

Activité : Variation de Pression au sein d'un liquide

1. Présentation

Thème :

Caractériser la pression dans un fluide immobile. Relation de Pascal. Modélisation d'une force. Distinguer pression et force pressante.
Statistiques à deux variables.

Partie : Mécanique / Statistiques

Connaissances et capacités exigibles :

Connaissances : Connaître la relation de Pascal liant les variations de pression aux variations d'altitude dans un fluide incompressible à l'équilibre.

Représenter et caractériser une action mécanique par une force.

Connaître l'unité de la pression dans le système international et d'autres unités utilisées couramment. Connaître l'ordre de grandeur de la pression atmosphérique.

Connaître la relation entre pression, surface pressée et force pressante.

Ajustement d'un nuage de point associé à une série statistique à deux variables.

Capacités :

Déterminer expérimentalement à l'aide d'un capteur adapté les variations de pression au sein d'un fluide à l'équilibre. Exploiter la relation de Pascal. Connaître les caractéristiques d'une force. Mesurer la pression en un point d'un fluide.

Calculer une pression et la convertir dans une unité adaptée à la situation.

Représenter graphiquement un nuage de points et réaliser un ajustement affine.

Déterminer le coefficient de détermination R^2 et évaluer la pertinence de l'ajustement.

Compétence(s) dominante(s) de la démarche scientifique et capacité(s) associée(s) :

S'APPROPRIER : Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.

ANALYSER / RAISONNER : Proposer, choisir une méthode de résolution ou un protocole expérimental.

RÉALISER : Mettre en œuvre une méthode de résolution, un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité. Représenter, calculer, expérimenter.

VALIDER : Exploiter et interpréter des résultats ou des observations de façon critique et argumentée. Contrôler la vraisemblance de la valeur d'une mesure. Valider une hypothèse.

COMMUNIQUER : Rendre compte d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit en utilisant des outils et un langage approprié.
Expliquer une démarche

Type d'activité : TP

Activité ponctuelle ou séquence ? ponctuelle

Durée estimée 50 minutes

Mots clefs : Pression, forces, vitesse, Pascal, Titan, sous-marin, implosion, microcontrôleur, programme Python.

Auteur : Groupe de réflexion physique-chimie LP 2023

2. Fiche professeur

Activité : **Variation de Pression au sein d'un liquide**

1. Type d'activité et démarche pédagogique

Recopier un programme Python qui lie deux grandeurs : Profondeur d'eau et Pression

Manipuler pour effectuer une relation

Faire une régression après avoir réalisé un nuage de point

2. Situation de l'activité dans la progression

Activité de réflexion, de recherche documentaire et de manipulation.

3. Pré-requis

Notion de forces

Unités de grandeur de profondeur

Unité de grandeur de pression

Statistiques à deux variables quantitatives

4. Conseils de mise en œuvre (*type de salle, matériel nécessaire, outils numériques, classe entière ou groupe...*)

Microcontrôleurs avec capteur de pression.

Poste informatique

Éprouvette remplie d'eau (de hauteur au moins 35 cm)

Support

Tube rigide et tube souple

Règle

Calculatrice pour la régression ou tout autre logiciel

5. Nature et support de la production attendue

Feuille à compléter

Graphique à tracer sur support numérique

Kahoot ! une fois l'activité terminée

<https://create.kahoot.it/share/gr-pc-au-lp-2023-pression/f89dfad0-8ec9-44b6-9a73-853c0499bbde>

6. Ressources

Extraits d'articles.

7. Prolongement envisagé

Presse hydraulique

3. Fiche Elève, déroulement

Variation de Pression au sein d'un liquide

Objectifs (compétences, connaissances et capacités)

Notions et contenus	Connaissances et capacités exigibles
Caractériser la pression dans un fluide immobile. Modélisation d'une force. Distinguer pression et force pressante. Statistiques à deux variables.	Connaissances : Connaître la relation de Pascal liant les variations de pression aux variations d'altitude dans un fluide incompressible à l'équilibre. Représenter et caractériser une action mécanique par une force. Connaître l'unité de la pression dans le système international et d'autres unités utilisées couramment. Connaître l'ordre de grandeur de la pression atmosphérique. Connaître la relation entre pression, surface pressée et force pressante. Ajustement d'un nuage de point associé à une série statistique à deux variables. Capacités : Déterminer expérimentalement à l'aide d'un capteur adapté les variations de pression au sein d'un fluide à l'équilibre. Exploiter la relation de Pascal. Connaître les caractéristiques d'une force. Mesurer la pression en un point d'un fluide. Calculer une pression et la convertir dans une unité adaptée à la situation. Représenter graphiquement un nuage de points et réaliser un ajustement affine. Déterminer le coefficient de détermination R^2 et évaluer la pertinence de l'ajustement.

CONTEXTE DE L'ACTIVITÉ

Les explorations en haute mer constituent un défi technique important car les eaux profondes constituent un environnement très hostile qui s'accompagne de nombreux défis tant pour les humains que pour les machines.

Le Titan, ce petit sous-marin touristique a plongé dimanche 18 juin 2023 pour explorer l'épave du navire coulé en 1912, dans le cadre d'une excursion organisée par l'entreprise OceanGate. Une heure et quarante-cinq minutes après le grand départ, toutes les communications ont été perdues.

Le submersible a été soumis à une nette augmentation de la pression de l'eau sur son habitacle.

À environ 500 mètres de la proue du Titanic, le submersible a été victime d'une implosion catastrophique.



Problématiques :

A quelle profondeur était le titan lors de la catastrophe ?

Quel était la pression à cette profondeur ?

Quelles sont les forces qui s'exercent sur le hublot ?

CONSIGNES :

Lire les documents et l'activité en entier.

Répondre aux questions sur ce document.

Travail attendu :

Exploiter des documents ressources
Recopier un programme Python
Suivre un protocole expérimental
Produire un écrit

Titan : comment un sous-marin peut-il imploser ?

Des débris du sous-marin Titan, parti explorer l'épave du Titanic, ont été découverts. Ils sont le résultat d'une « implosion catastrophique » qui a coûté la vie aux 5 passagers. Mais, comment un sous-marin peut-il imploser de la sorte ?

Après des jours d'incertitude, des débris du sous-marin Titan ont été retrouvés à proximité de l'épave du Titanic, ont confirmé les garde-côtes américains le soir du jeudi 22 juin 2023.

Lors de la conférence de presse organisée à 21h jeudi soir, les garde-côtes ont indiqué que les débris retrouvés étaient le résultat d'une « implosion catastrophique » du Titan, le sous-marin d'OceanGate transportant les passagers. 5 débris appartenant au sous-marin ont été découverts sur le site. La vitesse moyenne de descente verticale du sous-marin est en moyenne de 1,029 nœud. Le moment précis de l'implosion n'est cependant pas déterminé. Néanmoins, il est probable qu'elle soit survenue vers la fin de la descente de l'engin, le 18 juin. Le contact avec le Titan (parti sans GPS à bord, car cela aurait été inutile) a été perdu 1 heure et 45 minutes après le début de la plongée. La Marine américaine avait détecté dès le dimanche une implosion avec un appareil top secret.

Document 2 (source : Le monde / photos : OceanGate)



Document 3 (source : Futura Publié le 21 juin 2023)

Titan : Un mix de matériaux hétérogènes face à la pression

La conception même du Titan avait été critiquée dès 2018 par des experts et même en interne chez l'opérateur du sous-marin OceanGate. Malgré ces critiques et inquiétudes, la coque constituée de fibre de carbone avait déjà permis au Titan d'atteindre durant trois occasions la profondeur de près de 4 000 mètres de profondeur autour de l'épave du Titanic. À la fois, léger, robuste et flexible, le matériau pouvait résister à la pression près de 400 fois supérieure à celle de la surface. Mais le sous-marin n'était pas exclusivement constitué de fibre de carbone. À celle-ci étaient mixés d'autres éléments et notamment des alliages métalliques, dont celui entourant le hublot de 60 centimètres de diamètre. C'est ce mélange entre ces différents matériaux qui pourrait avoir présenté un point de faiblesse pour le Titan, puisque l'énorme pression sous-marine ne produit pas les mêmes contraintes sur chacun d'eux.

Document 4 (conversion de vitesses)

1 mile par heure (mph) = 1,609344 kilomètre par heure (km/h)

1 nœud (nd) = 1,852 kilomètre par heure (km/h)

1 mètre par seconde (m/s) = 196,85 pieds par minutes (ft/min)

Document 5 (source : L'OBS Publié le 21 juin 2023)

Le « Titan » a en effet une vitre de 60 centimètres de diamètre qui permet à ses passagers d'admirer les abysses qui encerclent le sous-marin. À titre de comparaison, le diamètre des hublots du « Nautilus » mesure 12 cm.

Document 6 (source : LIBERATION publié le 23 juin 2023)

Implosion ou explosion ?

La différence entre implosion et explosion réside simplement dans le sens de la pression exercée.

Une explosion implique une pression de l'intérieur vers l'extérieur ; une implosion, de l'extérieur vers l'intérieur.

Dans le cas du Titan, la piste principale mène pour le moment à un défaut dans la coque qui aurait cédé sous la pression de l'eau, donc de l'extérieur vers l'intérieur.

On parle ainsi d'une implosion.

TRAVAIL À EFFECTUER

Partie A : Détermination de la profondeur de l'implosion :

- 1 A l'aide du document 6 expliquer pourquoi on parle d'implosion et non pas d'explosion du Titan :

.....
.....
.....



- 2 A l'aide du document 1 et 4, déterminer la vitesse de descente du titan en nœud (nd) puis la convertir en km/h et en m/s :

.....
.....
.....

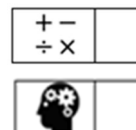


- 3 Calculer la profondeur d du titan lorsqu'il a implosé.
On rappelle que le Titan a été perdu 1h45min après la plongée.

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

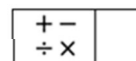
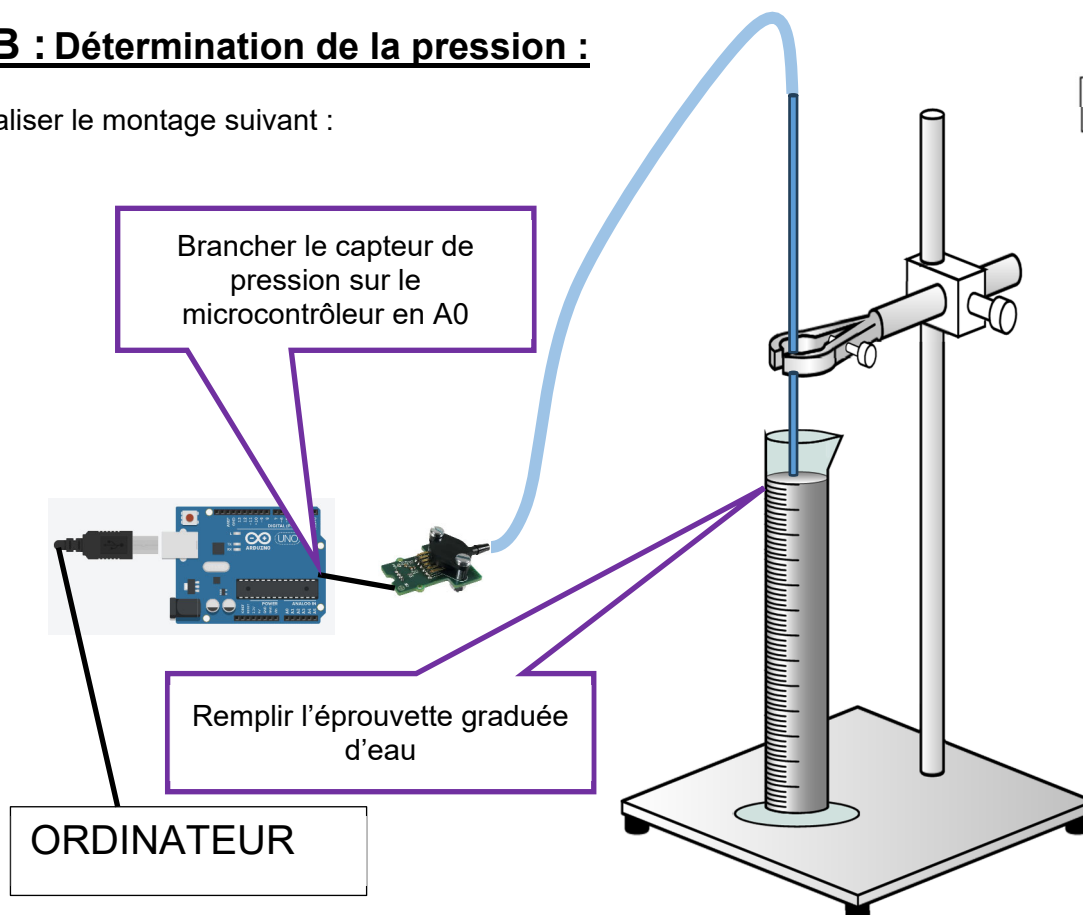
m/s m s

.....
.....
.....
.....
.....



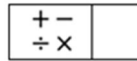
Partie B : Détermination de la pression :

- 1 Réaliser le montage suivant :

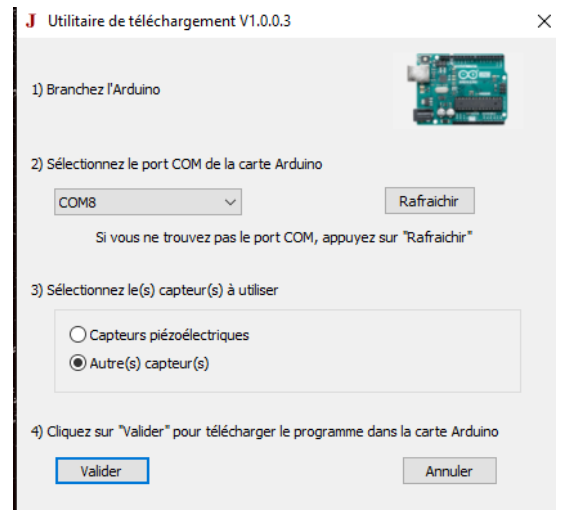
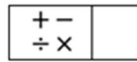
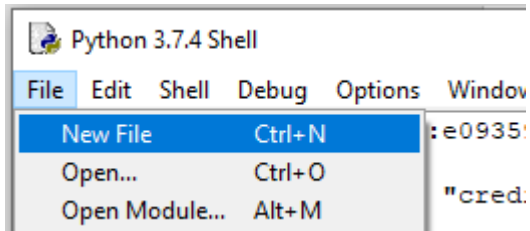


2 Préparer le système d'acquisition :

a) Appuyer sur téléchargement Arduino et « Valider ».



b) Lancer l'interpréteur Python (« New File »)



c) Écrire le programme qui permet de mesurer la pression à une profondeur donnée :
(Ne pas écrire les commentaires commençant par #)



```
#Importer le module JeulinLib
import JeulinLib

#Sélectionner le port COM correspondant à la carte Arduino Uno Connectée
JeulinLib.Connect( "COM8" )

#Afficher le nom de l'expérience
print("Mesure de la pression en fonction de la profondeur")

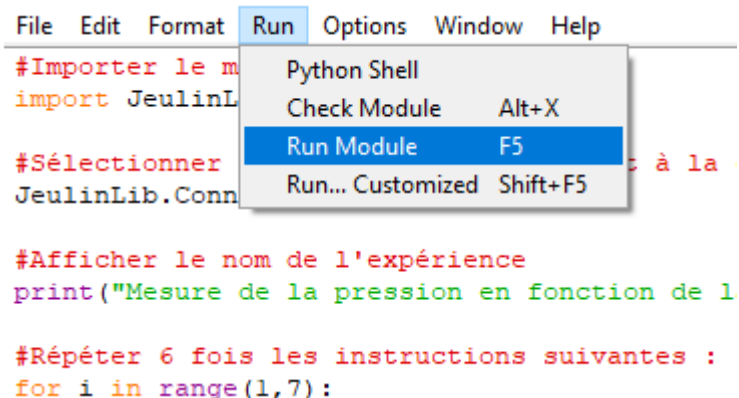
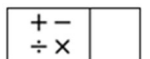
#Répéter 5 fois les instructions suivantes :
for i in range(1,6):

    #Lire la valeur de pression délivrée par le capteur pression branché à l'unité près
    #sur la carte arduino entree A0
    pression = round(JeulinLib.GetPressure_hPa(0),2)*100

    #Ecrire la profondeur en cm du tube immergé
    h = float(input("La profondeur en centimètre est de h = :"))

    #Afficher la valeur de la profondeur et de la pression
    print("Mesure n°",i,": à la profondeur de",h,"cm, la pression est de",pression,"Pa")
```

d) Lancer l'acquisition



3 Effectuer les 5 mesures (tous les 8 centimètres) et compléter le tableau ci-dessous :

+	-	
÷	×	

h (cm)	0 cm	8 cm	16 cm	24 cm	32 cm
h (m)					
P (Pa)					

4

a) Convertir la hauteur h en mètre dans le tableau ci-dessus.

<input checked="" type="checkbox"/>	
-------------------------------------	--

b) Réaliser le nuage de point correspondant à cette situation à la calculatrice :

Variable 1 : Profondeur h en m

Variable 2 : Pression P en Pa

--	--

c) Pourquoi le modèle d'ajustement affine est-il adapté ?

--	--

.....

.....

d) Donner le coefficient de détermination à 0,0001 près de cet ajustement et argumenter sur cette valeur.

➤ Ajustement affine : $R^2 =$

--	--

Argumentation de la pertinence de cet ajustement :

<input checked="" type="checkbox"/>	
-------------------------------------	--

.....

5 En déduire la formule donnant la valeur de la pression P (Pa) en fonction de la profondeur h (m).

<input checked="" type="checkbox"/>	
-------------------------------------	--

.....

.....

6 Comparer avec la formule suivante :

$$P = \rho_{eau} \times g \times h + P_0$$

<input checked="" type="checkbox"/>	
-------------------------------------	--

On prendra pour valeur de l'accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N/kg}$.

On prendra pour la masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg/m}^3$.

On prendra pour la pression P_0 la valeur lorsque $h = 0 \text{ m}$: $P_0 =$ Pa

.....

.....

.....

7 En utilisant la profondeur du Titan calculée en Partie A, en déduire la pression à cette profondeur.

On prendra pour la masse volumique de l'eau de mer : $\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$ et $P_0 = 100000 \text{ Pa}$.

.....

<input checked="" type="checkbox"/>	
-------------------------------------	--

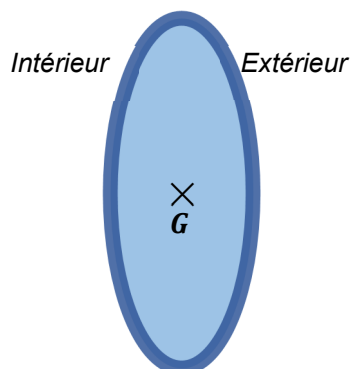
.....

.....

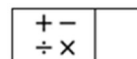
.....

Partie C : Détermination des forces s'exerçant sur le hublot

- 1 Représenter à main levée les forces dues aux pressions s'exerçant sur le hublot du submersible en **G** ci-dessous :



- 2 Calculer ces forces sachant qu'à l'intérieur du Titan la pression est de 100000 Pa. On s'aidera du document 5 et on prendra les formules suivantes :



$$F = P \times S$$

$$R = \frac{D}{2}$$

$$S = \pi \times R^2$$

Avec :

P est la pression en Pa

F est la force pressante en N

S est la surface pressée en m^2

D est le diamètre du hublot en m

R est le rayon en m

.....

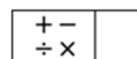
.....

.....

.....

.....

- 3 Calculer les forces dues aux pressions s'exerçant sur un hublot du Nautilus à la même profondeur en considérant que la pression à l'intérieur du Nautilus est de 100000 Pa.



.....

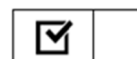
.....

.....

.....

.....

- 4 Comparer ces forces et argumenter sur une cause possible de l'implosion du Titan :



.....

.....

.....

.....

.....

Compétences et capacités par questions

Pictogramme	Compétence	Niveau de maitrise	
	S'approprier	4	Je maîtrise parfaitement cette compétence (je peux refaire).
	Analyser, raisonner	3	Je maîtrise plutôt bien cette compétence mais je reste perfectible.
	Réaliser	2	Je ne maîtrise la notion que superficiellement, je me trompe encore régulièrement.
	Valider	1	Je n'ai pas compris la notion ou je n'ai pas réalisé la tâche.
	Communiquer	N	Non évalué.

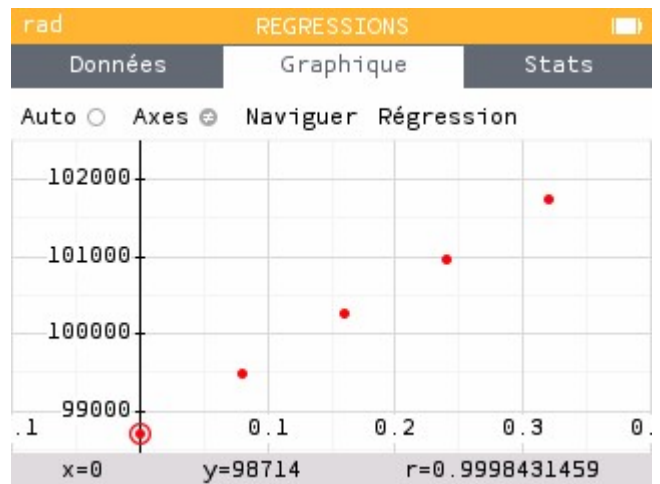
	Eléments signifiants et items	Question	Niveau
	S'approprier	A 1) A 2)	
	Rechercher, extraire et organiser l'information. Traduire des informations, des codages.		
	Analyser / Raisonner	A 2) A 3) B 2) c) C 1)	
	Émettre des conjectures. Proposer une méthode de résolution. Choisir un modèle ou des lois pertinentes. Élaborer un algorithme. Choisir, élaborer un protocole. Évaluer des ordres de grandeur.		
	Réaliser	A 3) B 1) B 2) a) B 2) b) B 2) c) B 3) B 4) b) B 4) d) C 2) C 3)	
	Mettre en œuvre les étapes d'une démarche. Utiliser un modèle. Représenter (tableau, graphique...), changer de registre. Calculer (calcul littéral, calcul algébrique, calcul numérique exact ou approché, instrumenté ou à la main). Mettre en œuvre un algorithme. Expérimenter en particulier à l'aide d'outils numériques (logiciels ou dispositifs d'acquisition de données...) Faire une simulation. Effectuer des procédures courantes (représentations, collectes de données, utilisation du matériel...).		
	Valider	B 4) a) B 4) d) B 5) B 6) B 7) C 4)	
	Exploiter et interpréter les résultats obtenus ou les observations effectuées afin de répondre à une problématique. Valider ou invalider un modèle, une hypothèse en argumentant. Contrôler la vraisemblance d'une conjecture. Critiquer un résultat (signe, ordre de grandeur, identification des sources d'erreur) argumenter. Conduire un raisonnement logique et suivre des règles établies pour parvenir à une conclusion (démontrer, prouver).		
	Communiquer	A 1) B 4) c) B 4) ENSEMBLE	
	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit à l'aide d'outils et d'un langage. Expliquer une démarche.		

Éléments de correction

```

RESTART: E:/TRAVAIL/2023/Mesure de la pression en Pa.py
Mesure de la pression en fonction de la profondeur
La profondeur en centimètre est de h = :0
Mesure n° 1 : à la profondeur de 0.0 cm, la pression est de 98714.0 Pa
La profondeur en centimètre est de h = :8
Mesure n° 2 : à la profondeur de 8.0 cm, la pression est de 99490.0 Pa
La profondeur en centimètre est de h = :16
Mesure n° 3 : à la profondeur de 16.0 cm, la pression est de 100266.0 Pa
La profondeur en centimètre est de h = :24
Mesure n° 4 : à la profondeur de 24.0 cm, la pression est de 100965.0 Pa
La profondeur en centimètre est de h = :32
Mesure n° 5 : à la profondeur de 32.0 cm, la pression est de 101741.0 Pa
>>>
  
```

rad REGRESSIONS		
Données	Graphique	Stats
X1	Y1	X2
0	98714	
0.08	99490	
0.16	100266	
0.24	100965	
0.32	101741	



rad REGRESSIONS	
Données	Graphique
Stats	
X1/Y1	
Modèle	
Linéaire ▶	
$y = 9411.25 x + 98\,729.4$	
Equation de la régression	
r	0.9998431
r ²	0.9996863