

06/06/2018

Scientific_Calculator

Gildas Houlmann TPI

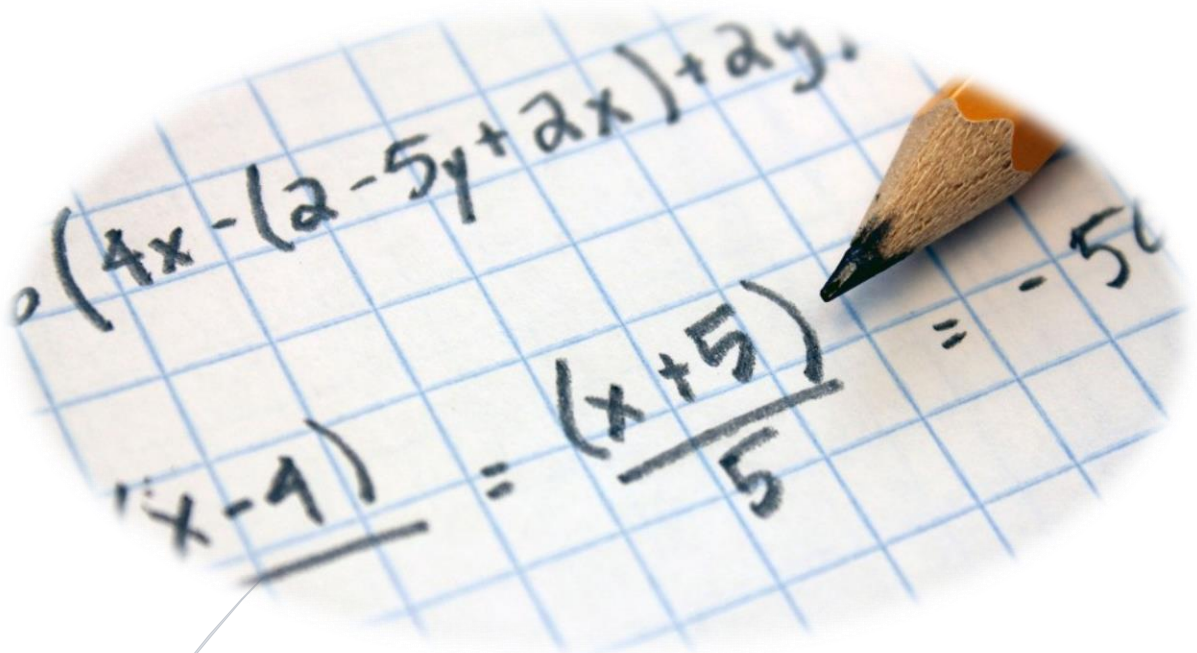


Table des matières

1	Analyse préliminaire	2
1.1	Introduction	2
1.2	Objectifs.....	2
1.3	Planification initiale	3
2	Analyse / Conception.....	5
2.1	Concept	5
2.1.1	Analyse fonctionnelle	5
2.1.2	Cas d'utilisation.....	6
2.1.3	Maquettes.....	7
2.1.4	Diagramme de classe initial	10
2.1.5	Modélisation des données	10
2.2	Stratégie de test.....	11
2.3	Risques techniques	12
2.4	Planification	13
2.5	Dossier de conception	14
2.5.1	Choix de l'environnement	14
2.5.2	Scenarii.....	16
2.5.3	Diagramme de classes final.....	25
3	Réalisation.....	27
3.1	Dossier de réalisation	27
3.1.1	Convention de nommage des éléments Windows Forms	27
3.1.2	Librairies de calcul utilisées	27
3.1.3	Affichage du graphe.....	28
3.2	Description des tests effectués	30
3.3	Erreurs restantes	34
3.4	Liste des documents fournis	34
4	Conclusions	34
5	Annexes.....	35
5.1	Résumé du rapport du TPI / version succincte de la documentation	35
5.2	Sources – Bibliographie.....	36
5.3	Journal de travail	36
	Le journal de travail est disponible en annexe.....	36
5.4	Manuel d'Installation	36
5.5	Manuel d'utilisation	36
5.6	Archives du projet.....	36
6	Lexique.....	37

1 Analyse préliminaire

1.1 Introduction

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.

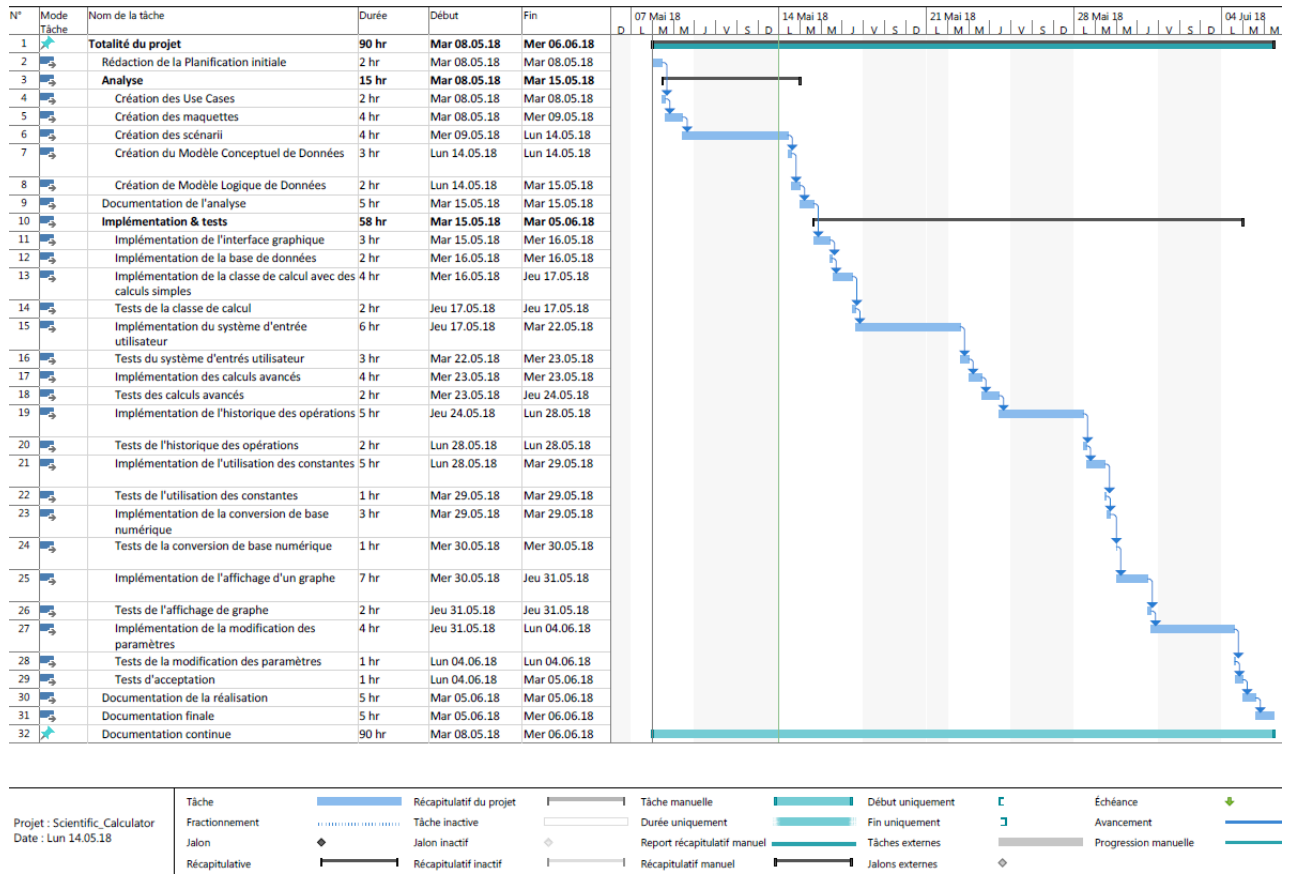
1.2 Objectifs

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 factoriels, 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

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.



Planification initiale

Zoom sur les tâches :

N°	Mode Tâche	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1		Totalité du projet	90 hr	Mar 08.05.18	Mer 06.06.18
2		Rédaction de la Planification initiale	2 hr	Mar 08.05.18	Mar 08.05.18
3		Analyse	15 hr	Mar 08.05.18	Mar 15.05.18
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		Implémentation & tests	58 hr	Mar 15.05.18	Mar 05.06.18
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

Tâches de la planification initiale

2 Analyse / Conception

2.1 Concept

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.

Le diagramme des cas d'utilisation indiquait que la constante gravitationnelle serait aussi incluse, mais sa valeur était trop petite ($6.67 \cdot 10^{-11}$), et pourrait poser des problèmes au niveau des arrondis.

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

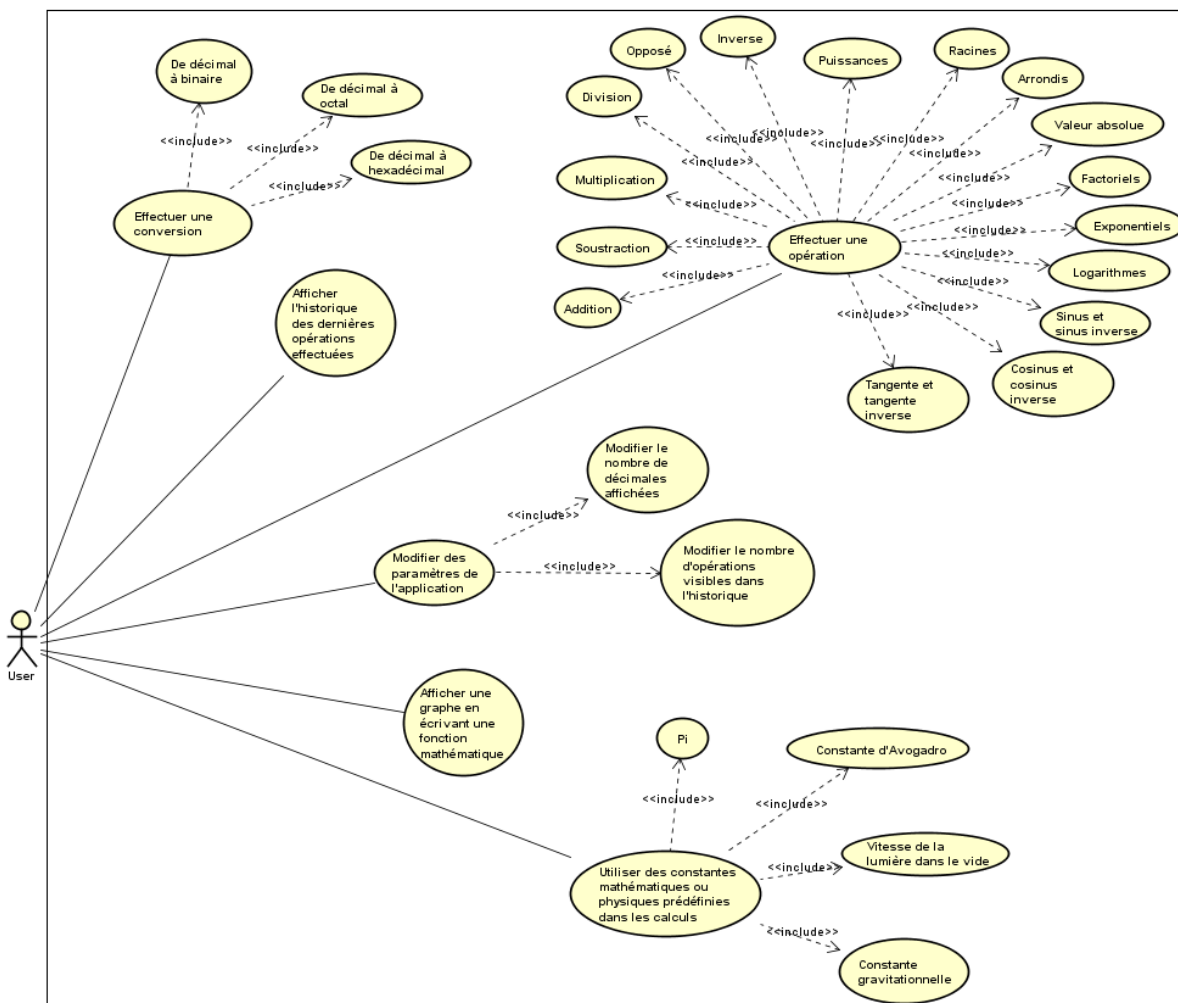
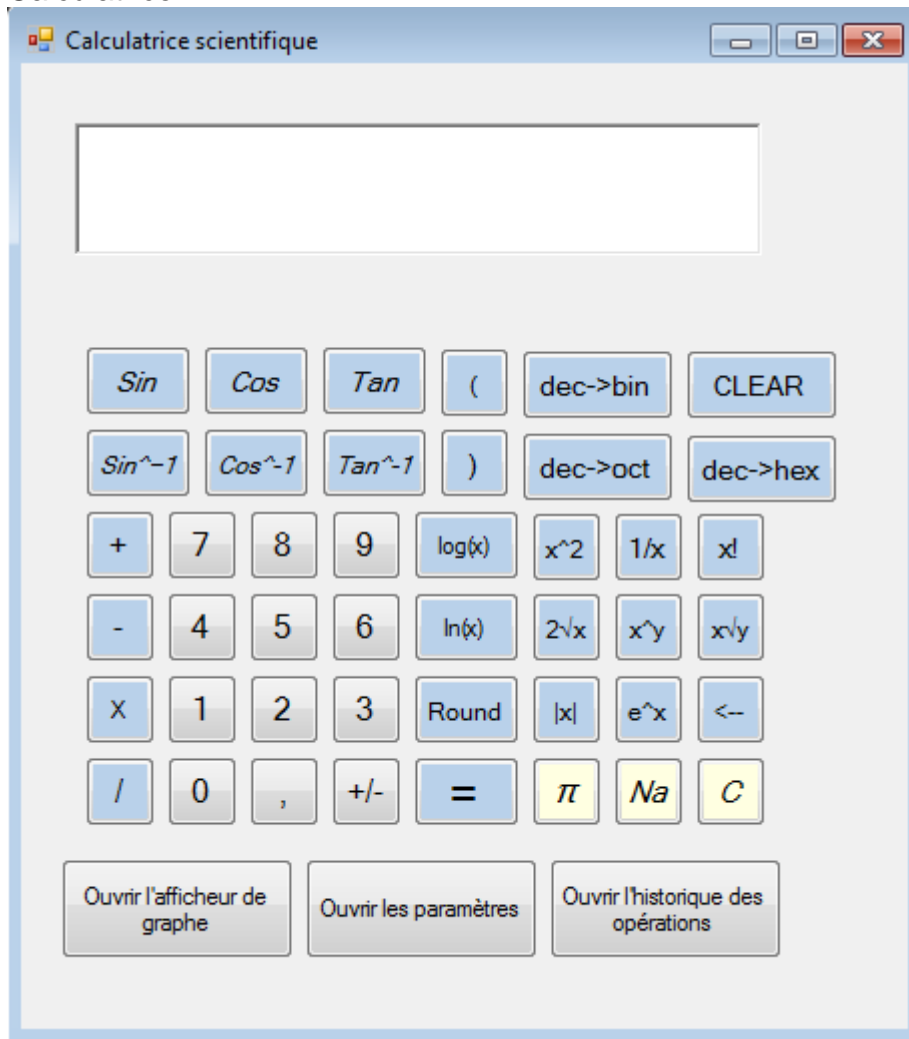


Diagramme de cas d'utilisation

2.1.3 Maquettes

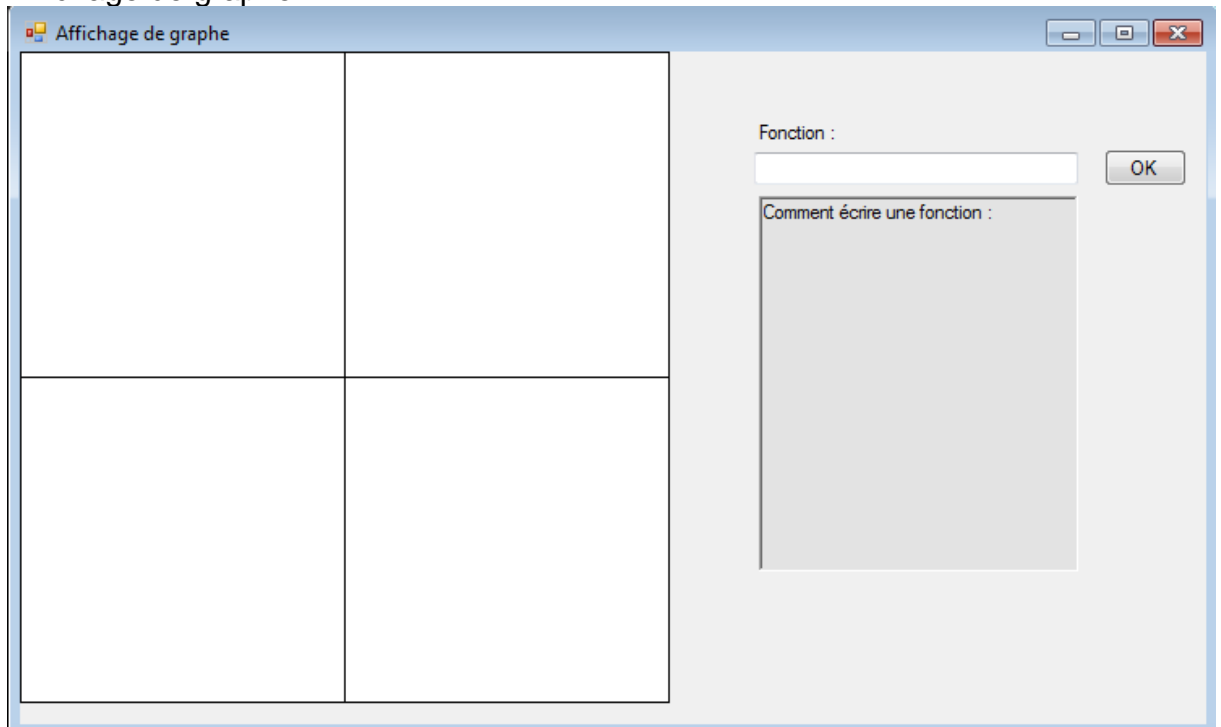
Les maquettes suivantes ont été réalisées avec l'outil de création d'interface graphique « Windows Forms » de Visual Studio. Ce ne sont que des maquettes initiales, donc il est fort probable que certains éléments du design changent dans le produit final.

Calculatrice :



Maquette de la calculatrice

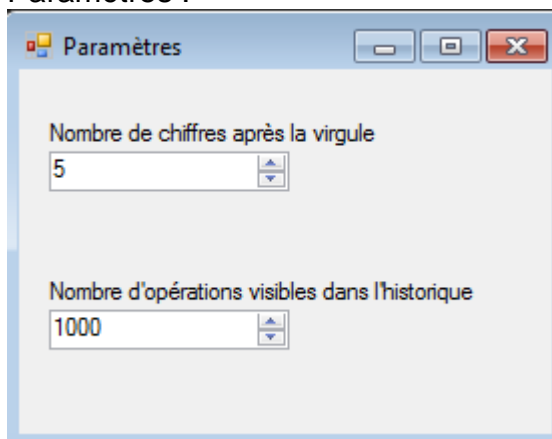
Affichage de graphe :



A screenshot of a software window titled "Affichage de graphe". The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. The main area is divided into two sections. On the left, there is a large empty rectangular box, likely for displaying a graph. On the right, there is a control panel. It includes a label "Fonction :" followed by a text input field. To the right of the input field is an "OK" button. Below the input field is a larger text area with the placeholder text "Comment écrire une fonction :".

Maquette de l'affichage du graphe

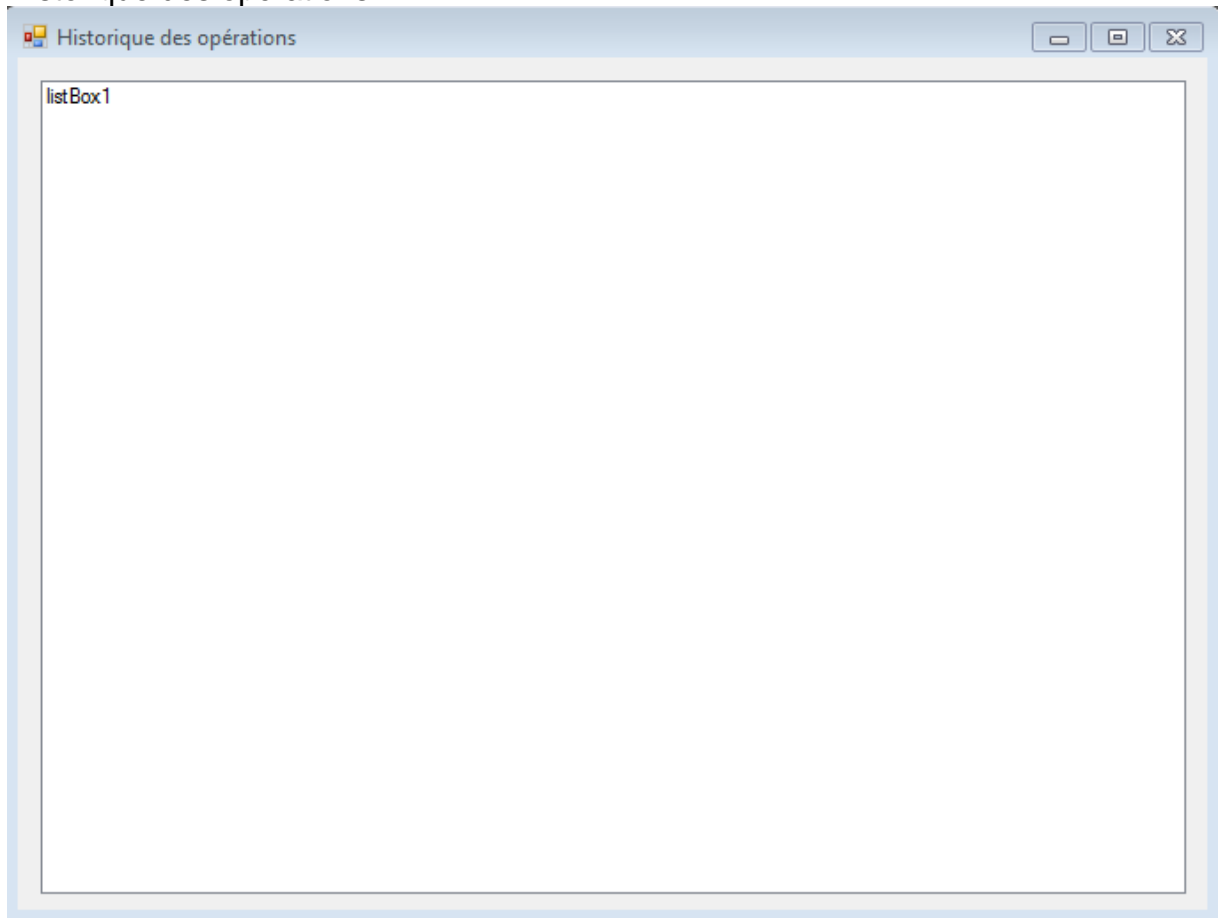
Paramètres :



A screenshot of a software window titled "Paramètres". The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. The main area contains two settings. The first is "Nombre de chiffres après la virgule" with a text input field containing the value "5" and a small spinner control to its right. The second is "Nombre d'opérations visibles dans l'historique" with a text input field containing the value "1000" and a small spinner control to its right.

Maquette de la modification des paramètres

Historique des opérations :



Maquette de l'historique des opérations

2.1.4 Diagramme de classe initial

Le diagramme de classes suivant a été généré en écrivant toutes les classes et méthodes 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 :

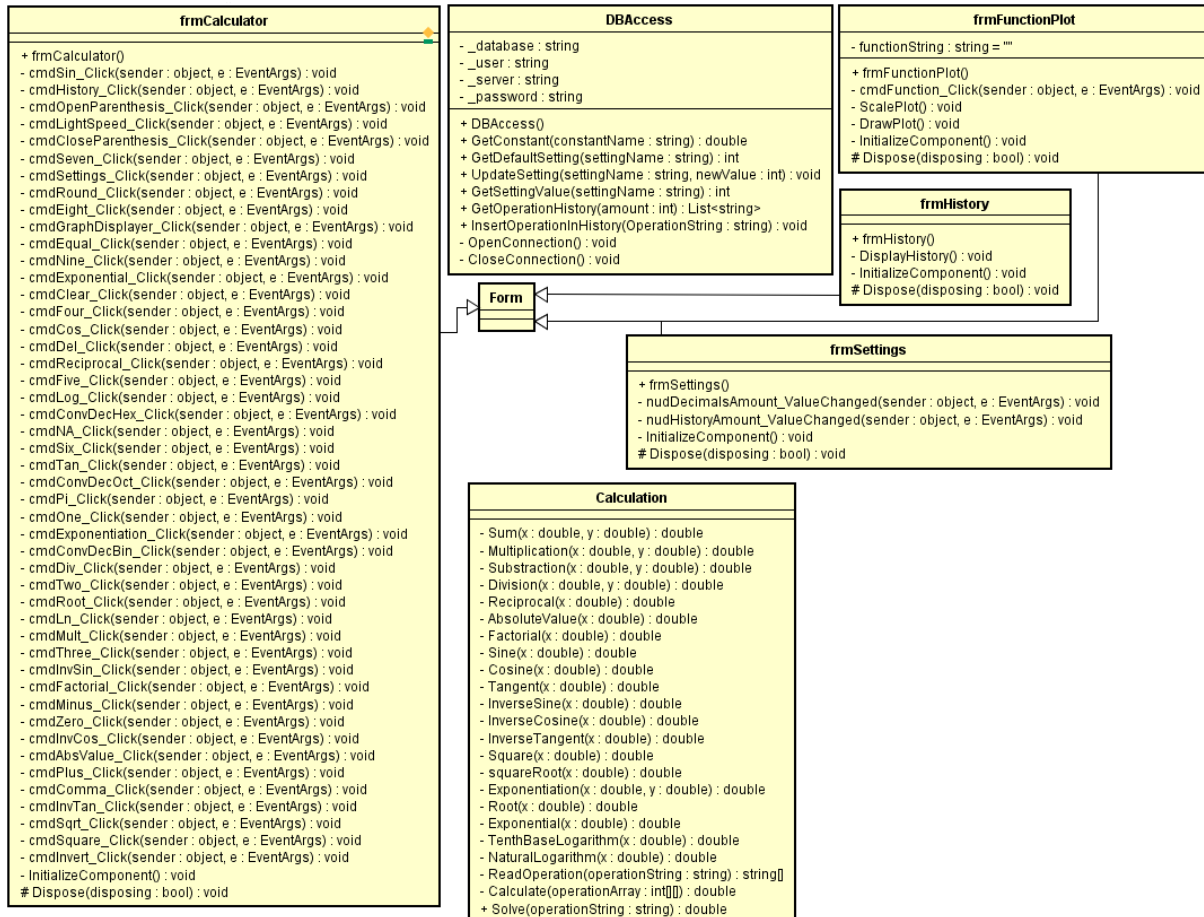
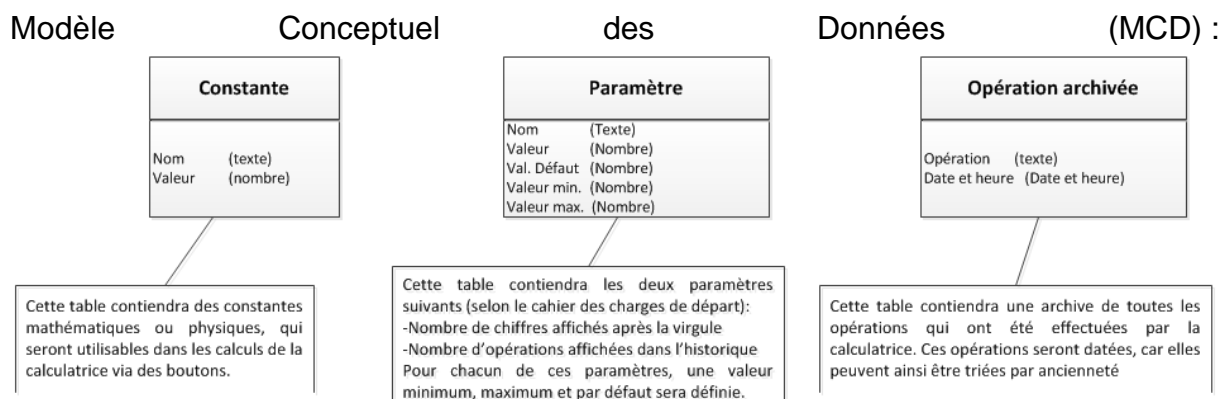


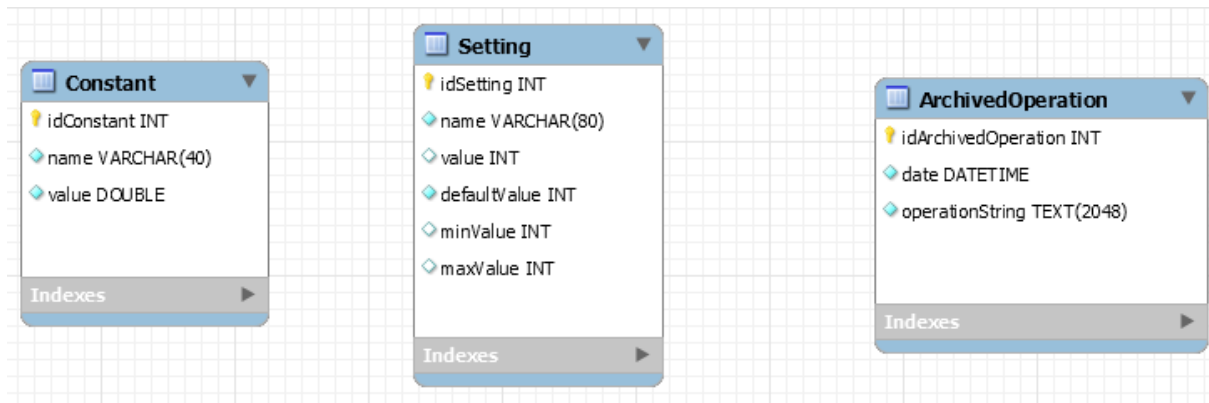
Diagramme de classes initial

2.1.5 Modélisation des données



Modèle Conceptuel de Données

Modèle Logique de Données (MLD) :



Modèle Logique de Données

2.1.5.1 Justification de certains champs

J'ai pris des choix pour certains de ces champs que je vais expliquer ci-dessous :

- Le nom d'une constante est constitué de 40 caractères, car cela est suffisant pour le nom des constantes à implémenter, et laisse de la place pour peut-être des constantes au nom plus long.
- Le nom d'un paramètre est constitué de 80 caractères pour la même raison que le nom d'une constante.
- La valeur, la valeur minimale et la valeur maximale d'un paramètre ne sont pas des champs obligatoires, car la valeur peut toujours copier la valeur par défaut du paramètre. De plus, si on ajoutait par la suite d'autres paramètres, on pourrait imaginer qu'ils n'aient pas besoin de valeurs minimales et maximales.
- La chaîne de caractères d'une opération est constituée de 2048 caractères, afin de pouvoir stocker n'importe quelle opération rationnelle, sans être trop démesuré.

2.2 Stratégie de test

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
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.

Seuls les étapes 1 à 7 seront testées avec des tests automatiques, car il est invraisemblable de rédiger un test pour chaque combinaison d'opérations.

2.3 Risques techniques

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

Voici la planification continue que j'ai suivie tout au long de mon projet :



Planification finale

Zoom sur les tâches :

N°	Mode Tâche	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1		Totalité du projet	90 hr	Mar 08.05.18	Mer 06.06.18
2		Rédaction de la Planification initiale	2 hr	Mar 08.05.18	Mar 08.05.18
3		Analyse	15.5 hr	Mar 08.05.18	Mar 15.05.18
4		Création des Use Cases	2 hr	Mar 08.05.18	Mar 08.05.18
5		Création des maquettes et de l'interface graphique essentielle	4.5 hr	Mar 08.05.18	Mer 09.05.18
6		Création des scénarii	6 hr	Mer 09.05.18	Lun 14.05.18
7		Création du Modèle Conceptuel de Données	2 hr	Lun 14.05.18	Lun 14.05.18
8		Création de Modèle Logique de Données	1 hr	Lun 14.05.18	Lun 14.05.18
9		Documentation de l'analyse	5.5 hr	Mar 15.05.18	Mar 15.05.18
10		Implémentation & tests	50 hr	Mar 15.05.18	Jeu 31.05.18
11		Implémentation des classes et des méthodes vides	3 hr	Mar 15.05.18	Mer 16.05.18
12		Implémentation de la base de données	3 hr	Mer 16.05.18	Mer 16.05.18
13		Implémentation et tests de la saisie de l'utilisateur	5 hr	Mer 16.05.18	Jeu 17.05.18
14		Implémentation de la classe de calcul avec des calculs simples	4 hr	Jeu 17.05.18	Mar 22.05.18
15		Tests de la classe de calcul	3 hr	Mar 22.05.18	Mar 22.05.18
16		Implémentation des calculs avancés	3 hr	Mar 22.05.18	Mer 23.05.18
17		Tests des calculs avancés	5 hr	Mer 23.05.18	Jeu 24.05.18
18		Implémentation de l'historique des opérations	2 hr	Jeu 24.05.18	Jeu 24.05.18
19		Tests de l'historique des opérations	1 hr	Jeu 24.05.18	Jeu 24.05.18
20		Implémentation de l'utilisation des constantes	1 hr	Jeu 24.05.18	Jeu 24.05.18
21		Tests de l'utilisation des constantes	0.5 hr	Jeu 24.05.18	Jeu 24.05.18
22		Implémentation de la conversion de base numérique	2 hr	Jeu 24.05.18	Lun 28.05.18
23		Tests de la conversion de base numérique	0.5 hr	Lun 28.05.18	Lun 28.05.18
24		Implémentation de l'affichage d'un graphe	7 hr	Lun 28.05.18	Mar 29.05.18
25		Tests de l'affichage de graphe	2 hr	Mar 29.05.18	Mar 29.05.18
26		Implémentation de la modification des paramètres	4 hr	Mar 29.05.18	Mer 30.05.18
27		Tests de la modification des paramètres	1 hr	Mer 30.05.18	Mer 30.05.18
28		Modifications selon les tests client	3 hr	Mer 30.05.18	Jeu 31.05.18
29		Documentation de la réalisation	4 hr	Jeu 31.05.18	Lun 04.06.18
30		Documentation finale	7 hr	Lun 04.06.18	Mar 05.06.18
31		Préparation du rendu final	6 hr	Mar 05.06.18	Mer 06.06.18
32		Documentation continue	90 hr	Mar 08.05.18	Mer 06.06.18

Tâches de la planification des tâches

2.5 Dossier de conception

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 (PC07) attribué 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

Identifiant	SC01
Je veux	Entrer une valeur
Pour	Afficher la valeur sur l'afficheur et l'utiliser pour des calculs
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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
Identifiant	SC02
Je veux	Entrer une constante
Pour	Afficher la valeur de la constante sur l'afficheur et l'utiliser pour des calculs
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
Je clique sur une des touches « π ; NA ; C »	La valeur de la constante s'affiche sur l'afficheur et est utilisable pour des opérations
Identifiant	SC03
Je veux	Effectuer une addition
Pour	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 « = »

Identifiant	SC04
Je veux	Effectuer une soustraction
Pour	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 « = »
Identifiant	SC05
Je veux	Effectuer une multiplication
Pour	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 « = »
Identifiant	SC06
Je veux	Effectuer une division
Pour	Afficher le résultat et pouvoir l'utiliser dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 « = ».

Identifiant	SC08
Je veux	Obtenir l'opposé d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC09
Je veux	Calculer le sinus inverse, le cosinus inverse ou la tangente inverse d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 ».
Identifiant	SC10
Je veux	Convertir une valeur décimale en binaire, en octal ou en hexadécimal
Pour	Afficher la valeur convertie sur l'afficheur
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC11
Je veux	Vider l'afficheur et afficher « 0 »
Pour	
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
Je clique sur le bouton « CLEAR »	L'afficheur est vidé et la valeur « 0 » y est affichée.

Identifiant	SC12
Je veux	Calculer le logarithme de base 10 ou le logarithme naturel (base e) d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC13
Je veux	Arrondir un nombre à l'unité
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa nouvelle valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC14
Je veux	Calculer le carré d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.

Identifiant	SC15
Je veux	Calculer la racine carrée d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 ».
Identifiant	SC16
Je veux	Obtenir la valeur absolue d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC17
Je veux	Calculer l'inverse d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.

Identifiant	SC18
Je veux	Calculer un nombre à la puissance d'un autre nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC19
Je veux	Calculer l'exponentiel d'un nombre (e^x)
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC20
Je veux	Calculer le factoriel d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.

Identifiant	SC21
Je veux	Calculer la racine « Xième » d'un nombre
Pour	L'afficher et pouvoir utiliser sa valeur dans un calcul
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 « $\sqrt{}$ » s'affiche à la gauche du nombre entré
J'entre une valeur (Scénarii SC1 ou SC)	La valeur s'affiche à gauche du symbole « $\sqrt{}$ »
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.
Identifiant	SC22
Je veux	Effacer le chiffre du nombre en cours de saisie
Pour	Corriger une erreur de saisie
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC23
Je veux	Utiliser des parenthèses
Pour	Créer un bloc de calcul prioritaire dans une grande opération
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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.

Identifiant	SC24
Je veux	Combiner des calculs
Pour	Effectuer un calcul complexe en un coup
Formulaire	Calculatrice
Action	Réaction
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 ».
Identifiant	SC25
Je veux	Ouvrir le formulaire d'affichage de graphe
Formulaire	Calculatrice & Affichage de graphe
Action	Réaction
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
Identifiant	SC26
Je veux	Ouvrir le formulaire des paramètres
Formulaire	Calculatrice & Paramètres
Action	Réaction
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
Identifiant	SC27
Je veux	Ouvrir l'historique des opérations
Pour	Visionner les dernières opérations effectuées sur cet ordinateur
Formulaire	Calculatrice & Historique des opérations
Action	Réaction
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

Identifiant	SC28
Je veux	Modifier la valeur du paramètre « Nombre de chiffres après la virgule »
Pour	Changer le nombre de chiffres qui s'affichent après la virgule dans les résultats de mes calculs
Formulaire	Paramètres
Action	Réaction
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.
Identifiant	SC29
Je veux	Modifier la valeur du paramètres « Nombre d'opérations visibles dans l'historique»
Pour	Changer le nombre d'opérations visibles dans l'historique des opérations
Formulaire	Paramètres
Action	Réaction
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 230 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.
Identifiant	SC30
Je veux	Ecrire une fonction
Pour	Afficher l'allure de son graphe
Formulaire	Affichage de graphe
Action	Réaction
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

Diagramme de classe montrant les relations entre les entités :

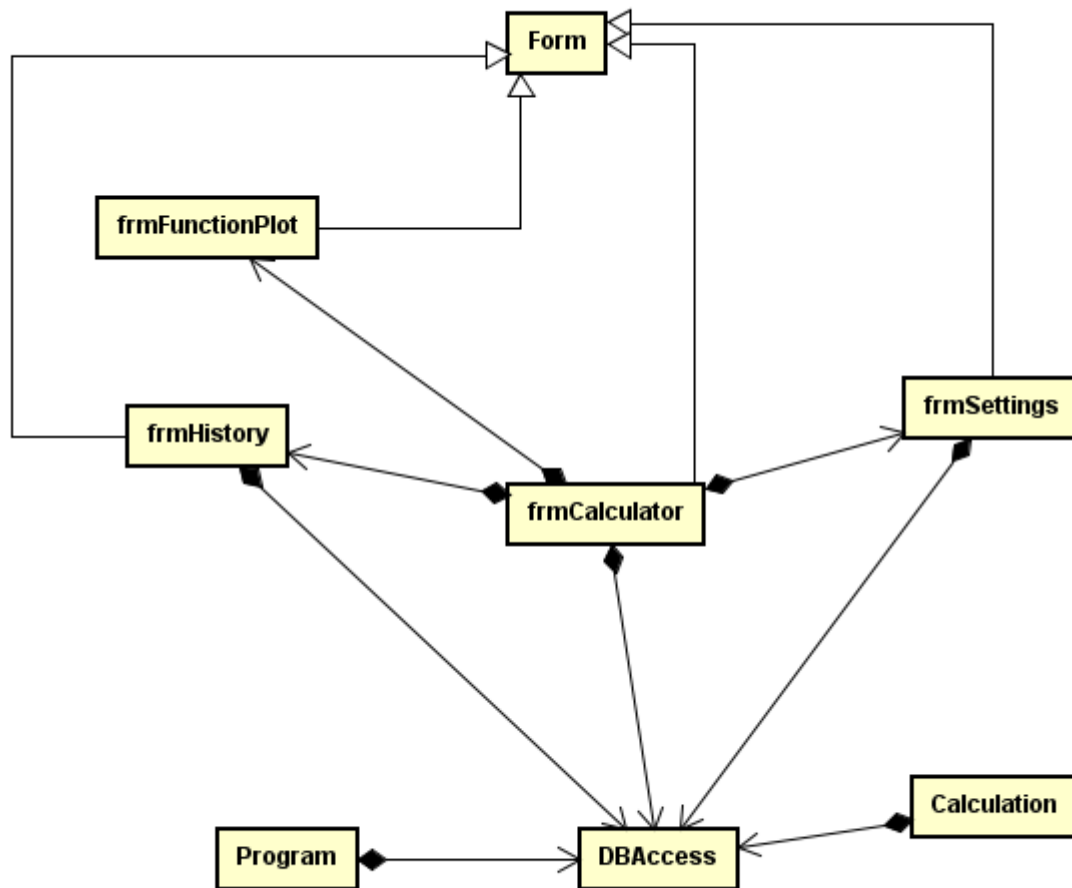


Diagramme de classes relationnel

Diagramme détaillé montrant les méthodes et attributs, mais pas de relations :

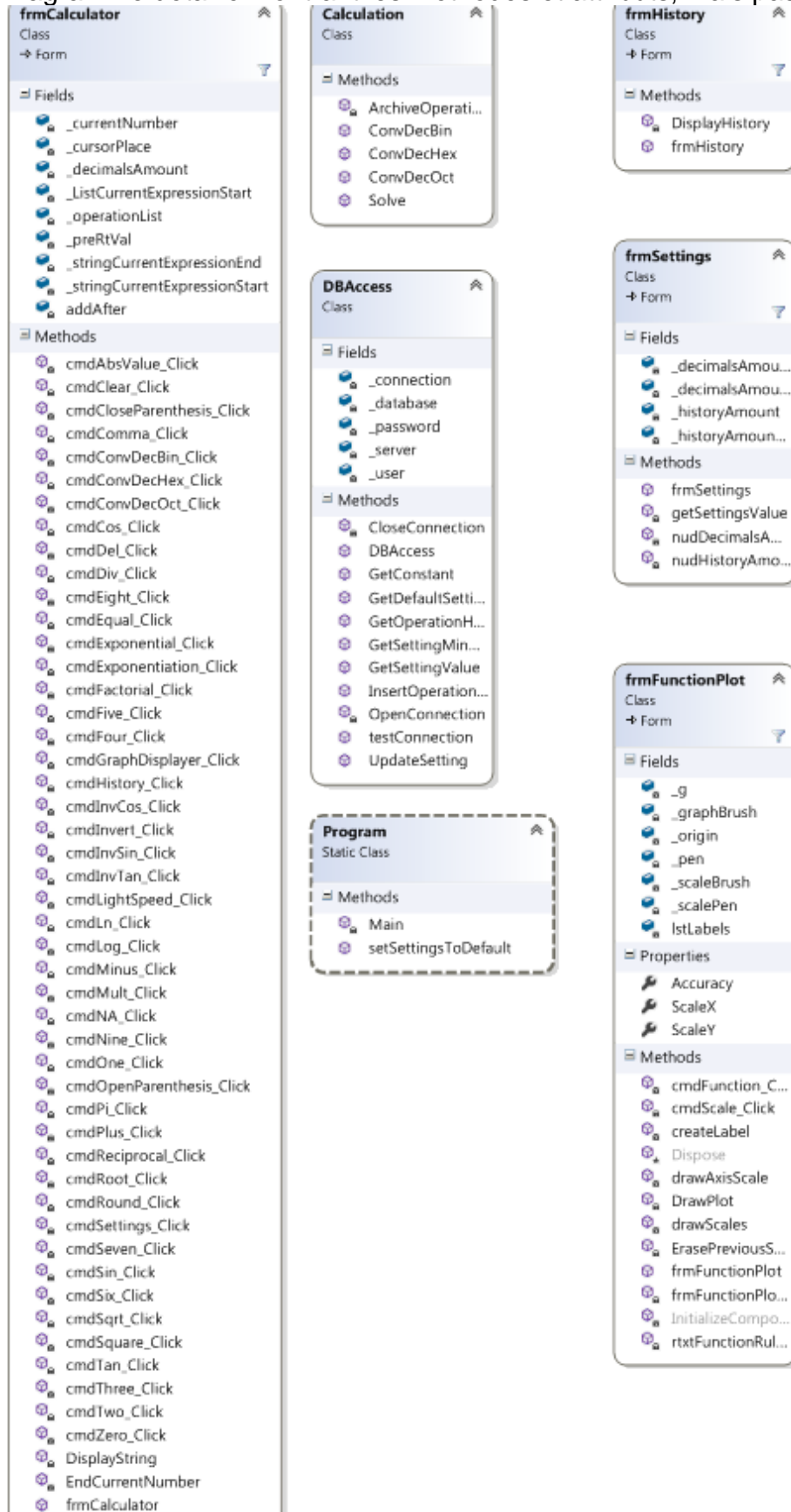


Diagramme de classes détaillé

3 Réalisation

3.1 Dossier de réalisation

3.1.1 Convention de nommage des éléments Windows Forms

Les éléments Windows Forms seront nommés selon la convention de nommage suivante : le préfixe indiqué ci-dessous suivi de son utilité écrite en utilisant la convention *Camel Case*.

Exemple : pour le bouton « = » de la calculatrice, on écrira « cmdEqual »

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

3.1.2 Bibliothèques de calcul utilisées

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

Ces deux bibliothèques 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.

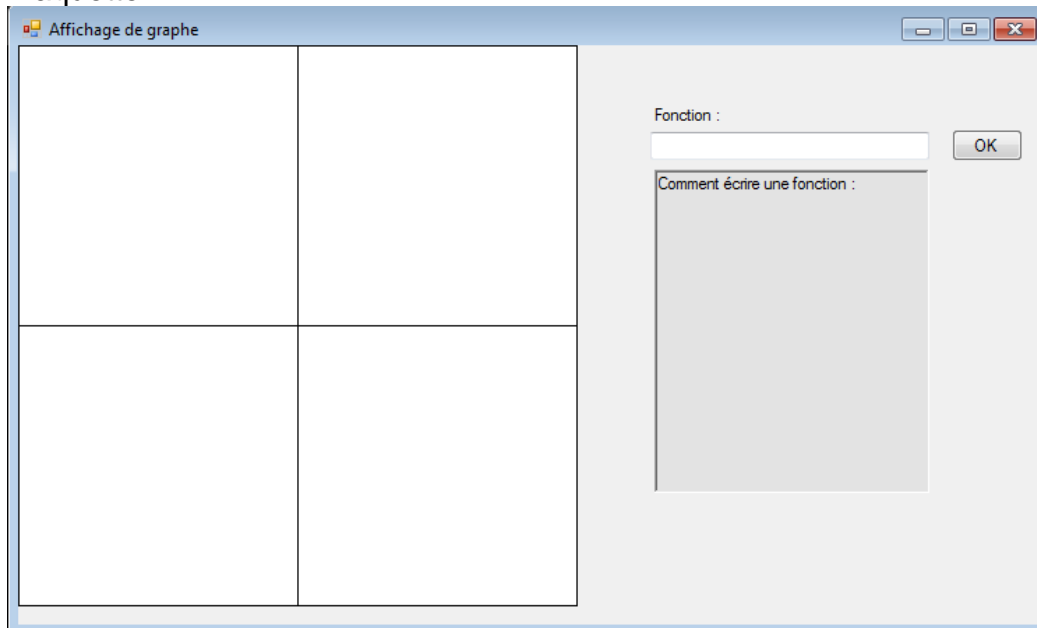
J'ai cependant retenu *mxParser* devant *NCalc* car elle était plus récente (dernière mise à jour il y a 4 mois sur Github contre il y a 3 ans pour *NCalc*).

mxParser était aussi plus complet (plus de fonctions disponibles), plus robuste et prenait mieux en compte les différents formats de nombres.

3.1.3 Affichage du graphe

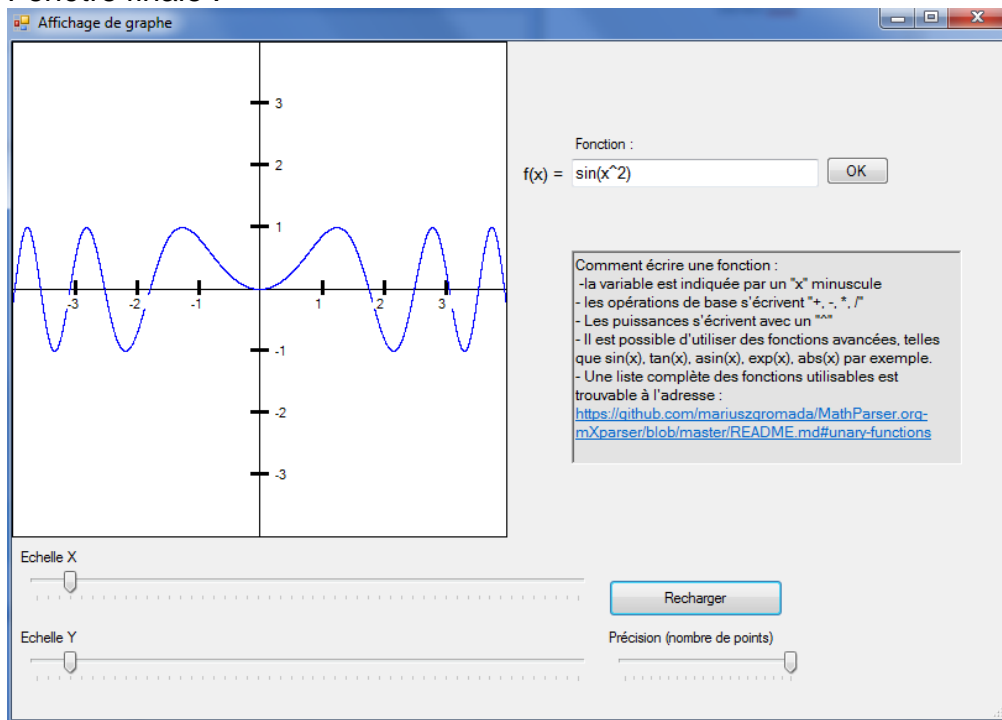
La fonctionnalité de l'affichage du graphe a beaucoup évolué par rapport à celle du concept. On peut le voir en comparant la maquette à la fenêtre finale :

Maquette :



Maquette de l'affichage du graphe

Fenêtre finale :

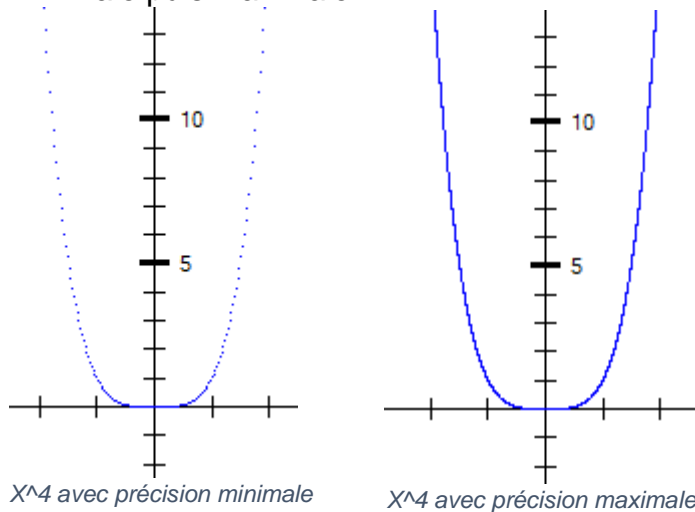


Visuel final de l'affichage du graphe

On peut voir que deux fonctionnalités qui n'étaient pas prévues ont été ajoutées : Les échelles réglables et la précision.

Les échelles réglables permettent de voir le graphe avec plus ou moins de recul et des proportions variables. Par exemple, sur l'image ci-dessus, l'axe des X est affiché sur 5, tandis que l'axe des Y est affiché sur 3. Chaque axe peut être réglé entre 1 et 50.

L'autre fonctionnalité est la précision. La précision sert à définir le nombre de points qui seront utilisés pour créer le graphe. Plus il y a de points, plus la génération prend du temps. Ci-dessous, un exemple de la fonction « $f(x) = x^4$ » avec la précision minimale puis maximale :



Le premier graphe prend moins d'une seconde pour être affiché, tandis que le second prend presque 10 secondes.

J'ai implémenté cette fonctionnalité car il n'était pas possible de trouver un juste milieu entre temps et précision, car cela dépend fortement du type de graphe que l'on souhaite afficher.

3.2 Description des tests effectués

Les tests de chaque calcul ne seront pas décrits ici, car ils sont implémentés automatiquement dans la solution rendue.

Cette section couvrira donc l'historique des opérations, la modification des paramètres l'affichage du graphe et les tests de calculs globaux.

Identifiant	TSC01	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Augmenter ou diminuer la valeur d'un paramètre en cliquant sur les flèches de l'afficheur numérique	
Formulaire	Paramètres	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
Je clique sur la flèche du haut de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre est à sa valeur maximale	La valeur n'augmente pas	Oui
Je clique sur la flèche du bas de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre est à sa valeur minimale	La valeur ne diminue pas	Oui
Je clique sur la flèche du haut de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre n'est pas à sa valeur maximale	La valeur augmente de 1 sur l'application et dans la base de données	Oui
Je clique sur la flèche du bas de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre n'est pas à sa valeur minimale	La valeur diminue de 11 sur l'application et dans la base de données	Oui

Identifiant	TSC02	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Augmenter ou diminuer la valeur d'un paramètre en entrant directement une valeur dans les afficheurs numériques	
Formulaire	Paramètres	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
Je sélectionne le champ et écris une valeur entière située entre la valeur minimale et maximale du paramètre	La valeur est modifiée sur l'application et dans la base de données	Oui
Je sélectionne le champ et écris une valeur située hors des valeurs minimale et maximale du paramètre	La valeur est arrondie à la valeur autorisée la plus proche sur l'application et dans la base de données.	Oui
Je sélectionne le champ et écris une valeur décimale située entre la valeur minimale et maximale du paramètre	La valeur entrée est arrondie à l'unité, puis la valeur du paramètre est modifiée sur l'application et dans la base de données	Oui

Identifiant	TSC03	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Effacer tous les calculs de l'afficheur en cliquant sur le bouton « CLEAR »	
Formulaire	Calculatrice	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
Je clique sur le bouton « CLEAR »	Le texte sur l'afficheur est effacé	Oui

Identifiant	TSC04	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Ouvrir la fenêtre des paramètres en cliquant sur le bouton « Ouvrir les paramètres »	
Formulaire	Calculatrice	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
Je clique sur le bouton « Ouvrir les paramètres »	Le formulaire des paramètres s'ouvre	Oui

Identifiant	TSC05	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Ouvrir l'historique des opérations en cliquant sur le bouton « Ouvrir l'historique des opérations »	
Formulaire	Calculatrice	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
Je clique sur le bouton « Ouvrir l'historique des opérations »	Le formulaire de l'historique des opérations s'ouvre	Oui

Identifiant	TSC06	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Ouvrir la fenêtre d'affichage de graphe en cliquant sur le bouton « Ouvrir l'afficheur de graphe »	
Formulaire	Calculatrice	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
Je clique sur le bouton « Ouvrir l'afficheur de graphe »	Le formulaire d'affichage de graphe s'ouvre	Oui

Identifiant	TSC07	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Augmenter ou diminuer la valeur d'un paramètre en cliquant sur les flèches de l'afficheur numérique	
Formulaire	Paramètres	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
Je clique sur la flèche du haut de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre est à sa valeur maximale	La valeur n'augmente pas	Oui
Je clique sur la flèche du bas de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre est à sa valeur minimale	La valeur ne diminue pas	Oui
Je clique sur la flèche du haut de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre n'est pas à sa valeur maximale	La valeur augmente de 1 sur l'application et dans la base de données	Oui
Je clique sur la flèche du bas de l'afficheur numérique alors que la valeur du paramètre n'est pas à sa valeur minimale	La valeur diminue de 11 sur l'application et dans la base de données	Oui

Identifiant	TSC08	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Effectuer une opération simple	
Formulaire	Calculatrice	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
J'entre un nombre avec les boutons gris ou jaunes(constantes) de la calculatrice	Ce nombre s'affiche à l'écran	Oui
Je clique sur un bouton d'opération	Le symbole de l'opération s'affiche avant ou après le nombre entré précédemment (selon l'opération)	Oui
J'appuie sur le bouton « = » car l'opération ne nécessite qu'un nombre.	Si l'opération ne nécessitait qu'un nombre (p.ex le sinus), le signe « = » s'affiche, suivi du résultat arrondi au nombre de décimales défini dans les paramètres. Sinon, l'écran affiche « Erreur de syntaxe » à la place du résultat.	Oui
Je n'appuie pas sur le bouton « = » mais entre un second nombre car mon opération nécessite un second nombre.	Le nouveau nombre s'affiche à la suite du signe de l'opération (sauf pour la racine, ou il s'affiche au début)	Oui
J'appuie sur le bouton « = » car l'opération nécessitait 2 nombres	Le signe « = » s'affiche, suivi du résultat arrondi au nombre de décimales défini dans les paramètres. Si l'opération ne nécessitait qu'un nombre et que j'en ai entré 2, l'écran affiche « Erreur de syntaxe » à la place du résultat	Oui

Identifiant	TSC09	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Effectuer une combinaison d'opérations	
Formulaire	Calculatrice	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
J'écris une opération (Test TSC08) sans appuyer sur le bouton « = »	L'opération s'affiche à l'écran	Oui
Je clique sur un nouveau bouton d'opération, puis j'entre un nouveau nombre si la deuxième opération le demande	Le symbole de l'opération et le second nombre s'affiche à la suite de l'opération précédente	Non, si la deuxième opération utilise des parenthèses, elle prendra aussi en compte le premier nombre entré, sans tenir compte de la priorité des opérations.
J'appuie sur le bouton « = »	Le signe « = » s'affiche, suivi du résultat arrondi au nombre de décimales défini dans les paramètres. Si l'opération ne nécessitait qu'un nombre et que j'en ai entré 2, l'écran affiche « Erreur de syntaxe » à la place du résultat	Oui

Identifiant	TSC10	
Réalisé par	Gildas Houlmann	
Objectif	Utiliser le résultat d'une opération précédente dans une nouvelle opération	
Formulaire	Calculatrice	
Action	Réaction attendu	Test réussi ?
J'écris une opération (Test TSC08)	L'opération et son résultat s'affiche à l'écran	Oui
Je clique sur un nouveau bouton d'opération, puis j'entre un nouveau nombre si la deuxième opération le demande	Le symbole de l'opération et le nouveau nombre s'affichent à la suite (ou avant selon l'opération) le résultat de l'opération précédente	Oui
J'appuie sur le bouton « = »	Le signe « = » s'affiche, suivi du résultat arrondi au nombre de décimales défini dans les paramètres. Si l'opération ne nécessitait qu'un nombre et que j'en ai entré 2, l'écran affiche « Erreur de syntaxe » à la place du résultat	Oui

3.3 Erreurs restantes

Il reste une erreur dans les fonctionnalités de la calculatrice : Lorsque l'on veut effectuer une opération combinée, par exemple " $28 + \sin(13)$ ". Pour écrire cette opération sur une calculatrice, on cliquerait normalement sur les boutons dans cet ordre : 28 ; + ; 13 ; sin ; = . Ici, en cliquant sur les boutons dans cet ordre, on obtiendrait l'opération suivante : " $\sin(28+13)$ ", qui est totalement différente.

Il est cependant possible de contourner ce problème de deux manières : Fractionner en plusieurs opérations, c'est-à-dire calculer d'abord " $\sin(23)$ " puis additionner 28 au résultat ; ou écrire l'opération dans l'autre sens, donc " $\sin(13) + 28$ ", ce qui fonctionne parfaitement aussi.

3.4 Liste des documents fournis

Les documents numériques rendus seront les suivants

Dans la racine :

- Un exécutable permettant de lancer l'application

Dans le dossier « Documentation » :

- Le rapport de projet en format PDF
- Un manuel d'utilisation en format PDF
- Un manuel d'installation en format PDF
- Un journal de travail en format PDF
- Dans le dossier « Documentation Web », une documentation format web du code consultable en ouvrant le fichier « index.html » avec un navigateur

Dans le dossier « Donnees » :

- Un script SQL de création de la base de données

Dans le dossier « Code » :

- Le code source du projet sous forme de solution Visual Studio

4 Conclusions

Pour ma part, le projet s'est très bien déroulé dans son ensemble. Malgré un petit bug restant au niveau de la saisie, les possibilités de calculs sont très grandes. De plus, l'affichage de graphe est lui aussi très réussi selon moi. Il est clair, facilement personnalisable et totalement fonctionnel.

L'objectif de base étant de faire une calculatrice servant des buts scientifiques, je pense que cette calculatrice servirait bien son but.

Le cahier des charges a été rempli, mais il est encore possible d'améliorer la calculatrice de beaucoup de manières. On pourrait bien évidemment améliorer le système de saisie en corrigeant les bugs, ou encore en permettant d'utiliser le clavier. On pourrait aussi permettre d'afficher des graphes sur une plus grande échelle, ou encore plusieurs courbes en même temps.

Ce projet représente donc pour moi un succès dans son ensemble, car il me sera peut-être utile lors de mes études supérieures en école d'ingénieur.

5 Annexes

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

Le projet a commencé de zéro, c'est-à-dire qu'il ne se basait au départ sur aucun autre produit. Ses objectifs se divisaient en 2 parties principales : effectuer des calculs entrés par l'utilisateur ; et afficher le graphe d'une fonction entrée elle aussi par l'utilisateur.

Je me suis rapidement aperçu qu'interpréter les opérations de l'utilisateurs constituerait un défi considérable par rapport à mes connaissances et le temps alloué au projet. J'ai donc commencé à chercher des moyens alternatifs. C'est comme cela que j'ai trouvé deux librairies open source permettant de transformer une chaîne de caractères en véritable opération mathématique calculable. Ces deux librairies sont nommées *Ncalc* et *mxParser*. J'ai retenu *mxParser* pour des raisons que j'explique plus amplement au chapitre 3.1.2.

Cette librairie m'a permis de simplifier non seulement la saisie d'opération, mais aussi l'affichage du graphe, car je n'ai qu'à expliquer à l'utilisateur comment écrire une équation de façon à ce que *mxParser* la comprenne, puis calculer les points du graphe à partir de cette équation.

Les fonctionnalités auxiliaires de la modification de paramètres et de l'historique ont pris bien moins de temps que ce que je l'imaginais, ce qui m'a permis de perfectionner le reste de l'application.

Pour finir, le projet a pu être terminé avec un seul bug mineur restant concernant la saisie d'opérations dans la calculatrice, qui est expliqué au chapitre 3.3. La calculatrice peut faire tout ce qu'elle devait être capable de faire, ce qui fait selon moi de ce projet un succès.

5.2 Sources – Bibliographie

Sites internet

Librairie de calcul : <https://github.com/mariuszgromada/MathParser.org-mXparser>

Aide pour divers problèmes liés à la programmation :

<https://stackoverflow.com/>

<https://msdn.microsoft.com/en-us>

Création de diagramme de classes :

<http://astah.net/features/csharp-plugin>

Personnes

Divers retours et aide pour la gestion de projet :

Mme Frédérique Andolfatto

5.3 Journal de travail

Le journal de travail est disponible en annexe.

5.4 Manuel d'Installation

Le manuel d'installation est disponible en annexe.

5.5 Manuel d'utilisation

Le manuel d'utilisation est disponible en annexe.

5.6 Archives du projet

Les documents qui ne seront pas remis en format papier seront transmis de deux manières : un CD comprenant tous les documents décrits au point 3.4 ; ainsi qu'un répertoire sur *Github*, contenant, non seulement un dossier appelé *Rendu final* avec les mêmes fichiers que sur le CD, mais aussi tout le dossier de travail, utilisé lors de la réalisation du projet, avec des fichiers originaux éditables.

L'adresse de ce répertoire est :

https://github.com/G-Houlmann/Scientific_Calculator

6 Lexique

Lexique des termes informatiques et mathématiques utilisés par ordre alphabétique.

<u>Application de bureau</u>	Programme informatique installé sur un ordinateur de bureau
<u>Axe des X</u>	Axe horizontal d'un graphe, représentant la valeur de X
<u>Axe des Y</u>	Axe vertical d'un graphe, représentant le résultat de la fonction pour la valeur de X correspondante
<u>Base de données</u>	Manière de stocker des données de manière structurée
<u>Binaire</u>	Base numérique composée uniquement de 1 et de 2
<u>Camel Case</u>	Convention de nommage consistant à ne pas mettre d'espaces et écrire la première lettre d'un mot en majuscule
<u>Carré</u>	Mettre un nombre à la puissance 2
<u>Classe</u>	Fichier de code informatique représentant un objet, permettant d'effectuer diverses opérations
<u>Code source</u>	Code d'origine de l'application
<u>Constante</u>	Valeur mathématique ou physique définie restant toujours la même.
<u>Décimal</u>	Base numérique habituelle composée des 10 chiffres de 0 à 9
<u>Exponentiels</u>	Opération mathématique donnant le nombre d'Euler (e) à une puissance donnée
<u>Factoriels</u>	Opération mathématique consistant à multiplier un nombre par tous les nombres entiers inférieurs à lui jusqu'à 1.
<u>Hexadécimal</u>	Base numérique composée de 16 chiffres. Les symboles suivant le 9 sont A, B, C, D, E et F.
<u>HTML</u>	Format d'affichage et de structure affiché par les navigateurs web
<u>Inverse</u>	Un nombre multiplié par son inverse sera toujours égal à 1. On peut aussi écrire l'inverse comme $1/x$
<u>Librairie</u>	Code déjà écrit par quelqu'un et mis à disposition pour être réutilisé dans un projet quelconque
<u>Logarithme</u>	Opération mathématique donnant l'exposant à affecter à un nombre de base (souvent 2, 10 ou e) pour en obtenir un autre.
<u>MCD</u>	Modèle Conceptuel de Données, représentant les tables d'une base de données et certains de ses champs et les relations entre les tables
<u>MLD</u>	Modèle Logique de Données, représentant les tables et tous les champs d'une base de données, ainsi que les relations entre les tables, les types des champs.
<u>Nombre d'Avogadro</u>	Constante indiquant le nombre d'entités élémentaires dans une mole de matière
<u>Octal</u>	Base numérique composée uniquement des 8 premiers chiffres
<u>Opposé</u>	Multiplication par -1 d'un nombre. Un nombre additionné à son opposé donnera toujours 0.
<u>Pi (π)</u>	Constant mathématique indiquant le rapport entre le diamètre d'un cercle et son périmètre.

<u>Puissance</u>	Opération mathématique permettant de multiplier un nombre par lui-même un certain nombre de fois
<u>Racine</u>	Opération mathématique inverse à la puissance, permettant de savoir quel nombre a été mis à une puissance donnée pour en obtenir un autre
<u>Racine carrée</u>	Mettre un nombre à la racine de 2, c'est-à-dire savoir de quoi un nombre est le carré
<u>Script de BDD</u>	Fichier écrit en langage SQL permettant de créer et d'interagir avec une base de données
<u>Trigonométrie</u>	Secteur des mathématiques permettant de calculer des angles de triangles.
<u>Valeur absolue</u>	Valeur positive d'un nombre. Ne change rien pour un nombre positif, et change un nombre négatif en positif.
<u>Versioning</u>	Fait de garder des anciennes versions d'un programme afin de pouvoir facilement y revenir et de garder des archives
<u>Windows Forms</u>	Outil de création et de gestion d'interface graphique dans un programme
<u>XML</u>	Format de données permettant de stocker des données structurées