

Complément

Manuel d'initiation

à

Maple V

version 5

201-NYA-05

Session Automne 2001

Céline St-Pierre

1. Présentation du rapport

Lors de la remise de votre rapport, vous devez remettre :

- Une page de présentation (modèle sur le serveur) dans lequel vous identifiez en plus de son numéro, le titre du laboratoire ; enlevez les soulignés lorsque vous entrez vos noms et autres informations;
- votre travail effectué à l'aide de *Maple*;
- votre protocole et votre feuille de préparation de laboratoire;
- votre contrat d'équipe.

2. Partie *Maple* du rapport

a) Titre et identification au début du document

Commencez votre document en identifiant, dans une cellule « texte », votre laboratoire par son numéro et son titre ainsi que vos noms et autres informations. Afin d'obtenir une cellule texte, cliquez sur le bouton **T** dans la barre d'outils. Vous avez alors une nouvelle barre d'outils qui vous permet de modifier le style, la police et les attributs des caractères.

b) Imbrication des cellules

Il peut être utile de solutionner chaque exercice dans une section séparée des autres. Pour commencer une section, déroulez le menu « **Insert** » et sélectionnez la rubrique « **Section** ».

Vous pouvez alors entrer le numéro de l'exercice et son titre. Si vous avez besoin d'une sous-section

(1 a)... par exemple), déroulez le menu « **Insert** » et sélectionnez la rubrique « **Subsection** ». Pour obtenir une cellule d'exécution des commandes *Maple* (appelée cellule « Input »), vous cliquez sur le bouton **[>]**. Lorsque vous avez terminé un exercice dans une section ou sous-section, vous pouvez fermer les cellules de cette section ou sous-section en cliquant sur la case située dans la partie supérieure gauche de la section. Pour obtenir une nouvelle sous-section (1 b)... par exemple), déroulez le menu « **Insert** » et sélectionnez la rubrique « **Section** ».

Si vous voulez commencer un nouvel exercice numéro 2 et insérer une section qui soit au même niveau que la section 1, cliquez alors dans le titre de la section 1, déroulez le menu « **Insert** » et sélectionnez la rubrique « **Section** ».

c) Enregistrement

Après avoir sauvegardé votre document final sous le format *Maple*, vous pouvez enregistrer une copie de ce document en format HTML, cela peut vous permettre de l'imprimer sur un ordinateur dont le logiciel *Maple* n'est pas installé. Pour ce faire, déroulez le menu « **File** » et sélectionnez la rubrique « **Save as** » et choisissez le format « HTML Source ». C'est évident que ce document sous format HTML ne sera plus éditable avec *Maple*, par conséquent vous devez toujours conserver une dernière version de votre travail en format *Maple*.



3. Entrée des instructions Maple

1. Toutes les instructions *Maple* doivent être écrites dans une cellule d'entrée ou « Input » afin qu'elles soient exécutables. On reconnaît ce type de cellule par son caractère > et par son texte en rouge.
2. Toute instruction doit se terminer par ; ou : afin qu'elle soit exécutable. Une instruction se terminant par les deux-points (:) est exécutée, mais son résultat n'est pas affiché dans la zone de sortie ou « Output ».
3. Toute commande *Maple* commence par une minuscule et ses arguments sont entre parenthèses : **commande(argument1, argument2, ...)**.
4. Afin d'entrer plusieurs instructions dans une même cellule, on tient la touche **Majuscule enfoncée** et on presse sur la touche **Entrée** pour changer simplement de ligne.
5. Pour faire exécuter l'ensemble des instructions d'une cellule « Input » le curseur doit être positionné dans cette cellule (sur n'importe quelle ligne) et on presse la touche **Entrée**.
6. Attention, si vous perdez votre curseur dans votre feuille de travail, enregistrez votre document, cliquez sur la barre des tâches (dernière ligne grise en bas de l'écran à côté des icônes des documents ouverts) et revenez à votre feuille de travail *Maple*. Normalement, vous devriez retrouver le curseur, sinon, après avoir enregistré votre document, fermez-le et en l'ouvrant, le curseur apparaîtra de nouveau.
7. Une cellule d'instructions *Maple* devrait, par précaution, commencer par la commande **restart** afin d'effacer toutes les valeurs ou expressions assignées précédemment aux paramètres, aux variables ou aux fonctions.

4. L'aide en ligne « Help »

Vous pouvez obtenir de l'aide ou de l'information sur certaines commandes *Maple* en utilisant l'une des trois méthodes ci-dessous :

1. Dans la feuille de travail, tapez le mot pour lequel vous voulez obtenir de l'aide et, ensuite, double-cliquez sur ce mot pour le sélectionner et pressez la touche **F1** du clavier. Une fenêtre d'information sur le mot s'ouvrira si cette information existe.
2. Dans une cellule « Input », tapez ? suivi du nom de la commande et pressez touche **Entrée**. Par exemple, **?plot** donne de l'information sur la commande graphique « plot ».
3. Sélectionnez « **Topic Search...** » du menu « **Help** », tapez ensuite le sujet sur lequel vous recherchez de l'information.

5. Opérations mathématiques de base

1. Les symboles de l'addition, la soustraction, la multiplication, la division et la puissance sont +, -, *, / et ^. Attention, on a souvent tendance à oublier de mettre le signe de multiplication entre deux facteurs. Pour *Maple*, le terme « **xy** » ne représente pas le produit de **x** par **y**, mais une variable qui se nomme **xy**. Même chose pour $2x$, il faut taper **2*x**. La puissance est obtenue à l'aide de l'accent circonflexe, ce dernier n'apparaît que lorsque vous tapez la puissance ; par exemple, x^2 est obtenu en écrivant **x^2**.

2. À la page 18 du Manuel d'initiation à *Maple*, vous avez une liste des principales fonctions prédéfinies dans *Maple*. Une autre fonction prédéfinie peut être utile pour les racines n^{e} d'une expression ($\sqrt[n]{\text{expression}}$), soit la fonction **surd(expression, n)**.

6. Distinction entre le signe d'égalité = et le symbole d'affectation :=

Le signe d'égalité = sert à écrire des équations et le symbole d'affectation := (deux-points suivi de =) sert à assigner une expression à un nom.

7. Distinction entre paramètre, variable, expression et fonction

Prenez note que le nom que l'on peut attribuer à un paramètre, une variable, une expression ou une fonction doit être significatif dans le contexte de l'exercice et il est généralement formé d'une lettre, de plusieurs lettres ou de lettres suivies de chiffres. Une variable ne peut pas commencer par un chiffre. Pour en savoir plus, consultez l'aide en ligne en tapant **?name**.

a) Paramètre

Un paramètre est une quantité considérée constante dans le cadre d'un problème. Pour lui assigner une valeur, il faut utiliser le symbole d'affectation :=. Par exemple, si dans un problème donné, le volume d'une boîte demeure constant, alors il est un paramètre et on peut lui assigner une valeur de la façon suivante :

Volume :=500.

Une fois qu'un paramètre se fait assigner une valeur, il la conserve tant que l'on ne lui assigne pas une nouvelle valeur. Ne pas oublier que la commande **restart** efface toutes les valeurs ou expressions assignées précédemment aux paramètres, aux variables ou aux fonctions.

b) Variable

Une variable est une quantité qui peut prendre différentes valeurs dans le cadre d'un problème. Il faut faire attention de ne pas assigner une valeur numérique fixe à une variable, car elle deviendra un paramètre et elle ne jouera plus le rôle de variable.

c) Expression

Une expression algébrique est une formule composée d'une ou plusieurs variables et d'opérateurs mathématiques. À cette formule, on lui assigne un nom le plus significatif possible dans le contexte.

Par exemple, **f :=x^2+2*x-3**; représente l'expression x^2+2x-3 à laquelle on a donné le nom **f**. Dans ce cas-ci, **f** n'est pas considéré comme une fonction, car on ne peut pas calculer des images telles que $f(2)$, $f(a+h)$,...

| Commandes Maple | Résultats |
|----------------------|--------------------------|
| restart; | « Expression » |
| "Expression"; | $f := x^2 + 2x - 3$ |
| f:=x^2+2*x-3; | $x(2)^2 + 2x(2) - 3$ |
| f(2); | $x(a+h)^2 + 2x(a+h) - 3$ |
| f(a+h); | |

Si on veut utiliser cette expression f dans des calculs ou des commandes Maple, il faut l'appeler uniquement par son nom f , non par $f(x)$.

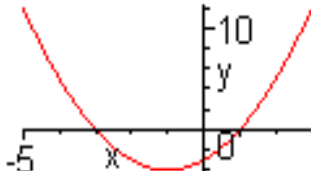
d) Fonction

Dans le cadre du cours 201-NYA-05, nous utiliserons plus la notation de fonction afin d'être capable de calculer des images de fonction telles que $f(2)$, $f(a)$, $f(a+h)$,...

Pour ce faire, il faut définir f (la fonction peut porter tout autre nom, ceci n'est qu'un exemple) comme une règle de correspondance entre la variable indépendante et la variable dépendante définie à l'aide d'une formule.

Par exemple, pour écrire la fonction f définie par $f(x) = x^2 + 2x - 3$, on tape **$f := x \rightarrow x^2 + 2 * x - 3;$**

On peut alors calculer $f(2)$, $f(a+h)$, ... Par la suite, lorsque l'on veut utiliser l'image de la fonction dans des calculs ou des commandes *Maple*, il faut l'appeler par **$f(x)$** ou par **$f(\text{valeur de } x)$** où la valeur de x peut être numérique ou algébrique, par exemple **$f(2)$** représente l'image de 2 par la fonction f et **$f(a+h)$** représente l'image de $a+h$ par la fonction f .

| Commandes Maple | Résultats |
|---|--|
| <pre>restart; "Expression"; f:=x->x^2+2*x-3; `f(x)`=f(x); `f(2)`=f(2); f(5); f(a+h); plot(f(x),x=-5..3,y);</pre> | <p>"Expression"</p> $f := x \rightarrow x^2 + 2x - 3$ $f(x) = x^2 + 2x - 3$ $f(2) = 5$ 32 $(a+h)^2 + 2a + 2h - 3$  |

Pour afficher l'image d'une fonction, il peut être utile d'utiliser l'équation suivante : **$`f(x)`=f(x);$**

Cela permet d'identifier à quoi correspond le résultat obtenu. Comparez les lignes permettant d'obtenir $f(2)$, $f(5)$ et $f(a+h)$.

De façon générale, une fonction s'écrit sous la forme suivante :

Nom fonction := nom variable indépendante -> expression permettant de calculer l'image ;

8. Structure des instructions afin d'établir des procédures

Les grandes étapes pour structurer vos instructions sont pratiquement toujours les mêmes :

#Éléments connus

Dans cette étape, vous entrez les valeurs des paramètres connus et les fonctions.

#Expressions

Dans cette étape, vous entrez les expressions nécessaires à vos calculs ou dans les commandes graphique, de simulation ou d'animation. Par exemple, les pentes de sécantes,

les équations de tangente, les dérivées,... Ces expressions contiennent généralement les noms des paramètres et des fonctions, assurez-vous que ceux-ci sont bien définis dans les éléments connus.

#Calculs

Cette étape apparaît surtout dans le cas où nous aurions à résoudre des équations dans la solution du problème.

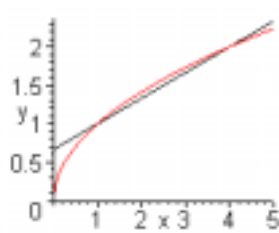
#Commande graphique, de simulation ou d'animation

Dans cette étape, vous entrez les commandes permettant d'effectuer les graphiques, les simulations et les animations.

Dans tous vos exercices ou problèmes, identifiez toujours les grandes étapes (par #) et à l'intérieur de celles-ci, titrez vos résultats affichés (par « blabla »).

9. Exemple de procédure

Procédure pour déterminer l'équation d'une sécante à une courbe ainsi que sa représentation graphique.

| Commandes Maple | Résultats |
|--|---|
| <pre> 1. Sécante à une courbe a) Équation d'une sécante et sa représentation > restart; #Éléments connus; "paramètres"; x1:=1;x2:=4; "fonction"; f:=x->sqrt(x); `f(x)`=f(x); #Expressions de la sécante "calcul de la pente de la sécante"; msec:=(f(x2)-f(x1))/(x2-x1); "calcul de b"; b:=-f(x1)-msec*x1; "Équation de la sécante"; secante:=x->msec*x+b; `secante(x)`=secante(x); #Commande graphique; plot([f(x),secante(x)],x=0..5,y,color=[red,black]); </pre> | <pre> "paramètres" x1 := 1 x2 := 4 "fonction" f(x) = √x "calcul de la pente de la sécante" msec := 1/3 "calcul de b" b = 2/3 "Équation de la sécante" secante(x) = 1/3 x + 2/3 </pre>  |

10. Commandes spéciales de Maple

a) piecewise()

Afin d'écrire une fonction définie par morceaux, on utilise la commande **piecewise()** :

piecewise(condition1, branche 1, condition2, branche 2, dernière branche) ;

Exemple : Soit $f(x) = \begin{cases} -x & \text{si } x \leq -2 \\ x^2 - 4 & \text{si } -2 < x \leq 1. \\ x - 2 & \text{si } x > 1 \end{cases}$.

Pour écrire cette fonction dans Maple, nous écrivons l'instruction suivante :

```
f := x -> piecewise(x <= -2, -x, x <= 1, x^2 - 4, x > 2);
```

condition 1 branche1 condition 2 branche2 branche 3

Dans la condition 2, on indique uniquement $x <= 1$, car Maple sait que l'intervalle précédent se termine à -2 inclus, donc le suivant commence à -2 exclu. Pour la dernière branche, il n'est pas nécessaire d'indiquer une condition car, par défaut, Maple interprète que la dernière condition commence à 1 exclu jusqu'à l'infini puisque l'intervalle précédent se terminait à 1 inclus et qu'il n'y a pas d'autres branches après.

b) seq()

Cette commande permet de construire des listes :

- de valeurs prises par une fonction lorsque la variable indépendante prend certaines valeurs définies préalablement dans une liste ; ce type de liste est représenté généralement sous forme de tableau.
- de fonctions que l'on pourra représenter sur un même graphe ; ces fonctions représentées sur un même graphe sont utiles pour les simulations de paramètres et nous permettent de juger de l'influence d'un paramètre dans une fonction.
- de graphiques que l'on peut animer ; cette fonctionnalité peut être utile pour représenter un phénomène dynamique comme des sécantes qui s'approchent d'une tangente.

La structure de la commande **seq()** que nous utiliserons le plus souvent dans le cours est :

| | |
|--|--|
| <code>seq(objet, var=listeVar);</code> | Si l'on veut créer une liste d'un seul type d'objet (fonction ou graphe) qui dépend du paramètre ou de la variable « var ». On s'en sert pour créer des listes de fonctions ou de graphiques. |
| <code>seq([objet1, objet2, ...], var=listeVar);</code> | Si l'on veut créer une liste de plusieurs types d'objets qui dépendent tous du paramètre ou de la variable « var ». On s'en sert pour créer des tableaux. |

Construction d'un tableau de valeurs

Les instructions ci-dessous permettent d'obtenir une série de valeurs prises par le volume d'un cylindre pour différentes valeurs du rayon puis de représenter ces résultats sous forme de tableau.

| Commandes Maple | Résultats | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----|--------|---|-----------|----|------------|----|------------|----|-------------|-----|--------------|
| <pre> Liste des valeurs de V pour différentes valeurs de r restart; # Éléments connus "paramètre"; h:=10; "fonction"; V:=r->Pi*r^2*h: `V(r)`=V(r); # Commandes de simulation "Liste des valeurs de r": lister:=[5,10,20,50,100]: "Tableau des valeurs de r et de V(r)"; liste:=seq([r,V(r)],r=lister): titre:=[`r`,`V(r)`]: array([titre,liste]); </pre> | <pre> "paramètre" h := 10 "fonction" $V(r) = 10 \pi r^2$ "Tableau des valeurs de r et de V(r)" <table style="border-collapse: collapse; margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">r</td> <td style="padding: 5px;">$V(r)$</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">5</td> <td style="padding: 5px;">250π</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">10</td> <td style="padding: 5px;">1000π</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">20</td> <td style="padding: 5px;">4000π</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">50</td> <td style="padding: 5px;">25000π</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">100</td> <td style="padding: 5px;">100000π</td> </tr> </table> </pre> | r | $V(r)$ | 5 | 250π | 10 | 1000π | 20 | 4000π | 50 | 25000π | 100 | 100000π |
| r | $V(r)$ | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 250π | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1000π | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 4000π | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 25000π | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 100000π | | | | | | | | | | | | |

Notez que pour représenter la liste sous forme de tableau, nous pouvons utiliser la commande `evalm([liste])`. Si l'on veut identifier chaque colonne et leur donner un titre, il faut alors créer une liste pour les titres des colonnes, que l'on peut nommer titre. Par la suite, on utilise la commande `array()`.

Construction d'une liste de fonctions représentées sur une même figure

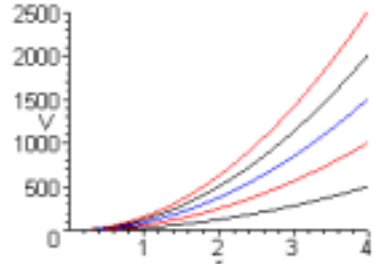
Nous pouvons combiner la commande `seq()` et la commande `plot()` afin de construire une liste de fonctions et ensuite de représenter ces fonctions sur une même figure. Les instructions ci-dessous permettent d'obtenir une série de graphiques de la fonction définie par $V(r)$ pour différentes valeurs de la hauteur h . Dans ce contexte, la hauteur h est un paramètre que nous simulons, c'est-à-dire que nous lui attribuons diverses valeurs et nous regardons l'effet de ces changements sur la fonction *Volume*. Le rayon est la variable indépendante et le volume, la variable dépendante. Dans les commandes de simulation, on crée premièrement une liste de valeurs pour le paramètre à simuler, ensuite on définit une liste de fonctions avec la commande `seq()`:

```
liste:=seq(fonction, paramètre=listeparamètre):
```

Nous terminons par la représentation graphique de cette liste à l'aide de la commande `plot()`:

```
plot(liste, var indépendante=a..b, var dépendante=c..d, color=[...]);
```

Vous entrez autant de couleurs que de valeurs de paramètre à simuler.

| Commandes Maple | Résultats |
|---|---|
| <pre> Courbes de V(r) pour différentes valeurs de h restart; # Élément donné "Volume d'un cylindre"; V:=r->Pi*r^2*h; # Commandes de simulation "Liste des valeurs de h"; listeh:=[10,20,30,40,50]; "Liste des expressions de V(r)"; liste:=seq(V(r),h=listeh); "graphiques de V(r) pour différentes valeurs de h"; plot([liste],r=0..4,V=0..2500, color=[black,red,blue,black,red]); </pre> | <p>"Volume d'un cylindre"</p> $V := r \rightarrow \pi r^2 h$ <p>"Liste des valeurs de h"</p> $listeh := [10, 20, 30, 40, 50]$ <p>"Liste des expressions de V(r)"</p> $liste := 10 \pi r^2, 20 \pi r^2, 30 \pi r^2, 40 \pi r^2, 50 \pi r^2$ <p>"graphique de V(r) pour différentes valeurs de h"</p>  |

Construction d'une liste de graphiques pour fin d'animation

Dans le dernier exemple, nous avons construit premièrement une liste de plusieurs fonctions, avec la commande `seq()`, que nous avons représentée sur une même figure par la commande `plot()`. Nous voulons maintenant une liste de graphiques que nous voulons afficher graphe par graphe et ensuite les animer.

Dans l'exemple ci-dessous, nous allons créer une liste de graphes de sécantes à la courbe f entre les points $(a, f(a))$ et $(a+h, f(a+h))$ pour différentes valeurs de h s'approchant de zéro par la droite. Dans ce contexte, le paramètre à simuler est h .

Dans la commande d'animation, après avoir défini la liste de valeurs pour le paramètre h à simuler, nous construisons les graphes avec la commande `seq(plot(),h=listeh)` dont l'objet est la commande `plot()` et le paramètre est h qui doit éгалer `listeh`, c'est-à-dire la liste des valeurs de h définies précédemment. À l'intérieur de la commande `plot()`, on demande de représenter la fonction définie par $f(x)$ et les équations des sécantes définies par `secante(x)` sur un intervalle en x et en y (notez qu'il est important de définir un intervalle en y afin que tous les graphes créés par cette liste ait la même échelle). Pour faire afficher cette liste de graphes avec la commande `display()`, il faut charger le programme « `plots` » de *Maple* qui contient cette commande. La commande `display()` avec l'option `insequence=true` permet d'afficher une liste de graphiques, graphe par graphe et de les animer en servant de la barre d'outils d'animation :

Explorez ces boutons, ils ressemblent à ceux d'un magnétophone et ils ont des fonctions similaires.



Dans l'ordre, les boutons ont les fonctionnalités suivantes :

| | | | | | | | | |
|--------|------|----------------|----------------|--------------|-----------------|------------------|---------------|--------------------|
| arrête | joue | graphe suivant | sens contraire | sens endroit | diminue vitesse | augmente vitesse | un seul cycle | cycle mode continu |
|--------|------|----------------|----------------|--------------|-----------------|------------------|---------------|--------------------|

Animation de graphes de sécantes

```

> restart:with(plots):
#Éléments connus
"paramètre";
a:=2;
"fonction";
f:=x->x^3-2*x^2+1;
`f(x)`=f(x);
#Expressions de la sécante;
"pente et ordonnée à l'origine";
msec:=(f(a+h)-f(a))/h;
b:=-f(a)-msec*a;
"Équation de la sécante";
secante:=x->msec*x+b;
`secante(x)`=secante(x);
#Commandes d'animation
"liste des valeurs de h";
listeh:=[1.5,0.7,0.1,0.001,0.0001,0.00000001];
"liste des graphes des sécantes avec la fonction f";
graphes:=seq(plot([f(x),secante(x)],x=1..4,y=-2..25,color=[red,blue]),
h=listeh);
display(graphes,insequence=true);

```

"paramètre"

$$a = 2$$

"fonction"

$$f(x) = x^3 - 2x^2 + 1$$

"pente et ordonnée à l'origine"

$$m_{\text{sec}} = \frac{(2+h)^3 - 2(2+h)^2}{h}$$

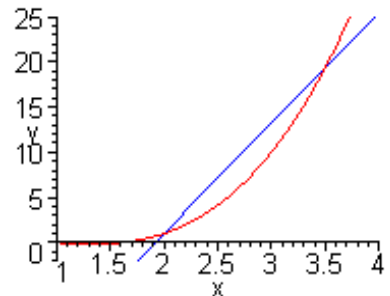
$$b = 1 - 2 \frac{(2+h)^3 - 2(2+h)^2}{h}$$

"Équation de la sécante"

$$\text{secante}(x) = \frac{((2+h)^3 - 2(2+h)^2)x}{h} + 1 - 2 \frac{(2+h)^3 - 2(2+h)^2}{h}$$

"liste des valeurs de h"

$$\text{listeh} = [1.5, .7, .1, .001, .0001, .1 \cdot 10^{-7}]$$



Les procédures permettant de créer des listes sont très importantes dans tous les autres cours de mathématiques afin de simuler des modèles mathématiques décrivant certains phénomènes physiques, biologiques ou chimiques pour différentes valeurs de paramètres. Il est donc essentiel d'en comprendre leurs structures et leurs utilisations.

c) Limit() versus limit()

Le calcul d'une limite $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ s'effectue à l'aide de la commande :

$$\text{limit}((f(x), x=a); \quad \text{ou} \quad \text{limit}((f(x), x=a, \text{options});$$

Les options permettent de calculer, entre autres, les limites à gauche ou à droite. Ces options sont : *left* ou *right*.

Nous avons également une forme dite « inerte » qui permet d'obtenir l'expression mathématique de la limite sans son évaluation. Voici quelques exemples :

Forme inerte

```
> restart;
f:=-x->1/(x-1);
Limit(f(x),x=1,left);
```

$$f = x \rightarrow \frac{1}{x-1}$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{1}{x-1}$$

Forme exécutable

```
> restart;
f:=-x->1/(x-1);
limit(f(x),x=1,left);
```

$$f = x \rightarrow \frac{1}{x-1}$$

$-\infty$

Pour obtenir les deux formes sur une même ligne, on peut écrire :

```
> restart;
f:=-x->1/(x-1);
Limit(f(x),x=1,left)=limit(f(x),x=1,left);
```

$$f = x \rightarrow \frac{1}{x-1}$$

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{1}{x-1} = -\infty$$

Il est conseillé de toujours utiliser la dernière formulation afin d'obtenir l'expression mathématique de la limite et son évaluation sur la même ligne.

d) D(f) versus diff(f,x)

Consultez le Manuel d'initiation à *Maple* aux pages 35 et 36. Ce qui faut principalement se rappeler est que **diff(f,x)** ne donne pas une fonction comme résultat, mais uniquement une expression. Comme nous avons souvent besoin d'évaluer la dérivée d'une fonction en un point, c'est-à-dire l'image de la dérivée, il est préférable de définir la dérivée en tant que fonction en utilisant la commande **D(f)** et lui assigner un nom. Prenons par exemple, le calcul de la pente de la tangente au point $(2, f(2))$ pour la fonction définie par $f(x) = x^2 + 2$.

| Commandes Maple | Résultats |
|--|--|
| <pre>restart; #Éléments connus "Abscisse du point de tangence"; a:=2; "Fonction"; f:=x->x^2+2:`f(x)`=f(x); #Expressions "Dérivée de f"; fprime:=D(f):`fprime(x)`=fprime(x); "Pente de la tangente au point (a,f(a))"; m:=fprime(a);</pre> | <pre>"Abscisse du point de tangence" a := 2 "Fonction" f(x) = x^2 + 2 "Dérivée de f" fprime(x) = 2 x "Pente de la tangente au point (a,f(a))" m := 4</pre> |

e) Solve() et fsolve()

Les commandes **solve()** et **fsolve()** permettent de résoudre une équation. Consultez le Manuel d'initiation à *Maple* aux pages 73 et 74.

Exemple pour trouver le domaine d'une fonction rationnelle

Prenons, par exemple, la recherche d'un domaine d'une fonction rationnelle. Pour déterminer quelles valeurs de x une fonction rationnelle n'existe pas, nous avons besoin de connaître pour quelles valeurs

de x le dénominateur s'annule. Pour ce faire, il faut extraire le dénominateur de la fonction à l'aide de la commande **denom**(**f** (**x**)). égaliser ce dénominateur à zéro et résoudre l'équation ainsi obtenue.

| À la main | Avec Maple |
|---|--|
| Soit $f(x) = \frac{x^2 + 3x - 4}{3x^2 - 8x + 5}$ Le dénominateur s'annule si : $3x^2 - 8x + 5 = 0$ $\Leftrightarrow (3x - 5)(x - 1) = 0$ d'où $x = 1$ ou $x = \frac{5}{3}$ donc le domaine est $\mathfrak{R} \setminus \{1, 5/3\}$ | <pre> restart; #Éléments connus: "fonction"; f:=x->(x^2+3*x-4)/(3*x^2-8*x+5): `f(x)`=f(x); #Calculs "f(x) n'existe pas si"; eqn:=denom(f(x))=0; "valeurs de x qui annulent le dénominateur"; valx:=solve(eqn,x); </pre> |

On obtient le résultat suivant :

```

"fonction"
f(x) =  $\frac{x^2 + 3x - 4}{3x^2 - 8x + 5}$ 
"f(x) n'existe pas si"
eqn :=  $3x^2 - 8x + 5 = 0$ 
"valeurs de x qui annulent le dénominateur"
valx :=  $\frac{5}{3}, 1$ 
          
```

Exemple afin de trouver les points pour lesquels la dérivée s'annule

Dans ce type de situation, il peut être intéressant d'extraire une solution de la liste des solutions, il suffit de donner un nom à cette liste et ensuite d'entrer ce nom et la position de la solution à extraire entre crochet.

Par exemple, nous allons chercher pour quelles valeurs de x la dérivée première d'une fonction f s'annule et ensuite l'image de ces valeurs dans la fonction f . Après avoir défini notre fonction, sa dérivée ainsi que l'équation à résoudre, nous résolvons cette équation à l'aide de la commande **fsolve**() à laquelle nous assignons un nom tel **valx**. Nous faisons exécuter la cellule de commandes afin de connaître le nombre de solutions. Par la suite, nous revenons dans la cellule de commandes pour compléter les instructions. Nous pouvons alors assigner un nom à chacune des solutions que nous extrayons de la liste des solutions. Par exemple, pour extraire la première solution de la liste, nous utilisons l'instruction **valx[1]** et nous pouvons lui assigner un nom tel **x1** (**x1:=valx[1]**).

| Commandes Maple | Résultats |
|--|--|
| <pre>restart; "fonction à étudier"; f:=x->2*x^3+4*x^2-4*x+2; `f(x)`=f(x); #Expressions "Dérivée de f"; fprime:=D(f):`fprime(x)`=fprime(x); #Calculs "Dérivée vaut zéro"; eqn:=fprime(x)=0; "Valeurs de x qui annulent la dérivée"; valx:=fsolve(eqn,x); x1:=valx[1];x2:=valx[2]; "Les images de ces solutions"; `f(x1)`=f(x1); `f(x2)`=f(x2);</pre> | <pre>"fonction à étudier" f(x) = 2 x³ + 4 x² - 4 x + 2 "Dérivée de f" fprime(x) = 6 x² + 8 x - 4 "Dérivée vaut zéro" eqn := 6 x² + 8 x - 4 = 0 "Valeurs de x qui annulent la dérivée" valx := -1.720759220, .3874258867 x1 := -1.720759220 x2 := .3874258867 "Les images de ces solutions" f(x1) = 10.53670764 f(x2) = 1.166996059</pre> |

Attention, cela peut arriver que *Maple* ne détecte pas toutes les solutions de l'équation, vous pouvez alors représenter la ou les fonctions sur un graphique et identifier les intervalles en x sur lesquels une solution semble être possible. Par la suite, vous pouvez obtenir cette solution à l'aide de la commande **fsolve(équation, x=a..b)** où **a** et **b** sont les bornes de l'intervalle susceptible de contenir une solution.