

Découverte de la TI-Nspire CAS

Ce chapitre est surtout destiné aux nouveaux utilisateurs. Il permet de commencer à découvrir certaines des nombreuses possibilités de l'unité nomade TI-Nspire CAS, plus précisément, les écrans utilisés proviennent de la TI-Nspire CX CAS. En dehors de la couleur les écrans seraient les mêmes sur un autre modèle d'unité TI-Nspire CAS, munie de la version 3.2 du logiciel.

1. Avant de commencer...

1.1 Le concept de classeurs (ou documents).

Contrairement aux calculatrices classiques, TI-Nspire travaille sur des documents comme ceux que l'on manipule sur un ordinateur. On ne travaille plus dans une zone de travail unique comme sur une calculatrice ordinaire, mais à l'intérieur de différents *Classeurs* contenus dans des dossiers que l'on pourra transférer de machine à machine, ou entre un ordinateur et une unité nomade. Chaque classeur peut contenir différentes *Activités*, elles-mêmes constituées d'une ou plusieurs *Pages*. Par ailleurs, chaque page d'une activité permet d'utiliser différentes *Applications* : Calculs, Graphiques, Géométrie¹, Tableur & listes, Éditeur mathématique, Données & statistiques et Vernier DataQuest (cette dernière application qui permet de capturer des données à partir de sondes ou de capteurs et de les analyser ne sera pas abordée dans les chapitres suivants). Une page peut contenir jusqu'à quatre applications.


Il est également possible d'utiliser un Éditeur de programmes, nous y reviendrons dans le [chapitre 14](#), qui présente la programmation sur TI-Nspire.

Notons de plus sur le logiciel pour ordinateur l'existence d'un éditeur de script Lua, permettant à l'aide d'une API avec le logiciel TI-Nspire de créer des applications personnelles pouvant tourner sur l'unité nomade ou l'ordinateur. Le langage Lua et l'éditeur de script seront abordés dans le [chapitre 17](#).


¹ Graphiques et Géométrie sont les deux “visages” d'une même application Graphiques & Géométrie, le premier plutôt analytique, le second purement géométrique.

1.2 L'écran d'accueil

L'écran d'accueil auquel on accède lors du démarrage de l'unité nomade permet d'effectuer les opérations suivantes :

- Ouverture de Scratchpad permettant d'effectuer des calculs (**A**) ou des représentations graphiques (**B**), sans avoir à créer un classeur. C'est en quelque sorte un brouillon que l'on peut si l'on veut sauvegarder. Touche  pour basculer entre **Calculs** et **Graphiques**.
- Création d'un nouveau classeur (**1**)
- Explorer l'ensemble des classeurs (**2**)
- Accès aux classeurs récemment ouverts (**3**)
- Accès au classeur courant (**4**)
- Réglages de l'unité

Les icônes au bas de l'écran d'accueil permettent d'insérer dans un classeur en cours une page avec l'application correspondant à l'icône ou si aucun classeur n'est ouvert, de créer un classeur avec en première page l'application considérée.

Pour revenir à l'écran d'accueil depuis n'importe quel endroit, il suffit d'appuyer sur la touche .




1.3 Les différents niveaux d'affichage

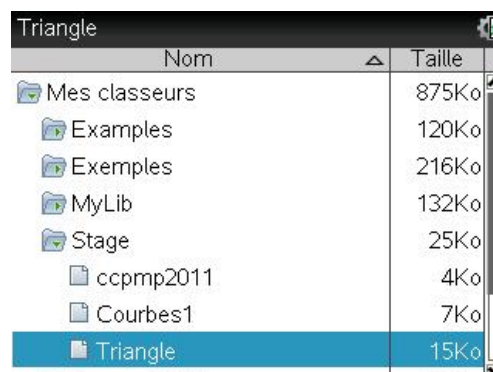
Sur l'unité nomade, on peut se trouver à trois niveaux différents :

Vue d'ensemble (Explorateur de fichiers)

L'appui sur la touche **2** dans l'écran d'accueil permet d'ouvrir un explorateur de classeurs.

Cet explorateur offre une vue d'ensemble sur les différents classeurs présents dans la calculatrice. Ils sont répartis entre différents dossiers.

Si on appuie sur  (centre du TouchPad), ou sur **enter**, le classeur sélectionné sera ouvert.




Vue globale du contenu d'un classeur

Les différentes pages y sont représentées par des miniatures.

L'exemple ci-contre correspond à un classeur divisé en trois activités. La première comporte 2 pages, la seconde en comporte 3. Les activités peuvent être renommées.

Ce niveau permet de supprimer des pages, de les déplacer ou encore de sélectionner une page pour y accéder directement.

Si on appuie sur  ou sur **enter**, la page sélectionnée sera ouverte.


Vue d'une page


Les onglets que l'on peut voir en haut de l'écran indiquent la position de la page actuellement affichée. Nous sommes actuellement sur la page 1 de la première activité. Le premier numéro indique le numéro de l'activité, le second le numéro de page.

Cet affichage est le « mode normal » dans lequel on va se trouver lorsque l'on travaille à l'intérieur d'un classeur.


☞ *Noter la petite croix rouge en haut à droite de la page, elle permet de fermer le classeur. Également l'étoile devant le nom du classeur indiquant que celui-ci a été modifié et non sauvegardé.*

Pour passer d'un niveau d'affichage à l'autre, on appuie sur **ctrl** puis sur la partie supérieure ou inférieure du TouchPad.

ctrl  Vue d'une page → Vue globale du classeur → Explorateur.

ctrl  Explorateur → Vue globale du classeur → Vue d'une page.

1.4 Créer un nouveau classeur, ajouter une page...

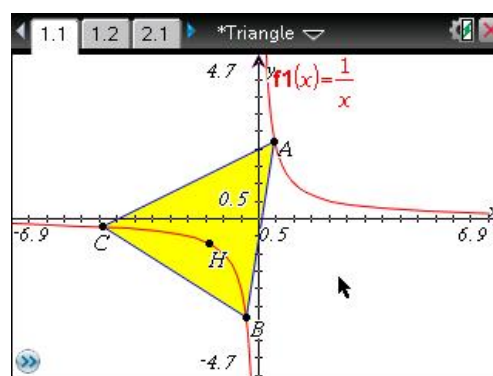
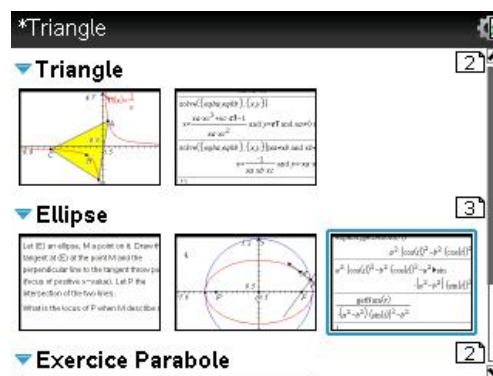
Tout cela se fait très simplement à partir de l'écran d'accueil ( on).

On appuie sur la touche **1** ou on clique sur **Nouveau**, un classeur s'ouvre avec une page dans laquelle apparaît un menu permettant d'ajouter une application : Calculs, Graphiques, Géométrie, Tableurs & listes, Éditeur mathématiques, Données & statistiques ou Vernier DataQuest.


On peut également utiliser les icônes au bas de l'écran d'accueil permettant d'insérer dans un classeur en cours une page avec l'application correspondant à l'icône ou si aucun classeur n'est ouvert, de créer un classeur avec en première page l'application considérée.

Un moyen rapide pour insérer une page à un classeur déjà ouvert est d'utiliser le raccourci clavier **ctrl** **I** on obtient là aussi le menu permettant le choix d'une application.


Enfin pour insérer une page à un classeur déjà ouvert, on peut utiliser le menu obtenu en appuyant sur la touche **doc** (choix **4:Insertion**). Il est aussi possible d'insérer une activité.



Comme nous l'avons déjà vu l'écran d'accueil permet également de passer directement au niveau de l'explorateur de classeurs (choix **2:Mes Classeurs**), d'afficher ou de régler les paramètres de fonctionnement (**5:Réglages**).

On peut sélectionner le choix souhaité avec le TouchPad, puis appuyer sur  ou sur **enter**, ou utiliser la touche numérique portant le numéro du choix souhaité.




Par exemple  **1** **1** crée un nouveau classeur, avec une page Calculs. Si un classeur est déjà ouvert une boîte de dialogue s'ouvre vous demandant si vous voulez enregistrer le classeur précédent avant d'en ouvrir un nouveau.

2. Un premier exemple

$$\text{Soit } f(x) = \frac{4x^2 - 5x - 1}{2x + 1}.$$

On demande d'étudier les variations, les asymptotes éventuelles, les points d'intersection avec les axes puis de calculer la surface délimitée par la courbe, son asymptote oblique, et les droites d'équations $x = 1$ et $x = 2$.

2.1 Définition de la fonction

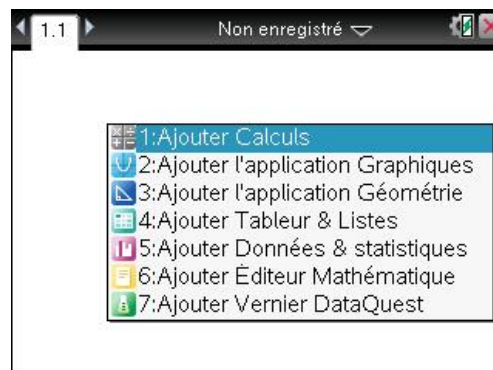
La première chose à faire est d'ouvrir un nouveau classeur. On appuie sur la touche , et on sélectionne le choix **1:Nouveau**.



Si un classeur était précédemment ouvert, on obtient un message nous proposant de le sauver. (Nous reviendrons sur ce point par la suite.) On obtient ensuite l'écran ci-contre.

Nous allons commencer par définir cette fonction dans l'application Calculs.

On peut donc sélectionner le premier choix avec le TouchPad, ou appuyer sur la touche **1**.



On peut à présent définir la fonction.

On pourrait procéder comme sur une machine conventionnelle en utilisant des parenthèses :

f(x):=(4x^2-5x-1)/(2x+1) **enter**

Mais sur TI-Nspire CAS, on peut saisir l'expression sous sa forme mathématique habituelle en utilisant les modèles prédéfinis. Ici, on veut définir un quotient, il suffit d'utiliser **ctrl** **÷** pour le faire apparaître.

On complète ensuite l'expression.

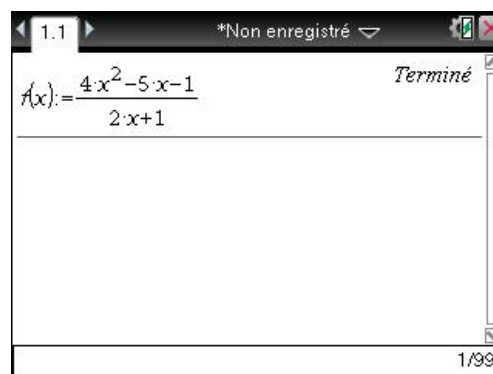
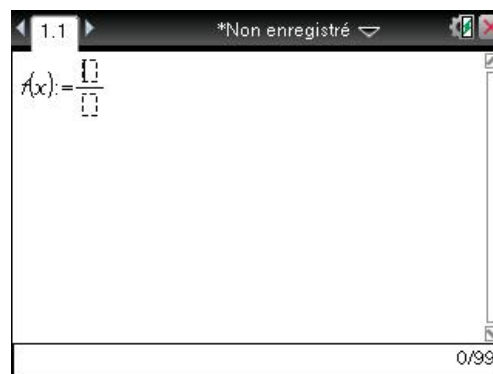
Trois syntaxes équivalentes sont utilisables pour définir une fonction dépendant de x :

$f(x) := expression$

define $f(x) = expression$

$expression \rightarrow f(x)$

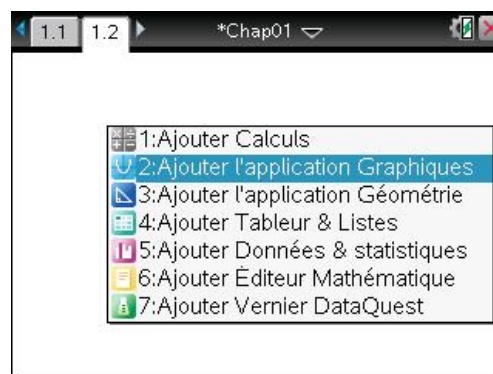
(on utilise ici **ctrl** **[sto→]** seconde fonction de la touche **var**)



2.2 Un aperçu de la courbe représentative

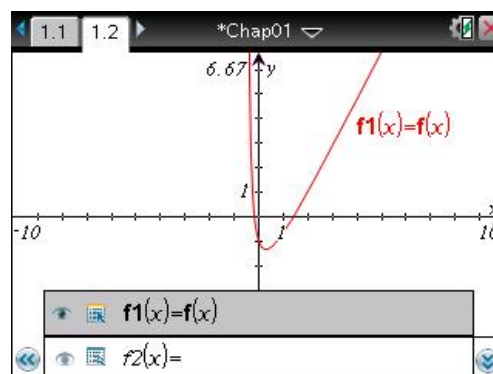
Si votre précédente machine était une machine graphique, vous avez peut-être pris l'habitude de jeter systématiquement un rapide coup d'œil à la courbe représentative de la fonction à étudier. Même si ce n'est pas réellement indispensable nous pouvons facilement le faire sur la TI-Nspire CAS...

On appuie sur **ctrl** **I** et on choisit l'application Graphiques & géométrie.



La nouvelle page est insérée, et on peut observer qu'un curseur clignote en bas de l'écran, à l'emplacement où l'expression de la (première) fonction à représenter doit être saisie. On veut ici représenter la fonction f , définie à l'étape précédente. Il suffit donc de saisir : **f(x)** **enter**

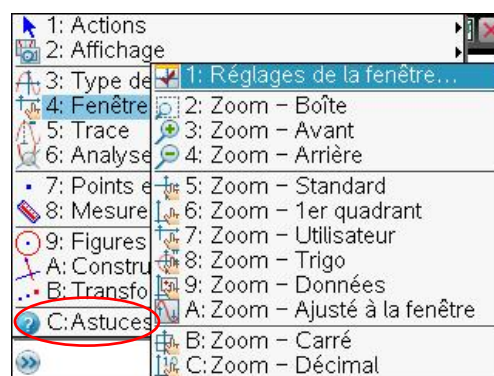
La courbe est aussitôt construite, et la ligne de saisie se ferme. Si l'on veut rouvrir cette ligne de saisie, on appuie sur **ctrl** **G** et sur les deux flèches à droite pour la développer. On obtient alors l'écran ci-contre. Ceci permet d'entrer une seconde fonction ou de modifier la première. Appuyer sur la touche **esc** pour la fermer.



2.3 Modification du cadrage

On dispose de plusieurs possibilités pour définir le cadrage. On peut utiliser le menu contextuel **ctrl** **menu** (c'est l'équivalent d'un clic droit sur une souris), et choisir **4:Fenêtre** pour accéder à toutes les possibilités classiques (Réglages de la fenêtre, différents types de zooms...).

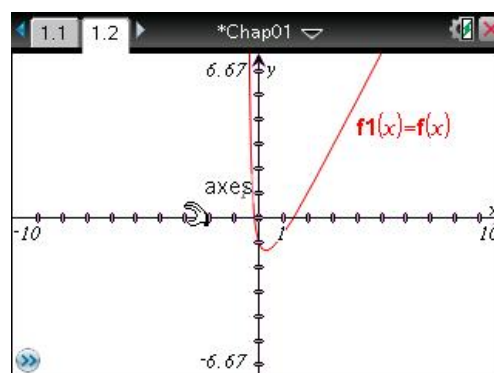
On peut aussi accéder à ce menu en pressant la touche **menu**, ce qui affiche toutes les commandes disponibles dans l'application Graphiques, puis en choisissant **4:Fenêtre**.



☞ En bas du premier menu, on remarque l'option : **C:Astuces**. On retrouvera cette rubrique, donnant des indications d'utilisation de l'application en cours, dans le menu principal de chacune d'elle.

La TI-Nspire CAS offre aussi une manière d'agir sur le cadrage. Appuyer sur **esc** pour faire disparaître le menu précédent, et déplacer le curseur à proximité d'une graduation sur les axes.

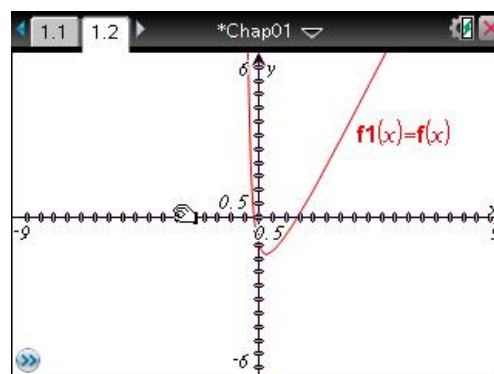
Le curseur prend alors la forme d'une main ouverte.



Pour refermer cette main, ce qui permettra de déplacer la graduation, vous pouvez au choix

- appuyer de manière prolongée sur **esc**
- utiliser la combinaison **ctrl** **esc**


La main se referme, et il est possible de déplacer le point associé à la graduation. Lorsque l'affichage correspond à ce qui est souhaité, appuyer sur **esc**.



☞ Pour agir sur un seul des deux axes, il suffit de maintenir la touche **shift** appuyée tout en déplaçant le point.

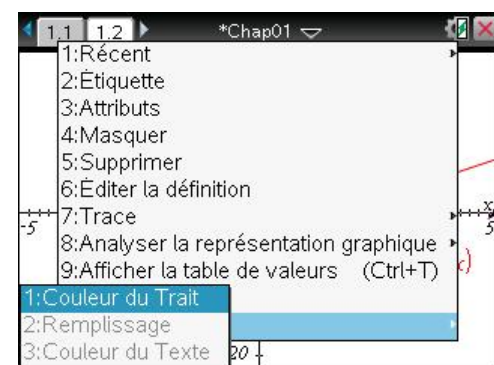
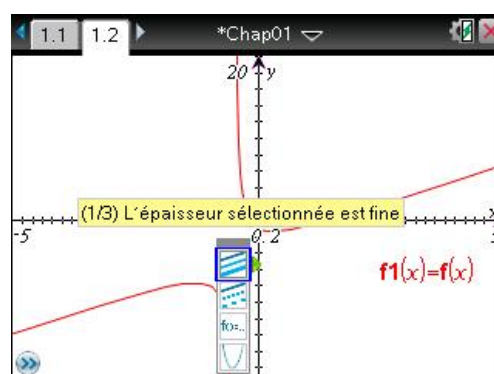
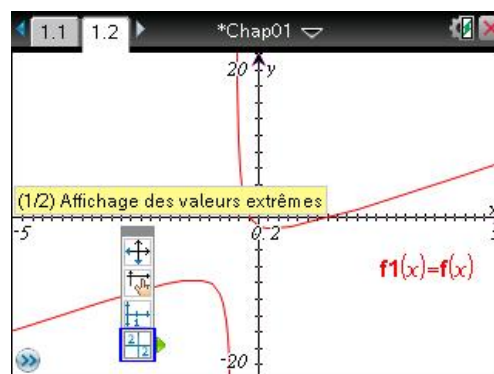
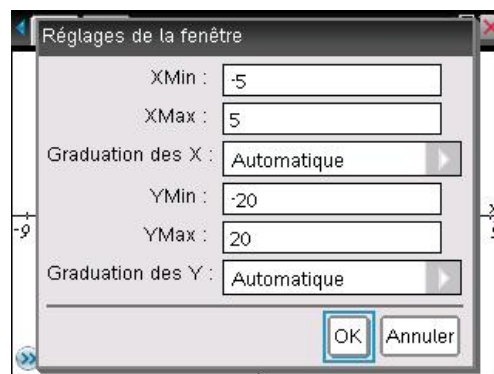
Il est possible de définir directement le cadrage en choisissant l'option **Réglages de la fenêtre**.

On peut définir l'espacement entre les graduations sur les axes, ou laisser cet espacement se régler de manière automatique en fonction de l'amplitude entre les valeurs maximales et minimales.

Pour afficher ou masquer ces valeurs extrêmes sur les axes, il suffit d'approcher le curseur de l'un des axes, puis d'appuyer sur **ctrl** **menu**. Le second choix du menu contextuel (**Attributs**) permet de faire apparaître une barre verticale représentant les différents attributs. On passe de l'un à l'autre avec les touches haut et bas du TouchPad, et on change la valeur de l'attribut en utilisant les touches gauche et droite. Une fois que l'on a fait son choix, il suffit d'appuyer sur le bouton central .

En approchant le curseur de la courbe, on peut de la même façon changer son aspect (gras, pointillés...).

On peut également changer la couleur du trait : après avoir sélectionné la courbe, appuyer sur **ctrl** **menu**, puis sur **B** **1**, choisir ensuite la couleur dans la palette



☞ Il est possible de gagner de la place pour l'affichage de la courbe en utilisant le raccourci clavier **ctrl** **G** qui permet de masquer ou de réafficher la zone de saisie des expressions.

Vous trouverez plus d'informations sur l'utilisation de l'application Graphiques & géométrie dans le manuel du logiciel TI-Nspire CAS, ou dans celui de l'unité nomade. Nous en verrons également une autre utilisation dans la suite de ce chapitre.

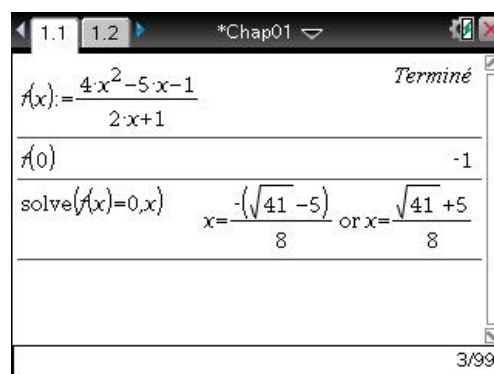
2.4 Intersections avec les axes

Nous allons ici utiliser l'outil de calcul formel. Nous avons déjà ouvert une page Calculs dans notre document, et nous pouvons continuer à l'utiliser. C'est la page 1.1 de notre document. Nous sommes actuellement sur la page 1.2. Pour passer de l'une à l'autre, il suffit d'appuyer sur la touche **[ctrl]** puis sur le coté gauche ou droit du TouchPad.

Pour obtenir l'intersection avec l'axe des ordonnées, il suffit de calculer $f(0)$.

Pour l'intersection avec l'axe des abscisses, on doit résoudre l'équation $f(x) = 0$.

Cela peut se faire en entrant : **solve(f(x)=0,x)**
 Vous pouvez taper directement cette instruction en utilisant le clavier alphabétique, ou utiliser la touche **[menu]**, puis en choisissant **Algèbre**, puis **Résoudre**.

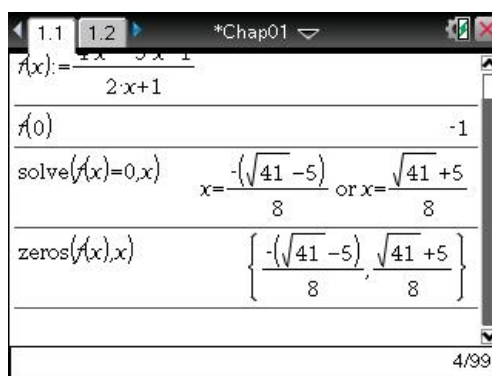
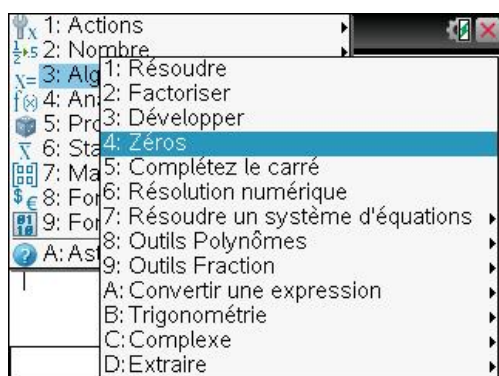


☞ Les fonctions les plus utiles pour l'algèbre (résolution d'équations, factorisation, développement, liste des valeurs annulant une expression, valeur approchée, réduction au même dénominateur, décomposition d'une fraction, résolution numérique approchée, transformations trigonométriques, calcul sur les complexes, extraction du numérateur ou du dénominateur...) se trouvent dans le menu **Algèbre**.

☞ Les fonctions les plus utiles pour l'analyse : calcul de dérivées, calcul de primitives, limites, sommes et produits de termes, extrema d'une fonction, développements limités par la formule de Taylor, résolution d'équations différentielles se trouvent dans le menu **Analyse**.

☞ Vous trouverez également de nombreuses fonctions utiles dans le menu **Nombre**. En particulier ce menu contient un sous-menu **Complexe** (partie réelle, imaginaire, conjugué, etc.)

On peut également choisir d'utiliser la fonction **zeros**, qui recherche les valeurs annulant une expression. Il suffit d'entrer : **zeros(f(x),x)**



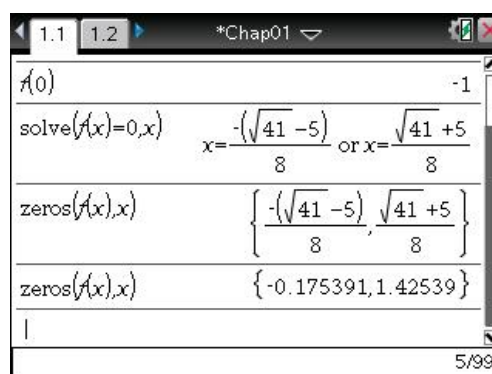
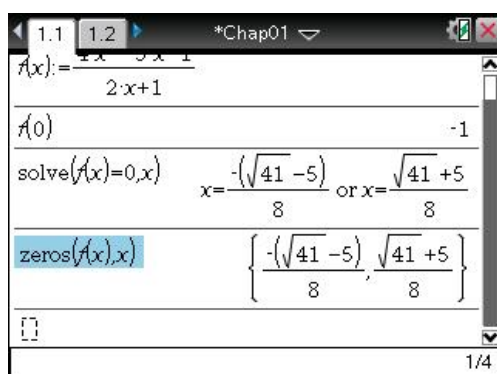
2.5 Calculs approchés

Il est souvent utile d'obtenir également des valeurs approchées (par exemple en physique...).

Il existe plusieurs façons de procéder sur la TI-Nspire CAS.

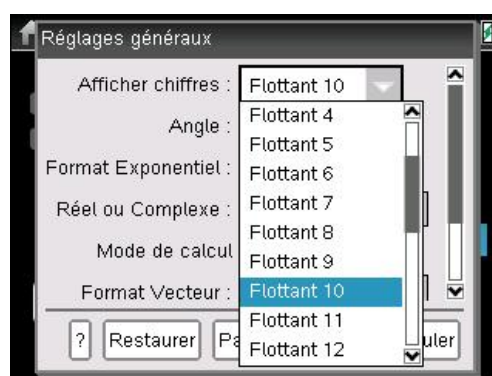
La plus simple consiste à appuyer sur **[ctrl]** **[enter]** pour valider un calcul.

zeros(f(x),x) ctrl enter



Le nombre de décimales affichées est paramétrable, tout comme d'autres éléments (unité utilisée pour les mesures d'angles, mode réel ou complexe, etc.).

Pour accéder à ces différents réglages, on peut par exemple utiliser la touche on puis choisir 5:Réglages. On obtient alors un menu permettant d'effectuer ce réglage localement, au niveau du classeur, ou globalement au niveau du système (il s'appliquera alors à tous les classeurs, sauf ceux faisant l'objet de réglages locaux spécifiques).

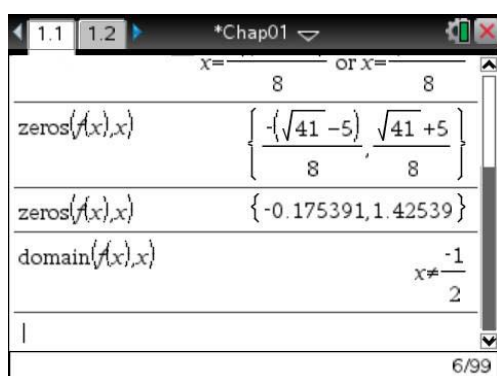


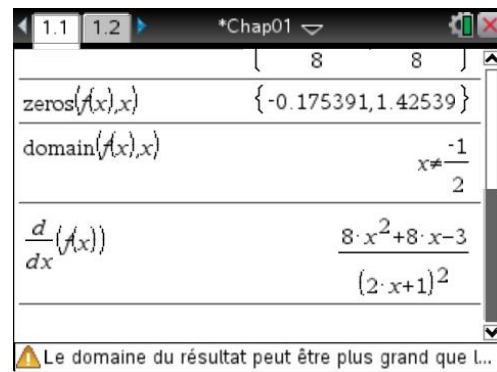
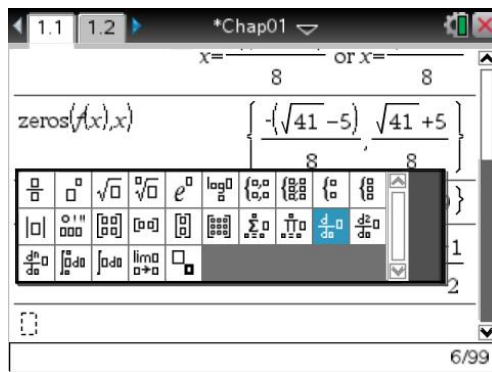
2.6 Ensemble de définition, étude du sens de variation

Pour déterminer l'ensemble de définition, il suffit d'entrer : **domain(f(x),x)**.

Pour le sens de variation, on calcule la dérivée de la fonction, puis on étudie son signe.

Pour la première étape, on sélectionne l'opérateur de dérivation dans la palette des modèles disponibles : on appuie sur on, puis on sélectionne l'opérateur avec le TouchPad (on se déplace d'un modèle à l'autre, puis on valide en appuyant sur le bouton central).

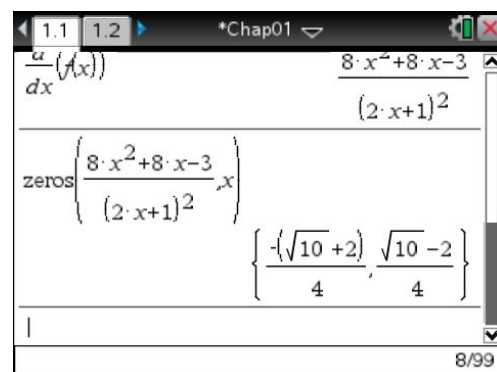
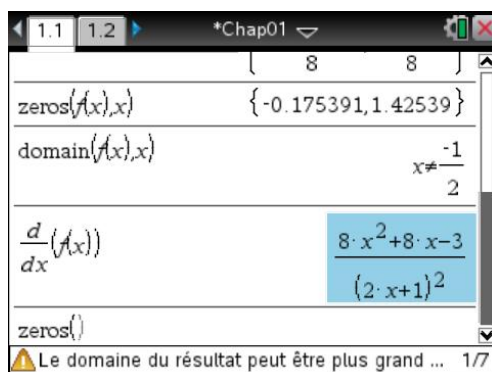




Il reste à rechercher les racines de l'équation, en utilisant la fonction **solve** ou la fonction **zeros**.

On entre le nom de cette fonction avec les touches alphabétiques du clavier ou par l'intermédiaire du menu **Algèbre**, puis on remonte dans l'historique des calculs avec le TouchPad.

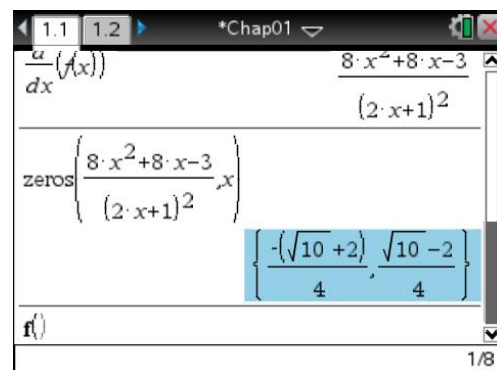
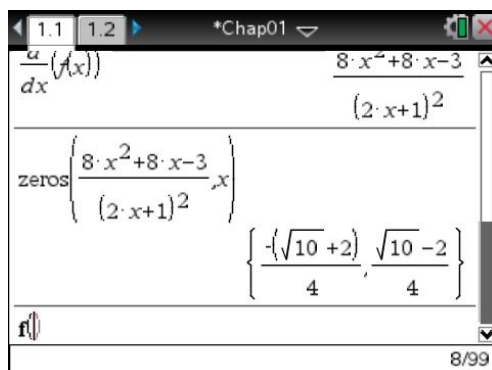
On valide en appuyant sur le bouton central, et il ne reste plus qu'à compléter la commande en tapant **x** puis **enter**. Inutile de saisir la parenthèse fermante : elle a déjà été automatiquement insérée.



2.7 Calcul des valeurs des extrema

Nous avons actuellement la liste des deux racines de la dérivée affichée à l'écran. Nous devons calculer les images de ces deux nombres par f . Il suffit de demander l'image de cette liste par f .

1. On compose le début de la ligne : $f($
2. On utilise le TouchPad pour remonter dans l'historique des calculs et désigner le résultat à utiliser.
3. On valide avec le bouton central.
4. La parenthèse fermante est déjà là. On appuie donc sur **enter**. On valide
5. On valide le calcul **enter**.



Vous pouvez remonter plus loin dans la liste des résultats déjà calculés. On peut également sélectionner une expression calculée, pour la copier dans la zone d'édition et la modifier. Si nécessaire, on peut copier une expression d'une page à l'autre en utilisant les raccourcis **ctrl** **C** et **ctrl** **V**.

2.8 Étude des limites

On sélectionne le modèle permettant de saisir une limite en appuyant sur les touches **lim**, puis on sélectionne l'opérateur avec le TouchPad (on se déplace d'un modèle à l'autre, puis on valide en appuyant sur le bouton central). Il suffit ensuite de compléter les différentes zones du modèle.

Pour saisir le symbole infini appuyez sur la touche **pi**, sélectionnez à l'aide du TouchPad le symbole désiré et validez.

L'un des champs du modèle permettant d'entrer une limite est optionnel. Il est utilisé pour les limites à gauche ou à droite.

On y place un + ou un -, comme dans la notation mathématique usuelle.

Ne pas écrire le + devant le symbole ∞ lors de la recherche d'une limite en $+\infty$.

☞ Dans l'exemple précédent, il n'y a pas de limite en $-1/2$ car les limites à gauche et à droite sont distinctes. C'est la signification de la réponse **undef** obtenue dans l'écran de gauche.

Il est à présent possible de compléter notre tableau de variations par les valeurs de ces limites et par les valeurs aux deux extrema.

2.9 Étude des asymptotes

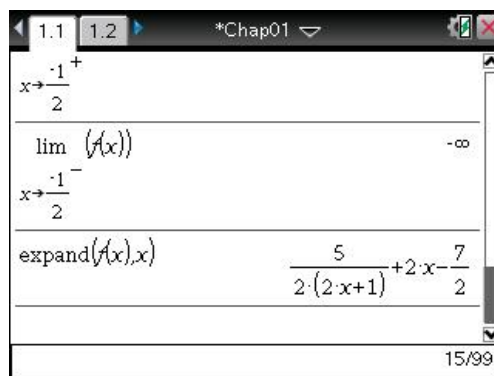
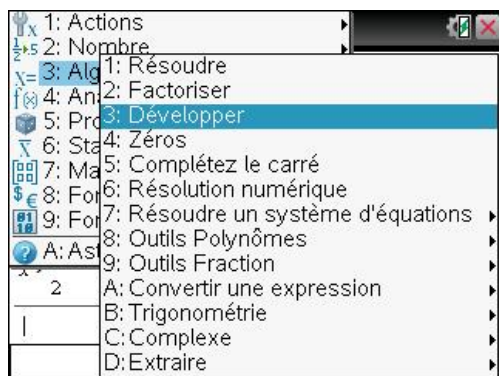
L'étude des limites montre l'existence d'une première asymptote "verticale" d'équation $x = -\frac{1}{2}$.

Nous allons à présent étudier l'asymptote "oblique".

Notre fonction peut être écrite sous la forme $f(x) = ax + b + \frac{c}{2x+1}$.

Le dernier terme a une limite nulle à l'infini. La droite $y = ax + b$ est donc asymptote à la courbe. Il reste à obtenir les valeurs de a , b , c . La fonction **expand** permet d'obtenir directement la décomposition de la fraction rationnelle utilisée pour définir la fonction f . On peut saisir son nom directement, ou sélectionner **Développer** dans le menu **Algèbre**. Vous pouvez aussi utiliser **propFrac**.

expand(f(x),x) .

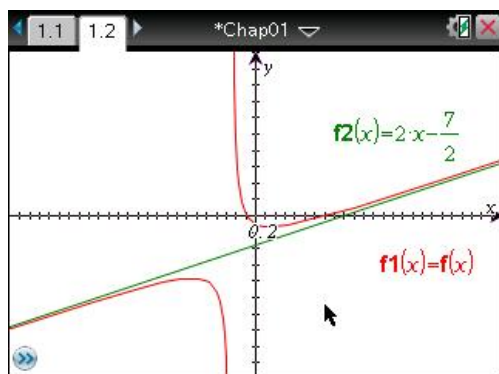


L'équation de l'asymptote est donc $y = 2x - \frac{7}{2}$ et $c = \frac{5}{2}$.

Il est facile de visualiser l'asymptote sur la construction précédente.

Appuyer sur pour passer à la page 2, puis utiliser si nécessaire la touche pour placer le curseur dans la zone permettant de saisir une nouvelle fonction.

Cela permet de vérifier graphiquement que cette droite semble bien être asymptote à la courbe.

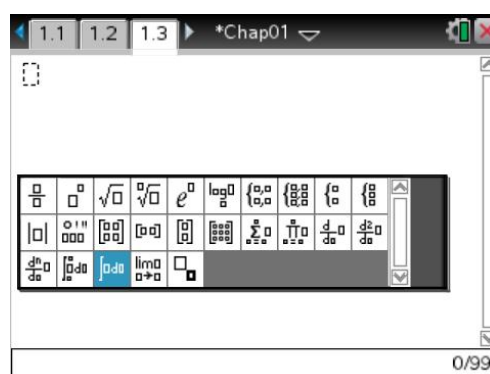
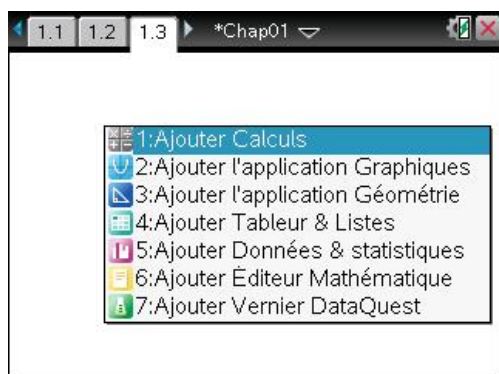


2.10 Calcul d'aires

Cette partie est immédiate avec une TI-Nspire CAS. On peut prévoir graphiquement, et vérifier par le calcul, que la différence entre $f(x)$ et $f_2(x) = 2x - 7/2$ est positive lorsque x est compris entre 1 et 2.

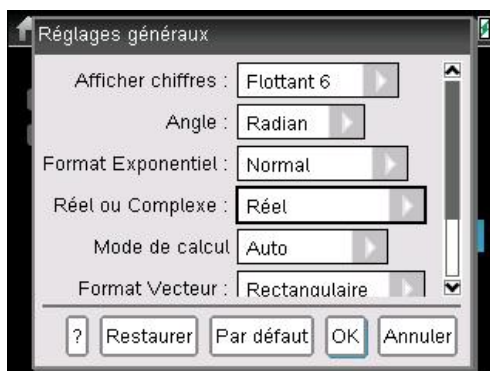
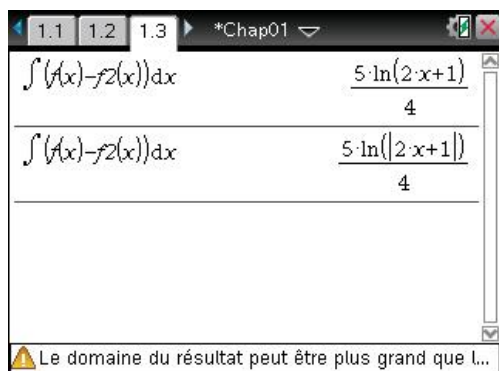
$$\text{D'après ce qui précède, } f(x) - f_2(x) = \frac{5}{2(2x+1)}$$

Nous pouvons faire les calculs d'aires sur une nouvelle page de notre classeur : **ctrl** **I**.



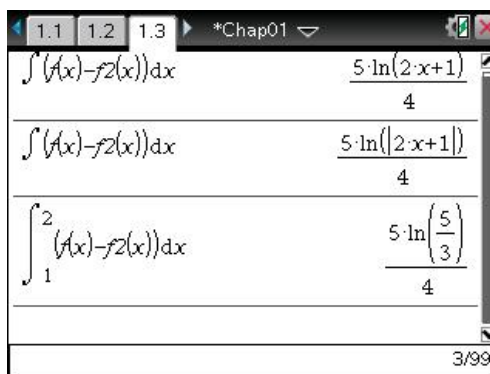
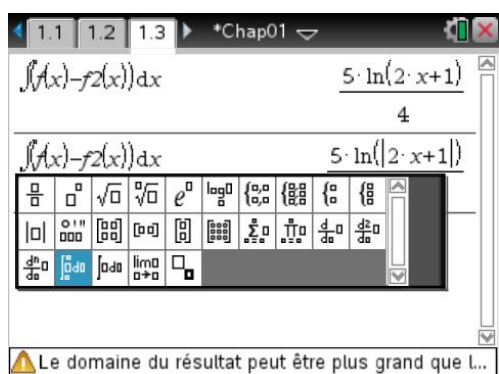
Il reste à intégrer cette différence pour obtenir l'aire, exprimée en unités d'aire.

On peut commencer par un calcul de primitive :



☞ Le premier calcul de primitive a été fait en mode complexe, le second en mode réel (changement de mode dans l'écran de droite **on** **5** **2**).

On peut aussi demander directement la valeur de l'intégrale :

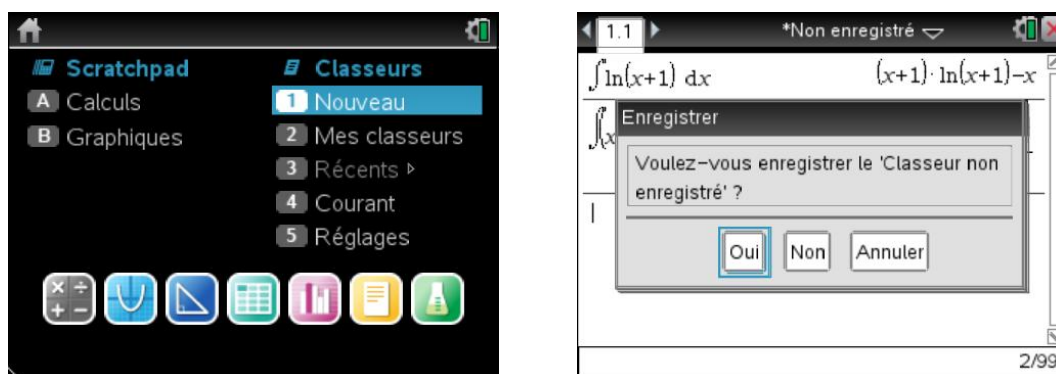


3. Un exercice de géométrie

Voici le texte d'un exercice posé à l'oral de CCP en 2007 (il a été publié dans l'Officiel de la Taupe 2007-2008). On considère un triangle dont les 3 sommets se trouvent sur une hyperbole équilatère. On demande d'établir une propriété concernant l'orthocentre de ce triangle.

3.1 Ouverture d'un nouveau classeur

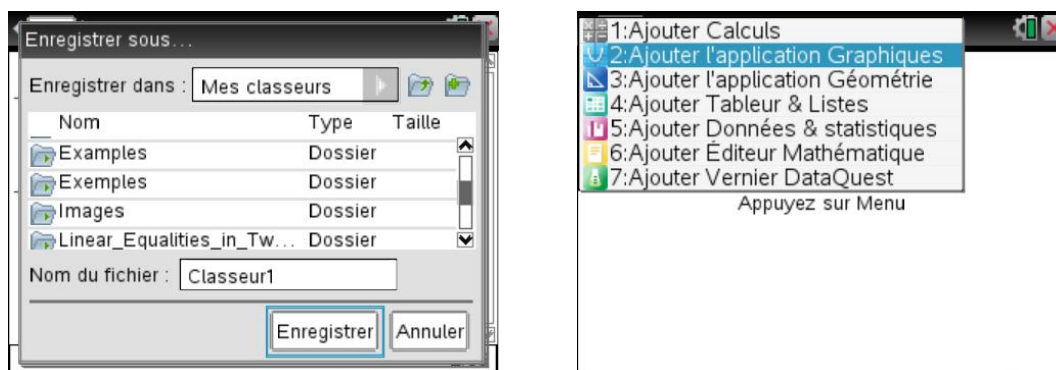
On commence par demander la création d'un nouveau classeur. Sur l'unité nomade, on ne travaille qu'avec un seul classeur ouvert à la fois (sur la version logicielle, on peut travailler avec plusieurs, comme c'est le cas avec la majorité des applications de type traitement texte, tableur, etc...). Le système nous propose donc de sauvegarder notre travail.



Choisir Non si le classeur déjà ouvert n'est pas destiné à être réutilisé.

Dans le cas contraire, choisir Oui. Sélectionner ensuite dans la liste déroulante le nom du dossier dans lequel placer ce classeur, puis saisir le nom à utiliser pour l'enregistrement.

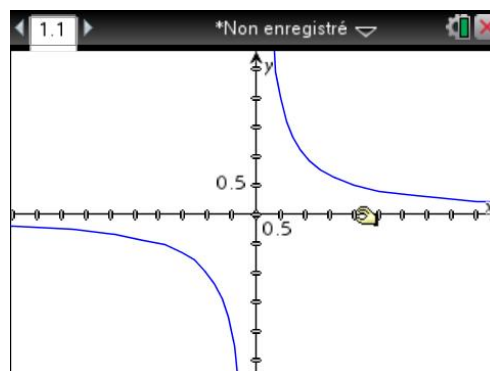
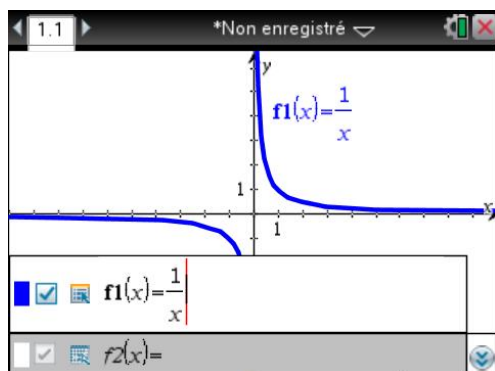
Lorsque l'on appuie sur **[enter]**, le nouveau classeur s'ouvre immédiatement.




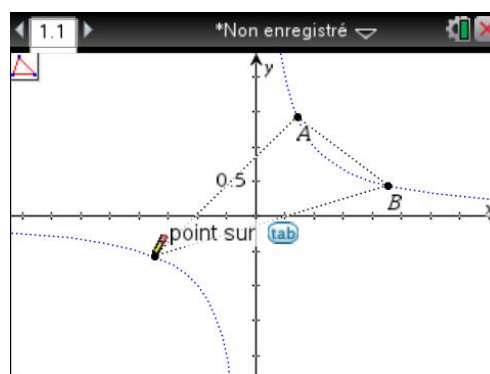
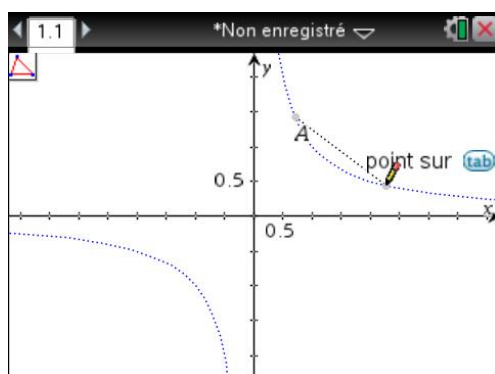
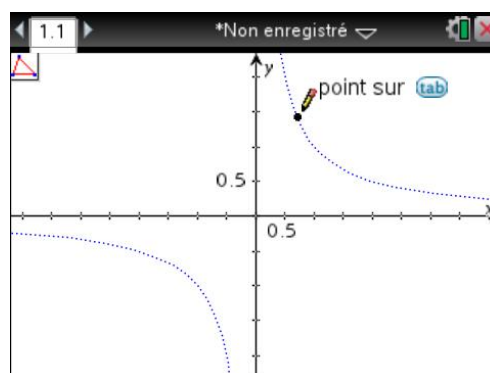
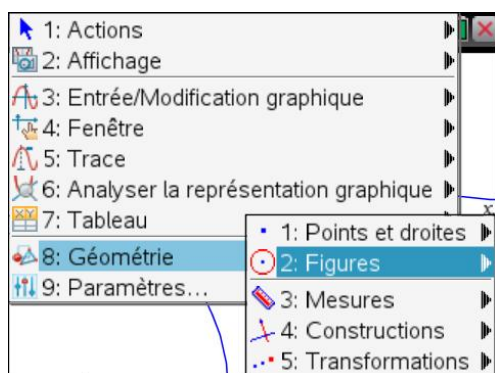
☞ Les différents dossiers sont visibles au niveau de l'explorateur. Ce dernier permet d'en assurer la gestion courante : création d'un nouveau dossier, changement de nom, suppression. Pour accéder à ces différentes possibilités vous pouvez utiliser le menu de l'explorateur accessible en appuyant sur la touche **[menu]**, ou le menu contextuel accessible par **[ctrl] [menu]**.

3.2 La construction géométrique, outil de conjecture

On peut ensuite entrer l'équation de l'hyperbole dans la ligne de saisie, puis modifier le cadrage. Pour la suite, nous n'avons pas besoin d'afficher l'équation dans le bas de l'écran. On supprime donc cet affichage en utilisant **[ctrl] [G]**.




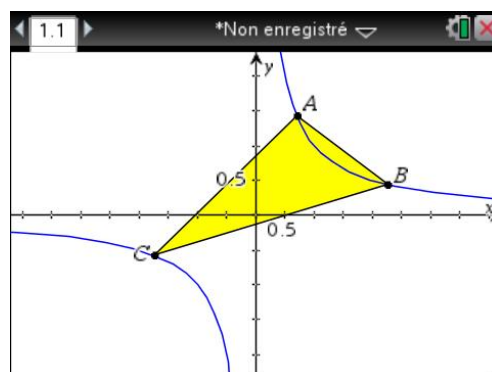
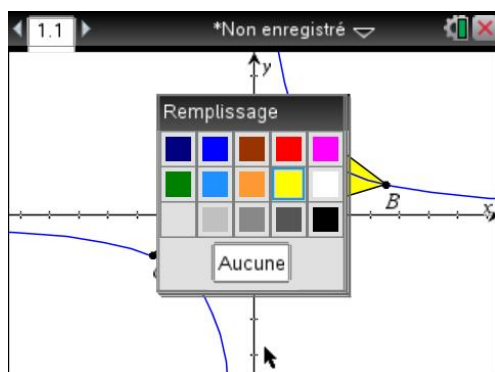
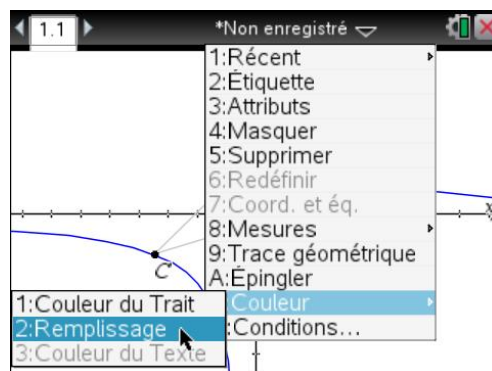
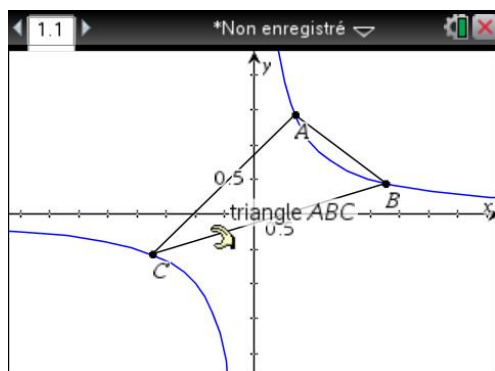
On peut ensuite construire un triangle dont les trois sommets sont sur l'hyperbole. On sélectionne l'outil **Triangle** dans le menu **Figures**. Sur la version 3.2, cela s'obtient en utilisant les touches **menu** **8** **2** **2**. On déplace ensuite le curseur de façon à le placer sur un point de l'hyperbole. Celle-ci passe en pointillés et le message « Point sur » s'affiche. Placer le point en pressant le bouton . Une fois que c'est fait, il suffit de se déplacer vers un autre point, et de cliquer à nouveau. On termine par le 3^{ème} point



Lorsque le dernier point est placé, le triangle apparaît en gras pendant un court instant, puis est affiché en utilisant un trait d'épaisseur normale. N'oubliez pas de cliquer sur **esc** pour quitter l'outil triangle. Tout cela est très simple, mais **il est important de s'assurer à chaque étape que le message Point sur est bien affiché, et que l'hyperbole est bien affichée en pointillés avant de cliquer.**

Que faire en cas d'erreur ? Sur TI-Nspire CAS, on peut (en principe !) toujours réparer une action incorrecte... Utiliser (plusieurs fois si nécessaire) le raccourci clavier **ctrl** **Z** pour annuler les dernières actions. Pour rétablir une opération annulée par erreur, utiliser **ctrl** **Y**.

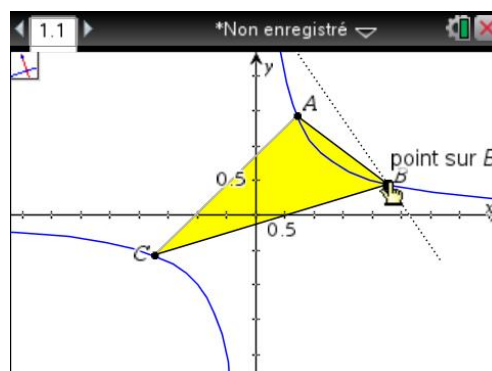
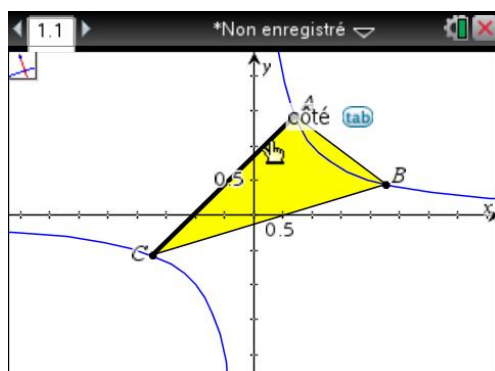
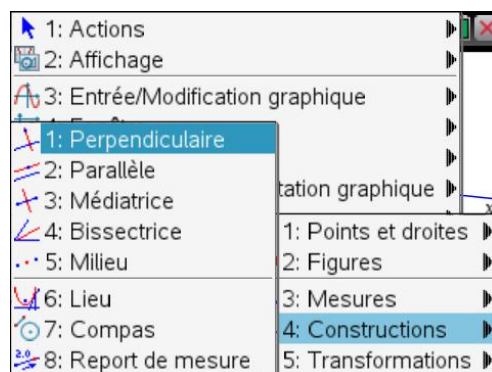
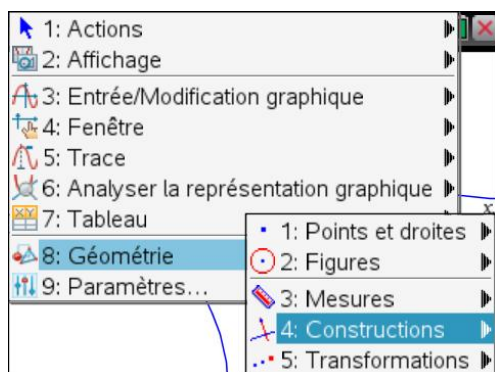
On peut choisir d'utiliser une couleur pour remplir le triangle. Placer le curseur sur l'un des côtés du triangle. Lorsque celui-ci clignote, sélectionner le menu contextuel **ctrl** **menu**, puis **B** **2**. Choisir la couleur de remplissage dans la palette. Appuyer sur  pour valider votre choix.



On peut ensuite construire les hauteurs.

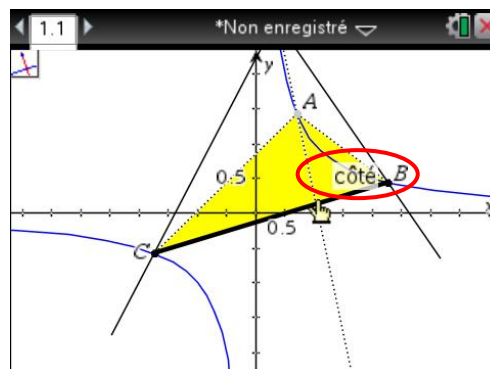
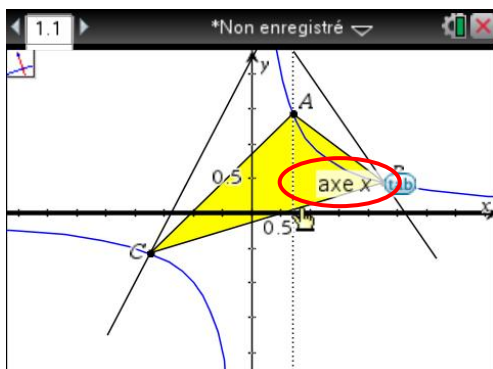
Il n'existe pas d'outil permettant de le faire directement, on va donc revenir à la définition : ce sont les droites perpendiculaires à un côté passant par le sommet opposé.

1. Sélectionner l'outil **Perpendiculaire** dans le menu **Constructions**,
2. Cliquer sur l'un des côtés,
3. Cliquer ensuite sur le point opposé.



Si on se place à un endroit comme dans l'écran ci-dessous à gauche, il y a une ambiguïté... Veut-on une droite perpendiculaire à l'axe, ou au côté ?

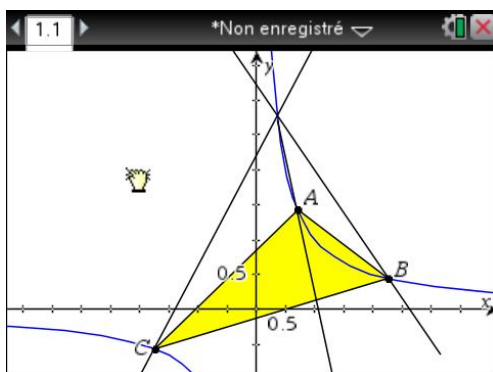
Pour choisir entre les différents objets possibles, il faut appuyer sur la touche **[tab]**. Le message « Axe x » est alors remplacé par « côté », et ce côté clignote (écran de droite).



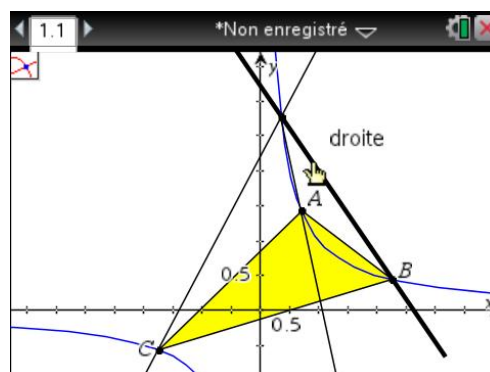
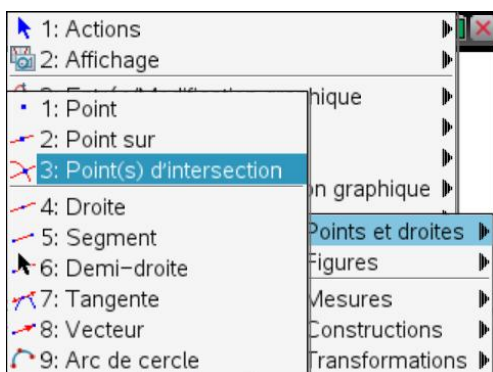
Après avoir terminé la construction de la 3^{ème} hauteur, appuyer sur **[esc]** pour ne pas risquer de commencer la construction d'une 4^{ème} droite perpendiculaire à l'occasion d'un clic malencontreux.

À ce stade, le suspense est encore total, puisque les hauteurs se coupent en dehors de la partie visible de l'écran graphique.

On peut placer sur une zone vide de l'écran, et utiliser **[ctrl]** **[img]** puis déplacer la fenêtre graphique avec le TouchPad. On peut aussi jouer sur le cadrage...

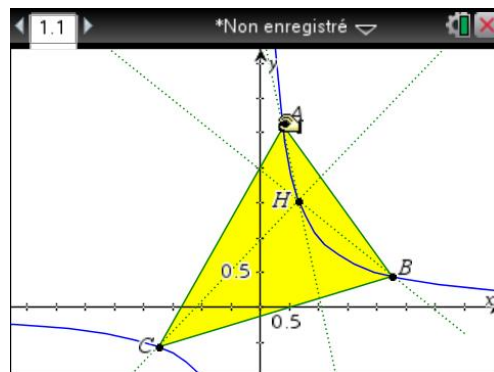
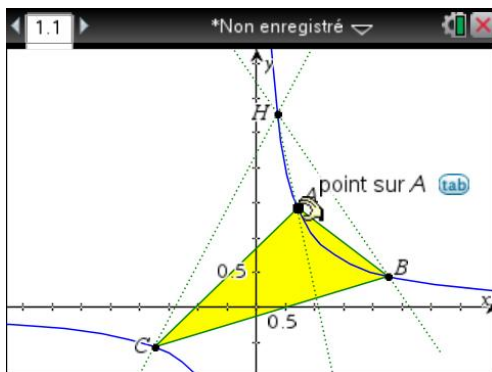


Si les droites n'ont pas été prolongées suffisamment pour que le point d'intersection apparaisse, sélectionner l'outil **Point d'intersection** dans le menu **Points et droites** (**[menu]** **[8]** **[1]** **[3]**) puis cliquer sur deux hauteurs.



Le point semble bien être sur l'hyperbole... On peut alors déplacer les 3 sommets du triangle pour s'assurer que cela reste vrai dans d'autres configurations.

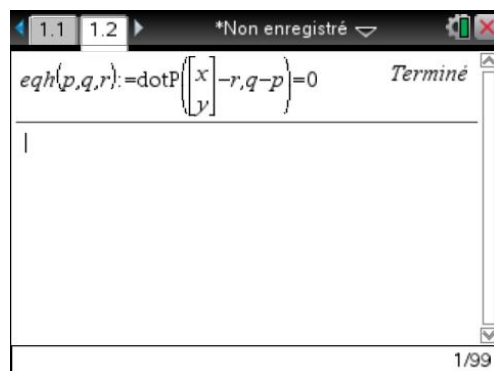
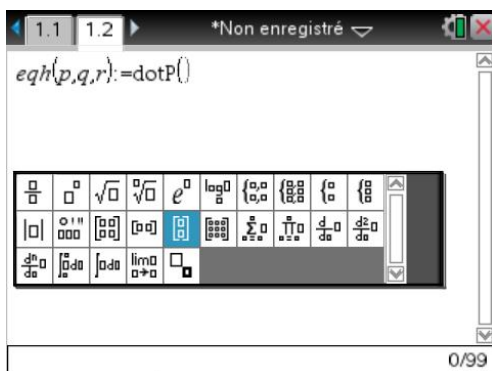
Placer le curseur sur l'un de ces points, **ctrl** , puis le déplacer avec le TouchPad.





3.3 Une preuve analytique

Il est temps à présent de passer à la démonstration analytique. On va pour cela rechercher les équations de 2 hauteurs, puis rechercher les coordonnées du point d'intersection.

On insère une page Calculs en appuyant sur **ctrl** **1** puis sur **1**, on définit une fonction calculant l'équation de la hauteur orthogonale au côté défini par 2 points P et Q passant par un point R (ces trois points seront représentés par des matrices 2×1).



☞ Nous avons utilisé le modèle  spécifique aux matrices 2×1 .

Le modèle suivant  permet d'entrer des matrices de taille quelconque.

Pour écrire cette définition, on utilise les idées suivantes :

1. Par définition de cette hauteur, on a :

$$M \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \in H(P, Q, R) \Leftrightarrow \overline{RM} \perp \overline{PQ}$$

2. En traduisant l'orthogonalité par une condition sur le produit scalaire, on obtient :

$$M \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \in H(P, Q, R) \Leftrightarrow \overline{RM} \cdot \overline{PQ} = 0$$

3. Par ailleurs, si $M = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix}$ et $N = \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix}$, alors le calcul de $N - M$ permet d'obtenir la matrice

2×1 dont les composantes sont celles du vecteur \overline{MN} , c'est-à-dire $\begin{bmatrix} x_2 - x_1 \\ y_2 - y_1 \end{bmatrix}$.

4. Enfin, le produit scalaire de deux vecteurs représentés par 2 matrices colonnes de même dimension s'obtient en utilisant la fonction **dotP**.

Il est important de comprendre que lorsque l'on définit cette fonction, on ne précise pas encore quelles seront les coordonnées des points. On désigne simplement ces 3 points par les lettres p , q et r . Ce n'est que lorsque l'on utilisera cette fonction que l'on précisera leurs coordonnées.

Voici par exemple les calculs qui seront effectués lors de l'appel de **eqh** $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}\right)$.

$$p = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}, q = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix}, r = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - r = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x-1 \\ y+1 \end{bmatrix}$$

$$q - p = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$\text{dotP}\left(\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - r, q - p\right) = \text{dotP}\left(\begin{bmatrix} x-1 \\ y+1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}\right) = 2(x-1) + 2(y+1) = 2x + 2y$$

La fonction **eqh** renvoie l'égalité : $\text{dotP}\left(\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - r, q - p\right) = 0$, c'est-à-dire $2x + 2y = 0$.

Cherchons maintenant les équations de deux hauteurs de notre triangle.

Pour cela, on applique **eqh** au triplet $\begin{bmatrix} a \\ 1/a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b \\ 1/b \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} c \\ 1/c \end{bmatrix}$ puis au triplet $\begin{bmatrix} c \\ 1/c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} a \\ 1/a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b \\ 1/b \end{bmatrix}$ et on stocke les résultats obtenus dans deux variables **eq1** et **eq2** :

$$\text{eqh}(p, q, r) = \text{dotP}\left(\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} - r, q - p\right) = 0$$

$$\text{eq1} = \text{eqh}\left(\begin{bmatrix} a \\ 1/a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b \\ 1/b \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} c \\ 1/c \end{bmatrix}\right)$$

$$\frac{(a-b) \cdot (a \cdot b \cdot c \cdot x - c \cdot y - a \cdot b \cdot c^2 + 1)}{a \cdot b \cdot c} = 0$$

$$\text{eq2} = \text{eqh}\left(\begin{bmatrix} c \\ 1/c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} a \\ 1/a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} b \\ 1/b \end{bmatrix}\right)$$

$$\frac{(a-c) \cdot (a \cdot b \cdot c \cdot x - b \cdot y - a \cdot b^2 \cdot c + 1)}{a \cdot b \cdot c} = 0$$

L'étape suivante consiste à demander la résolution du système défini par ces deux équations, avec x et y comme inconnues. Nous pourrions ainsi déterminer les coordonnées de l'orthocentre du triangle.

Pour résoudre un système d'équations, on utilise un modèle particulier de la palette (accolades):

$$\text{solve}\left(\left\{\text{eq1}, \{x, y\}\right\}\right)$$

$$x = \frac{-1}{a \cdot b \cdot c} \text{ and } y = -a \cdot b \cdot c \text{ and } a \neq 0 \text{ and } b \neq 0 \text{ and } a \neq 0$$

$$\text{solve}\left(\left\{\text{eq1}, \{x, y\}\right\}\right)$$

$$x = \frac{-1}{a \cdot b \cdot c} \text{ and } y = -a \cdot b \cdot c \text{ and } a \neq 0 \text{ and } b \neq 0 \text{ and } a \neq 0$$

☞ On a utilisé le modèle $\left\{ \begin{array}{l} \square \\ \square \end{array} \right\}$ pour entrer ce système de 2 équations.

On peut également utiliser un modèle $\left\{ \begin{array}{l} \square \\ \square \\ \square \end{array} \right\}$ pour les systèmes de taille quelconque.

Ne pas confondre avec les 2 modèles $\left\{ \begin{array}{l} \square \\ \square \end{array} \right\}$ et $\left\{ \begin{array}{l} \square \\ \square \\ \square \end{array} \right\}$ utilisés pour les fonctions par morceaux.

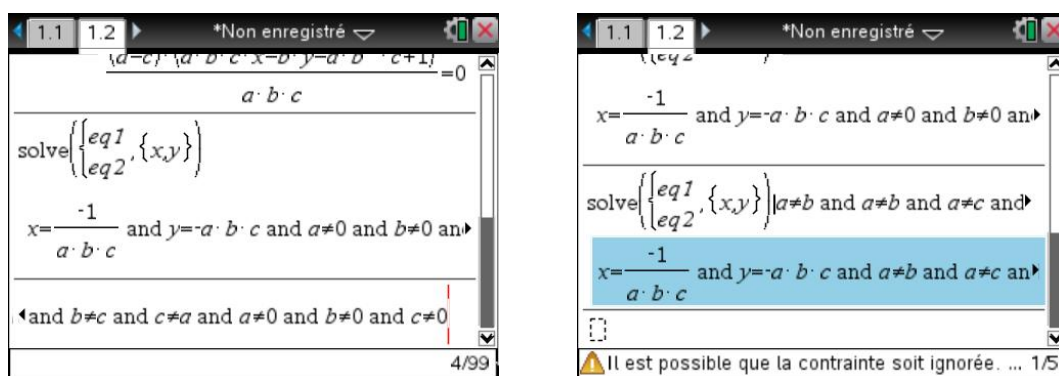
Dans l'écran précédent, on a obtenu une expression assez compliquée car celle-ci prend en compte les différents cas particuliers ($A = B, A = C, \dots$).

Pour éviter cela, nous pouvons spécifier des contraintes permettant d'éliminer ces situations. Il suffit de reprendre l'expression précédente en la complétant par :

$|a \neq b$ and $a \neq c$ and $b \neq c$ and $a \neq 0$ and $b \neq 0$ and $c \neq 0$

Le premier symbole est la barre verticale, qui signifie « sachant que » pour la TI-Nspire CAS et le signe \neq s'obtiennent par la combinaison de touches $\text{ctrl} + [\neq]$ (seconde fonction de la touche =), puis en se déplaçant dans la palette à l'aide du TouchPad.

Voici ce que l'on obtient :



Nous venons de démontrer que l'orthocentre du triangle dont les sommets sont les points

$$A \begin{pmatrix} a \\ \frac{1}{a} \end{pmatrix}, B \begin{pmatrix} b \\ \frac{1}{b} \end{pmatrix}, C \begin{pmatrix} c \\ \frac{1}{c} \end{pmatrix} \text{ est le point } H \begin{pmatrix} \frac{-1}{abc} \\ -abc \end{pmatrix}.$$

Ses coordonnées vérifient l'équation $y_H = \frac{1}{x_H}$ et il est donc sur la même hyperbole.

☞ Il reste dans cet exemple des conditions qui ne sont pas prises en compte (voir le message au bas de l'écran), mais on obtient bien qu'une solution.

4. Un exemple d'utilisation de Tableur & listes


Il serait dommage de conclure ce chapitre consacré à la découverte de TI-Nspire CAS sans parler de l'application Tableur & listes.

Considérons l'exemple classique de la suite de Fibonacci, définie par

$$\begin{cases} u_0 = 1 \\ u_1 = 1 \\ u_{n+2} = u_{n+1} + u_n \end{cases}$$

4.1 Calcul des termes

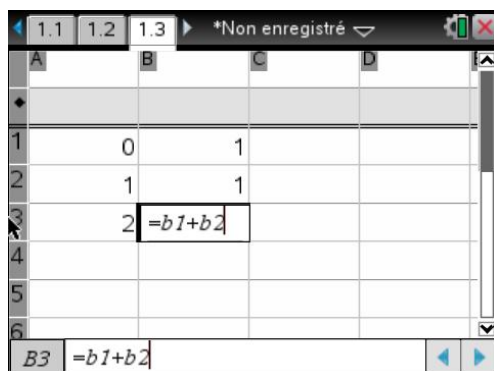
On voudrait obtenir les valeurs u_2, u_3, \dots, u_{20} des termes de cette suite.

On ouvre une nouvelle page avec l'application Tableur & listes :  on et on se déplace jusqu'à l'icône au centre de la ligne à l'aide du TouchPad ou de la touche **tab**.



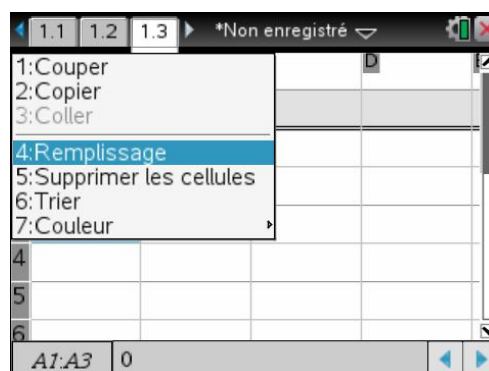
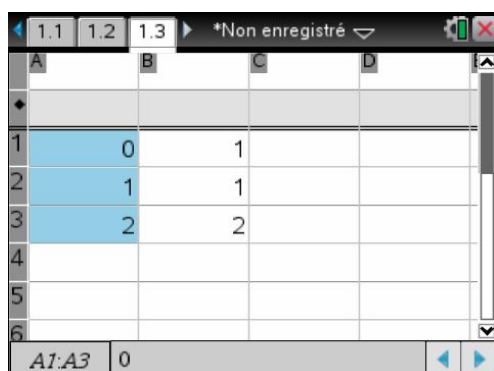
On place les 3 premières valeurs de n dans les cellules **a1**, **a2** et **a3**, la valeur dans u_0 dans **b1** et celle de u_1 dans **b2**.

Dans **b3**, on écrit **=b1+b2**, ce qui permet d'obtenir la valeur du terme u_2 , et surtout d'initialiser le calcul des termes pour les cellules suivantes.



Nous allons maintenant compléter la liste des valeurs de n dans la colonne A.

On sélectionne ensuite les 3 premières cellules de la colonne A, puis le choix 4 dans le menu contextuel accessible en appuyant sur **ctrl** **menu**.



On utilise ensuite le TouchPad pour étendre la sélection vers le bas, jusqu'à la ligne 21, et on appuie sur le bouton central.

TI-Nspire reconnaît les premiers termes d'une suite arithmétique de raison 1 dans les cellules **a1**, **a2**, **a3**, et complète donc les cellules suivantes en suivant le même schéma.²

Il nous reste maintenant à obtenir le calcul des différents termes de la suite.

On se place ensuite sur la cellule **b3**, contenant la formule de calcul du terme de la suite à partir des deux termes précédents, et on étend cette définition vers le bas en utilisant la même méthode que dans la colonne A.

4.2 Changement des valeurs initiales

Considérons à présent la suite définie par
$$\begin{cases} u_0 = 1 \\ u_1 = \frac{1}{2} \\ u_{n+2} = u_{n+1} + u_n \end{cases}$$

Il suffit de changer la cellule **b2** qui contient la valeur de u_1 . Tous les termes sont aussitôt recalculés, et comme on peut le voir dans l'écran page suivante, cela se fait sous forme exacte !

² Il aurait été possible de placer 0 dans la cellule **a1**, **=a1+1** dans **a2**, puis de copier le contenu de la cellule **a2** vers le bas.

	A	B	C	D
1		0	1	
2		1	$\frac{1}{2}$	
3		2	2	
4		3	3	
5		4	5	
6		5	6	
	B2	$\frac{1}{2}$		

	A	B	C	D
1		0	1	
2		1	$\frac{1}{2}$	
3		2	$\frac{3}{2}$	
4		3	2	
5		4	$\frac{7}{2}$	
6		5	$\frac{11}{2}$	
	B3	$=b1+b2$		

☞ Pour obtenir les résultats sous forme décimale approchée, et non sous forme exacte, il suffit de saisir l'un des premiers termes sous forme décimale : on peut placer 1. en b1 ou 0.5 en b2. En effet, lorsque l'un des éléments d'un calcul est un nombre écrit sous forme décimale, le résultat est également obtenu sous forme décimale. Il n'est donc pas totalement équivalent d'écrire 1 ou 1. dans la cellule b1 !

4.3 Représentation graphique

Il faut donner un nom à chacune des deux premières colonnes, en l'inscrivant dans l'entête :

	A	B	C	D
1	n			
2		0	1	
3		1	$\frac{1}{2}$	
4		2	$\frac{3}{2}$	
5		3	2	
6		4	$\frac{7}{2}$	
7		5	$\frac{11}{2}$	
	A	n		

	A	B	C	D
1	n			
2		0	1	
3		1	$\frac{1}{2}$	
4		2	$\frac{3}{2}$	
5		3	2	
6		4	$\frac{7}{2}$	
7		5	$\frac{11}{2}$	
	B	u		

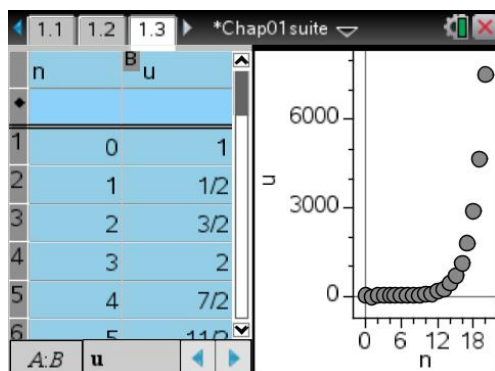
On sélectionne ensuite les deux colonnes, puis le choix **Graphe rapide** dans le menu contextuel.

	A	B	C	D
1	n			
2		0	1	
3		1	$\frac{1}{2}$	
4		2	$\frac{3}{2}$	
5		3	2	
6		4	$\frac{7}{2}$	
7		5	$\frac{11}{2}$	
	A:B	u		

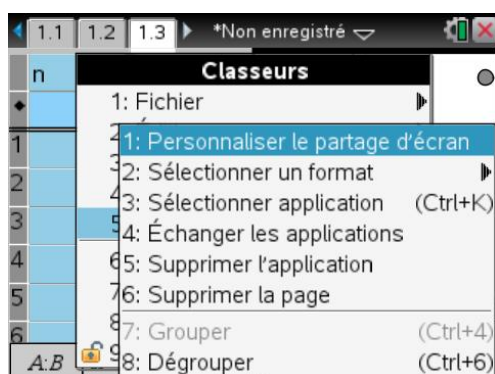
	A	B	C	D
1	n			
2		0	1	
3		1	$\frac{1}{2}$	
4		2	$\frac{3}{2}$	
5		3	2	
6		4	$\frac{7}{2}$	
7		5	$\frac{11}{2}$	
	A:B	n		

L'écran est alors divisé en deux parties, et la représentation graphique des termes de la suite est affichée dans la partie droite, avec un cadrage tenant compte des valeurs minimales et maximales du contenu des deux colonnes.

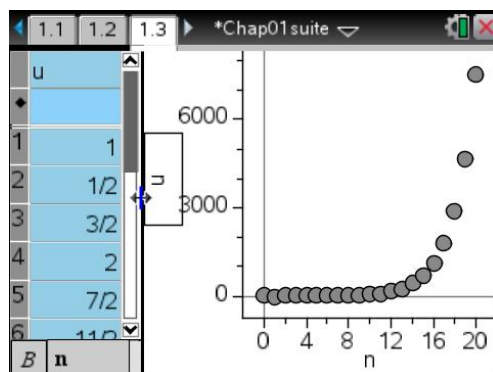
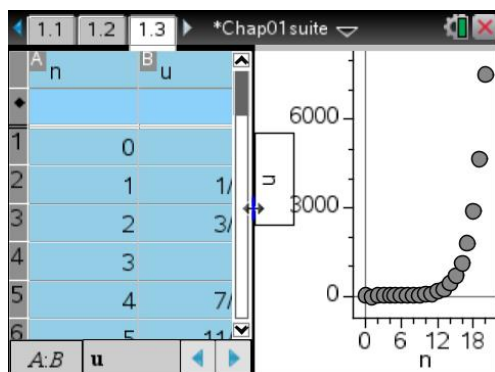
On peut choisir de personnaliser la répartition entre les deux zones de l'écran en sélectionnant **Format de page** dans le menu accessible par la touche **doc**.



Choisir ensuite **Personnaliser le partage d'écran**



puis utiliser le TouchPad pour augmenter la partie utilisée pour la représentation graphique des termes de la suite.



On peut observer la croissance très rapide des termes de cette suite.

Nous verrons dans les autres chapitres de ce livre d'autres fonctionnalités qui n'ont pas encore été abordées pour l'instant. En particulier, l'application Données & statistiques sera largement utilisée dans le **chapitre 13** sur les probabilités et les statistiques.

Au niveau des représentations graphiques seront abordés : les représentations de suites au **chapitre 8**, les représentations et l'étude de coniques au **chapitre 6** sur la géométrie analytique, les représentations de solutions d'équations différentielles **chapitre 10** et enfin les représentations 3D au **chapitre 12** sur les fonctions de plusieurs variables.

Vous pourrez également découvrir l'application Éditeur mathématique dans le **chapitre 3**.

Mais avant d'aller plus loin, nous devons prendre le temps de découvrir dans le **chapitre 2** quelques points essentiels pour la bonne utilisation d'un système de calcul formel.