1 Les entrées

- «Alt+n» ouvre une nouvelle ligne de commandes.
- «Alt+p» ouvre l'environnement de programme.
- «Alt+t» ouvre l'environnement de tableur.
- «Alt+g» ouvre l'environnement de graphique 2d.
- «Alt+h» ouvre l'environnement de graphique 3d.
- «Alt+c» ouvre une ligne de commentaires.
- «Alt+d» ouvre l'environnement dessin tortue.
- «Alt+e» ouvre l'éditeur d'expression.
- Pour **supprimer un niveau**, cliquez sur le numéro du niveau, il devient noir Edit➔Supprimer niveaux sélectionnés

2 Les éléments et constantes prédéfinies

- «L:=[1,2,4,2]» Pour créer une **liste** pour les statistiques par exemple.
- «S:=(1,2,4,2)» Pour créer une **séquence**.
- «E:= % {1,2,4,2%}» ou «E:=set[1,2,4,2]» Pour créer un **ensemble**
- Les Constantes prédéfinies
  - ➔ «pi» est le nombre $\pi \approx 3,14$
  - ➔ «e» est le nombre $e = exp(1) \approx 2,71$
  - ➔ «infinity» est ∞.
  - ➔ «inf» ou «+infinity» est $+\infty$.
  - ➔ «-infinity» est $-\infty$.

3 Nombres réels et opération sur les nombres

- «4^2» retourne le **carré** de 4.
- «sqrt(2)» retourne la **racine carrée** de 4.
- «approx(x,0)» **arrondi** x à l'entier
- «approx(x,2)» **arrondi** x au centième.
- «approx(x,-1)» **arrondi** x aux dizaines
- «ceiling(x)» ou «ceiling(x)» renvoie le plus petit entier supérieur à x.
- «floor(x)» renvoie le plus grand entier inférieur à x.
- «trunc(x)» renvoie la **troncature** de x.
- «iquo(7,2)» renvoie le **quotient** de la division euclidienne de 7 par 2.
- «irem(7,2)» renvoie le **reste** de la division euclidienne de 7 par 2. Si irem(n,2)=0 alors n est pair sinon n est impair.
- «cos(x)» renvoie le **cosinus** de x. x étant en radian
- «sin(x)» renvoie le **sinus** de x.
- «tan(x)» renvoie la **tangente** de x.
- «acos(x)» est la fonction réciproque de la fonction cosinus. acos(sqrt(3)/2) renvoie $\frac{\pi}{6}$
- «asin(x)» est la fonction réciproque de la fonction sinus.
- «atan(x)» est la fonction réciproque de la fonction tangente.
- «ln(x)» ou «log(x)» est le **logarithme népérien** de x.
- «log10(x)» est le logarithme de base 10 de x.
- «exp(x)» ou «e^x» est l'**exponentielle** de x.

4 Les listes (ou vecteur) et les séquences

Les listes sont écrites entre crochets et les séquences entre parenthèses.

- «x:=[1,2,3,4]» pour définir la liste (1,2,3,4) dans la variable x.
- «x:=(1,2,3,4)» ou «x:=seq[1,2,3,4]» ou encore «x:=1,2,3,4» pour définir la séquence (1,2,3,4) dans la variable x.
- «x[2]» pour accéder au 3^{e}élément de la liste (ou de la séquence) x.
- «x[0]» revoie le 1erélément de la liste (ou de la séquence) x.
- «x[n]» revoie le n+1^{e}élément de la liste (ou de la séquence) x.
- «x[0..2]» pour extraire une sous-séquence (sous-liste) des 3 premiers éléments de la liste (ou de la séquence).
- «y:=seq(j^2,j,1,4)» pour créer une liste (des carrés ici).
- «y:=seq(j^2,j,1..4)» ou «y:=seq(j^2,j=1..4)» pour créer une séquence (des carrés ici).
- «x:=append(x,d)» ajoute l'élément d à la fin de la liste x.
- «x:=x,d» ajoute l'élément d à la fin de la séquence x.
- «x,y» pour concaténer les séquences x et y.
- «nop(x)» ou «[x]» Pour transformer la séquence x en liste.
- «op(x)» Pour transformer la liste x en séquence.

5 Statistiques

On fait des statistiques avec des listes

- «u:=[8,9,9,8,10,8]»crée une liste (ou vecteur) u

- Pour les séries statistiques **avec regroupement par classe** on utilise deux listes de même dimension.

valeurs	8	9	10
effectifs	3	2	1

est représenté par val :=[8,9,10] et eff :=[3,2,1]
la moyenne est obtenue avec «moyenne(val,eff)» et il en est de même pour les autres paramètres statistiques.

- «size(u)»renvoie le nombre d'éléments de la liste u.
- «count_inf(3,u)»renvoie le nombre d'éléments de la liste u strictement inférieures à 3.
- «count_sup(3,u)» renvoie le nombre d'éléments de la liste u strictement supérieures à 3.
- «count_eq(3,u)» renvoie le nombre d'éléments de la liste u égales à 3.
- «moyenne(u)» renvoie la **moyenne** de u.
  «moyenne(val,eff)»renvoie la **moyenne** de la série (val,eff).
- «variance(u)»renvoie la **variance** de u.
  «variance(val,eff)» pour la **variance** de la série (val,eff).
- «ecart_type(u)»renvoie l'**écart-type** de u «ecart_type(val,eff)»renvoie l'**écart-type** de la série (val,eff).
- «mediane(u)»renvoie la **médiane** de u.
- «quartile1(u)» ou «quantile(u,0.25)» renvoie le **premier quartile** de u.
- «quartile3(u)» ou «quantile(u,0.75)» renvoie le **troisième quartile** de u.
- «quantile(u,0.1)»renvoie le **premier décile** de u.
- «quantile(u,0.9)»renvoie le **neuvième décile** de u.
- «quartiles(u)» renvoie dans l'ordre : le minimum, le 1erquartile, la médiane, le 3^{e}quartile et le maximum de u.
- «moustache(u)»trace la boîte à moustaches de u.

6 Aléatoire

On pourra utiliser pour générer un nombre aléatoire rand, alea ou hasard.

- «alea(6)» renvoie au hasard un nombre entier entre 0 et 5.
- «alea(6)+1»renvoie au hasard, un nombre entier entre 1 et 6.
- «alea(1,6)»renvoie au hasard un nombre décimal entre 1 et 6.
- «alea(4,1,6)»renvoie au hasard 4 nombres entiers entre 1 et 6 **sans répétition**(sans remise).
- «randvector(100,'rand(6)+1')»renvoie au hasard 100 nombres entiers entre 1 et 6 donc **avec répétition**(avec remise).
- «alea(randnorm(0,1))» renvoie au hasard des nombres répartis selon la **loi normale** de moyenne 0 et d'écart type 1.
- «binomial(n,k,p)»renvoie $p(X = k)$ lorsque X suit une **loi binomiale** $\mathcal{B}(n, p)$.
- «comb(n,k)=» renvoie nk le nombre de **combinaison** de k éléments parmi n.
- «factorial(4)» renvoie la **factorielle** 4
- «perm(10,2)» renvoie le nombre d'**arrangements** de 2 objets parmi 10.

7 Les programmes

- «saisir("X=",x)»Pour demander une valeur qui sera stockée dans la variable x.
- «input("X=",x)» idem mais en anglais.
- «saisir("age=",age,"taille=",taille)» pour demander deux valeurs.
- «print("X="+x)» pour afficher dans un programme X= suivi de la valeur de x.
- «print("X="+x+" et Y="+y)» idem en plus complet.
- «output("X="+x)»Pour afficher dans une fenêtre la valeur de la variable x.
- «F9» pour compiler le programme.

8 Les tests et opérateurs

- «x==20» x est il égal à 20 ?
- «est_element(20,x)» 20 appartient il à x ?
- «x<20 **or** x>40 » x est il inférieur à 20 **ou** supérieur à 40 ?
- «x<20 ou x>40 » x est il inférieur à 20 **ou** supérieur à 40 ?
- «x<40 & x>30» x est il inférieur à 20 **et** supérieur à 40 ?
- «!» signifie le contraire.
- «x!=20» x est il différent de 20 ?
- «&&» ou «et» ou «and» signifie **et**. Par exemple `x>=1 et x<=5`
- «||» ou «ou» ou «or» signifie **ou**. Par exemple `x<=1 ou x<=5`

9 Les boucles

- Le test si.

  ➔ En francais :
  `si condition alors <instruction1> sinon <instruction2> fsi ;`

- Avec la même syntaxe que R-cran
  `si condition { <instruction> } sinon { <instruction2> }`
- En Anglais :
  `if condition then <instruction> else <instruction2> end_if ;`
- Exemple :
  Pour plus de clareté il est préférable de rédiger en verticale

```
si condition
alors
<instruction1>;
<instruction2>;
sinon
<instruction3>;
<instruction4>;
fsi
```

```
saisir("entrer un nombre",n) ;
si irem(n,2)=0
alors print("ce nombre est pair");
sinon print("ce nombre est impair");
fsi;
```

- La boucle pour.
  - `pour (k de 1 jusque 100 pas 3) faire <instructions> fpour`
    (On peut omettre pas 3, le pas sera alors de 1.
  - En anglais
    `for (k from 1 to 100 by 2) do <instructions> end_for`
    (on peut utiliser step à la place de by).
  - Encore une autre façon de rédiger.
    `for (k:=1;k<=100;k:=k+2) { <instructions> }`

  Exemple :

```
for (k in 1:10) {print(k^2)}
```

- La boucle tantque.
  - `tantque condition faire <instructions> ftantque`
  - `tantque condition { <instructions>; ...}`
  - `while condition do <instructions>; end_while`
  - Exemple :

```
i:=0;
tantque i<=10 faire
print(i); i=i+1;
ftantque;
```

- La boucle repeter.
  - `repeter <instruction>; jusqu_a condition`
  - `repeat <instruction>; until condition`
  - Exemple :

```
repeter x:=x-5; jusqu_a x<5;
```

10 Les fonctions

- «`f(x):=x^2+2x+1`» pour définir la fonction $f(x) = x^2 + 2x + 1$.
- «`graphe(f(x),x=-3..2)`» pour **tracer** la courbe représentative de f sur $[-3; 2]$.
- «`graphe([f(x),g(x)],x=-3..2)`» pour **tracer** la courbe représentative de f et de g.
- «`g:=deriver(f(x))`» donne la **dérivée** de f. g est alors une **expression** pas une fonction.
- «`f'(x)`» donne la dérivée de la fonction f.
- «`f"(x)`» donne la dérivée seconde de la fonction f.
- «`g:=unapply(g,x)`» pour transformer l'expression g en fonction g.
- «`g:=fonction_derivee(f)`» pour avoir directement la **fonction dérivée**.
- «`integrer(f,x)`» pour calculer la **primitive** de f.
- «`integrer(f,x,0,1)`» pour calculer **l'intégrale** $\int_0^1 f(x)dx$
- «`limite(f(x),x,a)`» pour calculer la **limite** de f en a.
  a peut être un nombre, +inf ou -inf (pour $+\infty$ et $-\infty$).
  On peut rajouter un 4^{e}paramètre, +1 pour une **limite à droite** de a ou -1 ou une **limite à gauche** de a.
  Exemple :
  - `limite(1/(x-1),x,1,+1)` pour $\lim\limits_{x \geq 1} \dfrac{1}{x-1}$
  - `limite(1/(x-1),x,1,-1)` pour $\lim\limits_{x \leq 1} \dfrac{1}{x-1}$
  - `limite(1/(x-1),x,+inf)` pour $\lim\limits_{x \to +\infty} \dfrac{1}{x-1}$

11 Calcul algébrique

- «developper((x+1)*(x+3))» pour **développer** $(x+1)*(x+3)$. Le signe * est obligatoire.
  Pour modifier une expression déjà écrite (développer, factoriser ...) on sélectionne à la souris cette expression puis on clique sur le bouton du menu d'équation M et on sélectionne factor pour factoriser par exemple.
- «factoriser(x^2+4*x+3)» pour **factoriser**, on obtient $(x+1)*(x+3)$.
  Par défaut, la factorisation est faite sur $\mathcal{Q}$. Pour factoriser les polynomes de degré 2 même si cela introduit des radicaux, il faut changer la configuration, cliquer sur : Cfg➔Configuration du CAS➔Cocher la case Sqrt
- «factoriser_sur_C(z^2+1)» pour **factoriser** sur $\mathcal{C}$, On obtient $(i+z)*(-i+z)$.
- «resoudre(x^2+4x+3=0)» ou «solve(x^2+4x+3=0)» pour résoudre l'équation dans $\mathcal{R}$.
  «[]» signifie que l'équation n'a pas de solution dans $\mathcal{R}$.
  «[x]» signifie que tous les réels sont solutions.
- «resoudre_dans_C(x^2+4=0)» ou «csolve(x^2+4=0)» pour résoudre l'équation dans $\mathcal{C}$.
- «resoudre_systeme_lineaire([3*x-2*y=3,5*x+y=7],[x,y])» pour résoudre le système $\begin{cases} 3x-2y=3 \\ 5x+y=7 \end{cases}$
- «forme_canonique(x^2+5x-6)» retourne la **forme canonique** $(x-1)^2+2$.
- «propFrac((x+2)(x-1))» pour **décomposer** une fonction rationnelle. $1+\dfrac{3}{x-1}$.
- «divide(x^2-2x-5, x-4)» renvoie $[x+2, 3]$ qui est le quotient et le reste de la division euclienne de x^2-2x-5 par $x-4$.
- «partfrac((x^2-2*x+3)/(x^2-3*x+2)) » renvoie $1+\frac{3}{x-2}+\frac{-2}{x-1}$qui est la **décomposition en éléments simple** de la fonction rationnelle.
- «substituer(f(x),x=sqrt(2))» Remplace dans $f(x)$ la variable x par $\sqrt{2}$.

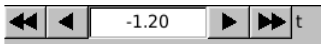
12 Les nombres complexes

Dans le menu Math (Cmplx) se trouve les fonctions ayant comme paramètre une expression à valeur complexe.

- «%i» est le nombre complexe i.
- «z:=(1+2*%i)^2» On affecte à z le nombre complexe $(1+2*i)^2$.
- «re(z)» ou «real(z)» renvoie la **partie réelle** de z.
- «im(z)» ou «imag(z)» renvoie la **partie imaginaire** de z.
- «evalc(z)» Écriture de z sous la **forme cartésienne** $re(z)+i*im(z)$.
- «abs(z)» renvoie le **module** de z.
- «arg(z)» renvoie l'**argument** de z.
- «conj(z)»renvoie le **conjugué** de z.

13 Géométrie

- Alt+g (Alt+h) pour obtenir l'environnement de graphique 2d (3d).
- pour choisir des angles en radian (ou en degré) Cfg➔Configuration du Cas➔cocher (ou décocher) radian
- «distance(A,B)» ou textcolorred«longueur(A,B)» pour avoir la **distance** AB.
- «angle(A,B,C)» la mesure en radians (ou en degrés) de l'angle $\left(\overrightarrow{AB},\overrightarrow{AC}\right)$
- «droite(3x+3)» pour tracer la droite $y=3x+3$.
- «graphe(3x+3)» pour tracer la droite $y=3x+3$ et plus généralement la courbe d'équation $f(x)$.
- objets élémentaires
  - «A:=point(2,3)» pour placer le **point** A de coordonnée (2;3)
  - «S:=segment» pour définir et tracer le **segment** $[AB]$.
  - «d1:=droite(A,B)» pour définir et tracer la **droite** (AB).
  - «dd1:=demi_droite(A,B)» pour définir et tracer la **demi droite** $[AB)$
  - «E:=element(d1,1)» pour créer le point E sur la droite d_1.
    On modifie le nombre 1 pour positionner le point sur la droite.
    On peut aussi utiliser un curseur comme ci-dessous.
  - «t:=element(-2..2)» pour crér le **curseur** t avec $t\in[-2;2]$.
  - «E:=element(d1,t)» sélectionner alors le curseur et modifier la valeur de t en cliquant.



  - «C1:=cercle(A,2)» pour définir et tracer le **cercle** de centre A et de rayon 2.
  - «C2:=cercle(A,B)» pour définir et tracer le **cercle** de diamètre $[AB]$.
  - «C2:=cercle(A,B-A)» pour définir et tracer le **cercle** de centre A qui passe par B.
- Les vecteurs
  - «vecteur(A,B)» pour tracer le **vecteur** $\overrightarrow{AB}$

- «vecteur(B-A)» Pour tracer le **vecteur** $\overrightarrow{AB}$ d'origine O.
- «vecteur(C,C+B-A)» Pour tracer le **vecteur** $\overrightarrow{AB}$ d'origine C.

- Constructions élémentaires
  - «mediatrice(A,B)» pour tracer la **médiatrice** du segment $[AB]$.
  - «milieu(A,B)» pour construire le **milieu** du segment $[AB]$.
  - «mediane(A,B,C)trace la **médiane** du triangle ABC issue de A.
  - «hauteur(A,B,C) trace la **hauteur** du triangle ABC issue de A.
  - «bissectrice(A,B,C)» trace la **bissectrice** intérieure de l'angle A du triangle ABC.
  - «perpendiculaire(A,d)» pour tracer la **perpendiculaire** à la droite d passant par A.
  - «parallele(A,d)» pour tracer la **parallèle** à la droite d passant par A.
  - «tangent(C,A)» pour tracer les deux **tangentes** au cercle C passant par A si le point A est extérieur au cercle.
  - «K:=barycentre([A,2],[B,1],[C,-2],[D,3],[E,1]) » pour créer le **barycentre** du système.
  - «K:=isobarycentre(A,B,C,D,E) » pour créer l'**isobarycentre** du système.
- Les transformations
  - «t:=translation(C-B)» pour créer la **translation** de vecteur $\overrightarrow{BC}$.
    t(A) pour créer l'image du point A.
  - «translation(C-B,A)» pour créer directement l'image de A par la **translation** de vecteur $\overrightarrow{BC}$.
  - «symetrie(d,A)» pour créer l'image de A par la **symétrie** d'axe d.
  - «symetrie(B,A)» pour créer l'image de A par la **symétrie** de centre B.
  - «rotation(B,u,A) pour créer l'image de A par la **rotation** de centre B et d'angle u.
  - «projection(d,A) pour créer le **projeté orthogonal** de A sur la droite d.
  - «h:=homothetie(A,2)» pour créer **l'homothétie** de centre A et de rapport 2.
  - «s:=similitude(B,k,u) pour créer la **similitude** de centre B, de rapport k et d'angle u.

Les graphiques

Pour télécharger le logiciel Geogebra, il faut aller sur le site : http ://www.geogebra.org

1 Les suites (listes et séquences)

- `L={A,B,C}` : définit une liste contenant trois points A, B, et C créés auparavant.
- `L={(0,0),(1,1),(2,2)}` : définit une liste contenant les points définis, bien qu'ils n'aient pas été nommés.
- `Longueur[liste L]` : Longueur de la liste L (nombre d'éléments de la liste).
- `Elément[ L, n]` : n^{e}élément de la liste L
- `Min[ L]` : Plus petit élément de la liste L
- `Max[ L]` : Plus grand élément de la liste L
- `Séquence[` e`,` i`,` a`,` b`]` : Liste des objets créés en utilisant l'expression e et l'indice i variant du nombre a au nombre b. (Se traduit par : de $i = a$ à $i = b$ calculer la valeur de e).

  Exemple : L=Séquence[(2, i),i,1,5] crée une liste de 5 points dont l'ordonnée varie de 1 à 5.
- `Séquence[` e`,` i`,` a`,` b`,` s`]` : Liste des objets créés en utilisant l'expression e et l'indice i variant du nombre a au nombre b avec un pas de s.

  Exemple : L=Séquence[(2, i),i,1,5,0.5] crée une liste de 9 points dont l'ordonnée varie de 1 à 5 avec un pas de 0.5.
- `ItérationListe[` f`,` x_0`,` n`]` : Liste L de longueur $n+1$ dont les éléments sont les images itératives par la fonction f de la valeur x_0.

  Exemple : la commande L=ItérationListe[x^2,3,2] vous donne la liste
  L = {3, 3^2,$(3^2)^2$} = {3, 9, 81}.
- Définir une suite par sa formule générale $u_n = f(n)$
  Par exemple $u_n = 3n + 1$

  ➔ On utilise `Séquence[3n+1,n,0,10]` pour obtenir les 10 premiers termes de la suite

  ➔ `Séquence[ (n,3n+1), n, 0, 10]` pour obtenir sa représentation graphique.
- Définir une suite par la formule générale $u_{n+1} = f(u_n)$
  Par exemple $u_{n+1} = 2u_n + 1$ avec $u_0 = 1$.
  On écrira donc

  ➔ `u0=1` (juste pour avoir plus de clarté dans les formules, ce n'est pas nécessaire)

  ➔ `L=Itération[2*x+1,u0,10]` pour avoir u_{10}.

  ➔ `Séquence[Itération[2*x+1,u0,i],i,0,9]` pour obtenir la liste des valeurs jusqu'à u_9.

  ➔ `Séquence[(i,Itération[2*x+1,u0,i]) ,i,0,9]` Pour obtenir la représentation graphique des 10 premiers

2 Quelques icônes importants

- 

Permet de définir une variable ou un paramètre qui appartient à un intervalle et que l'on pourra faire varier avec la souris.
-  Permet de tracer le lieu (la trace) d'un point dépendant d'un autre objet que l'on pourra faire varier ou déplacer.
- 

Permet de calculer l'aire d'un polygone.
-  Permet de définir et de tracer les points d'intersection entre deux objets que l'on sélectionne avec la souris.
- 

Permet de comparer deux objets que l'on sélectionne avec la souris.

3 Quelques fonctions de base

- `abs(`x`)` : Valeur absolue de x.
- `sgn(`x`)` : Renvoie $\frac{x}{|x|}$ pour avoir le signe de x.
- `sqrt(`x`)` : Renvoie la racine carrée de x.
- `exp(`x`)` : Renvoie l'exponentielle de x.
- `log(`x`)` : Renvoie le logarithme népérien de x.
- `lg(`x`)` : Renvoie le logarithme décimal de x.
- `ld(`x`)` : Renvoie le logarithme en base 2 de x.
- `cos(`x`)` : Renvoie le cosinus de x.
- `sin(`x`)` : Renvoie le sinus de x.
- `tan(`x`)` : Renvoie la tangente de x.
- `acos(`x`)` : Renvoie arc cosinus de x.
- `asin(`x`)` : Renvoie arc sinus de x.
- `atan(`x`)` : Renvoie arc tangente de x.
- `cosh(`x`)` : Renvoie le cosinus hyperbolique de x.
- `sinh(`x`)` : Renvoie le sinus hyperbolique de x.
- `tanh(`x`)` : Renvoie la tangente hyperbolique de x.
- `acosh(`x`)` : Renvoie arc cosinus hyperbolique de x.
- `asinh(`x`)` : Renvoie arc sinus hyperbolique de x.
- `atanh(`x`)` : Renvoie arc tangente hyperbolique de x.
- `floor(`x`)` : Renvoie le plus grand entier inférieur ou =.
- `ceil(`x`)` : Renvoie le plus petit entier supérieur =.
- `round(`x`)` : Renvoie l'arrondi à l'unité de x.
- `x(`A`)` : Renvoie l'abscisse de A.
- `y(`A`)` : Renvoie l'ordonnée de A.
- `cbrt(`x`)` : Renvoie la racine cubique de x.
- `random()` : Renvoie un nombre aléatoire entre 0 et 1.
- `gamma(`x`)` : Renvoie l'image de x par la fonction gamma.
- x`!` : Renvoie factorielle de x.

4 Les Fonctions

- $f(x) = 3 * x\hat{}2 + 5$: Définie la fonction f qui à x associe $3x^2 + 5$ et trace sa représentation graphique.

- `Fonction[f,a,b]` : Trace C_f entre a et b.
- `Si[C1,f,g]` : Renvoie f si condition C_1 sinon renvoie g. Permet de définir des fonctions par morceaux.
- `PointInflexion [f]` : Tous les points d'inflexion de la fonction f.
- `Extremum[f]` : Tous les extremums locaux de la fonction f .
- `g(x)=f(x+a)` : Définie g comme la fonction qui à x associe $f(x+a)$ et trace $\mathcal{C}_g$.
- `g(x)=f(x) +a` : Définie g comme la fonction $f+a$ et trace $\mathcal{C}_g$.
- `g(x)=af(x) +b` : Définie g comme la fonction $af+b$ et trace $\mathcal{C}_g$.
- `g(x)=f(x)+h(x)` : Définie g comme la fonction $f+h$ et trace $\mathcal{C}_g$.
- `g(x)=f(x)-h(x)` : Définie g comme la fonction $f-h$ et trace $\mathcal{C}_g$.
- `g(x)=f(x)*h(x)` : Définie g comme la fonction $f\times h$ et trace $\mathcal{C}_g$.
- `g(x)=f(x)/h(x)` : Définie g comme la fonction $\frac{f}{h}$ et trace $\mathcal{C}_g$.
- `g(x)=f(x)^n` : Définie g comme la fonction f^n et trace $\mathcal{C}_g$.
- `Translation[f, v]` : Translate $\mathcal{C}_f$ par la translation de vecteur $\overrightarrow{v}$.
- `Itération[f,x0,n]` : compose n fois l'image du nombre de départ x_0 par la fonction f.

5 Les équations

- `Racine [f,a]` : Une racine de f à partir de a (par la méthode de Newton).
- `Racine [f, a, b]` : Une racine de f sur $[a;b]$ (par la méthode de fausse position).
- `Racine[f]` : Toutes les racines de la fonction f .

6 Les fonctions dérivées

- `Dérivée[f] ou f'(x)` : Définie et trace la fonction dérivée de f.
- `f'(x)` : Définie et trace la fonction dérivée seconde de f.
- `Dérivée[f,n]` : Définie et trace la fonction dérivée n^{e}de f.

7 Intégrales et primitives

- `Intégrale[ f,a,b]` : Renvoie le résultat de l'intégrale de f entre a et b et colorie l'aire entre $\mathcal{C}_f$, l'axe des abscisses et les droites $x=a$ et $x=b$.
- `Intégrale[f, g,a,b]` : Renvoie le résultat de l'intégrale de $f-g$ entre a et b et colorie l'aire entre $\mathcal{C}_f$, $\mathcal{C}_g$, l'axe des abscisses et les droites $x=a$ et $x=b$.
- `Intégrale[f]` : Renvoie une primitive de f.
- `SommeInférieure[f,a,b,n]` : Approximation inférieure de l'intégrale de f sur l'intervalle $[a;b]$ par n.
- `rectangles. Note` : Cette commande dessine aussi les rectangles.
- `SommeSupérieure[f,a,b,n]` : Approximation supérieure de l'intégrale de f sur l'intervalle $[a;b]$ par n.
- `rectangles. Note` : Cette commande dessine aussi les rectangles.

8 Quelques longueurs

- `Longueur[f,x1, x2]` : Longueur de la portion de la courbe de la fonction f entre ses points d'abscisses x_1 et x_2.
- `Longueur[f,A,B]` : Longueur de la portion de la courbe de la fonction f entre deux de ses points A et B.
- `Longueur[c,t1,t2]` : Longueur de la courbe c entre les deux points de paramètres t_1 et t_2.
- `Longueur[c,A,B]` : Longueur de la courbe c entre deux de ses points A et B.

9 Les Tangentes

- `Tangente[ a, f]` : Tangente à $\mathcal{C}_f$ en $x=a$.
- `Tangente[ A, f]` : Tangente à $\mathcal{C}_f$ en $x=x(A)$.
- `Tangente[ A, c]` : Tangente à la courbe c au point A.

10 LesPolynômes

- `Polynôme[f]` : Renvoie l'écriture polynomiale développée de la fonction f.
- `PolynômeTaylor[f,a,n]` : Renvoie le développement de Taylor de la fonction f à partir du point $x=a$ d'ordre n.
- `Racine[f]` : Toutes les racines du polynôme f.
- `Extremum[f]` : Tous les extremums locaux du polynôme f.
- `PointInflexion [f]` : Tous les points d'inflexion du polynôme f.

11 Les intersections

- `Intersection[ f1, f2]` : Tous les points d'intersection entre les courbes $\mathcal{C}_{f_1}$ et $\mathcal{C}_{f_2}$ des polynômes f_1 et f_2.
- `Intersection[ f1, f2, n]` : nème point d'intersection entre les courbes $\mathcal{C}_{f_1}$ et $\mathcal{C}_{f_2}$ des polynômes f_1 et f_2.
- `Intersection[ f, g, A]` : Premier point d'intersection entre $\mathcal{C}_f$ et $\mathcal{C}_g$ à partir de A (par la méthode de Newton).

12 Les fonctions d'arithmétique

- `Reste[a,b]` : Reste de la division euclidienne du nombre a par le nombre b.
- `Quotient[a,b]` : Quotient de la division euclidienne du nombre a par le nombre b.

- `Min[a,b]` : Minimum des deux nombres a et b.
- `Max[a,b]` : Maximum des deux nombres a et b.

13 Courbes paramétrées

- `Courbe[ e1, e2, t, a, b]` : Courbe paramétrée de paramètre t variant dans l'intervalle $[a; b]$ l'abscisse d'un point étant expression e_1 et son ordonnée expression e_2 .
  Exemple : $c = Courbe[2cos(t), 2sin(t), t, 0, 2pi]$
- `Dérivée[ c]` : Dérivée de la courbe c.
- `Valider c(3)` : retourne le point de la courbe c dont la position correspond à la valeur 3 du paramètre.

1 Transformations géométriques

- `Translation[ A, v]` : Translaté du point A de vecteur v.
- `Translation[ g, v]` : Translaté de la ligne g de vecteur v.
- `Translation[ c, v]` : Translatée de la conique c de vecteur v.
- `Translation[ f, v]` : Translatée de la courbe de la fonction f de vecteur v.
- `Translation[ poly, v]` : Translation du polygone poly de vecteur v.
- `Translation[ pic, v]` : Translation de l'image *pic* de vecteur v.
- `Translation[ v, P]` : Donne au vecteur v le point P comme origine.
- `Rotation[ A, phi]` : Tourne le point A d'un angle ϕ autour de l'origine.
- `Rotation[ v, phi]` : Tourne le vecteur v d'un angle ϕ .
- `Rotation[ g, phi]` : Tourne la ligne g d'un angle ϕ autour de l'origine.
- `Rotation[ c, phi]` : Tourne la conique c d'un angle ϕ autour de l'origine.
- `Rotation[ poly, phi]` : Tourne le polygone poly d'un angle ϕ autour de l'origine.
- `Rotation[ pic, phi]` : Tourne l'image *pic* d'un angle ϕ autour de l'origine.
- `Rotation[ A, phi, B]` : Tourne le point A d'un angle ϕ autour du point B.
- `Rotation[ g, phi, B]` : Tourne la ligne g d'un angle ϕ autour du point B.
- `Rotation[ c, phi, B]` : Tourne la conique c d'un angle ϕ autour du point B.
- `Rotation[ poly, phi, B]` : Tourne le polygone *poly* d'un angle ϕ autour du point B.
- `Rotation[ pic, phi, B]` : Tourne l'image *pic* d'un angle ϕ autour du point B.
- `Symétrie[ A, B]` : Symétrique du point A par rapport au point B.
- `Symétrie[ g, B]` : Symétrie de la ligne g par rapport au point B.
- `Symétrie[ c, B]` : Symétrie de la conique c par rapport à B.
- `Symétrie[ poly, B]` : Symétrie du polygone *poly* par rapport au point B.
- `Symétrie[ pic, B]` : Symétrie de l'image *pic* par rapport à B.
- `Symétrie[ A, h]` : Symétrie du point A par rapport à la ligne h.
- `Symétrie[ g, h]` : Symétrie de la ligne g par rapport à la ligne h.
- `Symétrie[ c, h]` : Symétrie de la conique c par rapport à h.
- `Symétrie[ poly, h]` : Symétrie du polygone *poly* par rapport à la ligne h.
- `Symétrie[ pic, h]` : Symétrie de l'image *pic* par rapport à h.
- `Homothétie[ A, f, S]` : Image du point A par l'homothétie de centre S, de rapport f.
- `Homothétie[ h, f, S]` : Image de la ligne h par l'homothétie de centre S, de rapport f.
- `Homothétie[ c, f, S]` : Image de la conique c par l'homothétie de centre S, de rapport f.
- `Homothétie[ poly, f, S]` : Image du polygone *poly* par l'homothétie de centre S, de rapport f.
- `Homothétie[ pic, f, S]` : Transformée de l'image *pic* par l'homothétie de centre S, de rapport f.

2 Les coniques

- `Ellipse[ F, G, a]` : Ellipse de foyers F et G et dont la longueur de l'axe principal vaut a. Note : Condition : $2a > Distance[F, G]$.
- `Ellipse[ F, G, s]` : Ellipse de foyers F et G et dont la longueur de l'axe principal vaut $a = Longueur[s]$.
- `Hyperbole[ F, G, a]` : Hyperbole de foyers F et G dont la longueur de l'axe principal vaut a. Note : Condition : $0 < 2a < Distance[F, G]$.
- `Hyperbole[ F, G, s]` : Hyperbole avec foyers F et G dont la longueur de l'axe principal vaut $a = Longueur[s]$.
- `Parabole[ F, g]` : Parabole de foyer F et de directrice g.
- `Conique[ A, B, C, D, E]` : Conique passant par les cinq point A, B, C, D, et C. Note : Quatre de ces points ne doivent pas être alignés.

3 Les angles

- `Angle[ v1, v2]` : Angle entre deux vecteurs $v1$ et $v2$ (entre 0 et 360°).
- `Angle[ g, h]` : Angle entre les vecteurs directeurs de deux lignes g et h (entre 0 et 360°).
- `Angle[ A, B, C]` : Angle $\widehat{ABC}$, délimité par $[AB]$ et $[BC]$ (entre 0 et 360°). B représente donc le sommet de l'angle.
- `Angle[ A, B, alpha]` : Dessine un angle α à partir de B avec pour sommet B.
- `Angle[ c]` : Angle de l'axe principal de la conique c par rapport à l'horizontale.
- `Angle[ v]` : Angle entre l'axe (Ox) et le vecteur v.
- `Angle[ A]` : Angle entre l'axe (Ox) et le vecteur $\overrightarrow{OA}$.
- `Angle[ n]` : Convertit un nombre en un angle (le résultat entre 0 et 2π).
- `Angle[ poly]` : Tous les angles intérieurs du polygone direct poly.

4 Quelques points en géométrie

- `A=(a,b)` : Définie et place le pt A de coordonnées $(a; b)$.
- `Point[g]` : Point libre sur la ligne g.

- `Point[c]` : Point libre sur la conique c (par ex. cercle, ellipse, hyperbole).
- `Point[f]` : Point libre sur la courbe représentative de la fonction f.
- `Point[poly]` : Point libre sur la ligne polygonale frontière de poly.
- `Point[P, v]` : Image du point P dans la translation de vecteur v.
- `MilieuCentre[A,B]` : Milieu des points A et B.
- `MilieuCentre [s]` : Milieu du segment s.
- `CentreGravité[poly]` : Centre de gravité du polygone poly.
- `Intersection[g,h]` : Point d'intersection entre les lignes g et h.
- `Intersection[g,c]` : Tous les points d'intersection de la ligne g avec la conique c (max. 2).
- `Intersection[g, c, n]` : nème point d'intersection de la ligne g avec la conique c.
- `Intersection[ c1, c2]` : Tous les points d'intersection entre les coniques c_1 et c_2 (max. 4).
- `Intersection[ c1, c2, n]` : nème point d'intersection entre les coniques c_1 et c_2.
- `Intersection[ f1, f2]` : Tous les points d'intersection entre les courbes $\mathcal{C}_{f_1}$ et $\mathcal{C}_{f_2}$ des polynômes f_1 et f_2.
- `Intersection[ f1, f2, n]` : nème point d'intersection entre les courbes $\mathcal{C}_{f_2}$ et $\mathcal{C}_{f_2}$ des polynômes f_1 et f_2.
- `Intersection[ f, g]` : Tous les points d'intersection entre la courbe $\mathcal{C}_f$ du polynôme f et la ligne g.
- `Intersection[ f, g, n]` : nème point d'intersection entre la courbe $\mathcal{C}_f$ du polynôme f et la ligne g.
- `Intersection[ f, g, A]` : Premier point d'intersection entre $\mathcal{C}_f$ et $\mathcal{C}_g$ à partir de A (par la méthode de Newton).
- `Intersection[ f, g, A]` : Premier point d'intersection entre $\mathcal{C}_f$ et la ligne g à partir de A (par la méthode de Newton).

5 Les vecteurs

- `Vecteur[A,B]` : Vecteur AB.
- `Vecteur[A]` : Vecteur OA.
- `Direction[g]` : Vecteur directeur de la ligne g.
- `VecteurUnitaire[g]` : Vecteur directeur unitaire de la ligne g.
- `VecteurUnitaire [v]` : Vecteur unitaire de même direction et même sens que le vecteur donné v.
- `VecteurOrthogonal[g]` : Vecteur orthogonal à la ligne g.
- `VecteurOrthogonal[v]` : Vecteur orthogonal au vecteur v.
- `VecteurUnitaireOrthogonal[g]` : Vecteur orthogonal unitaire à la ligne g.
- `VecteurUnitaireOrthogonal[v]` : Vecteur orthogonal unitaire au vecteur v.
- `VecteurCourbure[ A, f]` : Vecteur de courbure de la courbe représentative de la fonction f au point A.
- `VecteurCourbure[ A, c]` : Vecteur de courbure de la courbe c au point A.
- `u*v` : Produit scalaire $\overrightarrow{u}.\overrightarrow{v}$.

6 Objets courants de géométrie

- `Segment[ A, B]` : Segment $[AB]$.
- `Segment[ A, a]` : Segment d'origine le point A et de longueur a.
- `DemiDroite[ A, B]` : Demi-droite $[AB)$.
- `DemiDroite[ A, v]` : Demi-droite d'origine A et de vecteur directeur v.
- `Polygone[ A, B, C,...]` : Polygone défini par les points donnés $A, B, C, \ldots$
- `Polygone[ A, B, n]` : Polygone régulier à n sommets (points A et B inclus)
- `Droite[ A, B]` : Droite (AB).
- `Droite[ A, g]` : Droite passant par A et parallèle à la ligne g.
- `Droite[ A, v]` : Droite passant par A et de vecteur directeur v.
- `Cercle[ M, r]` : Cercle de centre M et de rayon r.
- `Cercle[ M, s]` : Cercle de centre M et de $rayon = Longueur[s]$.
- `Cercle[ M, A]` : Cercle de centre M passant par A.
- `Cercle[ A, B, C]` : Cercle circonscrit à ABC (i.e. cercle passant par A, B et C).
- `DemiCercle[ A, B]` : Demi-cercle de diamètre le segment $[AB]$.
- `ArcCercle[ M, A, B]` : Arc de cercle de centre M entre les deux points A et B.
- `ArcCercleCirconscrit[ A, B, C]` : Arc de cercle passant par les trois points A, B, et C.
- `Arc[ c, A, B]` : Arc entre les deux points A et B de la conique c (Cercle ou Ellipse).
- `SecteurCirculaire[ M, A, B]` : Secteur circulaire de centre M entre les deux points A et B.
- `SecteurCirculaireCirconscrit[ A, B, C]` : Secteur circulaire passant par les trois points A, B, et C.

7 Droites particulières

- `axeX` : Axe des abscisses.
- `axeY` : Axe des ordonnées.
- `Perpendiculaire[point A,ligne g]` : Droite passant par A et perpendiculaire à la ligne g.
- `Perpendiculaire[point A,vecteur v]` : Droite passant par A et orthogonale au vecteur v.
- `Médiatrice[point A,point B]` : Médiatrice du segment $[AB]$.
- `Médiatrice[segment s]` : Médiatrice du segment s.
- `Bissectrice[ A, B, C]` : Bissectrice de l'angle .

- `Bissectrice[ g, h]` : Les deux bissectrices des lignes g et h.
- `Tangente[ A, c]` : (Toutes les) tangentes à c passant par A.
- `Tangente[ g, c]` : Toutes les tangentes à c parallèles à g.
- `Tangente[ a, f]` : Tangente à $\mathcal{C}_f$ en $x = a$.
- `Tangente[ A, f]` : Tangente à $\mathcal{C}_f$ en $x = x(A)$.
- `Tangente[ A, c]` : Tangente à la courbe c au point A.
- `Asymptote[ h]` : Les deux asymptotes à l'hyperbole h.
- `Directrice[ p]` : Directrice de la parabole p.
- `Axes[ c]` : Les deux axes de la conique c.
- `PremierAxe[ c]` : Axe principal de la conique c.
- `SecondAxe[ c]` : Axe secondaire de la conique c.
- `Polaire[ A, c]` : Droite polaire de A par rapport à la conique c.
- `Diamètre[ g , c]` : Diamètre de la conique c parallèle à g.
- `Diamètre[ v, c]` : Diamètre de la conique c ayant pour vecteur directeur v.

8 Les nombres de géométrie

- `Longueur[v]` : Norme du vecteur v.
- `Longueur[ A]` : Distance OA.
- `Aire[A,B,C, ...]` : Aire du polygone défini par les points A, B, et $C\ldots$
- `Aire[c]` : Aire délimitée par la conique c (cercle ou ellipse).
- `Distance[A,B]` : Distance AB.
- `Distance[A,g]` : Distance d'un point A à une ligne g.
- `Distance[g,h]` : Distance des lignes g et h.
- `Pente[g]` : Pente d'une ligne g. Note : Cette commande trace aussi le triangle permettant de visualiser la pente (quand j'avance de 1, je monte de « pente »).
- `Courbure[A,f]` : Courbure de la courbe représentative de f au point A.
- `Courbure[A, c]` : Courbure de la courbe c au point A.
- `Rayon[c]` : Rayon du cercle c.
- `Circonférence[c]` : Retourne la circonférence de la conique c (cercle ou ellipse).
- `Périmètre[poly]` : Périmètre du polygone poly
- `Paramètre [p]` : Paramètre de la parabole p (distance entre la directrice et le foyer).
- `LongueurPremierAxe[c]` : Longueur du premier axe (axe principal) de la conique c.
- `LongueurSecondAxe[c]` : Longueur du second axe de la conique c.
- `ExcentricitéLinéaire[c]` : Excentricité linéaire de la conique (ellipse ou hyperbole) c (à savoir : la demi distance focale).
- `RapportColinéarité[A,B,C]` : Retourne le rapport de colinéarité de 3 points A, B, et C alignés, tel que $AC = \lambda \times AB$ ou $C = A + \lambda \times AB$
- `Birapport[A,B,C,D]` : Birapport de 4 points A, B, C, et D alignés, tel que :
  $\lambda = \dfrac{RapportColinéarité[C, B, A]}{RapportColinéarité[D, B, A]}$

1 Créer des listes (ou vecteurs).

- «c(8,7,8,9)» pour générer la liste des nombres 8, 7, 8 et 9.
- «x=c(8,7,8,9)» pour générer la liste des nombres 8, 7, 8 et 9 dans la variable x.
- «x=scan()» pour écrire dans la variable x, les valeurs à la suite en appuyant sur entrée entre chaque valeur. (2 fois entrée pour finir)
- «1:10» pour générer les nombres entiers de 1 à 10
- «seq(1,10)» pour générer une **séquence** des nombres entiers de 1 à 10, le pas est 1 par défaut.
- «seq(1,10,2)» pour générer une **séquence** des nombres de 1 à 10 avec un pas de 2.
- «seq(1,10,length=20» pour générer une **séquence** de 8 nombres de 1 à 10.
- «rep(2,6) » pour **répéter** 6 fois le nombre 2. C'est identique à $c(2,2,2,2,2,2)$.
- «1,rep(2,6),rep(3,4) » est identique à $c(1,2,2,2,2,2,2,3,3,3,3)$.
- «x=c(1,2,3); n=c(1,6,4); rep(x,n)» On obtient ainsi un 1, six 2 et quatre 3. Très pratique les regroupements par classes.
  x et n doivent avoir le même nombre d'éléments.
- «table(x)» pour visualiser sous forme de tableau les regroupements par classe.

2 Fonctions élémentaires sur les listes.

Par exemple pour $x = c(8,7,8,9)$

- «min(x)» est la valeur **minimum** de x.
- «max(x)» est la valeur **maximum** de x.
- «range(x)» est la liste contenant le minimum et le maximum de x.
- «sum(x)» est la **somme** des valeurs de x.
- «length(x)» est le nombre de valeurs que contient x.
- «mean(x)» retourne la **moyenne** de x.
- «var» retourne la **variance** variance (non-biaisée) de x. Ce n'est pas la variance (de la population entière non estimée) que nous utilisons au lycée.

  Sur vos calculatrice c'est la variance qui correspond à la touche S. Pour obtenir la variance utilisé au lycée il y a plusieurs méthodes

  ➔ mean((a-mean(a))^2) *(la définition de la variance)*

  ➔ length(x)*sum((x - mean(x))^2) *(la propriété de la variance)*

  ➔ var(x)*(length(x)-1)/length(x) *lien entre les deux formules.*
- «sd» retourne l'**écart type** de x (sd pour standard deviation).
- «summary» retourne un résumé des valeurs de x : le Minimum, 1erQuartile, la médiane, le 3equartile et la maximum.
- «IQR» retourne l'écart interquartile de x. (Interquartile Range)
- «sort(x)» trie x par ordre croissant.
- «sort(x,decreasing=True)» ou «sort(x,de=T)» trie x par ordre décroissant.
- «cumsum(x)» retourne les valeurs **cumulées** et **croissantes** de x
- «median(x)» retourne la valeur **médiane** de x
- «quantile(x,0.25)» retourne le 1° quartile $\boldsymbol{Q_1}$ de x.
- «quantile(x,0.75)» retourne le 3° quartile $\boldsymbol{Q_3}$ de x.
- «quantile(x,0.1)» retourne le 1° décile $\boldsymbol{D_1}$ de x.
- «quantile(x,0.9)» retourne le 9° décile $\boldsymbol{D_9}$ de x.

3 Opération sur les nombres

- «round(x)» **arrondi** x à l'entier
- «round(x, 2)» **arrondi** x au centième.
- «round(x, -1)» **arrondi** x aux dizaines
- «ceiling(x)» renvoie le plus petit entier supérieur à x.
- «floor(x)» renvoie le plus grand entier inférieur à x.
- «trunc(x)» renvoie la **troncature** de x.
- «7%/%2» renvoie le **quotient** de la division euclidienne de 7 par 2.
- «7%%2» renvoie le **reste** de la division euclidienne de 7 par 2.
  Si n%%2=0 alors n est pair sinon n est impair.
- «x<=30» x est il plus petit ou égale à 30 ?
- «sum(x<=30)» Le **nombre d'élément** de x inférieur ou égale à 30.
- «which(x<=30)» renvoie la **positions** des valeurs de x inférieur ou égale à 30.
- «factorial (7)» **Factorielle** de 7, 7 !=5040
- «choose (10,2)» Nombre de **combinaisons** de p parmi n
  `for (n in 0:10) print(choose(n, k = 0:n))` pour avoir le triangle de pascal
- combn(5,2) génère toutes les combinaisons de 2 éléments parmi 5.

4 Aléatoire

- «runif(1,2, 10)» génère un **nombre aléatoire** entre 2 et 10. runif est la loi uniforme.

- «runif(1000, 2, 10)» génère 1000 nombres aléatoires entre 2 et 10.
- «sample(1:10, 1)» génère 1 nombre entier aléatoirement **sans répétition** entre 1 et 10.
- «sample(1:10, 5)» génère 5 nombres entiers aléatoirement **sans répétition** entre 1 et 10.
- « sample(1:6,50,replace=TRUE)» ou « sample(1:6,50,re=T)» génère 50 nombres entiers aléatoirement **avec répétition** entre 1 et 6.
  Par exemple pour générer 50 lancers d'un dé équilibré à 6 faces.
- «sample(1:6,50,replace=T, p=c(1,1,1,1,4,4)/12)» génère 50 lancers d'un dé à 6 faces pipé de probabilité $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = \frac{1}{12}$ et $p_5 = p6 = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$.
  On aurait pu utiliser $p = c(1/6, 1/6, 1/6, 1/6, 1/3, 1/3)$

5 Les lois de probabilité.

Le nom de chaque loi est précédé de r comme randomn, d pour la densité et p pour la fonction de répartition.

- **La loi uniforme**
  - «runif(x,min,max)» donne x nombres qui suivent une la **loi uniforme** (voir le paragraphe précédent).
  - «dunif(x, min, max)» est la densité de la loi uniforme.
  - «punif(x, min, max)» est la fonction de répartition de la loi uniforme.
- **La loi binomiale**
  - «rbinom(x,n,p)» : donne x nombres qui suivent La **loi Binomiale** de paramètre n et p.
  - «dbinom(x, min, max)» est la densité de la loi binomiale.
  - «pbinom(x, min, max)» est la fonction de répartition de la loi binomiale.
  - Par exemple supposons que X suit la loi binomiale $B(10, 0.6)$.

```
dbinom(4,10,0.6) # donne P(X = 4)
sum(dbinom(4:8,10,0.6) # donne P(4<X<8)
```

- **La loi exponentielle**
  - «rexp(x,p)» : donne x nombres qui suivent La **loi exponentielle** de paramètre p.
  - «dexp(x,p)» est la densité de la loi exponentielle.
  - «pexp(x,p)» est la fonction de répartition de la loi exponentielle.
- **La loi normale**
  - «rnorm(5000,0,1)» génère 5000 nombres suivant la loi normale d'espérance 0 et d'écart type 1.
  - «dnorm(5000,0,1)» est la densité de la loi normale.
  - «pnorm(5000,0,1)»est la fonction de répartition de la loi normale.
  -
```
x=rnorm(5000,0,1)
hist(x, nclass=50, col="blue", main="loi normale")
```

6 les conditions

par exemple $x = c(50, 30, 10, 20, 60, 30, 20, 40)$.

- «20%in%x » 20 appartient il à x ?
- «x<20 | x>40 » x est il inférieur à 20 **ou** supérieur à 40.
- «x<40 & x>30» x est il inférieur à 20 **et** supérieur à 40.
- «!» signifie le contraire
- «x!=20» x n'est pas égal à 20.

7 boucles

- `if (condition) { <instruction> } else { <instruction2> }`
  `if (condition) {<instruction1>; <instruction2>} else {<instruction3>}`

  Pour plus de clareté il est préférable de rédiger en verticale

```
if (condition) {
<instruction1>
<instruction2>}
else {
<instruction3>
<instruction4>}
```

- `for (i in 1:10) { instruction }` signifie pour i allant de 1 à 10 faire
  Exemple :

```
for (i in 1:10) {print(i^2)}
```

- `while (i<=10) { instruction ...}` signifie tant que x est inférieur à 10 faire
  Exemple :

```
i=0
while (i<=10) {print(i)}; i=i+1
```

8 Les graphiques

- «`hist(x, breaks`» crée un histogramme de la variable x avec un découpage breaks.
  hist(x, seq(0,2,0.2) donnera un histogramme de x avec les classes 0,0.2,0.4,0.6,...2
- «`hist(x, nclass=10`» crée un histogramme de la variable x avec 10 classes.

9 Échange avec les autres logiciels

- `x <- read.table("data.dat")` permet de **lire** le fichier de données data.dat dans la variable x.
  `write.table(x, file = "", sep = " ",eol = "\n",header=FALSE )` où file est le nom du fichier, sep est le séparateur de champ, eol le caractère de fin de ligne (\ncorrespond à un retour chariot) et headers indique si le fichier contient les noms des variables sur la 1religne.

- `write.table(x, file = "data.dat"` permet de **sauvegarder** la variable x dans la fichier data.dat.
- Pour sauver un graphique
  postscript('rplot.eps')
  plot(x,y)
  dev.off()

10 Divers

- `options(max.print=10^5)` Pour pouvoir afficher à l'écran 10^5 nombres.

- `function` Pour créer une fonction.
  `f=function(x) x^2` pour la fonction carrée.

1 Feuille de calcul

- « ; » exécute une commande en affichant le résultat. Par exemple `1+2/3;`
- « $ » exécute une commande sans afficher le résultat. Par exemple `a:2 $`
- « % » rappelle le dernier calcul effectué
- `? plot2d` affiche l'aide en ligne sur l'instruction `plot2d`
- `example(expand)` affiche des exemples d'utilisation de l'instruction `expand`
- `kill(all)` réinitialise le système

2 Opérateurs

- les quatre opérations usuelles `+ , - , * , /`
- opérateur « ^ » élévation à une puissance. `x^3` est x^3
- opérateur « # » non égal à (ou différent de)
- opérateurs de comparaison `= , < , <= , > , >=`
- opérateur « : » d'affectation.
  `a:3` donne la valeur 3 à la variable a.
- opérateur « := » pour définir une fonction.
- opérateur « = » indique une équation dans Maxima.
- opérateur « ! » factoriel d'un entier naturel, par exemple $5! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 = 120$.
- opérateur « . » de multiplication de deux matrices.

3 Constantes

- `%pi` désigne $\pi \approx 3,14159$
- `%e` désigne e $= \exp(1) \approx 2,7183$
- `%i` est l'imaginaire pur de module 1, d'argument $\pi/2$
- `true` valeur "vrai"
- `false` valeur "faux"
- `inf` désigne $+\infty$
- `minf` désigne $-\infty$
- `%gamma` constante d'Euler-Mascheroni qui est la limite de la suite de terme général $\left(\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{k}\right) - \ln n$

4 Nombres réels

a fonctions usuelles

- `abs(x)` valeur absolue de x
- `floor(x)` partie entière de x
- `sqrt(x)` racine carrée de x
- `sin(x) , cos(x) , tan(x)`
- `exp(x) , log(x)` *Attention* : log désigne la fonction **logarithme népérien**

b valeurs approchées

- `float(x)` fournit une valeur décimale approchée de x
- `bfloat(x)` donne une valeur approchée de x en notation scientifique
- `fpprec:20` fixe la précision de la valeur approchée donnée par `bfloat` (20 chiffres affichés au lieu de 16 par défaut)

c trigonométrie

- `acos(0.2)` donne la mesure en radian de l'angle géométrique ayant pour cosinus 0,2
- `trigexpand(a)` développe l'expression trigonométrique a en utilisant les formules d'addition de cos et sin. Par exemple, `trigexpand(cos(x+y))` renvoie $\cos x \cos y - \sin x \sin y$
- `trigreduce(a)` permet de linéariser un polynôme trigonométrique a. Par exemple, `trigreduce(sin(x)^3)` renvoie $\frac{3\sin x - \sin(3x)}{4}$
- `trigsimp(a)` simplifie l'expression trigonométrique a en utilisant la relation $\cos^2 t + \sin^2 t = 1$ et en remplaçant $\tan t$ par $\frac{\sin t}{\cos t}$ [2]
- `load(ntrig)` Permet de charger le package permettant de calculer des lignes pour des valeurs de x non usuelles.
  Exemple : Pour calculer $cos\frac{\pi}{10}$ on fait :
  load(ntrig)
  cos(%pi/10) et on obtient $\frac{\sqrt{\sqrt{5}+5}}{2\sqrt{2}}$.

5 Arithmétique des entiers

Soit a et b deux entiers. Soit n et p deux entiers naturels.

- `divide(a,b)` division euclidienne de a par b. Le résultat est une liste dont le premier élément est le quotient et le second élément le reste
- `divisors(a)` ensemble des diviseurs positifs de a
- `divsum(a)` somme des diviseurs positifs de a
- `mod(a,b)` reste de la division de a par b
- `gcd(a,b)` pgcd de a et b
- `load(functs) $ lcm(a,b)` ppcm de a et b
- `primep(p)` teste si p est premier
- `p:prev_prime(n)` donne le nombre premier p qui vient juste avant n, avec $p < n$
- `next_prime(n)` donne le nombre premier qui vient juste après n
- `factor(n)` décompose n en produit de facteurs premiers
- `ifactors(n)` décompose n en produit de facteurs premiers en affichant le résultat sous forme de liste
- `binomial(n,p)` est le cefficient binomial $\binom{n}{p}$
- `random(n)` renvoie un entier naturel, choisi au hasard entre 0 et $n-1$ lorsque $n \in \mathbb{N}^*$

6 Nombres complexes

Soit z un nombre complexe.

- `%i` désigne le complexe i
- `realpart(z)` partie réelle de z
- `imagpart(z)` partie imaginaire de z
- `conjugate(z)` conjugué de z
- `abs(z)` module de z
- `carg(z)` argument de z (dans $]-\pi,\pi]$)
- `rectform(z)` écrit z sous forme algébrique
- `polarform(z)` écrit z sous forme exponentielle

7 Calcul algébrique

Soit P et Q deux polynômes.

- `expand(P)` développe P
- `factor(P)` factorise P
- `gfactor(P)` factorise P dans l'ensemble $\mathbb{C}$
- `divide(P,Q,x)` calcule le quotient et le reste de la divison de P par Q. Le résultat est une liste dont le premier élément est le quotient et le second élément le reste
- `partfrac(P/Q,x)` décompose la fonction rationnelle P/Q (de la variable x) en éléments simples
- `ratsimp(expr)` simplifie l'expression `expr` (en écrivant tout sur le même dénominateur)
- `subst(1/z,x,expr)` remplace x par $1/z$ dans l'expression `expr`

8 Fonctions numériques

a définir une fonction

- `f(x):=x^2+2*x-3`
- `define(f(x),x^2+2*x-3)`
- `f:lambda([x],x^2+2*x-3)`

b limites, tangentes et asymptotes

- `limit(sin(x)/x,x,0)` limite en 0
- `limit(1/x,x,0,plus)` limite à droite en 0
- `limit(1/x,x,0,minus)` limite à gauche en 0
- `limit(x*exp(x),x,minf)` limite en $-\infty$
- `taylor(f(x),x,a,1)` permet d'obtenir l'équation réduite de la tangente à $\mathcal{C}_f$ au point $A(a,f(a))$
- `taylor(sqrt(1+x^2),x,inf,2)` permet d'obtenir le développement asymptotique à 2 termes de $x\mapsto\sqrt{1+x^2}$ en $+\infty$

c dérivation

- `diff(f(x),x)` calcule la dérivée $f'(x)$
- `diff(f(x),x,2)` calcule $f''(x)$, dérivée seconde
- `define(fp(x),diff(f(x),x))` définie la fonction fp comme la fonction dérivée de f.

d courbes représentatives

Pour afficher les courbes $\mathcal{C}_f$ et $\mathcal{C}_g$ sur le même graphique, dans la fenêtre $[x_1,x_2]\times[y_1,y_2]$, on entre :

- `plot2d([f(x),g(x)],[x,x1,x2],[y,y1,y2])`

e intégrales

- `integrate(f(x),x)` calcule une primitive de la fonction f
- `integrate(f(x),x,a,b)` calcule l'intégrale $\int_a^b f(x)\,\mathrm{d}x$
- `romberg(1/log(x),x,2,3)` fournit une approximation de l'intégrale $\int_2^3 \frac{1}{\ln x}\,\mathrm{d}x$

9 Suites

a Définition

- `u[n]:=1/n` est la suite définie par son terme général $u_n=\dfrac{1}{n}$
- `u[0]:1` on définie u_0.
  `u[n]:=1/(1+u[n-1])` est la suite définie par récurrence $u_{n+1}=\dfrac{1}{1+u_n}$
  On ne peut pas écrire `u[n+1]:=1/(1+u[n])`

b Calcul sur les suites

- `makelist(u[k], k, 0, 5);` Affiche les 6 premiers termes de la suite u_n.

- `sum(1/u[n],n,0,20)` pour calculer $S=u_0+u_1+\cdots+u_{20}$.
- `limit(u[n],n,inf);` pour calculer la convergence de la suite u_n lorsque u_n est définie par sa formule générale.

10 Équations

a résolution d'équations

Résolution exacte dans l'ensemble $\mathbb{C}$ des complexes :

- `solve(x^2+x=1,x)`

Résolution approchée dans $\mathbb{R}$:

- `find_root(x^5=1+x,x,1,2)` solution dans $[1,2]$

b systèmes linéaires

Pour résoudre le système $\begin{cases} 3x+2y=1 \\ x-y=2 \end{cases}$

- `S1:[3*x+2*y=1,x-y=2]`
- `solve(S1,[x,y])`

c équations différentielles

Pour résoudre l'équation différentielle $y''+w^2\,y=\sin x$, on définit d'abord l'équation :

- `eqn:'diff(y,x,2)+w^2*y=sin(x)`

On la résout :

- `sol:ode2(eqn,y,x)`
  Pour trouver la solution satisfaisant aux conditions initiales $y(0) = 1$ et $y'(0) = -1$, on entre :
- `ic2(sol,x=0,y=1,diff(y,x)=-1)`
  Pour trouver la solution satisfaisant aux conditions $y(0) = 1$ et $y(1) = 0$, on entre :
- `bc2(sol,x=0,y=1,x=1,y=0)`
- `rhs(sol)` saisit le membre de droite de l'égalité `sol` obtenue ci-dessus.

11 Listes

Une liste est un type de données, qui tient compte de l'ordre, accepte les répétitions d'éléments et est délimité par les caractères [et]. Une liste est numérotée à partir de 0. Voici quelques fonctions importantes concernant les listes :

- `L:makelist(k^2,k,0,9)` permet de créer la liste des carrés des 10 premiers naturels, k prenant toutes les valeurs entières de 0 jusqu'à 9.
- `L[2]:5` remplace le 3e élément de la liste L par 5.
- `length(L)` donne le nombre d'éléments de la liste L.
- `first(L) ; second(L) ; last(L)` renvoient respectivement le premier, le second, le dernier élément de L.
- `member(x,L)` vaut `true` si x appartient à la liste L (`false` sinon).
- `append([a,1,3],[2,7])` regroupe les deux listes en une seule liste $[a, 1, 3, 2, 7]$.
- `join(l,m)` crée une nouvelle liste constituée des éléments des listes l et m, intercalés. La liste obtenue est $[l[1], m[1], l[2], m[2], l[3], m[3], \ldots]$.
- `sort(L)` permet de ranger les éléments de la liste L par ordre croissant.
- `map(f,L)` permet d'appliquer la fonction f à tous les éléments de la liste L.

12 Sommation et produit

a somme finie

- `sum(1/k^2,k,1,10)` calcule la somme des inverses des carrés des entiers compris entre 1 et 10.

b produit fini

- `product(sqrt(k),k,1,10)` calcule le produit des racines carrées des entiers compris entre 1 et 10.

c somme infinie

On peut montrer que la suite $(u_n)_{n\in\mathbb{N}^*}$ de terme général $u_n = \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{k^2}$ est convergente. Sa limite est notée $\sum_{k=0}^{+\infty} \frac{1}{k^2}$.
On peut demander sa valeur exacte comme suit :

- `load(simplify_sum) $ sum(1/k^2,k,1,inf) $ simplify_sum(%)`

13 Vecteurs

- u :[a,b,c] Définit les coordonnées du vecteur u.
- u+v Renvoie les coordonnées de $u + v$
- u . v Renvoie le produit scalaire de u et de v (le point est précédé et suivi d'un espace)
- load(vect) Permet de charger le package pour calculer le produit vectoriel de deux vecteurs.
- express($u \sim v$) : Renvoie le produit vectoriel de u et v.

14 Programmation

a syntaxe d'une procédure

nom(paramètres en entrée) := block([variables locales], <instruction 1>, <instruction 2>, ...
/* ——-Commentaire—— */
)$
Voici un exemple simple de procédure qui additionne deux nombres.

- `somme(a,b):=block([c], c:a+b, return(c))`

b structure conditionnelle

- `if (condition)`
  `then (<instruction1> , <instruction2>)`
  `else (<instruction3> , <instruction4>)`

c structures itératives

Boucle **For** et affichage d'un tableau de valeurs de la fonction f :

- `f(x):=x^2;`
  `for i from -2 thru 4 step 0.5 do (`
  `print("f(",i,")=",f(i))`
  `);`

Boucle **While** et affichage de la table de 7 :

- `k:1 $ while k<11 do`
  `( print("7 fois",k,"égale",7*k) , k:k+1 )`

15 Matrices

Soit B une matrice de taille 3×3.
On définit la matrice $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & -9 \end{pmatrix}$ ligne par ligne de la façon suivante :

- `A:matrix([1,2,3],[4,5,6],[7,8,9])`
- `A+B` somme des matrices A et B
- `3*A` produit de la matrice A par le réel 3
- `A.B` produit des matrices A et B
- `A^^3` matrice A élevée à la puissance 3
- `invert(A)` inverse A^{-1} de la matrice A

16 Dénombrement

- `factorial (7)` **Factorielle** de 7, 7 !=5040
- `binomial (10,2)` Nombre de **combinaisons** de p parmi n $\binom{10}{2} = 45$;
- `mod(11,2)` 11 modulo 2.

VI Correspondance entre les programmes

	TI	Casio	R-cran	xcas	maxima	scratch
Saisir	Input X	?→X	x=scan(n=2) pour 2 valeurs	input("N=",N) ; saisir("N=",N) ;		Créer une variable, et la contrôler avec un curseur.
Prend la valeur	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
Afficher	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
Si ...alors ...sinon ...	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
Pour i variant de 1 à N	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
Tant que ...	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
Répète ...jusqu'à	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>

Langage algorithmique	saisir	Prend la valeur	Afficher	Si	Pour	Tant que	Répète
TI	Input X	2→X	Disp X	If X=2 then ... Else ... End	For (K,1,N) ... End	While ... End	Repeat X=2 ... End
Casio	?→X	2→X	C	<++>	<++>	<++>	<++>
R-cran	x=scan(n=2) pour 2 valeurs	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
Xcas	input("N=",N) ; saisir("N=",N) ;	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
maxima		<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>
scratch	Créer une variable, et la contrôler avec un curseur.	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>	<++>