

Tour guidé pour la TI-92 Plus, la Voyage 200 et les TI-89 (originale et Titanium)

G.Picard – Août 2005

Comment passer de *la somme de 2 nombres* à *l'intégrale impropre* en un tour de main calculatrice!

1. [Premières impressions](#)
2. [Accès et syntaxe des fonctions](#)
3. [Utilisation de la mémoire](#)
4. [Un premier graphique](#)
5. [Quelques manipulations algébriques : le menu \[F2\]](#)
6. [Calcul différentiel et intégral : le menu \[F3\]](#)



TI-89

(PDF, 95Ko)



TI-92 Plus

(PDF, 164Ko)

REMARQUES.

Nous ne pouvons voir dans ce tour guidé toutes les options et techniques de ces calculatrices. Le manuel d'utilisation fait plusieurs centaines de pages! Le choix des sujets vise ici à vous montrer rapidement certaines techniques d'utilisation de base de la calculatrice. On suppose également que vous n'avez aucune expérience des calculatrices de la compagnie Texas Instruments. Selon votre expérience antérieure sur les calculatrices, vous pourriez sauter certaines sections de ce tour guidé.

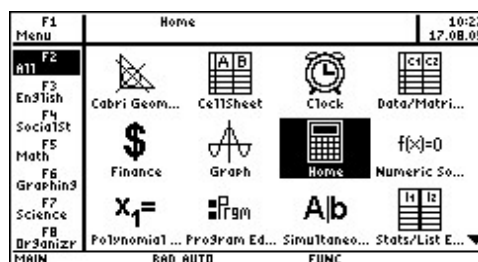
1. Premières impressions

Les directives qui suivent sont données **en fonction de la TI-92 Plus**, qui est à peu près équivalente à la Voyage 200. Les mêmes calculs peuvent être faits avec les TI-89.

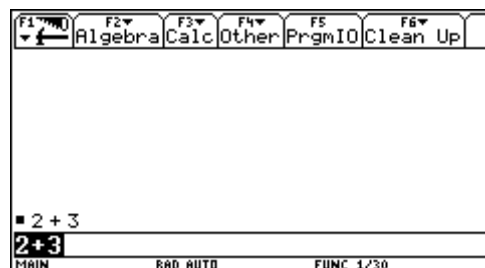
Les claviers de la TI-92 Plus et de la Voyage 200 sont semblables; par contre, plusieurs touches sur le clavier des TI-89 sont à des endroits différents, nous mentionnerons ces différences au besoin. Les écrans utilisés dans ce document seront ceux de la TI-92 Plus (les autres écrans sont plus petits).

Lorsqu'on ouvre la calculatrice pour la première fois, on retrouve l'écran ci-contre. On appuie sur [ENTER] pour accéder à un écran où on pourra effectuer des calculs.

On obtient l'écran suivant, où on a en plus fait calculer $2 + 3$.

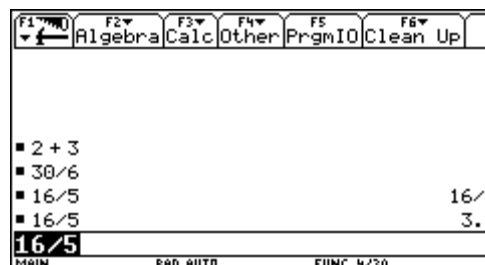


On remarque une ligne de menus en haut et une ligne de commande en bas sous laquelle on retrouve certains renseignements sur la configuration actuelle de la calculatrice. On y apprend ici, par exemple, que la calculatrice est en mode radians. On peut modifier ces configurations à l'aide du bouton [MODE] .



On voit sur la ligne de commande (en fond noir) la dernière opération faite par la calculatrice. Sur la ligne au-dessus, à gauche l'opération effectuée et à droite, son résultat. Il existe sur le clavier une touche [=]. Selon le type de calculatrices que vous avez connu précédemment, vous pourriez croire qu'il faut utiliser la touche [=] pour effectuer l'opération demandée. En réalité il faut utiliser la touche [ENTER] pour que la calculatrice effectue le calcul. La touche [=] est utilisée lorsqu'on veut saisir une équation.

Essayez avec les opérations $30 \div 5$ et $16 \div 5$. Dans ce dernier cas, la calculatrice laisse la réponse sous la forme $16/5$. Par défaut, le mode de calcul est AUTO, comme on le voit sur la ligne du bas. Dans ce mode, la calculatrice donne une réponse exacte, si elle le peut, par opposition à une réponse en décimales. Si vous désirez une réponse en décimales, il faut faire [diamant] [ENTER] pour forcer l'approximation (remarquez le symbole \approx au-dessus de la touche [ENTER]).



Nous utiliserons la notation [diamant] pour désigner la touche sur laquelle on retrouve un diamant à gauche en bas du clavier (en haut à gauche sur la TI-89)

Sur le clavier, la touche [2nd] sert à accéder aux fonctions ou caractères qui sont au-dessus des touches, à gauche. On utilise la touche [diamant] pour accéder à ceux à droite. Calculons maintenant la racine carrée de 18. Le symbole de la racine carrée est au-dessus de la touche multiplié [×] .

Si vous appuyez sur [2nd] [×] , vous verrez sur la ligne de commande le symbole approprié suivi d'une parenthèse ouvrante. En général, sur cette calculatrice, vous devrez indiquer entre parenthèses, à la suite d'une commande ou d'un nom de fonction, les arguments à utiliser pour leur exécution.

Pour compléter le calcul, vous n'avez qu'à taper 18 , fermer la parenthèse et exécuter la commande avec [ENTER]. La calculatrice nous retourne une réponse en mode exact mais simplifiée! Avec [diamant] [ENTER] on aura la réponse en décimales. Pour calculer la racine cubique de 18 on utilise la touche [^] pour désigner l'exposant.

On doit donc saisir : $18^{(1\div 3)}$ [ENTER]

Il faut bien se souvenir de la priorité des opérations lorsqu'on utilise une calculatrice. L'opération exponentiation (exposant) a priorité sur la multiplication et la division, qui elles ont priorité sur l'addition et la soustraction. Dans le calcul précédent, les parenthèses étaient nécessaires pour que la calculatrice utilise 1/3 comme exposant. Si on omettait les parenthèses, on calculerait 18 exposant 1, donc 18, qu'on diviserait ensuite par 3, ce qui donnerait 6.

Le fait de retrouver à gauche de l'écran les opérations demandées et à droite les résultats, permet de valider la syntaxe utilisée pour saisir les calculs. Par exemple demandez à votre calculatrice d'évaluer ceci :

$$\frac{x^2 - 4}{x - 2} \quad \text{et ensuite} \quad 2 + \frac{4}{5 + \frac{1}{6}}$$

Dans le premier cas, on remarque qu'on doit utiliser les parenthèses et on voit à droite que la calculatrice a simplifié l'expression.

Une bonne connaissance de la priorité des opérations permet de minimiser le nombre de parenthèses utilisées pour saisir une expression. Regardez, sur l'écran ci-contre, la 2^e expression évaluée. On aurait pu utiliser plus de parenthèses et obtenir le même résultat : $2 + (4 \div (5 + (1 \div 6)))$.

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
<div> <div>2 + 3</div> <div>30/6</div> <div>16/5</div> <div>16/5</div> </div> <div>5</div> <div>5</div> <div>16/5</div> <div>3.2</div>					
MAIN RAD AUTO FUNC 4/30					

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
<div> <div>2 + 3</div> <div>30/6</div> <div>16/5</div> <div>16/5</div> <div>$\sqrt{18}$</div> <div>$\sqrt{18}$</div> <div>$18^{1/3}$</div> </div> <div>5</div> <div>5</div> <div>16/5</div> <div>3.2</div> <div>$3 \cdot \sqrt{2}$</div> <div>4.24264</div> <div>$3^{2/3} \cdot 2^{1/3}$</div>					
18^(1/3)					
MAIN RAD AUTO FUNC 7/30					

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
<div> <div>16/5</div> <div>16/5</div> <div>$\sqrt{18}$</div> <div>$\sqrt{18}$</div> <div>$18^{1/3}$</div> <div>$\frac{x^2 - 4}{x - 2}$</div> </div> <div>16/5</div> <div>3.2</div> <div>$3 \cdot \sqrt{2}$</div> <div>4.24264</div> <div>$3^{2/3} \cdot 2^{1/3}$</div> <div>$x + 2$</div>					
$(x^2 - 4) / (x - 2)$					
MAIN RAD AUTO FUNC 8/30					

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
<div> <div>$\sqrt{18}$</div> <div>$\sqrt{18}$</div> <div>$18^{1/3}$</div> <div>$\frac{x^2 - 4}{x - 2}$</div> <div>$2 + \frac{4}{5 + 1/6}$</div> </div> <div>$3 \cdot \sqrt{2}$</div> <div>4.24264</div> <div>$3^{2/3} \cdot 2^{1/3}$</div> <div>$x + 2$</div> <div>86/31</div>					
$2 + 4 / (5 + 1/6)$					
MAIN RAD AUTO FUNC 9/30					

L'expression à gauche de l'écran nous assure que l'on a

saisi la bonne formule!

La touche [CLEAR] peut être utilisée pour effacer une expression choisie ou la ligne de commande. La touche [←] permet d'effacer pas à pas pendant la saisie d'une expression

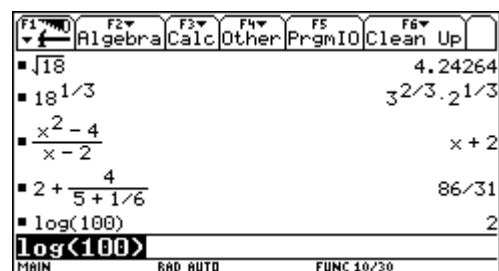
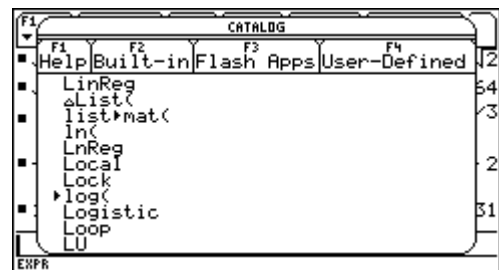
2. Accès et syntaxe des fonctions

Le clavier donne accès à quelques fonctions usuelles mais votre calculatrice dispose de bien plus de fonctions et procédures que ce que l'on voit. Par exemple il n'y a pas de touche pour la fonction logarithme en base 10. Vous pouvez trouver la liste de toutes les fonctions en utilisant la commande " CATALOG " obtenue par [2nd] [2] (c'est direct sur les TI-89) . On peut faire défiler la liste avec les flèches haut, bas, ou on peut taper la première lettre d'une commande. Petit truc : [2nd] bas ou [2nd] haut fait défiler un écran à la fois.

On peut donc avoir accès, par le biais du catalogue, aux fonctions de la calculatrice. Lorsqu'une fonction est sélectionnée dans la liste, appuyez sur [ENTER] pour la saisir sur la ligne de commande.

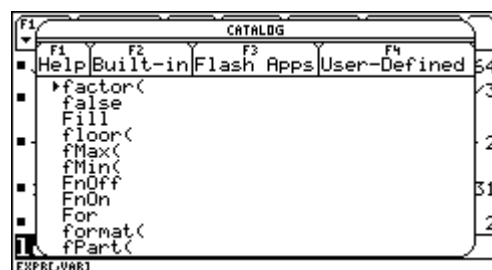
On peut également taper cette commande directement à partir du clavier (plus facile à faire avec la TI-92 Plus qu'avec la TI-89). Dans le cas de la TI-89, il faudra utiliser la touche [alpha] pour accéder aux caractères alphabétiques (les lettres) sur le clavier.

On peut de cette façon calculer aisément le logarithme en base 10 d'un nombre : on tape $\log(100)$ par exemple.



On remarque également que le catalogue permet d'obtenir la syntaxe des arguments d'une fonction ou procédure. Prenons l'exemple ci-dessus où il est question de la fonction $\log()$. On voit en bas, à gauche de l'écran, le terme EXPR qui indique que cette fonction n'a qu'un argument qui sera une expression (numérique ou autre).

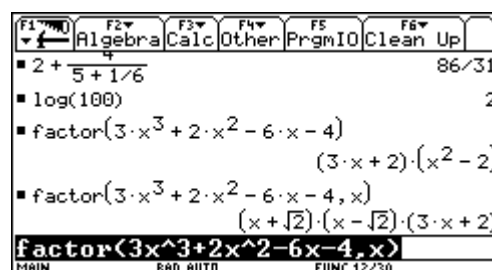
Vérifiez pour la procédure `factor()` qui permet de factoriser une expression. Une fois choisie, vous pouvez utiliser [F1] pour obtenir en plus gros les renseignements apparaissant en bas à gauche.



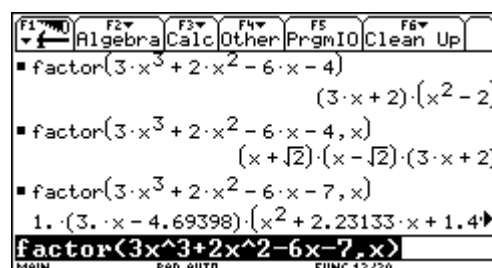
On constate ici que `factor()` a un ou deux arguments : le premier, obligatoire, sera une expression (EXPR). Le deuxième argument est facultatif, puisqu'il se retrouve entre crochets ([, VAR]). C'est la variable par rapport à laquelle on veut que la factorisation se fasse.



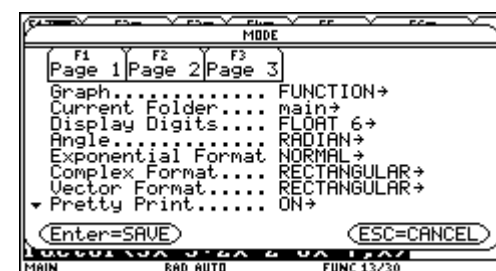
Sur l'écran suivant, remarquez la différence entre les résultats obtenus selon qu'on utilise ou non l'argument facultatif. On constate également que la dernière réponse est donnée en mode exact (remarquez la présence de la racine carrée de 2).



Comme la calculatrice est en mode de calcul AUTO, si elle ne peut donner une réponse exacte (avec une écriture raisonnable), elle passera automatiquement en mode APPROX, donnant une réponse avec des décimales. C'est ce qu'on voit avec le dernier exemple, où on a modifié le dernier terme de l'expression à factoriser. On devra utiliser la flèche de défilement pour afficher toute la réponse.



L'affichage en décimales se fait par défaut avec 6 chiffres significatifs. Comme mentionné plus haut, on peut modifier cette configuration en passant par la touche [MODE] : vous verrez qu'au départ la calculatrice est en mode « FLOAT 6 » pour l'option « Display Digits »; à l'aide des flèches, vous pouvez augmenter (ou diminuer) le nombre de chiffres significatifs!



Pour la fonction logarithme naturel, on utilise la touche [LN] à droite de l'écran sur la TI-92 Plus (au dessus de la touche [x] sur la TI-89). On peut également utiliser le clavier alphabétique pour taper cette fonction directement.

ATTENTION.

Pour la fonction exponentielle en base e (2,71828...), **vous devez utiliser la** commande e^x obtenue par [2nd] [ln] sur la TI-92 Plus ([diamant] [x] sur la TI-89). Vous ne devez pas utiliser la touche alphabétique [E] avec la touche [^] pour l'exposant. Vérifiez ce dernier fait en calculant la valeur en décimales, donc en faisant [diamant] [ENTER],

pour e^π et e^{-2} .

Il y a deux symboles pour le signe « moins » sur le clavier : juste au-dessus de la touche [+] on a le signe moins de la soustraction qui demande un argument de chaque côté pour s'exécuter. À gauche de la touche [ENTER] en bas du clavier, à droite, on a un signe moins entre parenthèses, qui désigne l'opérateur « *changer le signe de...* ».

C'est ce dernier qui doit être utilisé pour le calcul de e^{-2} . Si on utilise la touche [E] ordinaire du clavier, on obtient ce que l'on voit, à droite, avec l'exposant π . Dans ce cas, la calculatrice ne peut pas simplifier l'expression.

Si vous essayez d'utiliser le « moins » de la soustraction, la calculatrice vous retournera un message d'erreur de syntaxe. Le curseur se positionne juste après le problème détecté.

Vous pouvez maintenant vérifier votre maîtrise des différents sujets traités jusqu'à maintenant en saisissant l'expression suivante sur votre calculatrice :

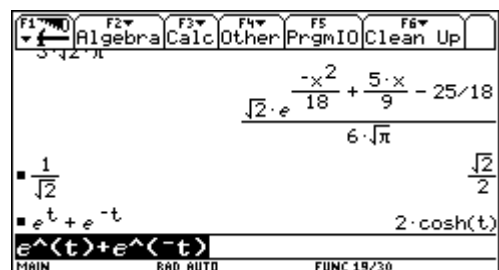
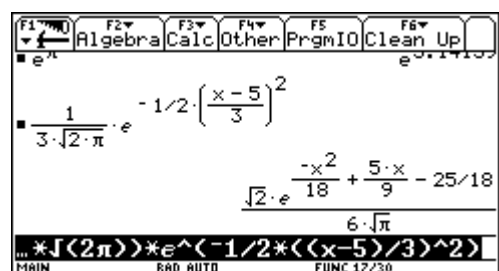
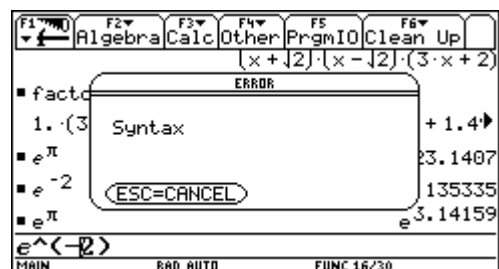
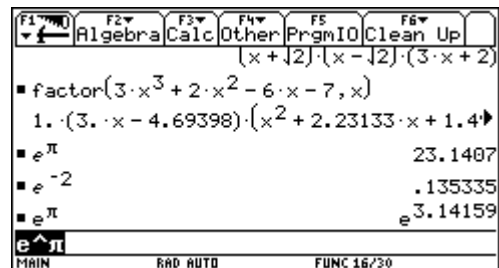
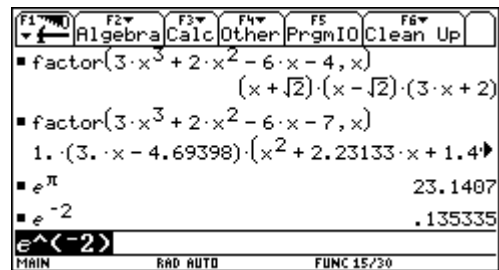
$$\frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-5}{3}\right)^2}$$

Ne vous inquiétez pas si vous n'y arrivez pas du premier coup, il faut faire bien attention aux parenthèses à utiliser. On remarque à gauche l'expression voulue et à droite la forme simplifiée par la calculatrice.

Note sur les simplifications

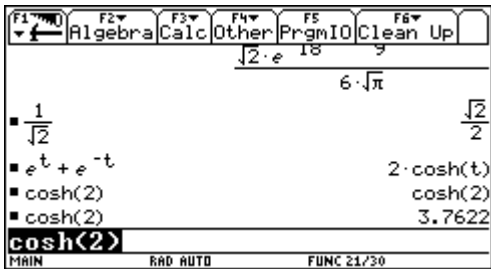
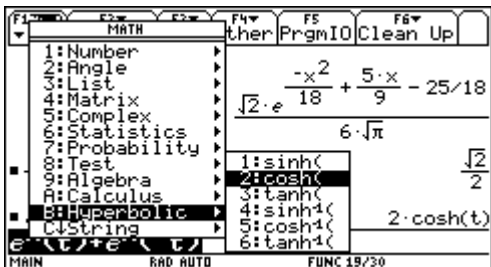
Les simplifications automatiques de la calculatrice peuvent forcer l'utilisateur qui veut comprendre à revoir des notions de base en algèbre, ou même à s'initier à des sujets qu'il ne connaît pas. Par exemple, entrez les 2 expressions suivantes :

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{et ensuite} \quad e^t + e^{-t}$$



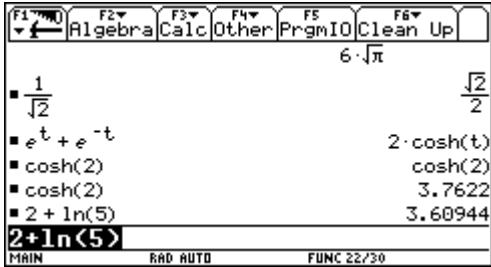
La calculatrice simplifie la première expression en évitant de laisser une racine carrée au dénominateur. Dans le deuxième cas, si ce n'est déjà fait, l'utilisateur devra se familiariser avec les fonctions hyperboliques, en particulier ici, le cosinus hyperbolique ($\cosh(t)$).

On peut vérifier la présence de cette fonction dans le catalogue de la calculatrice ou en passant par le menu « MATH » obtenu en faisant [2nd] [5].

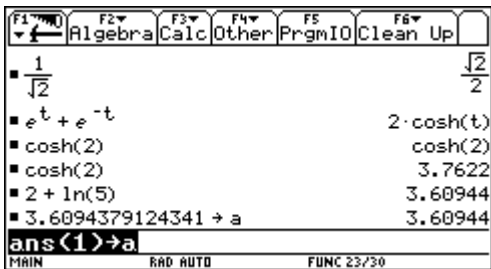


3. Utilisation de la mémoire

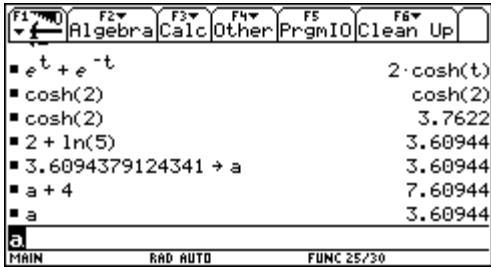
Pour mettre en mémoire un nombre ou une expression, on utilise la touche [STO], ce qui introduit une flèche sur la ligne de commande; on choisit ensuite un nom de mémoire (entre 1 et 8 caractères). Par exemple, après avoir calculé en décimales la valeur de $2 + \ln(5)$, on mettra le résultat en mémoire, lui assignant la lettre **a**.



Après avoir calculé $2 + \ln(5)$, l'expression est en fond noir (en surbrillance) sur la ligne de commande. Si vous appuyez à ce moment sur la touche [STO] l'expression est remplacée par ans(1), qui spécifie de mettre en mémoire le dernier résultat affiché (à droite).



Il faut cependant être prudent et se rappeler que l'on a une valeur assignée à la lettre **a**. Si on demande par la suite à la calculatrice de saisir l'expression $a + 4$, on obtiendra évidemment un résultat numérique. On peut également vérifier la valeur contenue dans la mémoire nommée **a** en effectuant l'opération simple : **a** [ENTER].



Il existe plusieurs noms réservés et la calculatrice vous enverra un message d'erreur si vous essayez d'en utiliser un. On peut mettre en mémoire un résultat numérique ou une expression.

Entrez dans une mémoire que nous

nommerons **tata** l'expression suivante : $t + e^{-t}$

RAPPEL : on obtient la flèche en utilisant la touche [STO].

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ cosh(2)					cosh(2)
■ cosh(2)					3.7622
■ 2 + ln(5)					3.60944
■ 3.6094379124341 → a					3.60944
■ a + 4					7.60944
■ a					3.60944
■ t + e ^{-t} → tata					e ^{-t} + t
t + e ^(-t) → tata					
MAIN RAD AUTO FUNC 28/30					

On peut par la suite retrouver l'expression en utilisant le nom de cette mémoire : effectuez avec la calculatrice **tata** + 5.

Une commande intéressante est l'opérateur « tel que » symbolisé par « | » sur le clavier et accessible par la combinaison [2nd] [K] (à gauche de la touche [7] sur la TI-89). Cela permet d'effectuer une assignation : que vaut **tata** si on pose $t = 6$?

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ a + 4					7.60944
■ a					3.60944
■ t + e ^{-t} → tata					e ^{-t} + t
■ tata + 5					e ^{-t} + t + 5
■ tata t = 6					e ⁻⁶ + 6
■ tata t = 6					6.00248
tata t = 6					
MAIN RAD AUTO FUNC 29/30					

On peut également utiliser la notation fonctionnelle pour mettre en mémoire une fonction.

Par exemple, entrez

$$\frac{1}{3\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-5}{3}\right)^2}$$

dans une mémoire nommée $f(x)$. Comme on a déjà saisi cette expression, vous pouvez utiliser la flèche vers le haut pour remonter jusqu'à cette expression et faire [ENTER].

Cela remplacera ce qui est en noir sur la ligne de commande (ou cela s'insérera à l'endroit où le pointeur (barre droite) clignote).

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrgmIO	Clean Up	
■ tata + 5					e ^{-t} + t + 5
■ tata t = 6					e ⁻⁶ + 6
■ tata t = 6					6.00248
■ $\frac{1}{3\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-1/2 \cdot \left(\frac{x-5}{3}\right)^2}$ → f(x)					Done
))) * e ^{(-1/2 * ((x-5)/3)^2)} → f(x)					
MAIN RAD AUTO FUNC 30/30					

Si vous appuyez sur « flèche » droite ou gauche lorsqu'il y a surbrillance, cela amènera le curseur à la fin ou au début de la ligne de commande. [2nd] « flèche » droite ou gauche aura le même effet si le curseur est à un endroit quelconque de la ligne de commande.

REMARQUE.

Lorsque vous vous déplacez dans les expression précédentes, vous pouvez revenir sur la ligne de commande en appuyant sur [ESC]. Si vous êtes habitué, sur un ordinateur, d'utiliser les commandes-clavier Ctrl-X Ctrl-C et Ctrl-V pour couper, copier ou coller une expression qui est choisie, la même chose peut se faire avec cette calculatrice, mais en utilisant la touche [diamant] suivie de X, C ou V.

Utilisez maintenant l'assignation précédente pour $f(x)$ et calculez, par exemple, $f(2)$ ou $f(1.5)$. On remarque sur l'écran de droite la différence entre les deux réponses après avoir fait [ENTER]. Comme la calculatrice est en mode AUTO, le premier calcul est affiché en mode EXACT, alors que le deuxième sera en mode APPROX (en décimales) puisque l'argument de la fonction, ici $x = 1.5$, était en décimales.

Calculator screen showing the function $f(x) = \frac{1}{3\sqrt{2}\pi} \cdot e^{-1/2 \left(\frac{x-5}{3} \right)^2}$ and its evaluations: $f(2)$ and $f(1.5)$. The mode is set to AUTO.

On peut évidemment remplacer la variable x par ce que l'on veut; on ne doit pas oublier cependant qu'une lettre peut avoir déjà été utilisée comme nom de mémoire, c'est ce qui se produit à droite avec a , que l'on a utilisé précédemment. On le vérifie en faisant : a [ENTER].

Calculator screen showing the evaluation of $f(a)$ where a is a memory variable. The mode is set to AUTO.

Les explications précédentes sont valables également lorsqu'on manipule des expressions ou variables contenant plus d'une variable ou constante.

Prenons l'expression suivante :

$$e^{-(x^2+y^2)}$$

On peut l'évaluer pour des valeurs de x et y en utilisant l'opérateur « | » (tel que) ou en utilisant la notation fonctionnelle (en la mettant en mémoire sous la forme $g(x,y)$).

Calculator screen showing the evaluation of $e^{-(x^2+y^2)}$ for $x=4$ and $y=2$ using the logical operator « | ».

Il faut utiliser l'opérateur logique « and » pour séparer les instructions dans lesquelles on affecte des valeurs à deux variables.

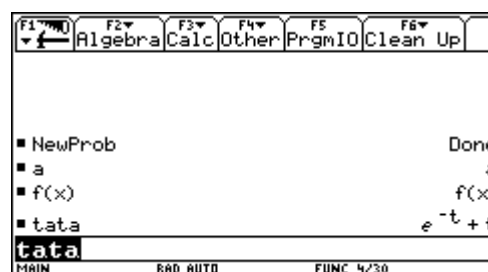
Calculator screen showing the evaluation of $e^{-(x^2+y^2)}$ for $x=4$ and $y=2$ using functional notation $g(x,y)$.

Quoiqu'il soit intéressant de pouvoir utiliser les noms que l'on veut pour désigner des mémoires ou fonctions, il faut également pouvoir faire le ménage et effacer les assignations que l'on ne veut plus. Une façon rapide de faire ce ménage dans notre affichage est d'utiliser la touche [F6] « Clean Up » qui nous offre 3 options.

« Clear a-z » permet d'effacer toutes les assignations faites en utilisant uniquement une lettre. Le 2e choix, « NewProb » fera la même chose en effaçant également l'affichage courant et les expressions présentes dans la pile (par défaut la calculatrice garde les 30 dernières expressions évaluées). La dernière option retourne la calculatrice à sa configuration par défaut.

Calculator screen showing the [F6] « Clean Up » menu with options: 1:Clear a-z..., 2:NewProb, 3:Restore custom default.

Choisissez l'option 2 : « NewProb ». Vous pourrez constater par la suite que ce que vous aviez mis en mémoire a disparu sauf pour **tata** (donc **a**, $f(x)$ et $g(x,y)$ ont disparu!). On peut le vérifier en demandant à la calculatrice d'évaluer ces expressions.



Il est possible également d'effacer le contenu d'une mémoire en utilisant la commande « DelVar » accessible par le menu [F4]. On peut aussi gérer les mémoires et répertoires avec la commande « VAR-LINK » que l'on obtient par la combinaison des touches [2nd] [-].

Vous devriez voir l'écran ci-contre. Profitez-en, lorsque vous aurez utilisé un peu plus la calculatrice, vous verrez bien plus de choses!

« MAIN » constitue le répertoire par défaut. Si vous choisissez tata et appuyez sur [F6], vous verrez le contenu de cette mémoire. Faites [ESC] pour revenir à la fenêtre précédente.



écran venant de la TI-89

Si vous appuyez à partir de cet écran sur [F3], vous verrez apparaître les options vous permettant de communiquer avec un ordinateur ou une autre calculatrice. (consultez [le document suivant](#) pour plus de détails sur ces options) Comme toujours, la touche [ESC] fait office de bouton « cancel » et permet de revenir à la fenêtre précédente.



4. Un premier graphique

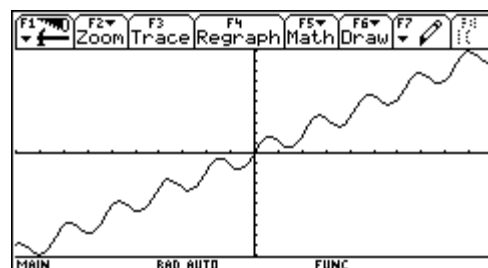
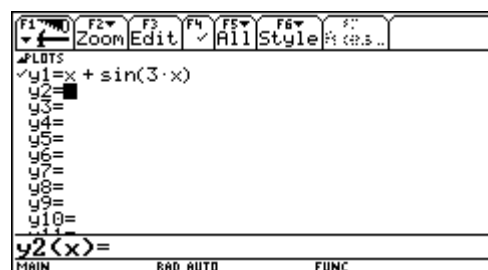
Vous trouverez, au dessus des touches [Q], [W], [E] et [R], les commandes « **HOME** », « **Y=** », « **WINDOW** » et « **GRAPH** ». Sur la TI-89, « **HOME** » a sa propre touche et les autres sont au-dessus des touches [F1], [F2] et [F3].

« **HOME** » correspond à l'écran de calcul normal dans lequel on travaille depuis le début de ce tour guidé. « **GRAPH** » correspond (sans surprise) à l'écran graphique alors que « **Y=** » nous amène à un écran où l'on peut saisir une ou des expressions dont on fera le graphique. « **WINDOW** » est un écran de configuration permettant de paramétrer certaines caractéristiques de l'écran graphique. Par exemple, faisons tracer le graphe de la fonction $x + \sin(3x)$.

En allant à l'écran « **Y=** », on saisit cette fonction sur la ligne de commande, puis [ENTER] ; elle sera gardée en mémoire sous le nom **y1(x)**. Comme on le voit sur la ligne de commande, la variable dépendante **doit** être x .

On remarque que la calculatrice a mis un crochet à gauche de la fonction. La touche [F4] sert à ajouter et à enlever ceux-ci. La calculatrice fera le graphe de la ou des fonctions qui ont un crochet.

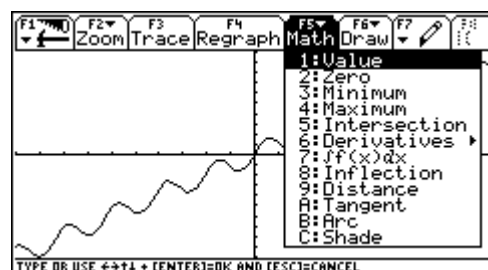
Si on passe ensuite directement à la fenêtre « **GRAPH** », on verra se tracer le graphique de cette fonction.



Plusieurs menus sont accessibles à partir de l'écran graphique.

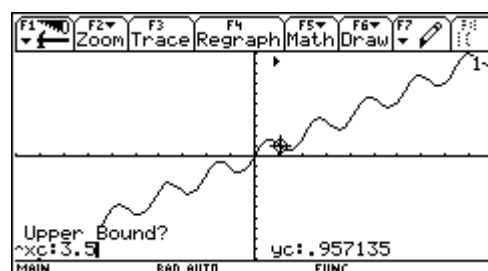
Par exemple, [F3] permet d'obtenir un curseur qui se déplace sur le graphique à l'aide des flèches de direction tout en indiquant les coordonnées du point. [F2] offre plusieurs façons de modifier ou de grossir l'affichage du graphique.

Le menu [F5] permet plusieurs opérations mathématiques intéressantes sur le ou les graphes. On peut trouver un minimum ou un maximum, une dérivée numérique, une intégrale définie, l'intersection de deux courbes, etc.



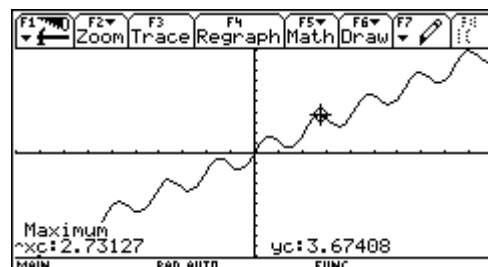
Pour plusieurs de ces options, la calculatrice demandera que vous fournissiez un intervalle de recherche : par exemple, cherchez un maximum de la fonction lorsque x se situe entre 1 et 3.5 .

Vous pouvez déplacer le curseur à l'aide des flèches de direction (petit truc : [2nd] suivi d'une direction va avancer le curseur plus rapidement) ou vous fournissez la valeur au clavier suivi de [ENTER].



On voit à droite que la calculatrice a trouvé un maximum local de 3.67408 atteint en $x = 2.73127$

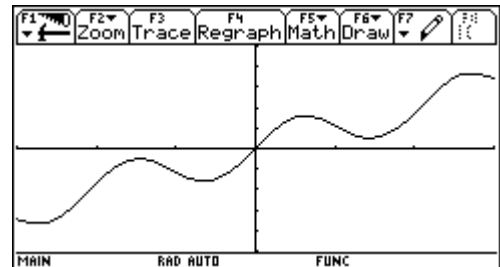
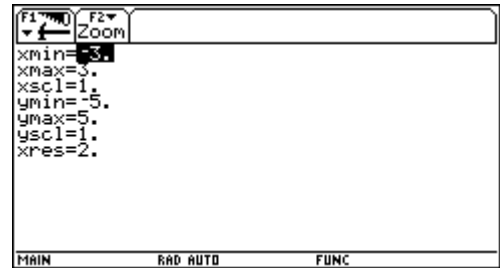
Dans cet environnement, tous les calculs sont faits numériquement.



Comme il a été dit précédemment, on peut modifier la vue du graphe par [F2] « Zoom », ou bien on peut passer par l'écran « **WINDOW** » qui permet entre autres de déterminer entre quelles valeurs de x et de y le graphique sera affiché.

D'ailleurs, l'utilisation de [F2] « Zoom » modifiera automatiquement les valeurs apparaissant à cet écran.

Modifiez les valeurs pour que x varie de -3 à +3 et y varie de -5 à +5; retournez dans la fenêtre « **GRAPH** » pour voir l'impact de ces modifications.



Retournez maintenant dans la fenêtre « **HOME** » ([2nd] [Q]) sur la TI-92 Plus ; c'est direct sur la TI-89).

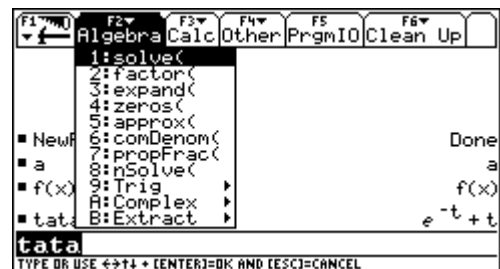
5. Quelques manipulations algébriques : le menu [F2]

Regardons maintenant le menu [F2] qui donne accès à plusieurs commandes et opérations algébriques.

Considérons l'exemple suivant, où on veut développer

$$(t+5)^3(t+4)$$

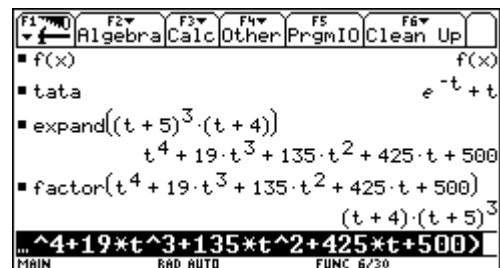
En utilisant la commande « expand », on obtient directement le résultat voulu. La commande « factor » permet de faire le chemin inverse.



Vous pouvez le vérifier avec le résultat précédent.

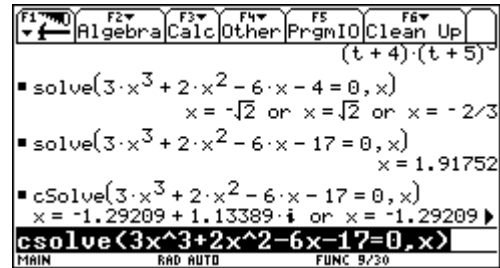
RAPPEL. Utilisez la flèche vers le haut, suivi de [ENTER], pour choisir l'expression polynomiale.

N'oubliez pas de fermer la parenthèse de la commande « factor ».

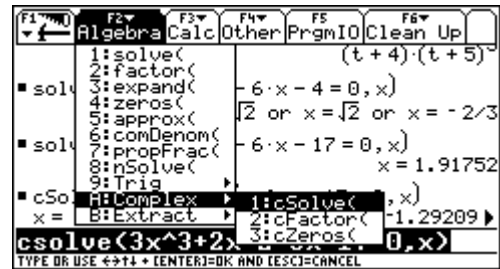


La commande « solve » permet de résoudre une équation par rapport à une variable. Lorsque vous êtes en mode de calcul AUTO (c'est la valeur par défaut), elle résoudra algébriquement, si elle le peut, pour trouver les solutions exactes. Sinon, elle passera automatiquement en mode APPROX pour résoudre l'équation numériquement.

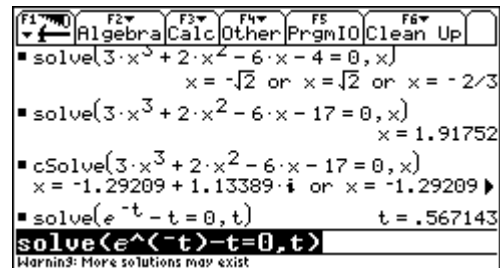
On voit, à droite, la résolution d'un polynôme de degré 3 (on sait qu'il existe une solution algébrique). On remarque dans le 2^e cas, où l'on remplace le terme constant -4 par -17, que la calculatrice donne une seule réponse en décimales, celle-ci ne pouvant s'exprimer simplement en mode exact.



Les 2 autres racines étant complexes, on les obtient avec la commande « csolve » que l'on tape directement au clavier ou que l'on obtient du menu [F2] en passant par l'option « Complex ».



Il peut arriver également que la calculatrice nous prévienne qu'il pourrait y avoir d'autres solutions (voir le message sous la ligne de commande)! Dans ce dernier exemple, il n'y avait pas de solution algébrique à cette équation.



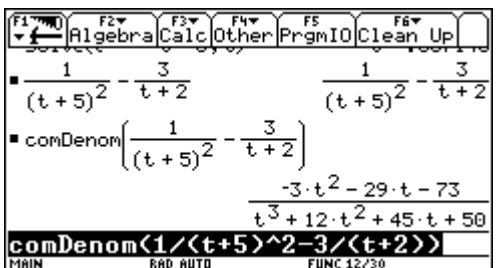
La procédure « zeros » est similaire à ce qui précède, sauf qu'elle cherche les valeurs d'une variable qui annulent une expression (donc le premier argument est une expression et non une équation) et elle donne les réponses sous la forme d'une liste entre crochets. Pour plus de détails sur les commandes « solve » et « zeros », voyez le texte [Résolution d'une équation](#) dans la section **Documents** de ce site.

La commande « comDenom » permet de mettre une somme de termes fractionnaires sur un dénominateur commun.

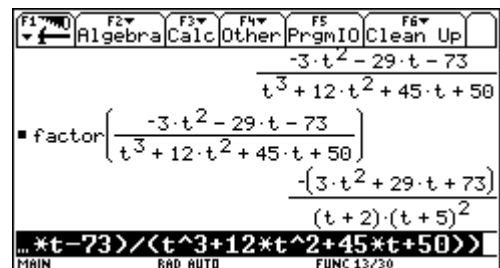
Entrez l'expression suivante :

$$\frac{1}{(t+5)^2} - \frac{3}{(t+2)}$$

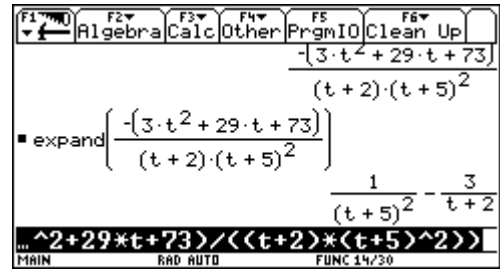
La commande « comDenom » exprime le résultat de cette somme sous la forme d'une seule fraction.



Si, par la suite, on demande à la calculatrice de factoriser cette fraction à l'aide de la commande « factor », on verra le dénominateur se factoriser (car le numérateur ne se factorise pas dans les nombres réels.).

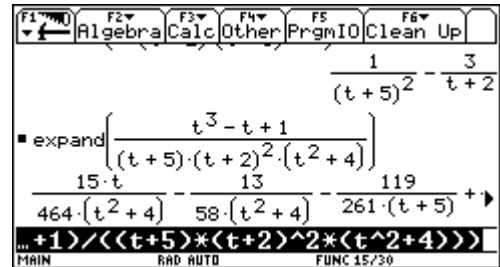


Lorsqu'on parle de décomposition en fractions partielles d'une expression, il s'agit de faire le chemin inverse pour revenir à une somme de fractions plus simples. On obtient ce résultat avec la commande « expand ».



Évidemment, on sauve beaucoup de temps en utilisant cette dernière commande. On peut s'en convaincre en effectuant la décomposition suivante :

$$\frac{t^3 - t + 1}{(t+5)(t+2)^2(t^2+4)} = \text{????}$$



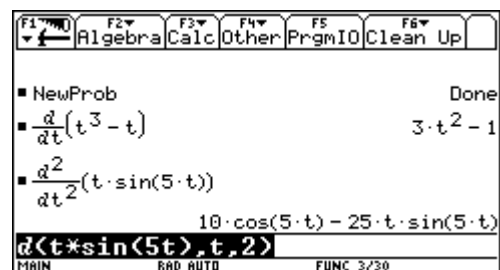
6. Calcul différentiel et intégral : le menu [F3]

Repartons avec un affichage vide en passant la commande [F6] « NewProb ».

Le menu [F3] permet d'effectuer plusieurs opérations reliées au calcul différentiel et intégral.

La première est l'opérateur « dérivée ». Pour dériver une expression, on utilise la commande « *d*(differentiate » du menu [F3] ou plus simplement « *d* » accessible également au clavier par [2nd] [8]. La syntaxe est la suivante, comme on peut le constater en allant dans « CATALOG » : *d*(EXPR,VAR[,ORDER]) où EXPR est l'expression à dériver, VAR la variable par rapport à laquelle on veut dériver et [,ORDER], l'ordre de la dérivée. Comme ce dernier argument est entre crochets, il est facultatif; si vous ne mettez rien, la calculatrice utilise la valeur par défaut « 1 » et calcule une dérivée première.

On remarque, à gauche sur l'écran ci-contre, la notation classique pour la dérivée. **ATTENTION!** Vous ne pouvez pas utiliser la lettre « d » ordinaire prise sur le clavier alphabétique. De plus, la calculatrice simplifiera au besoin le résultat des calculs.



On peut combiner plusieurs des sujets vus jusqu'à maintenant : trouvez la ou les valeurs annulant la dérivée 2^e de la fonction suivante :

$$\frac{t^2}{\sqrt{5t-4}}$$

L'expression pour la dérivée 2^e n'est pas simple. On peut demander à la calculatrice de la mettre sur un dénominateur commun.

Évidemment, pour valoir 0 il faut que le numérateur soit 0 (c'est un des avantages d'avoir l'expression sur un dénominateur commun).

On termine en utilisant la commande « solve » soit sur l'expression obtenue, soit sur le numérateur seulement.

Calculator screen showing the derivative of $\frac{t^2}{\sqrt{5t-4}}$ with a common denominator. The expression is displayed as $\frac{15 \cdot t}{2 \cdot (5 \cdot t - 4)^{3/2}} - \frac{(5 \cdot t + 8) \cdot (15 \cdot t - 16)}{4 \cdot (5 \cdot t - 4)^{5/2}}$. The command $\frac{d}{dt} \left(\frac{t^2}{\sqrt{5 \cdot t - 4}} \right)$ is entered at the bottom.

Calculator screen showing the common denominator $\frac{15 \cdot t}{2 \cdot (5 \cdot t - 4)^{3/2}} - \frac{(5 \cdot t + 8) \cdot (15 \cdot t - 16)}{4 \cdot (5 \cdot t - 4)^{5/2}}$ and the solve command $\text{solve} \left(\frac{75 \cdot t^2 - 160 \cdot t + 128}{4 \cdot (5 \cdot t - 4)^{5/2}} = 0, t \right)$. The result is false .

On constate qu'il n'y a pas de valeur réelle de la variable t qui annule la dérivée 2^e de la fonction donnée puisque la calculatrice répond « false » à la commande « solve ».

Pour faire l'intégrale d'une expression, on utilise la commande « \int » (integrate) du menu [F3] ou plus simplement « \int » accessible également au clavier par [2nd] [7].

La syntaxe de cet opérateur est : $\int(\text{EXPR}, \text{VAR}, [\text{LOW}, \text{UP}])$ où EXPR est l'expression à intégrer, VAR la variable par rapport à laquelle on veut intégrer et [LOW, UP] représentent les bornes inférieure et supérieure de l'intégrale dans le cas d'une intégrale définie.

Comme ce dernier argument est entre crochets, il est facultatif. Si vous ne mettez rien, il est considéré que vous faites une intégrale indéfinie et que vous cherchez une primitive de la fonction à intégrer.

Si vous ne mettez qu'une constante, C par exemple, comme argument suivant l'argument VAR, la calculatrice ajoutera cette constante à la primitive trouvée.

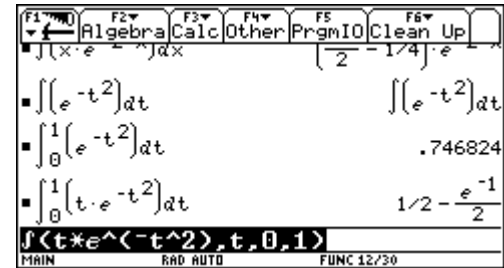
On remarque que la 2^e intégrale à droite est une intégrale définie, évaluée quand t varie de 0 à 1 et que la calculatrice donne une réponse en mode EXACT.

On aurait pu faire [diamond] [ENTER] pour obtenir la réponse en décimales.

Calculator screen showing integration results. The first line shows $\int (t + 3 \cdot \cos(5 \cdot t)) dt$ resulting in $\frac{3 \cdot \sin(5 \cdot t)}{5} + \frac{t^2}{2}$. The second line shows $\int_0^1 (t + 3 \cdot \cos(5 \cdot t)) dt$ resulting in $\frac{3 \cdot \sin(5)}{5} + 1/2$. The third line shows $\int (x \cdot e^{-2 \cdot x}) dx$ resulting in $\left(-\frac{x}{2} - 1/4 \right) \cdot e^{-2 \cdot x}$. The command $\int (x \cdot e^{-2 \cdot x}) dx$ is entered at the bottom.

Lorsque la calculatrice peut trouver une primitive algébriquement, elle procédera par ce biais si le mode de calcul est AUTO. Si elle ne peut pas y arriver et que vous avez fourni des bornes numériques, elle passera alors automatiquement en mode numérique.

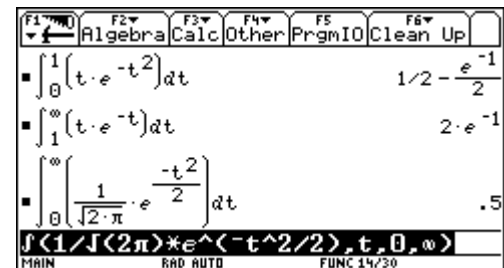
On voit clairement ce phénomène à droite lorsque la calculatrice ne trouve pas de primitive.



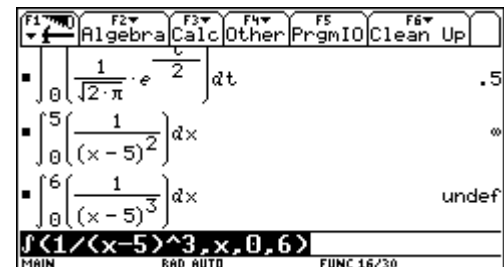
Il existe une primitive

pour $t e^{-t^2}$ mais pas pour e^{-t^2} (du moins pas en termes de fonctions élémentaires).

On peut également effectuer des intégrales impropres, qu'il y ait ou non une primitive, en utilisant au besoin le symbole « ∞ » accessible par [2nd] [J] ([diamant] [catalog] sur la TI-89).



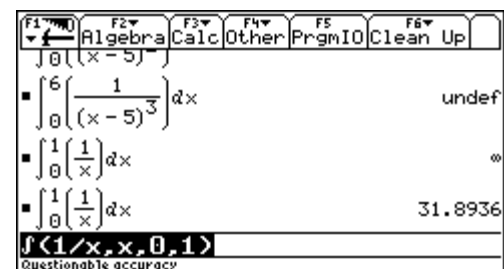
Lorsque le résultat donne l'infini, la calculatrice l'indiquera comme tel. Si le résultat est indéfini, la calculatrice indiquera « undef ».



En mode APPROX, il peut arriver que la calculatrice ait de la difficulté à traiter les intégrales impropres.

On voit à droite l'intégrale de 0 à 1 de l'inverse de x , ce qui donne comme résultat l'infini (∞), un résultat facile à démontrer et que la calculatrice a trouvé en mode AUTO (puisque'il y avait une primitive).

Par contre, lorsqu'on demande de faire l'intégrale numériquement, avec [diamant] [ENTER], la calculatrice prendra environ 60 secondes pour donner une réponse erronée!



Remarquez cependant sous la ligne de commande qu'elle vous prévient que le résultat est incertain (Questionable accuracy).

Ce dernier problème est lié à la routine de calcul numérique utilisée. Il y a, dans la programmation, des critères d'arrêt pour empêcher la calculatrice de calculer indéfiniment en cherchant à stabiliser la réponse, ce qui ne pourra se produire puisque le résultat est infini (divergent). En arrêtant, elle affiche la valeur numérique à laquelle elle est rendue mais affiche le message qu'il y a possiblement une difficulté.

En terminant, illustrons à l'aide d'exemples quelques-unes des autres commandes du menu [F3].

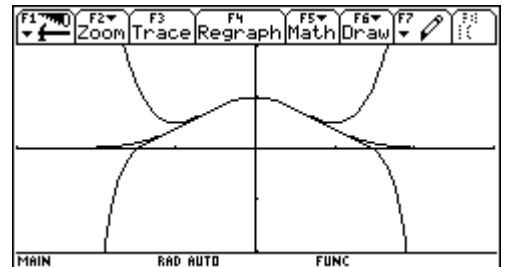
On peut calculer la série de Taylor d'une fonction à l'aide de la commande du même nom dans le menu [F3].

La syntaxe de la commande est :

$\text{taylor}(\text{EXPR}, \text{VAR}, \text{ORDER}[, \text{POINT}])$, où les 2 premiers arguments représentent la fonction et la variable à traiter, l'argument ORDER représente l'ordre de la série de Taylor voulue (cela a donc un impact sur le nombre de dérivées que la calculatrice devra évaluer et sur la longueur des calculs).

L'argument facultatif [,POINT] indique autour de quel point on désire obtenir le développement. Si vous omettez celui-ci, la calculatrice développera la série autour de 0.

On voit à droite un exemple où on a copié et collé (à l'aide de [diamant] [C] et [V]) les résultats dans la fenêtre « Y= » et on a tracé le graphe de la fonction originale ainsi que ceux des 2 séries de Taylor.



On remarque que le polynôme de degré 10 (la seule des 3 fonctions à prendre des valeurs négatives) offre une meilleure concordance avec la fonction originale si on s'éloigne de $x = 0$!

Pour terminer, vous trouverez, à droite, des exemples de calculs de limites et de sommes en utilisant les commandes appropriées du menu [F3].

On remarque pour l'exemple de limite, sur la ligne de commande, le dernier argument -1 qui indique que l'on veut une limite à gauche. On utiliserait +1 (ou tout autre nombre positif) pour une limite à droite. C'est un argument facultatif!

Pour la première sommation, vous pouvez constater que la calculatrice a évalué l'expression en mode EXACT. S'il y a beaucoup de termes dans la somme, il est préférable de faire l'évaluation en mode APPROX(en utilisant [diamant] [ENTER] au lieu de [ENTER]).

On voit dans le dernier exemple que la calculatrice a en mémoire certains résultats classiques!