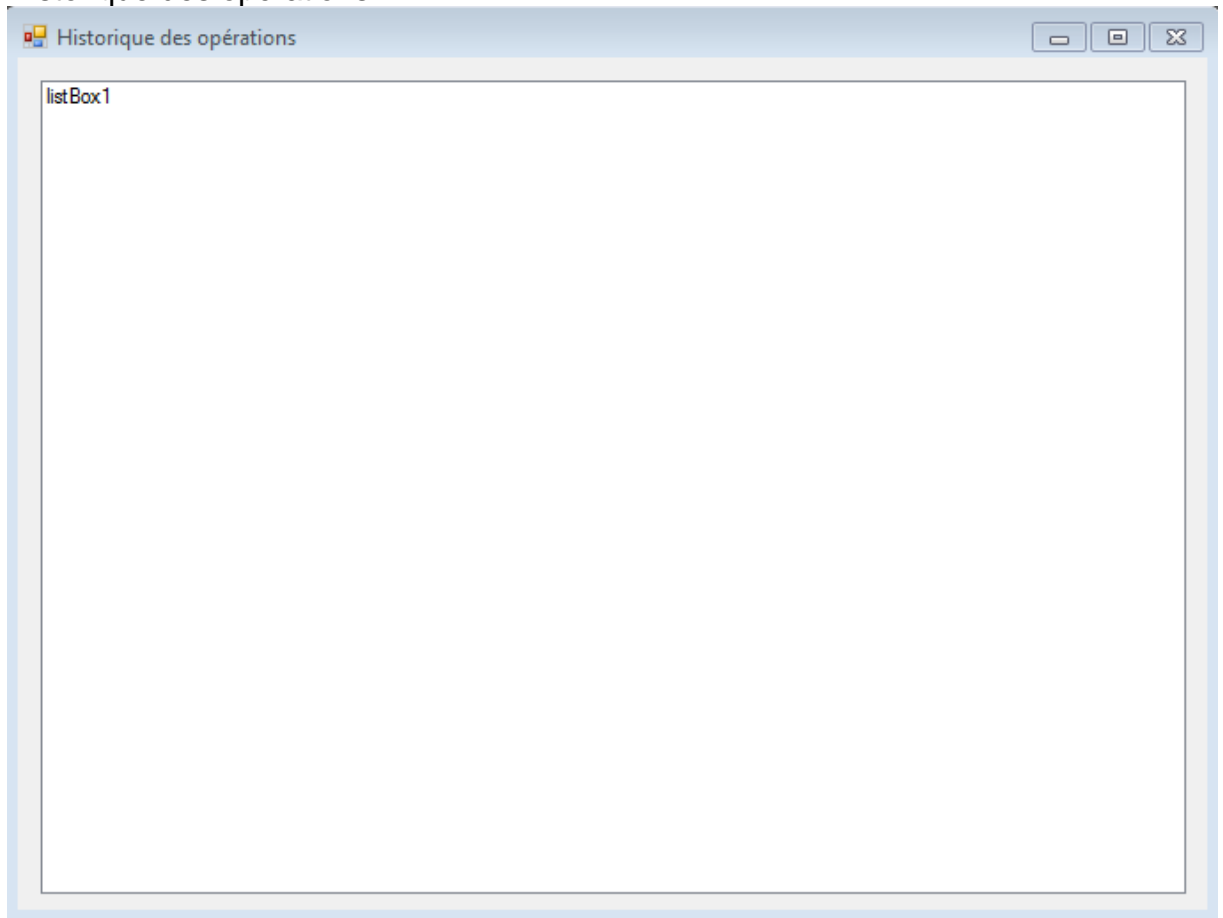
Nombre de chiffres après la virgule

5

Nombre d'opérations visibles dans l'historique

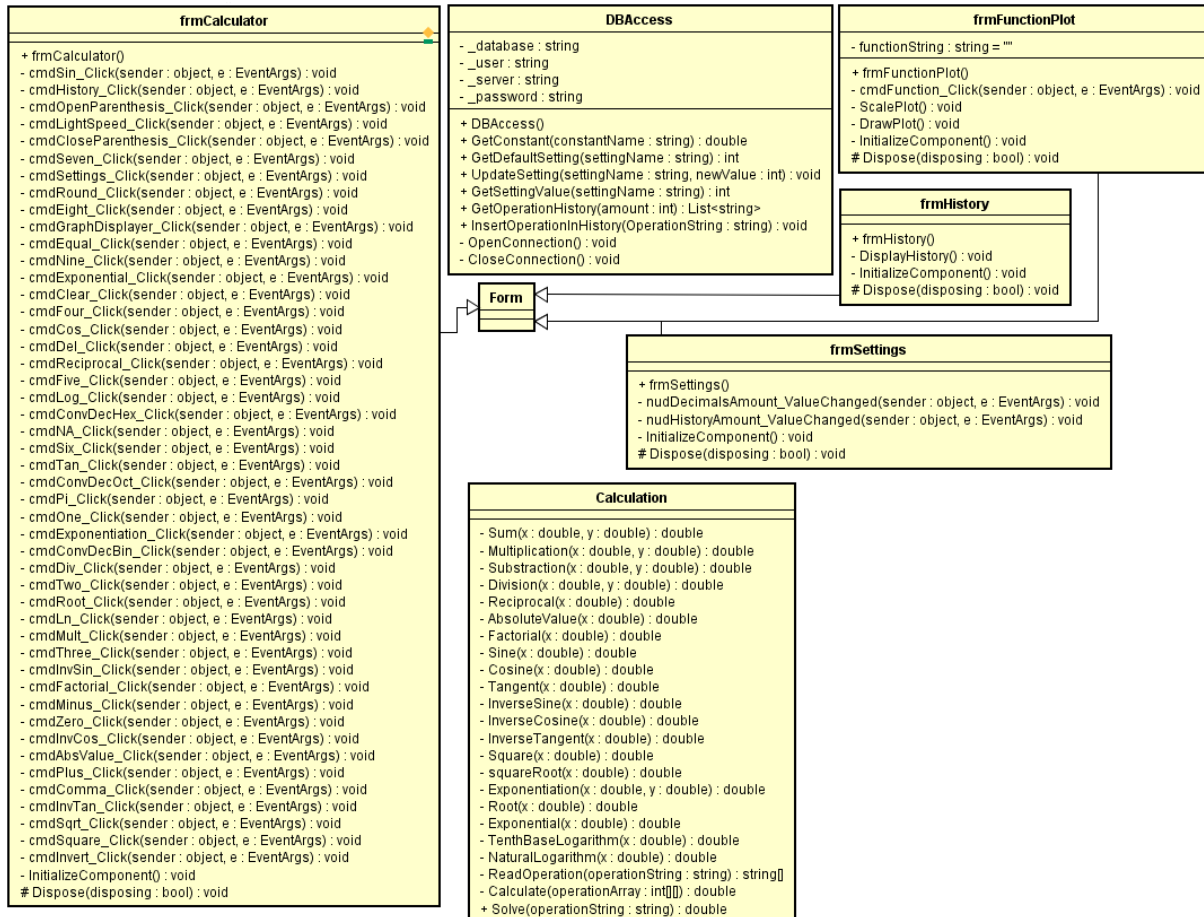
1000

Historique des opérations :



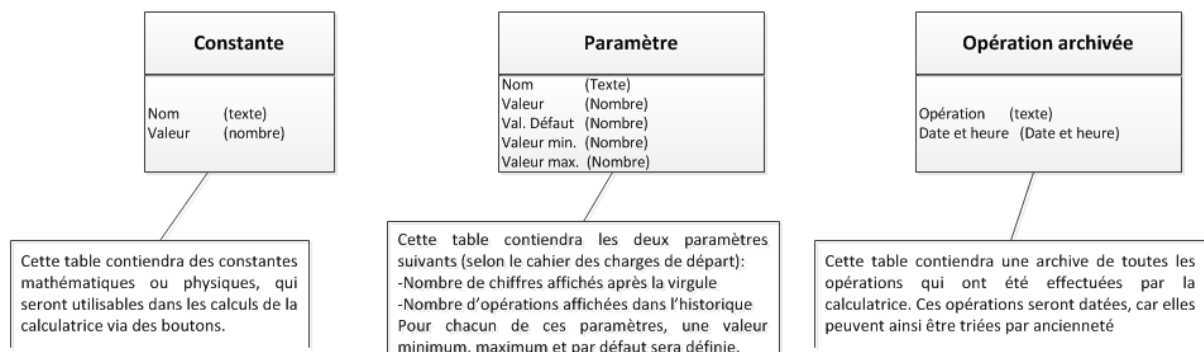
### 2.1.4 Diagramme de classe initial

Le diagramme de classes suivant a été généré en écrivant toutes les classes vides dans le code, puis en exportant le code en format XML avec Doxygen. Depuis ce format XML, le code a été importé dans Astah grâce au plugin « C# Code Reverse Plugin ». Cette démarche a permis de créer le diagramme suivant :

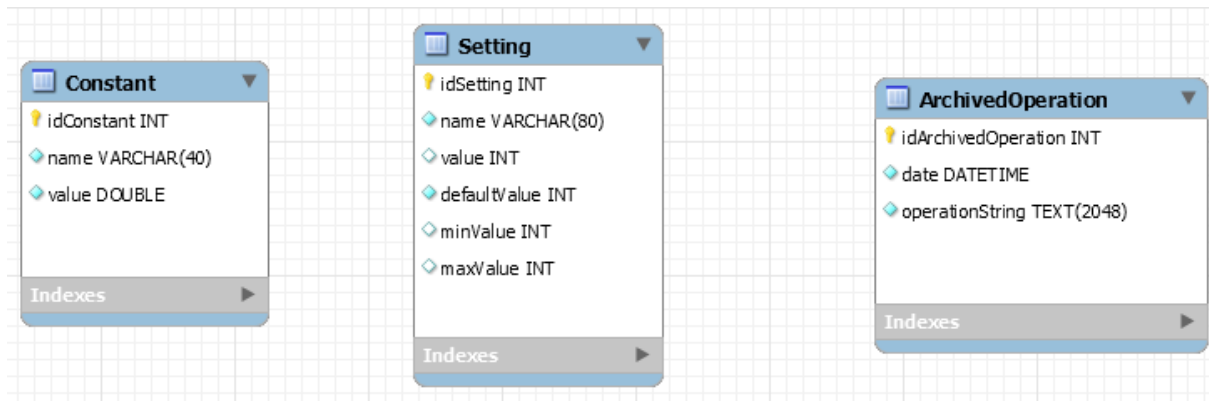


### 2.1.5 Modélisation des données

Modèle Conceptuel des Données (MCD) :



Modèle Logique de Données (MLD) :



## 2.2 Stratégie de test

*Décrire la stratégie globale de test:*

- *types de des tests et ordre dans lequel ils seront effectués.*
- *les moyens à mettre en œuvre.*
- *couverture des tests (tests exhaustifs ou non, si non, pourquoi ?).*
- *données de test à prévoir (données réelles ?).*
- *les testeurs extérieurs éventuels.*

Régulièrement, à l'ajout de chaque fonctionnalité, des tests unitaires puis d'intégration seront effectués sur l'application même, avec le mode *Debug* de Visual Studio. Après l'ajout de chaque fonctionnalité majeure, des tests de système seront effectués. Afin de vérifier les résultats des calculs, la calculatrice intégrée à Windows 7 sera utilisée comme moyen de comparaison.

Les calculs seront vérifiés à la main mais aussi avec des tests automatiques implémentés grâce à Visual Studio.

Pour tester le bon fonctionnement d'une opération, le protocole sera le suivant :

1. Tester avec un ou deux (selon l'opération) nombre(s) entiers en-dessous de 100.
2. Tester avec un ou deux (selon l'opération) nombre(s) décimaux en-dessous de 100.
3. Tester avec un ou deux (selon l'opération) très grand nombres entiers (supérieurs à 10'000)
4. Tester avec un ou deux (selon l'opération) très grand(s) nombre(s) décimaux (supérieurs à 10'000)
5. Tester avec un ou deux (selon l'opération) très petit(s) nombre(s) décimaux (inférieurs à 1)
6. Répéter les étapes précédentes (1 à 5) avec des nombres négatifs si l'opération le permet
7. Tester en utilisant zéro comme valeur de chaque côté de l'opération

8. Tester en combinant avec une autre opération fonctionnelle simple (addition, division, ...)
9. Tester en combinant avec une autre opération fonctionnelle complexe
10. Tester en combinant avec une autre opération fonctionnelle simple en utilisant des parenthèses
11. Tester en combinant avec une autre opération fonctionnelle complexe en utilisant des parenthèses

Toutes ces étapes seront répétées plusieurs fois en faisant varier les paramètres extérieurs afin de consolider les tests.

### 2.3 Risques techniques

- *risques techniques (complexité, manque de compétences, ...).*

*Décrire aussi quelles solutions ont été appliquées pour réduire les risques (priorités, formation, actions, ...).*

Le risque technique principal de ce projet est la difficulté de la programmation, qui se situera en deux endroits :

1. Organiser la saisie d'une opération afin d'obtenir le calcul exact à effectuer, en prenant compte de la priorité des opérations, les parenthèses, etc...
2. Afficher un graphe de fonction dans un Windows Form

Dans le cas du second risque, j'ai pris soin de me renseigner et de m'exercer au préalable sur les techniques permettant d'afficher un graphe sur un Windows Form. J'ai compris que le principal problème se situera au niveau de l'adaptation de l'échelle au graphe. En effet, si l'on garde une échelle de 1/1 entre l'axe x et l'axe y, certaines fonctions risquent de ne ressembler qu'à une ligne plate.

### 2.4 Planification

*Révision de la planification initiale du projet :*

- *planning indiquant les dates de début et de fin du projet ainsi que le découpage connu des diverses phases.*
- *partage des tâches en cas de travail à plusieurs.*

*Il s'agit en principe de la planification **définitive du projet**. Elle peut être ensuite affinée (découpage des tâches). Si les délais doivent être ensuite modifiés, le responsable de projet doit être avisé, et les raisons doivent être expliquées dans l'historique.*

## 2.5 Dossier de conception

*Fournir tous les document de conception:*

- *le choix du matériel HW*
- *le choix des systèmes d'exploitation pour la réalisation et l'utilisation*
- *le choix des outils logiciels pour la réalisation et l'utilisation*
- *site web: réaliser les maquettes avec un logiciel, décrire toutes les animations sur papier, définir les mots-clés, choisir une formule d'hébergement, définir la méthode de mise à jour, ...*
- *bases de données: décrire le modèle relationnel, le contenu détaillé des tables (caractéristiques de chaque champs) et les requêtes.*
- *programmation et scripts: organigramme, architecture du programme, découpage modulaire, entrées-sorties des modules, pseudo-code / structogramme...*

***Le dossier de conception devrait permettre de sous-traiter la réalisation du projet !***

### 2.5.1 Choix de l'environnement

Le projet sera réalisé au CPNV à Ste-Croix, dans la salle de classe C232. Mon poste fixe de cette classe sera donc utilisé pour travailler sur le projet. Le poste en question est un ordinateur *Dell Optiplex 9020*, fonctionnant sous le système d'exploitation *Windows 7 Enterprise SP1*.

Sur ce poste, les logiciels suivants seront utilisés :

- Visual Studio Enterprise 2015
  - Programmation, tests automatiques et maquettes
- Microsoft Word 2016
  - Rédaction de documentation
- Microsoft Excel 2016
  - Documentation & planification
- Microsoft Visio 2016
  - Création du MCD
- Astah Community 7.0.0
  - Création du diagramme du Use Cases
- Astah Professional 7.2.0
  - Création du diagramme de classes
- Microsoft Project 2016
  - Planification
- MySQL Workbench
  - Création du MLD et des scripts de base de données
- Github Desktop 1.1.1
  - Versioning
- Wamp Server 3.0.6

- Serveur local pour utiliser la base de données dans un environnement de test
- Doxygen 1.8.13
  - Export du code source en format XML et création de la documentation HTML du code



## 2.5.2 Scénarii

<b>Identifiant</b>	SC01
<b>Je veux</b>	Entrer une valeur
<b>Pour</b>	Afficher la valeur sur l'afficheur et l'utiliser pour des calculs
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je compose un nombre au moyen des boutons « 0 ; , ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 »	Au fur et à mesure que j'entre les chiffres, le nombre se compose sur l'afficheur et est utilisable pour des opérations
<b>Identifiant</b>	SC02
<b>Je veux</b>	Entrer une constante
<b>Pour</b>	Afficher la valeur de la constante sur l'afficheur et l'utiliser pour des calculs
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je clique sur une des touches « $\pi$ ; NA ; C »	La valeur de la constante s'affiche sur l'afficheur et est utilisable pour des opérations
<b>Identifiant</b>	SC03
<b>Je veux</b>	Effectuer une addition
<b>Pour</b>	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « + »	Le symbole « + » s'affiche à la suite du nombre précédent
J'entre une autre valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur entrée s'affiche à la suite du symbole « + »
Je clique sur le bouton « = »	Le signe « = » est affiché à droite de la seconde valeur et le résultat de l'addition des deux nombres entrés précédemment est affiché à droite du signe « = »

<b>Identifiant</b>	SC04
<b>Je veux</b>	Effectuer une soustraction
<b>Pour</b>	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « - »	Le symbole « - » s'affiche à la suite du nombre précédent
J'entre une autre valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur entrée s'affiche à la suite du symbole « - »
Je clique sur le bouton « = »	Le signe « = » est affiché à droite de la seconde valeur et le résultat de la soustraction du second nombre entré au premier est affiché à droite du signe « = »
<b>Identifiant</b>	SC05
<b>Je veux</b>	Effectuer une multiplication
<b>Pour</b>	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « X »	Le symbole « X » s'affiche à la suite du nombre précédent
J'entre une autre valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur entrée s'affiche à la suite du symbole « X »
Je clique sur le bouton « = »	Le signe « = » est affiché à droite de la seconde valeur et le résultat de la multiplication des deux nombres entrés précédemment est affiché à droite du signe « = »
<b>Identifiant</b>	SC06
<b>Je veux</b>	Effectuer une division
<b>Pour</b>	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « / »	Le symbole « / » s'affiche à la suite du nombre précédent
J'entre une autre valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur entrée s'affiche à la suite du symbole « / »
Je clique sur le bouton « = »	Le signe « = » est affiché à droite de la seconde valeur et le résultat de la division du premier nombre entré par le deuxième est affiché à droite du signe « = ».

<b>Identifiant</b>	SC08
<b>Je veux</b>	Obtenir l'opposé d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je clique sur le bouton « +/- »	Le nombre le plus récent sur l'afficheur est multiplié par -1. S'il était en édition, il le reste.
<b>Identifiant</b>	SC09
<b>Je veux</b>	Calculer le sinus inverse, le cosinus inverse ou la tangente inverse d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « Sin-1 », « Cos-1 » ou « Tan-1 »	L'afficheur affiche « Sin-1(x) », ou x est la valeur entrée plus tôt. Le cosinus inverse et la tangente inverse se comportent pareillement, affichant respectivement « Cos(x)-1 » et « Tan(x)-1 »
Je clique sur le bouton « = »	Le cosinus inverse et la tangente inverse se comportent pareillement, affichant respectivement « Cos(x)-1 » et « Tan(x)-1 ».
<b>Identifiant</b>	SC10
<b>Je veux</b>	Convertir une valeur décimale en binaire, en octal ou en hexadécimal
<b>Pour</b>	Afficher la valeur convertie sur l'afficheur
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « dec -> bin », « dec -> oct » ou « dec -> hex »	Le nombre le plus récent sur l'afficheur est converti en binaire, octal ou hexadécimal selon le bouton cliqué.
<b>Identifiant</b>	SC11
<b>Je veux</b>	Vider l'afficheur et afficher « 0 »
<b>Pour</b>	
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je clique sur le bouton « CLEAR »	L'afficheur est vidé et la valeur « 0 » y est affichée.

<b>Identifiant</b>	SC12
<b>Je veux</b>	Calculer le logarithme de base 10 ou le logarithme naturel (base e) d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « log(x) » ou « ln(x) »	L'afficheur affiche « log(x) », x étant le nombre entré précédemment. Pareil pour le logarithme naturel qui affiche « ln(x) ».
Je clique sur le bouton « = »	Le symbole « = » apparaît à la suite de l'opération, suivi de la valeur du logarithme de base 10 de x ou de son logarithme naturel.
<b>Identifiant</b>	SC13
<b>Je veux</b>	Arrondir un nombre à l'unité
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa nouvelle valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « Round »	L'afficheur affiche « Round(x) », x étant le nombre entré précédemment.
Je clique sur le bouton « = »	Le symbole « = » apparaît à la suite de l'opération, suivi de l'arrondi à l'unité de x.
<b>Identifiant</b>	SC14
<b>Je veux</b>	Calculer le carré d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « x2 »	L'afficheur affiche « x^2 », x étant le nombre entré précédemment.
Je clique sur le bouton « = »	Le symbole « = » apparaît à la suite de l'opération, suivi du carré de x.

<b>Identifiant</b>	SC15
<b>Je veux</b>	Calculer la racine carrée d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « $\sqrt{x}$ »	L'afficheur affiche « $\sqrt{x}$ », x étant le nombre entré précédemment
Je clique sur le bouton « = »	Le symbole « = » apparaît à la suite de l'opération, suivi de la racine carrée de x. Si l'opération est impossible, l'afficheur affiche « Erreur ».
<b>Identifiant</b>	SC16
<b>Je veux</b>	Obtenir la valeur absolue d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « $ x $ »	L'afficheur affiche « $ x $ », x étant le nombre entré précédemment.
Je clique sur le bouton « = »	Le symbole « = » apparaît à la suite de l'opération, suivi de la valeur absolue de x.
<b>Identifiant</b>	SC17
<b>Je veux</b>	Calculer l'inverse d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « $1/x$ »	L'afficheur affiche « $1/x =$ » suivi de la valeur de l'inverse de x, x étant le nombre entré précédemment. Si le calcul est impossible (division par zéro), l'afficheur affiche « Erreur ».
Je clique sur le bouton « = »	Le symbole « = » apparaît à droite de l'opération, suivi de l'inverse du deuxième nombre.

<b>Identifiant</b>	SC18
<b>Je veux</b>	Calculer un nombre à la puissance d'un autre nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « $x^y$ »	Le symbole « $^$ » s'affiche à la suite du nombre précédent
J'entre une deuxième valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur s'affiche à la suite du symbole « $^$ »
Je clique sur le bouton « = »	Le symbole « = » apparaît à la suite du deuxième nombre, suivi du résultat du premier nombre mis à la puissance du deuxième nombre.
<b>Identifiant</b>	SC19
<b>Je veux</b>	Calculer l'exponentiel d'un nombre ( $e^x$ )
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « $e^x$ »	L'afficheur affiche « $e^x$ », x étant le nombre entré précédemment.
Je clique sur le bouton « = »	Le signe « = » apparaît à droite de l'opération, suivi de l'exponentielle du nombre entré précédemment.
<b>Identifiant</b>	SC20
<b>Je veux</b>	Calculer le factoriel d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « $x!$ »	L'afficheur affiche « $x!$ », x étant le nombre entré précédemment.
Je clique sur le bouton « = »	Le signe « = » apparaît à droite de l'opération, suivi du factoriel du nombre entré précédemment.

<b>Identifiant</b>	SC21
<b>Je veux</b>	Calculer la racine « Xième » d'un nombre
<b>Pour</b>	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2 ou résultat d'un calcul précédent)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « $\sqrt[x]{y}$ »	Le symbole « $\sqrt{\phantom{x}}$ » s'affiche à la gauche du nombre entré
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC)	La valeur s'affiche à gauche du symbole « $\sqrt{\phantom{x}}$ »
Je clique sur le bouton « = »	Le signe « = » s'affiche à droite de l'opération suivi du résultat de la racine Yième de X, X étant le premier nombre entré et Y le second nombre entré.
<b>Identifiant</b>	SC22
<b>Je veux</b>	Effacer le chiffre du nombre en cours de saisie
<b>Pour</b>	Corriger une erreur de saisie
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'entre une valeur (Scénario SC1)	La valeur s'affiche sur l'afficheur
Je clique sur le bouton « <-- »	Le dernier chiffre du nombre en cours de saisie est effacé. Le nombre reste en saisie.
<b>Identifiant</b>	SC23
<b>Je veux</b>	Utiliser des parenthèses
<b>Pour</b>	Créer un bloc de calcul prioritaire dans une grande opération
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je clique sur le bouton « ( »	Le signe « ( » s'affiche sur l'afficheur
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC2)	La valeur s'affiche sur l'afficheur à la suite du signe « ( »
J'effectue n'importe quelle opération sans appuyer sur le bouton « = » (Scénarii 3-9 et 12-21)	Le calcul est affiché sur l'afficheur.
Je clique sur le bouton « ) »	S'il reste une parenthèse ouverte, le signe « ) » s'affiche à la suite de l'opération, créant ainsi un bloc de calcul prioritaire (règle de la priorité des opérations). Sinon, rien ne se passe.

<b>Identifiant</b>	SC24
<b>Je veux</b>	Combiner des calculs
<b>Pour</b>	Effectuer un calcul complexe en un coup
<b>Formulaire</b>	Calculatrice
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'effectue n'importe quelle opération sans appuyer sur le bouton « = » (Scénarii 3-9 et 12-21)	Le calcul est affiché sur l'afficheur
J'effectue à nouveau n'importe quelle opération sans entrer de nouvelle valeur au préalable	L'opération s'affiche à la suite de la suivante. NOTE : Il est possible de répéter cette ligne plusieurs fois. Tant que le bouton « = » n'est pas pressé, il est possible de continuer l'opération.
J'appuie sur la touche « = »	Le signe « = » s'affiche à la suite de la longue opération, suivi du résultat du calcul combiné, selon la priorité des opérations. Si une erreur se trouvait quelque part dans le calcul (erreur listées plus précisément dans les scénarii 3-9 et 12-21), l'afficheur affichera « Erreur ».
<b>Identifiant</b>	SC25
<b>Je veux</b>	Ouvrir le formulaire d'affichage de graphe
<b>Formulaire</b>	Calculatrice & Affichage de graphe
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je clique sur le bouton « Ouvrir l'afficheur de graphe »	La fenêtre d'affichage de graphe s'ouvre en tant que boîte de dialogue.
Je ferme la fenêtre d'affichage de graphe	La fenêtre d'affichage de graphe se ferme et le focus revient sur la fenêtre de calculatrice
<b>Identifiant</b>	SC26
<b>Je veux</b>	Ouvrir le formulaire des paramètres
<b>Formulaire</b>	Calculatrice & Paramètres
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je clique sur le bouton « Ouvrir les paramètres »	La fenêtre des paramètres s'ouvre en tant que boîte de dialogue.
Je ferme la fenêtre des paramètres	La fenêtre des paramètres se ferme et le focus revient sur la fenêtre de calculatrice
<b>Identifiant</b>	SC27
<b>Je veux</b>	Ouvrir l'historique des opérations
<b>Pour</b>	Visionner les dernières opérations effectuées sur cet ordinateur
<b>Formulaire</b>	Calculatrice & Historique des opérations
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je clique sur le bouton « Ouvrir l'historique des opérations »	La fenêtre de l'historique des opérations s'ouvre en tant que boîte de dialogue, et l'historique est affiché dans une listbox.
Je ferme la fenêtre de l'historique des opérations	La fenêtre de l'historique des opérations se ferme et le focus revient sur la fenêtre de calculatrice



<b>Identifiant</b>	SC28
<b>Je veux</b>	Modifier la valeur du paramètre « Nombre de chiffres après la virgule »
<b>Pour</b>	Changer le nombre de chiffres qui s'affichent après la virgule dans les résultats de mes calculs
<b>Formulaire</b>	Paramètres
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je modifie la valeur de l'afficheur numérique indiqué par le label « Nombre de chiffres après la virgule » en cliquant sur les boutons « haut » et « bas », ou en entrant une nouvelle valeur manuellement	Si la nouvelle valeur se situe entre 1 et 20 et est un nombre entier, cette valeur s'affiche et le paramètre est modifié dans la base de données. Sinon, la valeur est arrondie à la valeur acceptée la plus proche et le paramètre est modifié dans la base de données.
<b>Identifiant</b>	SC29
<b>Je veux</b>	Modifier la valeur du paramètres « Nombre d'opérations visibles dans l'historique»
<b>Pour</b>	Changer le nombre d'opérations visibles dans l'historique des opérations
<b>Formulaire</b>	Paramètres
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
Je modifie la valeur de l'afficheur numérique indiqué par le label « Nombre d'opérations visibles dans l'historique » en cliquant sur les boutons « haut » et « bas », ou en entrant une nouvelle valeur manuellement	Si la nouvelle valeur se situe entre 1 et 9999 et est un nombre entier, cette valeur s'affiche et le paramètre est modifié dans la base de données. Sinon, la valeur est arrondie à la valeur acceptée la plus proche et le paramètre est modifié dans la base de données.
<b>Identifiant</b>	SC30
<b>Je veux</b>	Ecrire une fonction
<b>Pour</b>	Afficher l'allure de son graphe
<b>Formulaire</b>	Affichage de graphe
<b>Action</b>	<b>Réaction</b>
J'écris une fonction dans le champ de texte indiqué par le label « Fonction : »	La fonction s'affiche dans le champ de texte
Je clique sur le bouton « OK »	Si la syntaxe de la fonction est conforme aux règles citées en-dessous du champ de texte, l'allure de la fonction est affichée dans l'espace à gauche. Sinon, un message d'erreur apparaît indiquant que la syntaxe de la fonction est incorrecte.

### 2.5.3 Diagramme de classes final

Ce document sera ajouté lorsque la réalisation sera terminée, car il sera importé du code comme expliqué au point 2.1.4

## 3 Réalisation

### 3.1 Dossier de réalisation

*Décrire la réalisation "physique" de votre projet*

- *les répertoires où le logiciel est installé*
- *la liste de tous les fichiers et une rapide description de leur contenu (des noms qui parlent !)*
- *les versions des systèmes d'exploitation et des outils logiciels*
- *la description exacte du matériel*
- *le numéro de version de votre produit !*
- *programmation et scripts: librairies externes, dictionnaire des données, reconstruction du logiciel - cible à partir des sources.*

*NOTE : Évitez d'inclure les listings des sources, à moins que vous ne désiriez en expliquer une partie vous paraissant importante. Dans ce cas n'incluez que cette partie...*

#### 3.1.1 Convention de nommage des éléments Windows Forms

Button	cmd
Rich textbox	rtxt
Label	lbl
Textbox	txt
Form	frm
NumericUpDown	nud
ListBox	lst
RectangleShape	rct
Lineshape	lin

### 3.1.2 Librairies de calcul utilisées

Afin de convertir des calculs sous forme de chaîne de caractères en vraie valeur numérique, j'ai testé deux librairies, toutes deux opensource : *NCalc* et *mxParser*.

Ces deux librairies ont un fonctionnement relativement identique : On crée une *Expression* à partir d'une chaîne de caractères via une simple méthode, puis on calcule le résultat de cette *expression* avec une autre méthode.

J'ai cependant retenu *mxParser* devant *NCalc* car elle était plus récente (dernier commit il y a 4 mois sur Github contre 3 ans pour *NCalc*). *mxParser* était aussi plus complet (plus de fonctions disponibles), plus robuste et prenait mieux en compte les différents formats de nombres.

### 3.2 Description des tests effectués

*Pour chaque partie testée de votre projet, il faut décrire:*

- les conditions exactes de chaque test
- les preuves de test (papier ou fichier)
- tests sans preuve: fournir au moins une description

### 3.3 Erreurs restantes

*S'il reste encore des erreurs:*

- Description détaillée
- Conséquences sur l'utilisation du produit
- Actions envisagées ou possibles

### 3.4 Liste des documents fournis

*Lister les documents fournis au client avec votre produit, en indiquant les numéros de versions*

- le rapport de projet
- le manuel d'Installation (en annexe)
- le manuel d'Utilisation avec des exemples graphiques (en annexe)
- autres...

## 4 Conclusions

*Développez en tous cas les points suivants:*

- 
- *Objectifs atteints / non-atteints*
  - *Points positifs / négatifs*
  - *Difficultés particulières*
  - *Suites possibles pour le projet (évolutions & améliorations)*

---

## 5 Annexes

### 5.1 Résumé du rapport du TPI / version succincte de la documentation

### 5.2 Sources – Bibliographie

*Liste des livres utilisés (Titre, auteur, date), des sites Internet (URL) consultés, des articles (Revue, date, titre, auteur)... Et de toutes les aides externes (noms)*

### 5.3 Journal de travail

Date	Durée	Activité	Remarques

### 5.4 Manuel d'Installation

### 5.5 Manuel d'Utilisation

### 5.6 Archives du projet

*Media, ... dans une fourre en plastique*

### 5.7 Lexique