DS 6 – 18 MAI 2017

Durée : 2h **Avec Calculatrice**

NOM : **Prénom :**

La notation tiendra compte de la présentation, ainsi que de la précision de la rédaction et de l'argumentation.
Aucun prêt n'est autorisé entre les élèves.

Bilan	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Ex 4	Ex 5	Ex 6
/ 30	/ 5	/ 7	/ 2	/ 4+1	/ 7	/ 6

Rappel : tous les résultats seront à justifier sauf avis contraire

Exercice 1 - 5 points -

Une urne contient 8 boules indiscernables au toucher : deux portent le n°1, deux portent le n°2, trois portent le n°3, une porte le n°4.

Soit le jeu suivant :
- on gagne 14 euros si le numéro sorti est 1 ou un 2 ;
- et 7 euros si c'est un 3 ;
- on perd 100 euro si c'est un 4.

On définit alors la variable aléatoire X sur l'univers Ω qui correspond au gain (ou perte) du joueur.

1. Décrire l'univers et l'ensemble des valeurs prises par la variable aléatoire X.
2. Décrire par une phrase l'évènement « $X = +7$ » et calculer sa probabilité.
3. Établir la loi de probabilité de la variable aléatoire X.
4. Décrire par une phrase l'évènement « $X \geq +7$ » et calculer sa probabilité.
5. Donner l'espérance de la variable aléatoire X et interpréter le résultat dans le cadre de l'exercice.

Exercice 2 **- 7 points -**

Bernard et Bianca visitent une usine de chocolat en Suisse. A la sortie de la visite, ils peuvent manger des truffes. Les trois quarts des truffes offertes sont au chocolat noir, à forte teneur en cacao, les autres sont au praliné. Il y en a suffisamment pour que la probabilité de prendre une truffe au chocolat noir reste toujours égale à 0,75.

1. Un visiteur choisit 5 truffes et les mange une à une. On note X la variable aléatoire égale au nombre de truffes au chocolat noir choisies.

   a) Reconnaître la loi suivie par X et donner ses paramètres. Préciser l'ensemble des valeurs prises par X.

   b) Donner les probabilités exactes (avec les formules) puis à 10^{-4} près de $P(X = 0)$ et $P(X = 2)$. Dresser le tableau de la loi de probabilité suivie par X.

   c) Calculer $p(X \geq 3)$; en donner une interprétation.

   d) Calculer l'espérance $E(X)$ et interpréter.

2. a) Bianca préfère les truffes au praliné. Elle prend (et mange !) 10 truffes et se plaint : “Toutes les truffes sont au chocolat noir !” Quelle est la probabilité que cet événement se réalise ?

   b) Bernard choisit 6 truffes, mais il est malade le lendemain si il mange au moins 4 truffes au praliné. Quelle est la probabilité que Bernard tombe malade ?

Exercice 3 **- 2 points -**

Dans un article, un journaliste affirme que 42% des jeunes qui aiment la lecture préfèrent lire le soir.

On interroge au hasard 140 jeunes qui aiment lire et on assimile le sondage à un tirage successif avec remise : on observe que 49 jeunes déclarent lire le soir.

1. On note X la variable aléatoire égale au nombre de jeunes préférant lire le soir ; donner les paramètres de la loi binomiale suivie par X.

2. A l'aide de la table des probabilités cumulées de X ci-dessous, donner le plus petit entier a tel que $p(X \leq a) > 0{,}025$ et le plus petit entier b tel que $p(X \leq b) \geq 0{,}975$. (justifier)

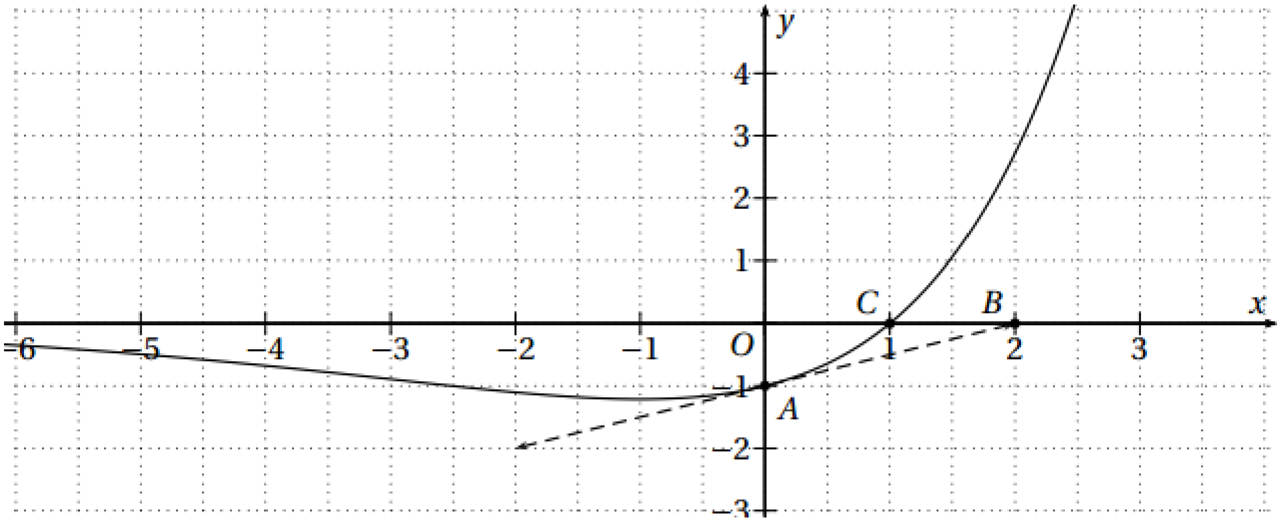
k	$P(X \leq k)$	k	$p(X \leq k)$
45	0,01063016	68	0,95101974
46	0,01670959	69	0,96593834
47	0,02551429	70	0,9768958
48	0,03786744	71	0,98471875

Exercice 4 **- 4 + 1 points -**

Dans le repère ci-dessous, on donne la courbe représentative d'une fonction f définie sur $\mathbb{R}$.

La courbe passe par les points $A(0;\ -1)$ et $C\ (1;\ 0)$.

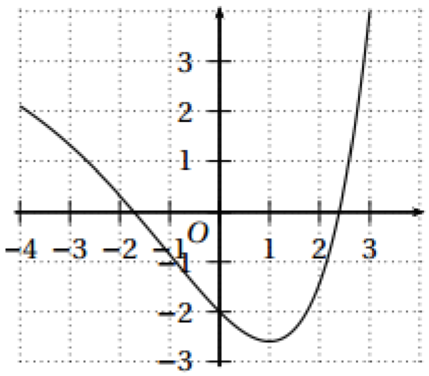
La tangente à la courbe au point d'abscisse -1 est parallèle à l'axe des abscisses et la tangente à la courbe en A passe par le point $B(2;\ 0)$.



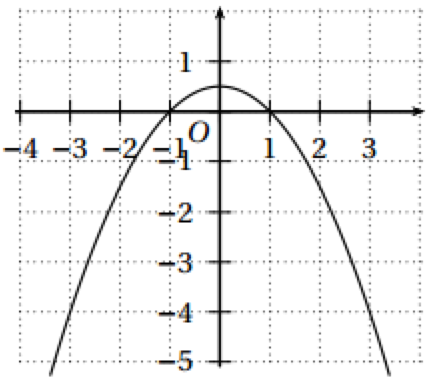
1. Sans justifier déterminer $f(0)$ et $f(1)$.

2. En justifiant déterminer $f'(-1)$ et $f'(0)$.

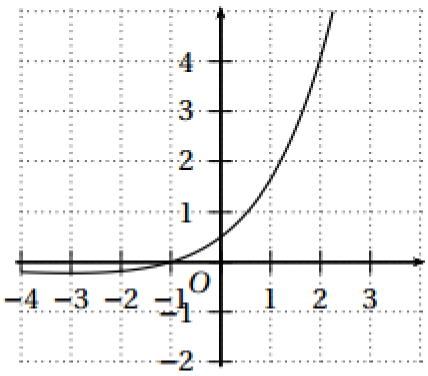
Courbe 1



Courbe 2



Courbe 3



3. Une des courbes ci-dessus représente la fonction dérivée f' de f . Déterminer laquelle en justifiant votre choix à l'aide d'arguments graphiques.

4. Une des courbes ci-dessus représente une fonction g telle que $g' = f$. Déterminer laquelle en justifiant votre choix à l'aide d'arguments graphiques. (BONUS)

Exercice 5 **- 7 points -**

Soit f une fonction définie sur $\mathbb{R} - \{1\}$ par $f(x) = \dfrac{x^2 - x + 1}{x - 1}$

1. Soit f' la fonction dérivée de la fonction f. Montrer que $f'(x) = \frac{x^2-2x}{(x-1)^2}$ sur $\mathbb{R}$-{1}.

2. Etudier les variations de f et dresser le tableau des variations de f en y indiquant les valeurs exactes des extremums locaux.

3. Déterminer les abscisses des points de la courbe C_f où la tangente est parallèle à l'axe d'abscisses.

4. Déterminer l'équation réduire de la tangente à la courbe C_f au point d'abscisse 3.

Exercice 6 - 6 points - **Comparaison de suites**

En 1800, l'Angleterre comptait 8 millions d'habitants. Malthus avait émis l'hypothèse suivante :

- La population de l'Angleterre augmente de 2% par an ;
- L'agriculture anglaise, en 1800, permet de nourrir 10 millions d'habitants et son amélioration permet de nourrir 400 000 habitants supplémentaires par an.

1. Quelle est la nature des suites (P_n) et (A_n) qui donnent respectivement la population et le nombre de personnes que l'agriculture peut nourrir l'année $1800 + n$ en millions d'habitants ?
Justifiez votre réponse et donner P_n et A_n en fonction de n.

2. Calculer la population de l'Angleterre en 1900 et le nombre d'habitants que pouvait nourrir l'agriculture anglaise cette même année.

3. Compléter l'algorithme afin de déterminer l'année à partir de laquelle l'agriculture anglaise ne permet plus de nourrir la population de l'Angleterre, suivant la théorie de Malthus.

Variables	P, A, N

Traitement	P prend la valeur 8
	A prend la valeur 10
	N prend la valeur 0
	Tant que ....
	    Affecter P×1,02 à P
	    Affecter ……………………… à A
	    Affecter …………………… à N
	Fin du Tant que

Sortie	Afficher ....

En s'aidant du résultat de l'algorithme, répondre à la question.

DS 6 – 18 MAI 2017

Exercice 1 **- 5 points -**

Une urne contient 8 boules indiscernables au toucher : deux portent le n°1, deux portent le n°2, trois portent le n°3, une porte le n°4.

Soit le jeu suivant :
- **on gagne 14 euros si le numéro sorti est 1 ou un 2 ;**
- **et 7 euros si c'est un 3 ;**
- **on perd 100 euro si c'est un 4.**

On définit alors la variable aléatoire X sur l'univers Ω qui correspond au gain (ou perte) du joueur.

1. Décrire l'univers et l'ensemble des valeurs prises par la variable aléatoire X.

On définit alors la variable aléatoire X sur Ω qui correspond au gain (ou perte).

La variable aléatoire X associe :
- 14 à l'issue des évènements élémentaires {1} et {2} ;
- 7 à l'issue ou évènement élémentaire {3} ;
- et −100 à l'issue ou évènement élémentaire {4} .

L'ensemble des valeurs prises par X est donc $\{-100\ ;\ 7\ ;\ 14\}$ et l'univers est Ω = {1 ; 2 ; 3 ; 4}.

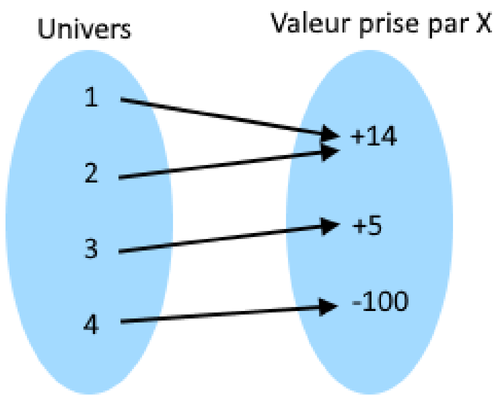
2. Décrire par une phrase l'évènement « $X = +7$ » et calculer sa probabilité.

• L'évènement « X = +7 » est l'évènement : « le joueur a gagné 7 euro », il correspond donc à l'évènement élémentaire {3}.

• Il y a 3 boules qui portent le n° 3 sur un total de 8 boules d'où $P(X=7)=p_3=\frac{3}{8}=0{,}375$

Donc la probabilité de gagner 7€ est de 0,375

3. Établir la loi de probabilité de la variable aléatoire X.



Il y a deux boules n°1 sur les 8 boules $p_1=\frac{2}{8}=\frac{1}{4}$

Il y a deux boules n°2 sur les 8 boules $p_2=\frac{2}{8}=\frac{1}{4}$

Il y a trois boules n°3 sur les 8 boules $p_3=\frac{3}{8}$

Il y a une boule n°4 sur les 8 boules $p_4=\frac{1}{8}$

Alors $p(X=14)=p_1+p_2=\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}=0{,}5$

$p(X=7)=p_3=\frac{3}{8}=0{,}375$

$p(X=-100)=p_4=\frac{1}{8}=0{,}125$

La loi de probabilité de X est décrite par le tableau :

x_i	-100	7	14	Total
$P(X=x_i)$	$0{,}125$	$0{,}375$	$0{,}5$	1

4. Décrire par une phrase l'évènement « $X \geq +7$ » et calculer sa probabilité.

L'évènement « $X \geq +7$ » est l'évènement : « le joueur a gagné 7 euro ou plus », il correspond donc à l' évènement {1 ; 2 ; 3}.

Donc $P(X \geq 7)=p_1+p_2+p_3=0{,}25+0{,}25+0{,}375=0{,}875$

D'où la probabilité de gagner plus de 7€ est de 0,875

5. Donner l'espérance de la variable aléatoire X et interpréter le résultat dans le cadre de l'exercice.

L'espérance est : $E(X) = -100\times 0{,}125+7\times 0{,}375+14\times\ 0{,}5 = -2{,}875$

Cela signifie que le gain moyen au jeu est une perte de 2,875 euros.

Le jeu n'est pas équitable et il est préférable de ne pas jouer.

<u>Exercice 2</u> - 7 points -

Bernard et Bianca visitent une usine de chocolat en Suisse. A la sortie de la visite, ils peuvent manger des truffes. Les trois quarts des truffes offertes sont au chocolat noir, à forte teneur en cacao, les autres sont au praliné. Il y en a suffisamment pour que la probabilité de prendre une truffe au chocolat noir reste toujours égale à 0,75.

1. Un visiteur choisit 5 truffes et les mange une à une. On note X la variable aléatoire égale au nombre de truffes au chocolat noir choisies.

a) Reconnaître la loi suivie par X et donner ses paramètres. Préciser l'ensemble des valeurs prises par X.

On répète 5 fois la même expérience de Bernoulli de façon indépendante « choisir une truffe » avec 2 issues possibles : S : « la truffe est au chocolat »
$\bar{S}$: « la truffe est au praliné »

Avec $p(S) = 0{,}75 = \frac{3}{4}$ et $p(\bar{S}) = 0{,}25 = \frac{1}{4}$

La variable aléatoire X suit la binomiale de paramètres $n = 5$ et $p = 0{,}75$

b) Donner les probabilités exactes (avec les formules) puis à 10^{-4} près de $P(X = 0)$ et $P(X = 2)$. Dresser le tableau de la loi de probabilité suivie par X.

On sait que $p(X = k) = \binom{5}{k} p^k (1-p)^{5-k}$

$$p(X = 0) = \binom{5}{0} p^0 (1-p)^{5-0} = \binom{5}{0} \times 0{,}75^0 \times 0{,}25^5 = \frac{1}{1024} \approx 0{,}0010$$
$$p(X = 2) = \binom{5}{2} p^2 (1-p)^{5-2} = \binom{5}{2} \times 0{,}75^2 \times 0{,}25^3 = \frac{90}{1024} \approx 0{,}0879$$

D'où

Valeur de X : x_i	0	1	2	3	4	5
Probabilité $P(X = x_i)$	0,0010	0,0146	0,0879	0,2637	0,3955	0,2373

c) Calculer $p(X \geq 3)$; en donner une interprétation.

On cherche $P(X \geq 3)$

<u>Alors</u> $P(X \geq 3) = P(X = 3) + P(X = 4) + P(X = 5) = \frac{918}{1024} \approx 0{,}8965$

<u>Donc</u> la probabilité que le visiteur tombe sur au moins 3 truffes au chocolat sur les 5 choisies est d'environ de 0,8965.

d) Calculer l'espérance $E(X)$ et interpréter.

On sait que $E(X) = n \times p = 5 \times 0{,}75 = 3{,}75$

<u>Donc</u> pour un très grand nombre de visiteurs, on peut espérer que chacun ait en moyenne 4 truffes aux chocolat.

2. a) Bianca préfère les truffes au praliné. Elle prend (et mange !) 10 truffes et se plaint : "Toutes les truffes sont au chocolat noir !" Quelle est la probabilité que cet événement se réalise ?

L'expérience est répétée 10

<u>Alors</u> on travaille alors avec une loi binomiale de paramètres $n = 10$ et $p = 0{,}75$

<u>D'où</u> $p(X = 10) = \binom{10}{10} p^{10} (1-p)^{10-10} = \binom{10}{10} \times 0{,}75^{10} \times 0{,}25^0 \approx 0{,}0563$

<u>Donc</u> la probabilité que toutes les truffes soient au chocolat est de 0,0563

b) Bernard choisit 6 truffes, mais il est malade le lendemain si il mange au moins 4 truffes au praliné. Quelle est la probabilité que Bernard tombe malade ?

L'expérience est répétée 6

<u>Alors</u> on travaille alors avec une loi binomiale de paramètres $n = 6$ et $p = 0{,}75$

On cherche à calculer $P(X \leq 2)$

A l'aide de la calculatrice, on trouve $P(X \leq 2) \approx 0{,}0376$

Donc la probabilité que Bernard tombe malade est de 0,0376

Exercice 3 **- 2 points -**

Dans un article, un journaliste affirme que 42% des jeunes qui aiment la lecture préfèrent lire le soir.

On interroge au hasard 140 jeunes qui aiment lire et on assimile le sondage à un tirage successif avec remise : on observe que 49 jeunes déclarent lire le soir.

1. On note X la variable aléatoire égale au nombre de jeunes préférant lire le soir ; donner les paramètres de la loi binomiale suivie par X.

On sait que X la variable aléatoire est égale au nombre de jeunes préférant lire le soir

Comme les 140 tirages sont indépendants et il y a que deux issues possibles : lire ($p = 0{,}42$) ou non le soir

Donc la variable aléatoire X suit la binomiale de paramètres $n = 140$ et $p = 0{,}42$

2. A l'aide de la table des probabilités cumulées de X ci-dessous, donner le plus petit entier a tel que $p(X \leq a) > 0{,}025$ et le plus petit entier b tel que $p(X \leq b) \geq 0{,}975$. (justifier)

k	$P(X \leq k)$	k	$p(X \leq k)$
45	$0{,}01063016$	68	$0{,}95101974$
46	$0{,}01670959$	69	$0{,}96593834$
47	$0{,}02551429$	70	$0{,}9768958$
48	$0{,}03786744$	71	$0{,}98471875$

On remarque que : • $P(X \leq 46) \approx 0{,}0167 < 0{,}025$ et $P(X \leq 47) \approx 0{,}0255 > 0{,}025$

Donc $a = 47$

• $P(X \leq 69) \approx 0{,}966 < 0{,}975$ et $P(X \leq 70) \approx 0{,}977 > 0{,}975$

Donc $b = 70$

Pour info…

3. La taille de l'échantillon est $n = 140$; déterminer l'intervalle I de fluctuation à 95% de la fréquence correspondant à X.

Comme on a trouvé $a = 47$ et $b = 70$

On a alors $\frac{47}{140} \approx 0{,}34$ et $\frac{70}{140} = 0{,}5$

Donc l'intervalle de fluctuation à 95% est $I = [0{,}34; 0{,}5]$

4. Quelle est la fréquence f observée ?

Lors de l'enquête sur les 140 jeunes, 49 disent lire le soir

Donc $f = \frac{49}{140} = 0{,}35$ est la fréquence observée

5. Peut-on mettre en doute, au seuil de 5%, l'affirmation du journaliste ?

On sait que • l'intervalle de fluctuation au seuil de 95 % $I = [0{,}34; 0{,}5]$

• la fréquence observée $f = 0{,}35$

Comme $f \in [0{,}34; 0{,}5]$

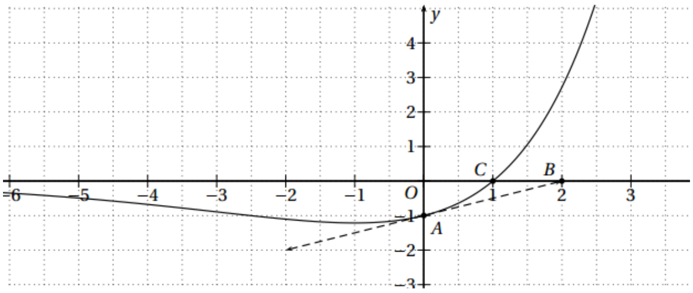
Donc on ne peut pas mettre en doute l'affirmation du journaliste au seuil de 5%

Exercice 4 **- 4 + 1 points -**

Dans le repère ci-dessous, on donne la courbe représentative d'une fonction f définie sur ℝ.

La courbe passe par les points $A(0;\ -1)$ et $C\ (1;\ 0)$.

La tangente à la courbe au point d'abscisse -1 est parallèle à l'axe des abscisses et la tangente à la courbe en A passe par le point $B(2;\ 0)$.



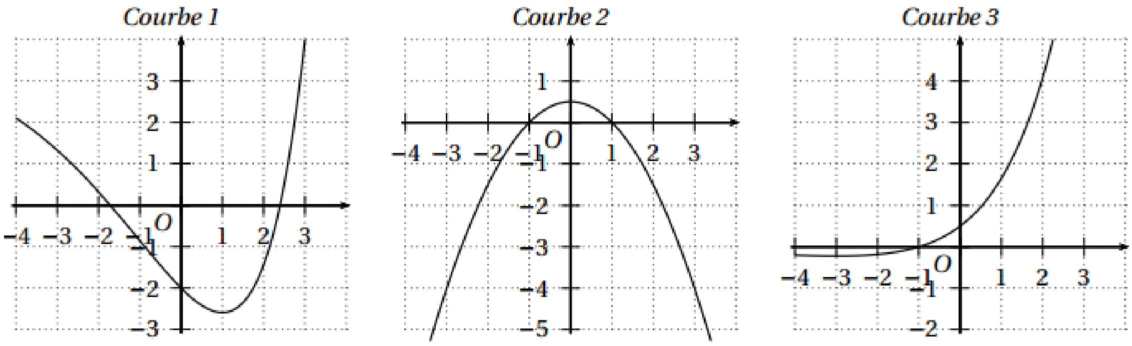
1. Sans justifier déterminer $f(0)$ et $f(1)$.

On a $f(0) = -1$ et $f(1) = 0$

2. En justifiant déterminer $f'(-1)$ et $f'(0)$.

On cherche $f'(-1)$
On détermine le coefficient directeur de la tangente à la courbe C_f au point d'abscisse -1
Comme la tangente est horizontale
Donc $f'(-1) = 0$

On cherche $f'(0)$
On détermine le coefficient directeur de la tangente à la courbe C_f au point d'abscisse 0
Comme la tangente passe par les points $A(0;-1)$ et $B(2;0)$
Alors $f'(0) = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{0-(-1)}{2-0} = \frac{1}{2} = 0{,}5$
Donc $f'(0) = 0{,}5$



3. Une des courbes ci-dessus représente la fonction dérivée f' de f . Déterminer laquelle en justifiant votre choix à l'aide d'arguments graphiques.

D'après les variations de la fonction f
On trouve que sa fonction dérivée doit être négative sur $]-\infty;-1]$ puis positive sur $[-1;+\infty[$
Donc la courbe 3 correspond à ces critères
D'où la courbe 3 correspond à la courbe représentative de la fonction f'

x	$-\infty$		-1		$+\infty$
f		↘	$-1,2$	↗	
$f'(x)$		$-$	0	$+$	

4. Une des courbes ci-dessus représente une fonction g telle que $g' = f$. Déterminer laquelle en justifiant votre choix à l'aide d'arguments graphiques. (BONUS)

On cherche une fonction g qui en la dérivant donnerait la fonction f
D'après le signe de la fonction f va informer sur les variations de la fonction g
On trouve que la fonction g doit être décroissante sur $]-\infty;1]$ puis croissante sur $[1;+\infty[$
Donc la courbe 1 correspond à ces critères
D'où la courbe 1 correspond à la courbe représentative de la fonction g

x	$-\infty$		1		$+\infty$
$f(x) = g'(x)$		$-$	0	$+$	
$g(x)$		↘		↗	

Exercice 5 **- 7 points -**

Soit f une fonction définie sur $\mathbb{R}-\{1\}$ par

$$f(x)=\frac{x^2-x+1}{x-1}$$

1. Soit f' la fonction dérivée de la fonction f. Montrer que $f'(x)=\frac{x^2-2x}{(x-1)^2}$ sur ℝ-{1}.

On a $f(x)=\frac{x^2-x+1}{x-1}$

Comme f est dérivable comme quotient de deux fonctions dérivables

D'où $f=\frac{u}{v}$ avec $u(x)=x^2-x+1$ $u'(x)=2x-1$

$v(x)=x-1$ $v'(x)=1$

Alors $f'=\frac{u'v-v'u}{v^2}$

$$f'(x)=\frac{(2x-1)\times(x-1)-1\times(x^2-x+1)}{(x-1)^2}=\frac{2x^2-2x-x+1-x^2+x-1}{(x-1)^2}=\frac{x^2-2x}{(x-1)^2}$$

Donc $f'(x)=\frac{x^2-2x}{(x-1)^2}$

2. Etudier les variations de f et dresser le tableau des variations de f en y indiquant les valeurs exactes des extremums locaux.

On a $f'(x)=\frac{x^2-2x}{(x-1)^2}$

Comme pour tout réel x, $(x-1)^2>0$

Donc pour tout réel x, $f'(x)$ est du signe de x^2-2x

Or $x^2-2x=x(x-2)$

x	$-\infty$		0		2		$+\infty$
x		$-$	0	$+$		$+$	
$x-2$		$-$		$-$	0	$+$	
$x(x-2)$		$+$	0	$-$	0	$+$	

D'où

x	$-\infty$		0		1		2		$+\infty$
$f'(x)$		$+$	0	$-$	‖	$-$	0	$+$	
$f(x)$		$\nearrow$	-1	$\searrow$	‖	$\searrow$	3	$\nearrow$	

$f(0)=\frac{0^2-0+1}{0-1}=\frac{1}{-1}=-1$

et

$f(2)=\frac{2^2-2+1}{2-1}=\frac{4-2+1}{1}=3$

3. Déterminer les abscisses des points de la courbe C_f où la tangente est parallèle à l'axe d'abscisses.

On cherche les valeurs de x tel que $f'(x)=0$

D'après la question précédente, on trouve 0 et 2

Donc la fonction f admet deux tangentes horizontales en 0 et en 2

4. Déterminer l'équation réduire de la tangente à la courbe C_f au point d'abscisse 3.

Une équation de la tangente à la courbe C_f au point d'abscisse 1 est : $y=f'(3)\times(x-3)+f(3)$

Avec $f(3)=\frac{3^2-3+1}{3-1}=\frac{9-2}{2}=\frac{7}{2}$

$f'(3)=\frac{3^2-2\times3}{(3-1)^2}=\frac{9-6}{2^2}=\frac{3}{4}$

D'où $y=\frac{3}{4}\times(x-3)+\frac{7}{2}$

$y=\frac{3}{4}x-\frac{9}{4}+\frac{7}{2}$ $y=\frac{3}{4}x-\frac{9}{2}+\frac{14}{4}$ $y=\frac{3}{4}x+\frac{5}{4}$

La tangente T à la courbe C_f au point d'abscisse 3 a pour équation $y=\frac{3}{4}x+\frac{5}{4}$.

<u>Exercice 6</u> - 6 points - Comparaison de suites

En 1800, l'Angleterre comptait 8 millions d'habitants. Malthus avait émis l'hypothèse suivante :

- **La population de l'Angleterre augmente de 2% par an ;**
- **L'agriculture anglaise, en 1800, permet de nourrir 10 millions d'habitants et son amélioration permet de nourrir 400 000 habitants supplémentaires par an.**

1. Quelle est la nature des suites (P_n) et (A_n) qui donnent respectivement la population et le nombre de personnes que l'agriculture peut nourrir l'année $1800+n$ en millions d'habitants ? Justifiez votre réponse et donner P_n et A_n en fonction de n.

• En 1800, l'Angleterre comptait 8 millions d'habitants. Chaque année la population de l'Angleterre s'accroit de 2%., donc elle est multipliée par 1,02.
Si P_n est la population l'année $1800+n$, l'année suivante elle sera de $P_{n+1} = 1{,}02\, P_n$.
La suite (P_n) est une suite géométrique de raison 1,02 et de premier terme 8 en millions d'habitants.
<u>D'où</u> pour tout $n \in \mathbb{N} \quad P_n = 8 \times 1{,}02^n$

• L'agriculture anglaise permettait de nourrir 10 millions d'habitants. Chaque année l'amélioration de l'agriculture permet de nourrir 400 000 personnes supplémentaires.
Si A_n est le nombre de personne pouvant être nourries l'année $1800+n$, l'année suivante elle est augmentée de 0,4 million donc $A_{n+1} = A_n + 0{,}4$
La suite (An) est une suite arithmétique de raison 0,4 et de premier terme 10 en millions.
<u>D'où</u> pour tout $n \in \mathbb{N} \quad A_n = 10 + 0{,}4\, n$

2. Calculer la population de l'Angleterre en 1900 et le nombre d'habitants que pouvait nourrir l'agriculture anglaise cette même année.

• $P_{100} = 8 \times 1{,}02^{100} \approx 58$
• $A_{100} = 10 + 0{,}4 \times 100 = 50$

<u>Donc</u> en 1900, on estime environ 58 millions d'habitants
et une agriculture qui permet de nourrir 50 millions d'habitants

3. Compléter l'algorithme afin de déterminer l'année à partir de laquelle l'agriculture anglaise ne permet plus de nourrir la population de l'Angleterre, suivant la théorie de Malthus.

Variables	P, A, N
Traitement	P prend la valeur 8 A prend la valeur 10 N prend la valeur 0 Tant que A>P .... Affecter P×1,02 à P Affecter ……………………… A+0,4 à A Affecter ……………………N+1 à N Fin du Tant que
Sortie	Afficher N ....

En s'aidant du résultat de l'algorithme, répondre à la question.

En 1887 l'agriculture ne peut plus nourrir la population entière. Ce modèle n'est donc manifestement pas satisfaisant.