



# ÉPREUVE B

## Épreuve B: Vignobles

La Slovénie a quelques bons et relativement grands vignobles. Cependant, les Slovènes ont souvent des vignes plus petites à la campagne. Comme la cueillette des raisins dans les grands vignobles est généralement ouverte aux bénévoles et aux travailleurs de toute la Slovénie, les crus des petits vignobles sont généralement une réunion de famille, avec la famille élargie et des amis plus proches se joignant à l'occasion. Traditionnellement, le millésime est suivi d'un énorme festin avec beaucoup de nourriture et de boisson - le vin, bien sûr.

Nina et Martin ont été fascinés par leurs voyages dans le vignoble, et ont donc décidé d'avoir leur propre petit vignoble et de commencer à faire leur propre vin. Cependant, la vinification ne se limite pas à la culture et à la cueillette des raisins. L'entretien du vignoble est un travail d'une année entière. Ils doivent surveiller la croissance des vignes, la couleur des feuilles et les ravageurs. Et une fois le vin obtenu, ils doivent savoir comment mesurer la qualité du vin. Aidez Nina et Martin à l'entretien de leur vignoble.



## Expérience 4 : De minuscules organismes volants

### Introduction

Lors de leur dernière visite du vignoble d'Ivan, Nina et Martin ont remarqué que beaucoup de grappes récoltées d'une variété particulière de raisin étaient brunâtres. Ils ont également remarqué que de minuscules animaux volaient et marchaient sur les grains de raisin. Après examen, ils sont arrivés à la conclusion qu'ils peuvent être la cause de la coloration brune des grains de raisin. Nina et Martin ont capturé quelques-uns de ces minuscules organismes volants du vignoble d'Ivan dans des flacons, les ont numérotés et les ont conservés au congélateur. Malheureusement, le congélateur contenait déjà des flacons avec des organismes d'une autre étude, et, ce qui aggrave encore les choses, ils ont oublié d'écrire quels organismes sont dans les flacons.

### Matériel et équipement

- Loupe binoculaire
- Flacons avec différents organismes, 14 pièces (10 + 4 qui viendront ensuite)
- Porte-flacon, 1 pièce
- Pinces, 3 pièces
- Boîtes de Pétri, 5 pièces
- Aiguilles, 2 pièces
- Pipettes Pasteur, 10 pièces
- Clé de détermination (Annexe B)
- Marqueur indélébile et marqueur de couleur rouge
- Morceau de papier millimétré ou une règle

#### 4.1 Identification des organismes

Aidez Nina et Martin à identifier les organismes indéterminés.

##### Question 4.1.1a

Utilisez la clé de détermination (Annexe B) pour identifier les organismes stockés dans les 10 flacons différents numérotés de 1 à 10. À l'aide d'une loupe binoculaire, examinez attentivement les organismes. Pour faciliter l'observation, vous pouvez ouvrir les flacons et placer les organismes dans une boîte de Pétri.

- ❖ **Écrire le nom latin des organismes dans la deuxième colonne du tableau 4.1.1 sur la feuille réponse.**

### Question 4.1.1b

Déterminer à quel clade (groupe) d'arthropodes chaque organisme des échantillons appartient. Écrire la lettre correspondante dans la troisième colonne du tableau. Les clades d'arthropodes possibles sont :

- A Araignées
- B Centipèdes (myriapodes)
- C Crustacés
- D Insectes

❖ **Ecrire les lettres A à D dans la troisième colonne du tableau 4.1.1 sur la feuille réponse.**

### Question 4.1.2

Malgré votre aide, Nina et Martin ne se souviennent toujours pas de ce à quoi ressemblent les minuscules organismes qu'ils ont attrapés dans le vignoble. Par conséquent, ils ont demandé à Ivan de leur envoyer un autre échantillon. L'échantillon envoyé par Ivan est dans le flacon marqué X.

**Appelez le superviseur et demandez-lui le flacon marqué X**

Utilisez la clé de détermination (annexe B) pour déterminer les organismes du flacon X et écrivez les noms latins de chaque espèce sur la feuille réponse

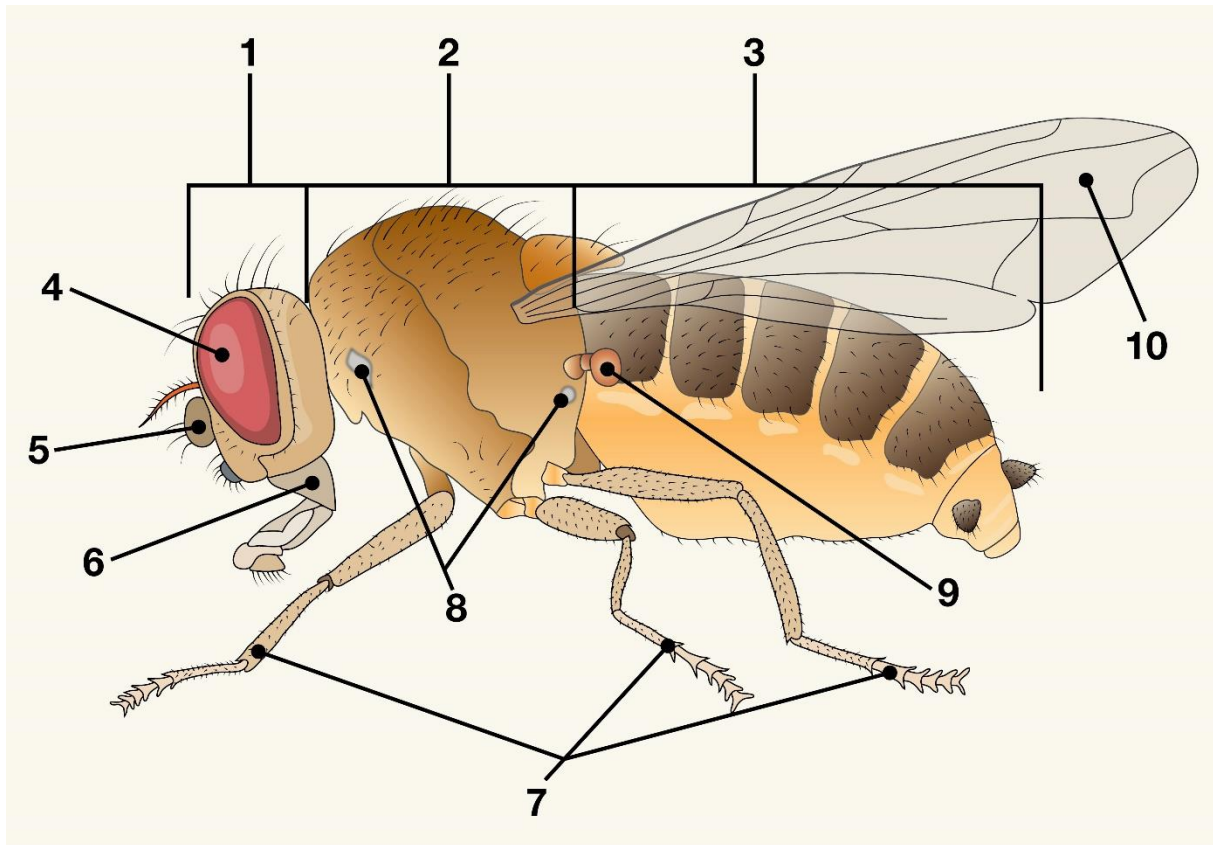
**Si nécessaire, utilisez l'aiguille pour presser légèrement l'abdomen des femelles pour la détermination des espèces. Si vous abîmez l'animal, vous pouvez demander un autre échantillon, sans pénalité.**

❖ **Ecrire un ou plusieurs noms latins à la question 4.1.2 sur la feuille réponse.**

### Question 4.1.3

Il est très important que les chercheurs puissent bien observer, dessiner et étiqueter avec précision les croquis. La clé de détermination et les échantillons d'Ivan vous ont aidés à découvrir lequel des organismes est adapté à la vie dans les vignes et les vergers et se nourrit principalement d'espèces fruitières.

Voici un schéma de l'un des organismes trouvés dans le flacon X. Sur le schéma, les parties du corps de l'organisme sont marquées avec des numéros. Écrivez le numéro approprié à côté des noms des parties du corps dans le tableau 4.1.3. **Faites attention !** Le tableau contient plus de termes que le nombre de légendes sur le schéma!



- ❖ **Ecrire les numéros correspondant aux parties du corps dans le tableau 4.1.3 de la feuille réponse. Ecrire NA pour les termes qui ne correspondent à aucune légende.**

#### Question 4.1.4

Jusqu'à récemment, on notait en Slovénie seulement la présence de la mouche commune (*Drosophila melanogaster*), originaire d'Afrique. En 2010, pour la première fois, une drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*) a été découverte dans les régions de Primorska (littoral) et de la Slovénie centrale. La mouche à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*) est l'une des espèces d'Asie les plus envahissantes jamais introduites. Les deux espèces de mouches des fruits reconnaissent la nourriture et les lieux de ponte, en particulier en utilisant leur odorat. Elles reconnaissent les odeurs de substances libérées pendant la fermentation. Voici des affirmations concernant les deux types de mouches des fruits. Utilisez la clé de détermination et regardez à nouveau les organismes dans les flacons. Trouvez les énoncés corrects (plusieurs réponses possibles).

- A La mouche des fruits à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*) se nourrit de levure sur des fruits en fermentation. Un animal adulte peut consommer le contenu du grain de raisin et pondre les œufs dans le fruit uniquement et exclusivement dans le cas où la peau du grain de raisin est déjà endommagée à cause de diverses conditions climatiques ou d'autres organismes, par exemple par des guêpes à fortes mandibules qui peuvent mordre à travers la peau.

- B La mouche commune des fruits (*Drosophila melanogaster*) se nourrit de levure sur des fruits en fermentation. Un animal adulte peut consommer le contenu du grain de raisin et pondre les œufs dans le fruit uniquement et exclusivement dans le cas où la peau de la baie de raisin est déjà endommagée en raison de diverses conditions climatiques ou d'autres organismes, par exemple par des guêpes à fortes mandibules qui peuvent mordre à travers la peau.
- C La drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*) dépose ses œufs dans des fruits sains et mûrs tels que raisin, figue, fraise, framboise, myrtille, cerise, abricot ou pêche car elle possède un ovipositeur spécialement adapté.
- D La mouche commune des fruits (*Drosophila melanogaster*) dépose ses œufs dans des fruits sains et mûrs tels que raisin, figue, fraise, framboise, myrtille, cerise, abricot ou pêche car elle possède un ovipositeur spécialement adapté.

❖ **Ecrire une ou plusieurs lettres à la question 4.1.4 sur la feuille réponse.**

#### Question 4.1.5

Ivan a évoqué le problème avec quatre viticulteurs, qui craignaient d'avoir des mouches à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*) qui endommagent les fruits de leurs vignes. Des pièges sont utilisés pour réduire la population de mouches des fruits et pour déterminer la présence des différentes espèces de mouches des fruits dans les vignobles en production biologique. Pour ce faire, ils utilisent des récipients de formes et de couleurs différentes, avec une ouverture au sommet. L'ouverture doit avoir une largeur de 5 à 6 mm afin que les gros organismes (par exemple les guêpes, les mouches, les frelons) ne puissent pas pénétrer dans le piège. Aidez les vignerons et informez-les sur les substances qui attirent les mouches des fruits dans le piège (plusieurs réponses possibles).

- A Mélange de vinaigre de pomme et de vin rouge.
- B Eau.
- C Huile d'olive.
- D Acide chlorhydrique dilué.
- E Vinaigre de pomme.
- F Solution de glucose.
- G Suspension de levure.
- H Huile essentielle de menthe poivrée.
- I Insecticide.

❖ **Ecrire les lettres correctes pour la question 4.1.5 sur la feuille réponse.**

### Question 4.1.6

Les chercheurs recommandent d'ajouter dans le piège une goutte de détergent à la substance qui attire les mouches des fruits. Pouvez-vous donner aux vignerons l'explication appropriée (une seule réponse possible) ?

- A Nous ajoutons du détergent afin que les mouches soient propres lorsque nous les retirons du piège avec la pince.
- B Nous ajoutons du détergent pour augmenter la tension superficielle afin que les mouches flottent facilement à la surface de la solution.
- C Nous ajoutons un détergent qui provoque la formation de bulles à la surface du liquide attractif, ce qui empêche les mouches de s'échapper.
- D Le détergent est ajouté pour modifier la structure des molécules d'eau dans le mélange attirant les mouches qui, par conséquent, coulent vers le fond du piège.
- E Le détergent est ajouté pour réduire la tension superficielle de la solution. Les corps des mouches sont ainsi mouillés et par conséquent les mouches coulent au fond du piège.
- F Le détergent est ajouté pour augmenter la tension superficielle de la solution et par conséquent les mouches s'enfoncent au fond du piège.
- G Le détergent est ajouté pour diminuer la quantité des molécules d'eau dans le mélange attractif et les mouches flottent ensuite facilement à la surface.

❖ **Ecrire la lettre correcte (de A à G) à la question 4.1.6 sur la feuille réponse.**

### Question 4.1.7

Les amis d'Ivan ont choisi les bons appâts pour les pièges et ont attrapé des mouches des fruits dans leurs vignobles. Nina et Martin ont également installé les pièges dans leur propre vignoble. Ils ont nettoyé les échantillons et les ont préparés pour une analyse plus approfondie. Votre travail consiste à confirmer la présence de drosophiles communes (*Drosophila melanogaster*) et / ou de mouches des fruits à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*) dans les trois échantillons. Cochez les espèces présentes dans le tableau 4.1.7 dans la feuille de réponse.

**Demandez l'échantillon au superviseur.**

**Utilisez l'aiguille pour presser légèrement l'abdomen des femelles pour la détermination des espèces.**

❖ **Ecrire la réponse dans le tableau 4.1.7 de la feuille réponse.**

### Question 4.1.8

Si vous examinez attentivement, dans le flacon où les mouches des fruits sont enfermées, vous remarquerez que certaines ont des yeux blancs et d'autres des yeux rouges. Comment est-ce possible ? Il y a plus de 100 ans, la découverte des principes de base de l'hérédité par Mendel a incité Thomas Hunt Morgan à entreprendre des expériences de génétique. En 1909, Morgan a commencé des recherches sur les mouches des fruits (*Drosophila melanogaster*) ayant les yeux rouges. Après une année, il a découvert dans son laboratoire une mouche mâle aux yeux blancs. Il a alors effectué une série de croisements génétiques qui ont révélé que le



gène de la couleur des yeux (allèles) est présent uniquement sur le chromosome X - il est lié à X. Depuis lors, la mouche des fruits a commencé à être utilisée dans les laboratoires après 1900 et constitue toujours un modèle idéal d'organisme pour des études de génétique. Elle est facilement disponible dans les fruits mûrs et est facile à élever et à croiser, son temps de génération est court et elle produit une progéniture nombreuse. Son génome relativement petit, est composé de quatre paires de chromosomes: trois paires d'autosomes et une paire de chromosomes sexuels. Les mâles et les femelles se distinguent facilement et le sexe est déterminé par les chromosomes sexuels X et Y comme chez les humains, bien que le mécanisme sous-jacent soit très différent. Alors que chez l'homme la présence d'une région génique (SRY) sur le chromosome Y détermine la masculinité, chez les mouches des fruits, au contraire, le sexe de la mouche est déterminé par le rapport X/A, c'est à dire le nombre de chromosomes X divisé par le nombre d'ensembles haploïdes de chromosomes autosomiques (A). Normalement, le rapport pour les femelles est de 1 (2 chromosomes X (XX) / 2 (deux ensembles haploïdes d'autosomes)) et pour les mâles de 0,5 (1 seul X (dans XY) / 2). Les chromosomes sexuels ne se recombinent pas.

Vous devrez résoudre deux croisements et déterminer les rapports entre les mâles à yeux rouges, les mâles à yeux blancs, les femelles à yeux rouges et les femelles à yeux blancs. Indiquez un génotype approprié dans les cases vides, indiquez les gamètes individuels dans les cercles et entourez le sexe approprié de la mouche des fruits (*Drosophila melanogaster*) dans le rectangle. Coloriez de façon appropriée les yeux de la mouche des fruits (*Drosophila melanogaster*). Si les yeux sont **blancs**, **entourez-les en bleu** et s'ils sont **rouges**, coloriez-les avec **un marqueur de couleur rouge**.

Dans le premier cas (schéma de gauche), vous avez effectué un croisement entre une femelle à yeux rouges "+" (=sauvage) ( $X^+ X^+$ ) et un mâle à yeux blancs "white" ( $X^w Y$ ) de la génération parentale (P). Notez les génotypes et les phénotypes de la descendance F1 (1<sup>ère</sup> génération) et F2 (2<sup>ème</sup> génération).

Dans le second cas (schéma de droite), vous avez effectué un croisement réciproque entre une femelle à yeux blancs ( $X^w X^w$ ) et un mâle aux yeux rouges ( $X^+ Y$ ) de la génération parentale. Notez les génotypes et les phénotypes de la descendance F1 et F2.

**Si l'un d'entre vous est daltonien, il peut se faire aider par un autre membre de l'équipe.**

❖ **Compléter le schéma 4.1.8 (feuille séparée) et l'attacher à la feuille réponse.**

#### Question 4.1.8a

Calculez les pourcentages des mouches de chaque phénotype (= sexe et couleur des yeux) de la seconde génération (F2) pour le schéma de gauche et pour celui de droite.

❖ **Compléter le tableau 4.1.8a sur la feuille réponse.**

#### Question 4.1.8b

Lequel des allèles est dominant et lequel est récessif ? Sur la feuille réponse, marquez l'allèle dominant avec la lettre D et le récessif avec la lettre R.

❖ **Indiquer D et R à la question 4.1.8b sur la feuille réponse.**



**Question 4.1.8c**

Chez la mouche des fruits, on a identifié une mutation du nombre de chromosomes. Les chercheurs ont découvert que le spécimen étudié avait deux chromosomes X, deux chromosomes Y et deux ensembles haploïdes d'autosomes. Déterminez le phénotype sexuel du spécimen (une seule réponse possible)!

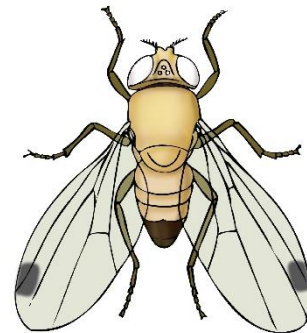
- A Femelle.
- B Mâle.
- C Le phénotype sexuel correct ne peut être déterminé.

❖ **Ecrire la lettre correcte à la question 4.1.8c sur la feuille réponse.**

**Question 4.1.9**

L'image représente l'une des espèces de mouches des fruits. Trouvez les génotypes probables des parents de l'espèce représentée dans l'image (plusieurs réponses possibles).

- A  $X^+ X^w$  et  $X^+ Y$
- B  $X^+ X^+$  et  $X^+ Y$
- C  $X^w X^w$  et  $X^+ Y$
- D  $X^+ X^w$  et  $X^w Y$
- E  $X^+ X^+$  et  $X^w Y$
- F  $X^w X^w$  et  $X^w Y$



❖ **Indiquer les lettres correctes à la question 4.1.9 sur la feuille réponse.**

**Question 4.1.10**

Une mutation inconnue (m) est survenue dans la population de mouches élevées en laboratoire. L'échantillon contenait 102 femelles et 50 mâles sans mutation et 0 femelles et 48 mâles avec des phénotypes mutants. Identifiez le génotype des individus parentaux et des descendants: inscrivez la marque "+" pour "type sauvage/non muté" et "m" pour les mutants dans les cases du tableau 4.1.10 de la feuille réponse.

❖ **Compléter le tableau 4.1.10 sur la feuille réponse.**



## Expérience 5: Douceur et acidité

### Introduction

Afin de produire un bon vin avec le goût souhaité, la douceur et l'acidité doivent être équilibrés. Les sucres résiduels donnent au vin un goût sucré mais l'acidité cache cette douceur et rend le vin plus sec. La douceur et l'acidité ont cependant une relation inverse. En général, lorsque les raisins mûrissent, la concentration en sucres augmente et l'acidité diminue. Le processus de maturité est plus rapide dans un climat plus chaud et plus ensoleillé. Par conséquent, le producteur doit cueillir les raisins au bon moment en tenant compte du goût désiré du vin et de l'emplacement de la vigne.

Aidez Nina et Martin à mesurer l'acidité de leurs vins.

### Matériel et équipement :

#### Sur la pailleasse (laisser le matériel sur la pailleasse pour l'équipe suivante)

- Potence / Statif avec pince et support, 2 pièces
- pH-mètre et sa solution de garde (déjà fixé à la potence / au statif), 1 pièce
- Burette, 25 mL (déjà fixé à la potence / au statif), 1 pièce
- Agitateur magnétique, 1 pièce
- Eau désionisée dans une pissette plastique de 500 mL, 1 pièce (vous pouvez la remplir si besoin sans pénalité) – aussi utilisée dans les expériences 6 et 7.
- Bécher poubelle en plastique de 400 mL, 1 pièce (partagé avec les expériences 6 et 7)
- Bécher de 250 mL utilisé comme support pour le tube à essai contenant la solution de garde du pH-mètre, 1 pièce

#### Dans le bac sur la pailleasse

- Petit tournevis pour calibrer le pH-mètre, 1 pièce
- Aimant pour l'agitateur magnétique, 1 pièce
- Bécher gradué, 100 mL, avec un aimant, 1 pièce de chaque
- Pipette de 20 mL, 2 pièces
- Poire à pipeter, 1 pièce
- Solutions tampon à pH 4,00, 7,00, 9,00 et 10,00 (20 °C) dans de petites bouteilles en plastique, 1 pièce de chaque
- Acide chlorhydrique (HCl) 0,1000 mol/L dans une bouteille plastique de 125 mL
- Hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1 mol/L dans une bouteille plastique de 500 mL
- Échantillon de vin dans une bouteille plastique de 125 mL, étiqueté « Sample T »
- Mouchoirs en papier (14×14 cm), 20 pièces (vous pouvez en demander plus si besoin, sans pénalité)

Si vous renversez un produit chimique ou si vous cassez une pièce de verrerie et que vous avez besoin d'un remplacement, demandez au superviseur. Cela vous coûtera 5 points, sauf indication contraire.

## Détermination de l'acidité titrable du vin par titrage potentiométrique

L'acidité titrable (AT) du vin est la mesure de sa teneur en acides organiques. La majorité des acides organiques du vin sont les acides tartrique, malique et citrique avec le tartrique et le malique comptant pour plus de 90 % des acides présents. La composition et la concentration en acides est influencé par de nombreux facteurs (par ex. : le sol, le climat, la culture) et ont un impact sur le goût, la couleur, la stabilité microbienne et le pH du vin. À cause de la composition complexe en acides, il n'y a pas de relation simple entre l'AT et le pH. L'AT peut être exprimée en grammes d'acide tartrique pour 1 L de solution. Il est important que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) soit éliminé du vin car cela affecte les mesures.

L'AT est habituellement déterminée par titrage d'un échantillon de vin par une base forte (par ex. : hydroxyde de sodium) à un pH spécifique (habituellement à un pH de 8,20). Cependant, vous n'allez pas déterminer l'AT en titrant le vin à un pH spécifique mais vous allez déterminer le point d'équivalence expérimental en mesurant directement le pH du vin après l'ajout progressif d'une solution de NaOH. Cela vous donnera la courbe de titrage (pH en fonction du volume de NaOH ajouté) à partir de laquelle vous calculerez le point d'inflexion et l'AT du vin.

### 5.1 Calibration du pH-mètre

Avant d'utiliser le pH-mètre (Fig. 5.1), vous devez le calibrer en utilisant 2 solutions tampon de pH 7,00 et 10,00. Après calibration, vous vérifierez la précision du pH-mètre en mesurant le pH de la solution tampon de pH 9,00.

Sortez l'électrode de la solution de garde. Utilisez un bécher étiqueté de manière appropriée en plus de l'agitateur magnétique pour maintenir le tube à essai contenant la solution de garde à la verticale.

Rincez l'électrode avec de l'eau désionisée et absorbez l'excès d'eau délicatement avec un mouchoir. Ne séchez pas l'électrode complètement.

Allumez le pH-mètre.

Plongez l'extrémité de l'électrode dans la solution tampon de pH 7,00 à une profondeur d'au moins 1 cm et attendez que la valeur se stabilise (à  $\pm 0,02$ ). Utilisez un tournevis pour ajuster la vis de pH 7 (située au sommet du pH-mètre) jusqu'à ce que la lecture affiche « 7,00 ».

Rincez l'électrode avec de l'eau désionisée et absorbez l'excès d'eau délicatement avec un mouchoir. Plongez-la dans la solution tampon de pH 10,00 à une profondeur d'au moins 1 cm et attendez que la valeur se stabilise (à  $\pm 0,02$ ). Utilisez un tournevis pour ajuster la vis de pH 4/10 (située au sommet du pH-mètre) jusqu'à ce que la lecture affiche « 10,00 ».

#### Question 5.1.1

Vérifiez le calibrage en mesurant le pH de la solution de pH 9,00. Notez la valeur de pH mesurée sur la feuille réponse et calculez l'erreur relative (en %) et **appelez le superviseur pour vérifier votre mesure et faites signer votre feuille réponse.**

- ❖ **Écrire la valeur de pH et les calculs à la question 5.1.1 sur la feuille réponse. Faire vérifier la mesure par le superviseur et faire signer la feuille réponse.**

Rincez l'électrode avec de l'eau désionisée et absorbez l'excès d'eau délicatement avec un mouchoir. Le pH-mètre est prêt à l'emploi.

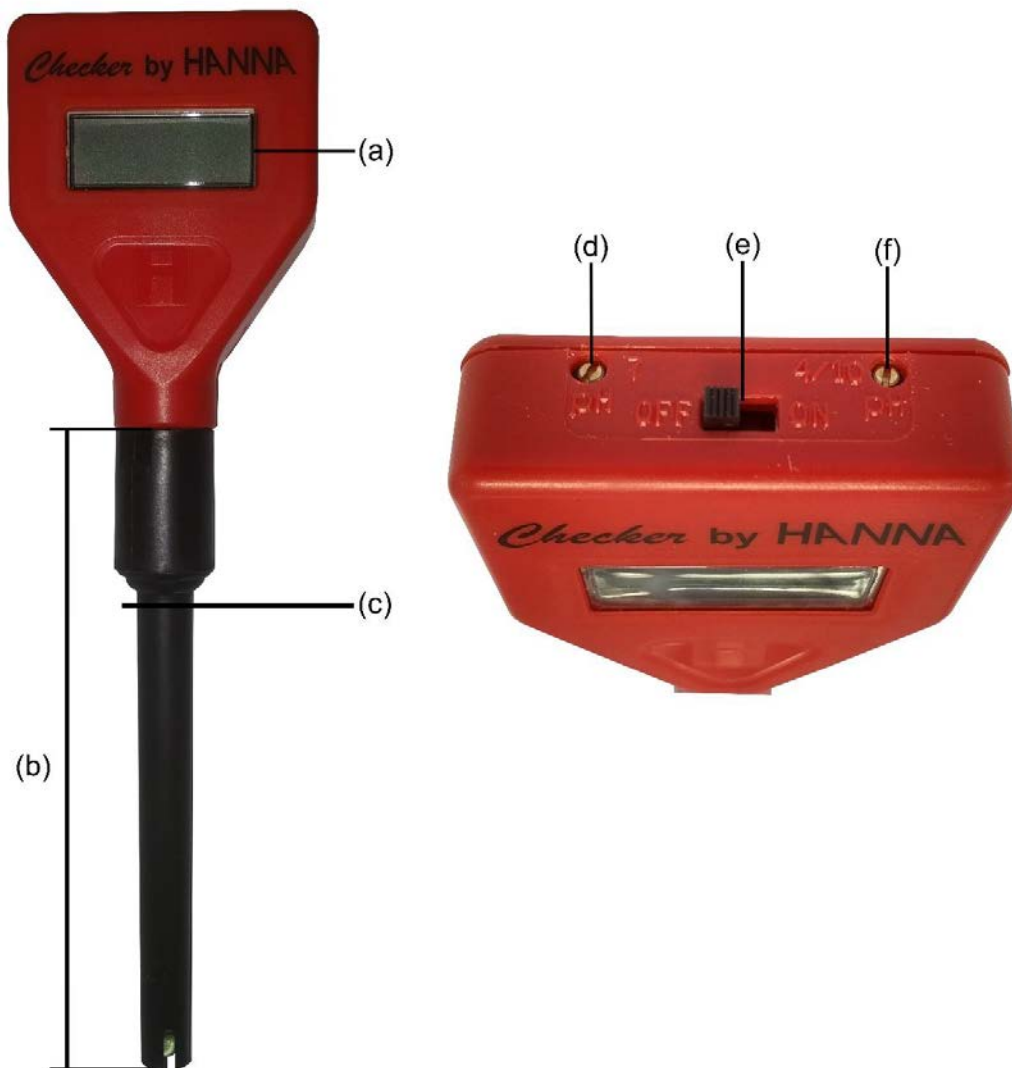


Figure 5.1: pH-mètre Hanna Checker®: (a) écran, (b) sonde de pH, (c) niveau maximal d'immersion, (d) vis de réglage pour pH 7, (e) interrupteur ON/OFF, (f) vis de réglage pour pH 4/10.

## 5.2 Étalonnage de la solution de NaOH 0,1 mol/L

Pour déterminer l'AT dans l'échantillon de vin, vous devez d'abord étalonner la solution de NaOH 0,1 mol/L. Vous déterminerez la concentration exacte de la solution en titrant deux échantillons de la solution de HCl de concentration connue et calculerez la valeur moyenne.

Utilisez le bécher de 400 mL comme poubelle. S'il est rempli, appelez le superviseur.

Remarque : Vous utilisez une burette Schellbach, qui possède une fine ligne bleue imprimée au bas de la burette pour faciliter la lecture. La réfraction de la lumière provoque l'apparition de deux « flèches » au niveau du ménisque. La lecture se fait au niveau du croisement de ces deux flèches. Par exemple, la lecture de la figure 5.2 est à 15,25 mL.

Commencez par enlever ou abaisser la burette de la potence / du statif si nécessaire. Rincez la burette avec la solution de NaOH 0,1 mol/L au moins une fois. Remplissez la burette au-dessus de la marque 0,00 mL avec du NaOH 0,1 mol/L et placez la burette sur la potence / le statif. Videz l'excédent dans le bécher poubelle afin que le volume soit précisément à la marque 0,00 mL.

Remarque : **Faites attention** à ce qu'aucune bulle d'air ne soit piégée dans le robinet de la burette.

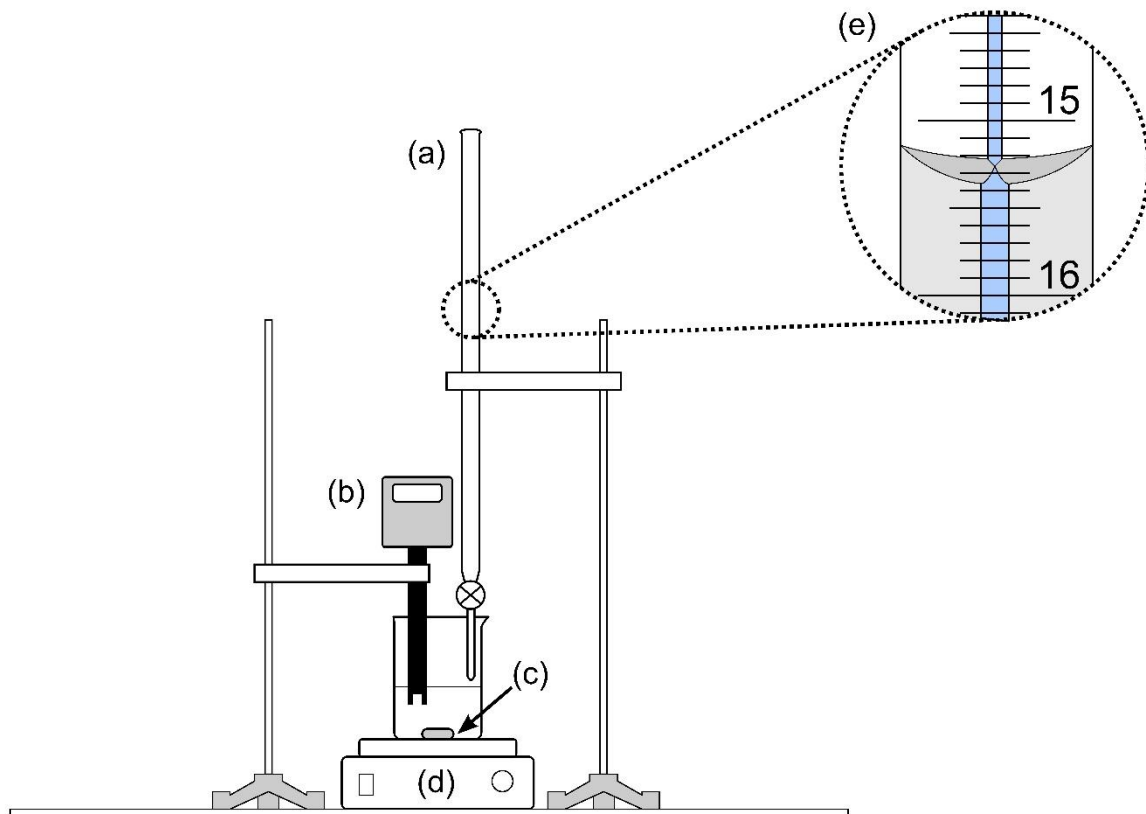


Figure 5.2: Dispositif de titrage : (a) Burette de 25 mL (NaOH 0.1 mol/L), (b) pH-mètre, (c) aimant, (d) agitateur magnétique, (e) apparence du ménisque avec la burette Schellbach (et ses 2 « flèches »).

Placez l'aimant dans le bécher gradué de 100 mL. À l'aide de la poire à pipeter (Fig. 5.3) et de la pipette de 20,0 mL, transférez 20,0 mL de la solution de HCl 0,1000 mol/L dans le bécher gradué de 100 mL.

Remarque : Rincez la pipette avant de l'utiliser (utiliser le bécher poubelle de 400 mL)

**Instruction de sécurité pour la poire à pipeter :**

- Le pipetage à la bouche est interdit !
- Insérez avec précaution le bout de la pipette dans le bas de la poire afin de ne pas la briser.
- Ne laissez pas du liquide s'écouler dans le corps de la poire.

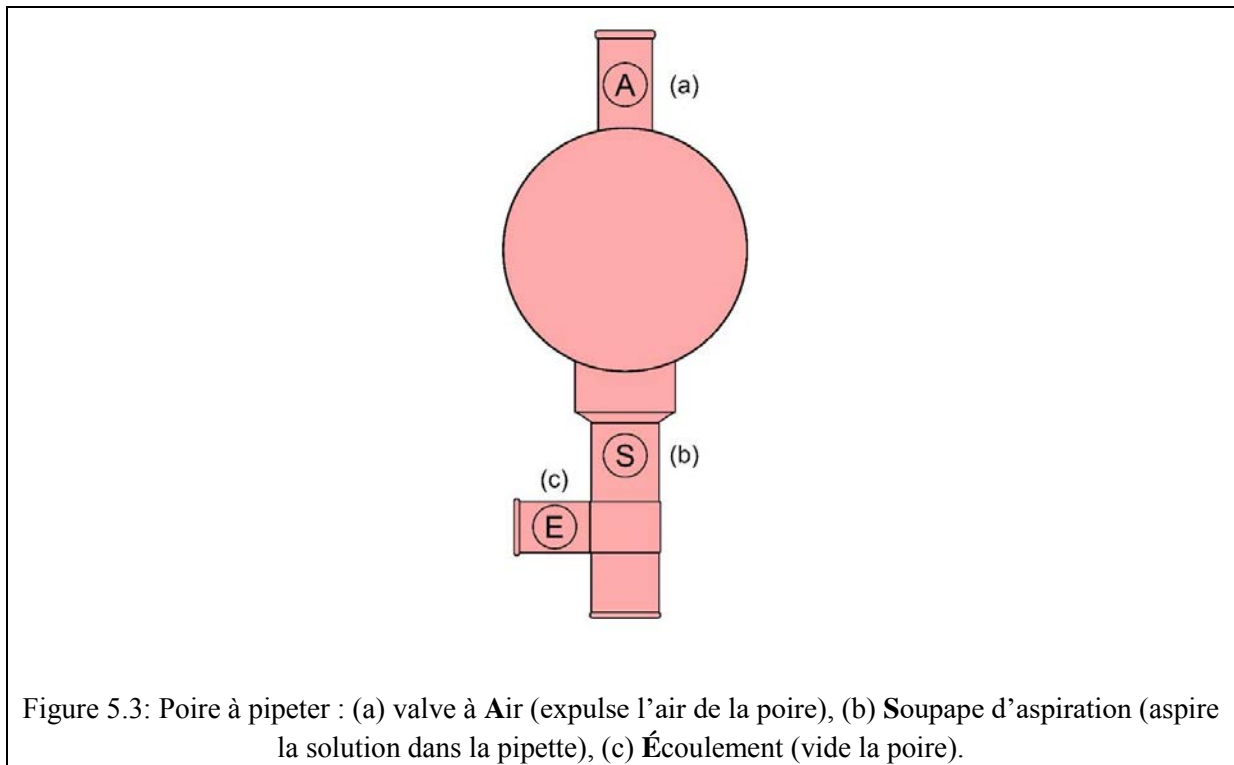


Figure 5.3: Poire à pipeter : (a) valve à Air (expulse l'air de la poire), (b) Soupape d'aspiration (aspire la solution dans la pipette), (c) Écoulement (vide la poire).

Ajouter de l'eau désionisée dans le bécher gradué de 100 mL pour que le volume total soit d'approximativement 40 mL.

Placez le bécher sur l'agitateur magnétique et allumez-le à une vitesse d'agitation modérée.

**NE PAS allumer la plaque chauffante ! Les titrages DOIVENT être faits à température ambiante !**

Placez l'électrode dans la solution. Le bout de l'électrode doit être complètement immergé mais au-dessus du niveau de l'aimant. Vous pouvez ajouter une petite quantité d'eau désionisée si besoin.

**L'aimant ne doit pas toucher le bout de l'électrode pendant l'agitation.**

Placez le bout de la burette 2 cm en dessous du sommet du bécher gradué contenant le HCl (mais pas dans le liquide !). Voir la Fig. 5.3 pour le montage du dispositif de titrage.

### Question 5.2.1a

Écrivez les valeurs de pH correspondant à chaque ajout de NaOH 0,1 mol/L sur la feuille réponse. Vous devez suivre les volumes d'addition suggérés sur le tableau 5.2.1a de la feuille réponse.

❖ **Écrire les mesures dans le tableau 5.2.1a de la feuille réponse.**

### Remarques importantes sur le titrage :

- Vous devez enregistrer les valeurs de pH approximativement 1 à 3 secondes après chaque ajout de NaOH, sauf quand vous êtes proche du point équivalent. À ce moment-là, vous devez enregistrer le pH quand la lecture du pH-mètre se stabilise (à  $\pm 0,05$ ).



- Aucune goutte de la solution de NaOH ne doit se retrouver sur les parois du bécher après addition de la solution. Cela pourrait être une source d'erreur.

### Question 5.2.1b

Répétez le titrage avec une nouvelle portion de 20,0 mL de HCl 0,1000 mol/L dans le même bécher propre et écrivez vos résultats dans le tableau 5.2.1b de la feuille réponse.

❖ **Écrire les mesures dans le tableau 5.2.1b de la feuille réponse.**

Les volumes intermédiaires de titrant doivent être les mêmes pour les deux titrages.

Remarque : Pour un nouveau titrage, le bécher n'a pas besoin d'être sec mais doit être lavé à l'eau désionisée. **Faites attention à ne pas perdre l'aimant.**

### Question 5.2.1c – Titrage supplémentaire

Vous devez obtenir au moins deux titrages corrects. Vous pouvez refaire un titrage si le temps vous le permet. Écrivez les résultats dans le tableau 5.2.1c sur la feuille réponse.

❖ **Écrire les mesures dans le tableau 5.2.1c de la feuille réponse.**

❖ **Entourer les deux titrages choisis sur la feuille réponse.**

### Question 5.2.2

À partir des résultats, déterminer le point d'inflexion pour chaque titrage. Utilisez les tableaux 5.2.1a-b-c. Commencez par calculer la dérivée première en calculant le volume moyen entre 2 points consécutifs ( $V_{\text{moyen}}$  ou  $V^*$  sur la figure 5.4) et calculez la valeur de  $\Delta\text{pH}/\Delta V$ . La différence de pH entre 2 mesures consécutives est  $\Delta\text{pH}$  et la différence de volume entre deux additions consécutives est  $\Delta V$ . À partir de cette dérivée première, calculez la dérivée seconde de manière similaire. Faites la moyenne du volume moyen pour chaque paire de points consécutifs (moyenne de  $V_{\text{moyen}}$  ou  $V^{**}$  sur la figure 5.4) et calculez la valeur  $\Delta(\Delta\text{pH}/\Delta V)/\Delta V$ . Le point d'équivalence ( $V_x$ ) est le volume auquel la dérivée seconde vaut 0. Il peut être calculé approximativement en traçant une droite allant du dernier point ayant une valeur positive jusqu'au premier point ayant une valeur négative pour la dérivée seconde :

$$V_x = V_1 + \Delta V \frac{\left(\frac{\Delta(\Delta\text{pH}/\Delta V)}{\Delta V}\right)_1}{\left(\frac{\Delta(\Delta\text{pH}/\Delta V)}{\Delta V}\right)_1 - \left(\frac{\Delta(\Delta\text{pH}/\Delta V)}{\Delta V}\right)_2}$$

où  $V_1$  est le volume de la solution de NaOH correspondant à la dernière valeur positive de la dérivée seconde,  $\left(\frac{\Delta(\Delta\text{pH}/\Delta V)}{\Delta V}\right)_1$  est la dernière valeur positive de la dérivée seconde et  $\left(\frac{\Delta(\Delta\text{pH}/\Delta V)}{\Delta V}\right)_2$  est la première valeur négative de la dérivée seconde.

Remarque : le point d'inflexion calculé (à partir de la dérivée seconde) doit être proche du maximum de la dérivée première.

Pour faire vos calculs, vous devez utiliser au moins 3 mesures avant et après le point d'équivalence. Vous ne devez pas nécessairement calculer toutes les dérivées et toutes les moyennes.

Ci-dessous, vous trouverez l'exemple du titrage d'un échantillon de vin inconnu (tableau 5.1 et Fig. 5.4).

**Le point d'inflexion de cet exemple NE correspond PAS nécessairement à votre point d'inflexion car vous avez un échantillon de vin différent !**

Écrivez vos calculs du point d'équivalence (point d'inflexion) pour vos données dans la case appropriée de la feuille réponse.

- ❖ Remplir les tableaux 5.2.1 a-b-c avec les dérivées calculées pour les deux titrages choisis.
- ❖ Détailler les calculs et écrire les résultats des points d'inflexion pour les deux titrages choisis à la question 5.2.2 de la feuille réponse.

Si vous n'avez pas pu calculer le point d'équivalence de votre titrage à la question 5.2.2, prenez 30,0 mL comme valeur par défaut pour la suite de l'expérience.

### Question 5.2.3

Calculer la concentration exacte (**3 chiffres significatifs**) de la solution de NaOH 0,1 mol/L, obtenue à partir du point d'inflexion calculé lors de l'étalonnage de la solution.

- ❖ Détailler les calculs et écrire le résultat à la question 5.2.3 de la feuille réponse

Si vous n'avez pas pu calculer la concentration exacte de la solution de NaOH, utilisez 0,200 mol/L comme valeur par défaut pour la suite de l'expérience.

Tableau 5.1: Exemple de la détermination du point d'inflexion à partir de la dérivée seconde.

Mesures		Calculs			
		Dérivée première		Dérivée seconde	
V (NaOH) [mL]	pH	V moyen (= V*) [mL]	$\Delta\text{pH}/\Delta V$	Moyenne de V moyen (= V**) [mL]	$\Delta(\Delta\text{pH}/\Delta V)/\Delta V$
10.5	4.56				
		11.25	0.193		
12.0	4.85			12.0	0.040
		12.75	0.253		
13.5	5.23			13.5	0.084
		14.25	0.380		
15.0	5.80			15.0	0.258
		15.75	0.767		
16.5	6.95			16.5	0.404
		17.25	1.373		
18.0	9.01			18.0	-0.427
		18.75	0.733		
19.5	10.11			19.5	-0.124
		20.25	0.547		
21.0	10.93			21.0	-0.138
		21.75	0.340		
22.5	11.44			22.5	-0.098
		23.25	0.193		
24.0	11.73				

$$V_x = 16,5 \text{ mL} + 1,5 \text{ mL} \frac{0,404}{0,404 - (-0,427)} = 17,23 \text{ mL}$$

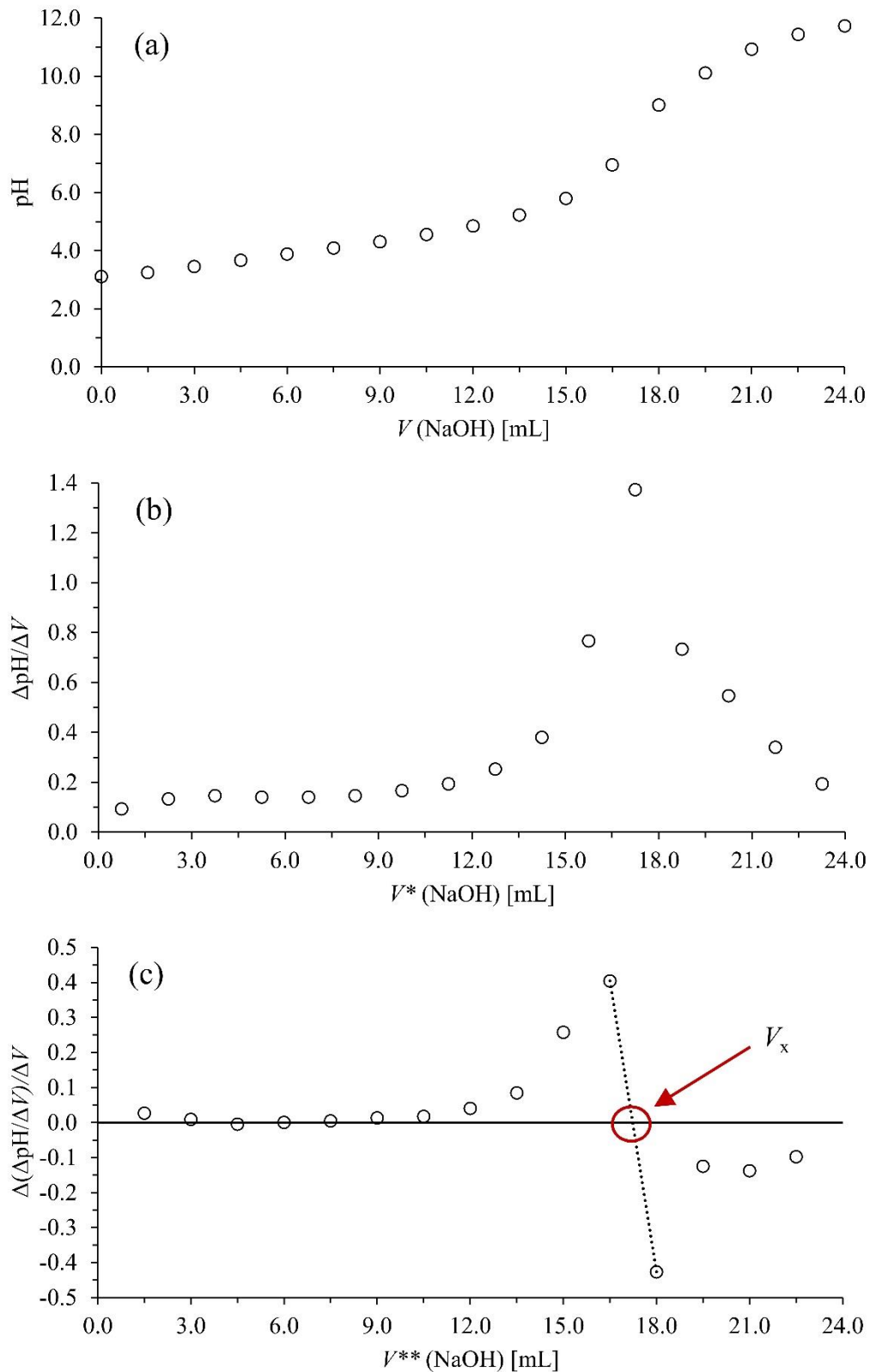


Figure 5.4: Exemple de (a) courbe de titrage; (b) dérivée première de la courbe de titrage ( $V^* = V_{\text{moyen}}$ ); (c) dérivée seconde de la courbe de titrage ( $V^{**} = \text{moyenne du } V_{\text{moyen}}$ ). Le point d'inflexion est entouré sur la dérivée seconde de la courbe de titrage.

### 5.3 Analyse de l'échantillon de vin

Placez l'aimant dans le bécher gradué de 100 mL. Transférez 20,0 mL de l'échantillon de vin dans le bécher gradué de 100 mL.

Ajouter de l'eau désionisée dans le bécher gradué de 100 mL pour que le volume total soit d'approximativement 40 mL.

Préparez tout ce dont vous avez besoin pour le titrage (comme mentionné pour l'étalonnage du NaOH, section 5.2).

#### Question 5.3.1a

Titrez l'échantillon avec la solution de NaOH étalonnée et écrivez les valeurs de pH mesurées correspondant à chaque ajout de la solution de NaOH dans le tableau 5.3.1a de la feuille réponse.

Pour chaque étape, vous devez ajouter 1,5 mL de la solution de NaOH (1,5 mL – 3,0 mL – 4,5 mL – etc. jusqu'à 24,0 mL)

❖ **Écrire les mesures de pH dans le tableau 5.3.1a de la feuille réponse.**

#### Question 5.3.1b

Répétez le titrage avec un nouveau volume de 20,0 mL de vin et écrivez les résultats correspondants dans le tableau 5.3.1b de la feuille réponse.

Les volumes intermédiaires de titrant doivent être les mêmes pour les deux titrages.

❖ **Écrire les mesures de pH dans le tableau 5.3.1b de la feuille réponse.**

#### Question 5.3.1c – Titrage supplémentaire

Vous devez obtenir au moins deux titrages corrects. Vous pouvez refaire un titrage si le temps vous le permet. Écrivez les résultats dans le tableau 5.3.1c sur la feuille réponse.

❖ **Écrire les mesures de pH dans le tableau 5.3.1c de la feuille réponse.**

❖ **Entourer les deux titrages choisis sur la feuille réponse.**

#### Question 5.3.2

À partir des données, déterminez le point d'inflexion. Écrivez vos calculs du point d'équivalence dans la case appropriée de la feuille réponse.

❖ **Remplir les tableaux 5.3.1 a-b-c avec les dérivées calculées.**

❖ **Détailler les calculs et écrire les résultats des points d'inflexion pour les deux titrages choisis à la question 5.3.2 de la feuille réponse.**

### Question 5.3.3

Si vous n'avez pas pu calculer le point d'inflexion du titrage à la question 5.3.2, utilisez 30,0 mL comme valeur par défaut pour la suite de l'expérience.

Calculez l'AT, exprimée en grammes d'acide tartrique pour 1 L de solution, obtenue à partir du point d'inflexion déterminé par titrage de l'échantillon de vin. Écrivez le résultat avec une **précision de 3 chiffres significatifs**.

Remarquez que l'acide tartrique (voir Fig. 5.5) est un acide diprotique et que chacun des deux protons a réagi au point d'équivalence.

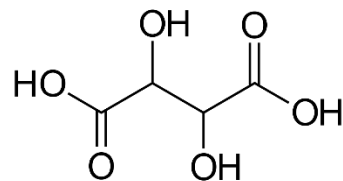


Figure 5.5: Structure topologique de l'acide tartrique.

Masses molaires (en g/mol) : C = 12,0 / H = 1,0 / O = 16,0.

- ❖ Calculer la masse molaire de l'acide tartrique et écrire le résultat à la question 5.3.3. sur la feuille réponse
- ❖ Détailler les calculs de l'AT et écrire le résultat à la question 5.3.3 sur la feuille réponse.

### 5.4 L'importance du pH dans le vin

Comme mentionné auparavant, l'AT et le pH ne sont pas directement proportionnels. Le pH équivaut à la valeur négative du logarithme de la concentration en ions hydrogène et l'AT est la mesure de la concentration en acides organiques titrables. Une AT élevée ne signifie pas forcément un pH faible, car les acides organiques faibles peuvent former une solution tampon. Par conséquent, connaître l'AT ne peut pas directement fournir une information sur le pH et vice-versa.

#### Question 5.4.1

Premièrement, calibrez à nouveau le pH-mètre (section 5.1), cette fois avec les solutions tampon de pH 7.00 puis 4.00

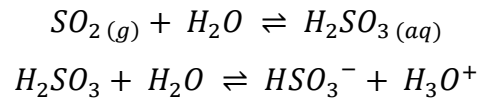
Mesurez le pH de votre échantillon de vin original et écrivez la valeur sur la feuille réponse.

- ❖ Écrire la mesure du pH à la question 5.4.1 sur la feuille réponse.

Rincez l'électrode et placez-la dans la solution de garde, comme c'était le cas au début de l'expérience. Vous pouvez éteindre le pH-mètre.

**Question 5.4.2**

Le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) est utilisé dans la fabrication du vin pour ses propriétés anti-microbiennes et antioxydantes. Il peut être attaché à des composés du vin ( $\text{SO}_2$  fixé) ou sous forme libre ( $\text{SO}_2$  libre). Dans le vin, le  $\text{SO}_2$  libre (noté  $\gamma^*$ ) se retrouve sous forme moléculaire ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) et sous forme de bisulfite ( $\text{HSO}_3^-$ ), selon les équilibres suivants :



La forme moléculaire est la forme anti-microbienne active et sa concentration dépend du pH. Le pH du vin varie entre 2,8 et 3,8. Les vins avec un pH faible ont une fraction molaire plus importante de la forme moléculaire. Le  $\text{SO}_2$  libre nécessaire pour obtenir des concentrations de 0,8 mg/L et de 2,0 mg/L en forme moléculaire dans le vin à un intervalle de pH compris entre 2,8 et 3,8 est présenté dans la Fig. 5.6.

En supposant que la forme moléculaire du  $\text{SO}_2$  dans le vin doit être maintenue en dessous du niveau sensoriel (2,0 mg/L) et au-dessus de 0,8 mg/L pour une stabilité microbienne, écrivez l'intervalle approprié de  $\text{SO}_2$  libre requis dans votre échantillon de vin original sur la feuille réponse.

❖ **Écrire la réponse à la question 5.4.2 sur la feuille réponse.**

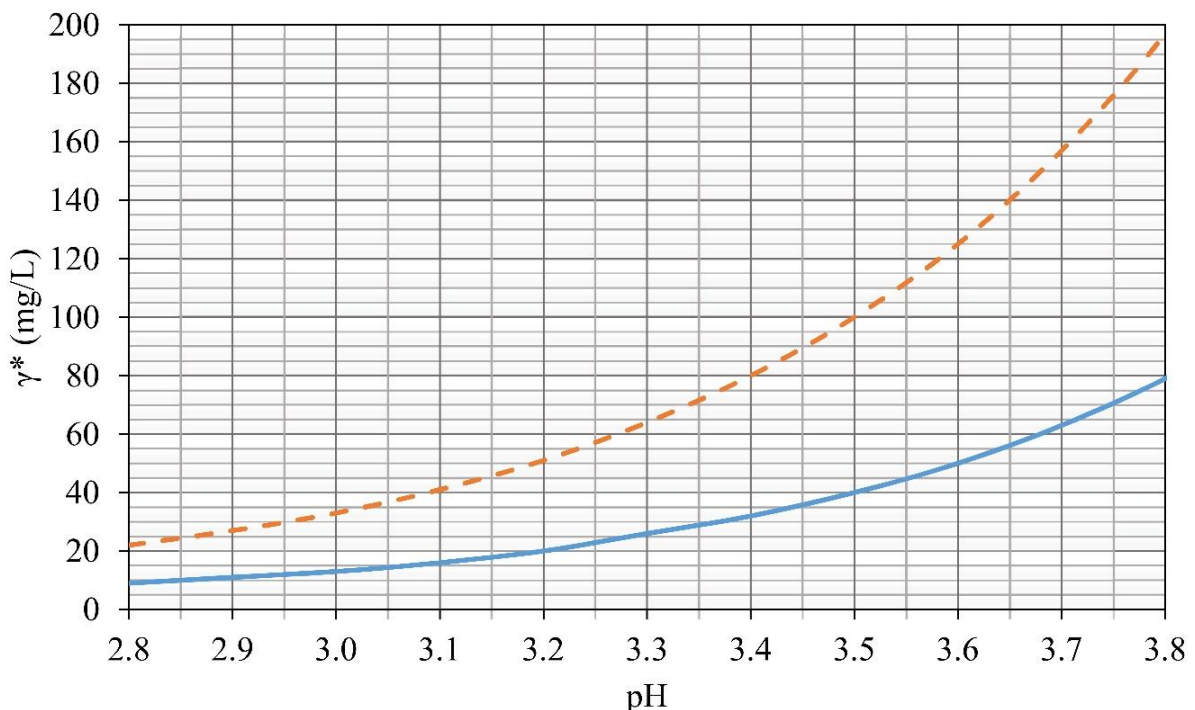


Figure 5.6:  $\text{SO}_2$  libre requis ( $\gamma^*$ ) pour une concentration de 0,8 mg/L (ligne bleue continue) et 2,0 mg/L (ligne orange pointillée) de la forme moléculaire du  $\text{SO}_2$  entre un pH de 2,8 et de 3,8.



## Expérience 6 : Servir le vin

### Introduction

Après la fermentation du raisin, le vin doit être versé d'un tonneau à l'autre afin d'éliminer les résidus solides présents au fond des tonneaux. Pendant cette opération, Martin observe l'écoulement du vin. Il suppose que des vins différents, composés d'alcools et de sucres différents, doivent couler différemment. Il ne sait pas dans quelle mesure les propriétés physiques du liquide sont modifiées et il n'a accès à aucun matériel professionnel. Aidez-le à mesurer la viscosité de trois vins différents produits dans leur vignoble.

### Matériel et équipement

- Plateau
- Éprouvette graduée de 25 mL
- Viscosimètre composé de deux tubes en plastique (15 mL) et d'un tube capillaire
- Chronomètre
- 3 échantillons de vin (dans des bouteilles en plastique) nommés A, B et C
- 4 pipettes Pasteur
- Eau désionisée (pissette partagée avec les expériences 5 et 7)
- Un bécher poubelle (en plastique) de 400 mL (partagé avec les expériences 5 et 7)

### 6.1 Détermination de la viscosité du vin

La viscosité d'un liquide est une propriété des liquides décrivant leur résistance à l'écoulement. Par exemple, la viscosité du miel est supérieure à celle de l'eau. Lorsque le liquide s'écoule à travers des petits tubes, les couches en contact avec la paroi sont immobiles, une différence de pression est alors nécessaire pour permettre l'écoulement. Dans le cas des tubes très fins, la résistance due à la viscosité est la cause principale du ralentissement de l'écoulement du liquide, en comparaison avec d'autres causes que nous ne prendrons pas en compte. Le flux  $\Phi$ , qui correspond au volume de fluide qui s'écoule par unité de temps, est directement proportionnel à la différence de pression  $p$  entre les deux extrémités du tube et à son rayon à la puissance 4, tout en étant inversement proportionnel à la viscosité du liquide  $\eta$  et à sa longueur  $l$  :

$$\Phi \propto \frac{p \cdot r^4}{l \cdot \eta} \quad (\propto = \text{"est proportionnel à"}) \quad (\text{Eq. 6.1})$$

La durée de vidange est inversement proportionnelle au flux,  $\tau \propto \Phi^{-1}$ : plus l'écoulement du liquide est rapide, plus la durée de vidange sera courte. Si les autres paramètres (volume initial de fluide, rayon et longueur du tube) sont constants, la durée de vidange est alors directement proportionnelle à la viscosité,  $\tau \propto \eta$ . Nous allons utiliser cette proportionnalité pour mesurer la viscosité connaissant la longueur, l'épaisseur et la forme du tube. En comparant la durée de vidange du liquide inconnu avec celle de l'eau, dont on connaît la viscosité, nous pourrions calculer la viscosité de nos échantillons de vin.

**Question 6.1.1**

Dans cette expérience, nous allons déterminer la viscosité en mesurant les durées de vidange entre deux tubes en plastique connectés par un capillaire (Figure 6.1). **Pendant la manipulation, ne surtout pas appuyer sur les tubes ou les faire tourner (idem pour le capillaire) ! Si le viscosimètre se casse, demandez-en un autre au superviseur. 5 points seront perdus à partir du second remplacement demandé.**

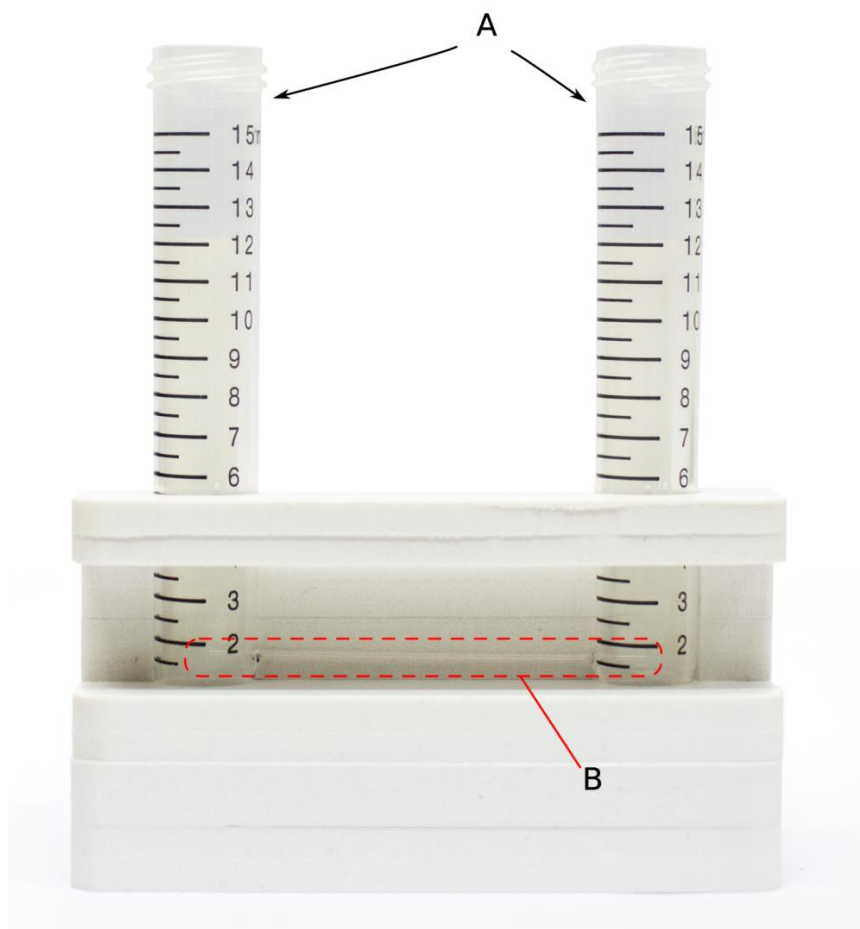


Figure 6.1: Viscosimètre : deux tubes en plastique (A) reliés par un tube capillaire en verre (B).

La somme  $V_0 = V_1 + V_2$  des volumes  $V_1$  et  $V_2$  indiqués par les deux tubes reste constante. Vous utiliserez cette relation pour calculer  $V_2$  à partir de  $V_1$ .

Avant d'aller plus loin, vous devez **étalonner** le viscosimètre. Les graduations sur les tubes ne sont pas faites pour des mesures précises, les volumes lus ne sont donc pas nécessairement égaux à ceux mesurés avec l'éprouvette.

Prélevez précisément 15 mL d'**eau désionisée** avec l'éprouvette graduée. Vous pouvez utiliser la pipette Pasteur pour ajouter ou retirer du liquide et obtenir un volume précis (ménisque). Versez ces 15 mL dans le tube de gauche et observez l'écoulement. Quand le ménisque du tube de gauche atteint  $V_1 = 8$  mL, repérez le volume  $V_2$  sur le tube de droite, calculez la somme  $V_0 = V_1 + V_2$  et notez la sur la feuille réponse. Pour cela, vous pouvez essayer d'estimer la valeur la plus précise possible en notant la position du ménisque avec un marqueur et mesurer à la règle.

**Vous utiliserez cette valeur dans tous les calculs qui suivront. Si vous ne réussissez pas cette étape, ne répondez pas à la question sur la feuille réponse et utilisez  $V_0 = 15 \text{ mL}$  pour les prochains calculs!**

**Si vous observez la moindre fuite, demandez un nouveau viscosimètre au superviseur. Aucun point ne sera déduit dans ce cas.**

❖ **Noter le résultat à la question 6.1.1 sur la feuille réponse.**

### Question 6.1.2

Une fois l'étalonnage réalisé, vous pouvez mesurer la durée de vidange pour l'eau désionisée et les 3 échantillons de vin en suivant la procédure suivante :

**Remettez le chronomètre à zéro.** Lire l'annexe C pour l'utilisation du chronomètre uniquement si nécessaire.

Prélevez précisément 15 mL de l'échantillon avec l'éprouvette graduée. Utilisez la pipette Pasteur pour ajuster le volume. Versez rapidement le volume prélevé dans l'un des tubes en plastique. La vitesse de vidange se stabilise lorsque les deux extrémités du capillaire sont immergées sous le niveau du liquide, **démarrez votre chronomètre lorsque le liquide atteint 13 mL.** Notez ensuite les temps auxquels le liquide atteint chaque graduation (par mL) en vous limitant à 1s de précision (lire sur le chronomètre sans l'arrêter).

Après que le liquide a atteint 8 mL, arrêtez les mesures. Versez le liquide dans le bécher poubelle (utilisé pour d'autres manipulations). Faites attention à ne pas briser le capillaire lors de cette opération. **Rincez le viscosimètre avec de l'eau désionisée.** Tenir le viscosimètre à l'envers pendant quelques instants afin d'évacuer toute l'eau. Du liquide pourrait rester dans le capillaire, mais cela n'aura pas d'influence sur les mesures suivantes car ce liquide sera déplacé par le nouveau liquide avant que vous ne déclenchiez le chronomètre pour la mesure suivante. **Lorsque vous passez d'un échantillon à un autre, rincez le cylindre de mesure et séchez-le avec les feuilles de papier que vous trouverez aux abords de l'évier au bout de votre paille.**

Pour chaque échantillon (eau et les 3 vins), effectuez la mesure à deux reprises, une fois en le versant dans le tube de gauche et une fois dans le tube de droite afin d'éviter les erreurs systématiques. Notez les durées **en secondes** dans le tableau 6.1.2 sur la feuille réponse.

❖ **Compléter le tableau 6.1.2 sur la feuille réponse.**

### Question 6.1.3

Avant de pouvoir utiliser vos mesures pour calculer les viscosités, vous devez d'abord calculer des résultats intermédiaires.

#### Question 6.1.3a

Le volume total de liquide est  $V_0$  (obtenu à la question 6.1.1), ainsi le volume dans le second tube est égal à  $V_2 = V_0 - V_1$  et la différence de volume entre les deux tube est  $\Delta V = V_1 - V_2 = 2V_1 - V_0$ . Calculez les différences de volume pour chaque niveau de liquide et notez-les dans la colonne dédiée du tableau 6.1.3 sur la feuille réponse.

❖ **Compléter la seconde colonne du tableau 6.1.3 sur la feuille réponse.**

**Question 6.1.3b**

Le volume d'un tube est proportionnel à sa hauteur. Par conséquent, le rapport entre les différences de **hauteur** à l'instant  $t$  et initiale (déclenchement du chronomètre) est égal au rapport entre les différences de volume à l'instant  $t$  et initiale. Ce rapport décroît exponentiellement avec le temps :

$$\frac{\Delta h(t)}{\Delta h(t=0)} = \frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} = 2^{-t/\tau}$$

où  $\tau$  est le **temps médian** : durée au bout de laquelle la différence de hauteur a atteint la moitié de sa valeur initiale.

Calculez les rapports entre les différences de volume à l'instant  $t$  et initiale (= déclenchement du chronomètre).

❖ **Compléter la troisième colonne du tableau 6.1.3 sur la feuille réponse.**

**Question 6.1.3c**

En appliquant le logarithme à la relation précédente on obtient la relation suivante :

$$\log_{10} \frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)} = -(\log_{10}(2)) \times \frac{t}{\tau} \quad (\text{Eq. 6.2})$$

Sur vos calculatrices, le logarithme en base 10 se calcule avec la touche **log**. Calculez les logarithmes des quotients de volume de la troisième colonne du tableau 6.1.3 sur la feuille réponse.

❖ **Compléter la dernière colonne du tableau 6.1.3 sur la feuille réponse.**

**Question 6.1.4**

Tracez le graphe du logarithme des rapports des différences de volumes du tableau 6.1.3 (axe vertical) en fonction des durées du tableau 6.1.2 (axe horizontal). Utilisez une couleur différente pour chaque échantillon. Avant de placer vos points, précisez avec précaution les limites maximale et minimale sur les axes. N'oubliez pas de graduer les axes et de donner une légende (couleur/échantillon).

❖ **Tracer le graphique sur la feuille de papier millimétré, le nommer 6.1.4, l'identifier avec le sticker de votre équipe et l'ajouter dans l'enveloppe "for grading".**

**Question 6.1.5a**

Tracez la droite moyenne qui correspond au mieux aux valeurs expérimentales pour chaque échantillon sur le graphe 6.1.4 sur la feuille réponse en **utilisant la même couleur que celle utilisée pour les points**. Déterminez la pente de chaque droite. Utilisez l'équation 6.2 pour calculer les temps médians à partir de ces pentes et notez les résultats sur la feuille réponse. Notez vos calculs sur la feuille réponse.

❖ **Tracer les droites sur le graphe 6.1.4 sur la feuille réponse.**

- ❖ **Compléter les pentes et temps médians dans les colonnes du tableau 6.1.5 sur la feuille réponse.**
- ❖ **Noter les calculs des pentes et temps médians à la question 6.1.5 sur la feuille réponse.**

**Question 6.1.5b**

La viscosité de l'eau à température ambiante est :  $\eta = 0.89$  mPa.s. Calculez la viscosité des autres échantillons en utilisant directement la proportionnalité entre les temps médians et la viscosité : le rapport entre viscosité et temps médian est le même pour tous les liquides. Notez les valeurs dans la dernière colonne du tableau 6.1.5.

- ❖ **Compléter le tableau 6.1.5 sur la feuille réponse.**

**Question 6.1.6**

Que deviendrait la viscosité de l'eau si le tube capillaire reliant les deux tubes en plastique était deux fois plus « large » (diamètre interne deux fois plus grand), les autres paramètres étant inchangés ?

- A Plus grande
- B Plus faible
- C La même

- ❖ **Noter la lettre (A, B ou C) à la question 6.1.6 sur la feuille réponse.**

**Question 6.1.7**

Combien de temps devrions-nous attendre pour que le volume de l'échantillon C passe de  $V_0 = 15.0$  mL à 7.80 mL (le chronomètre démarrant à 13.0 mL) ? Utilisez l'équation 6.2.

- ❖ **Noter vos calculs et résultats à la question 6.1.7 sur la feuille réponse.**

**Question 6.1.8**

Quels changements permettraient d'augmenter les temps médians de vidange ? Notez toutes les réponses possibles.

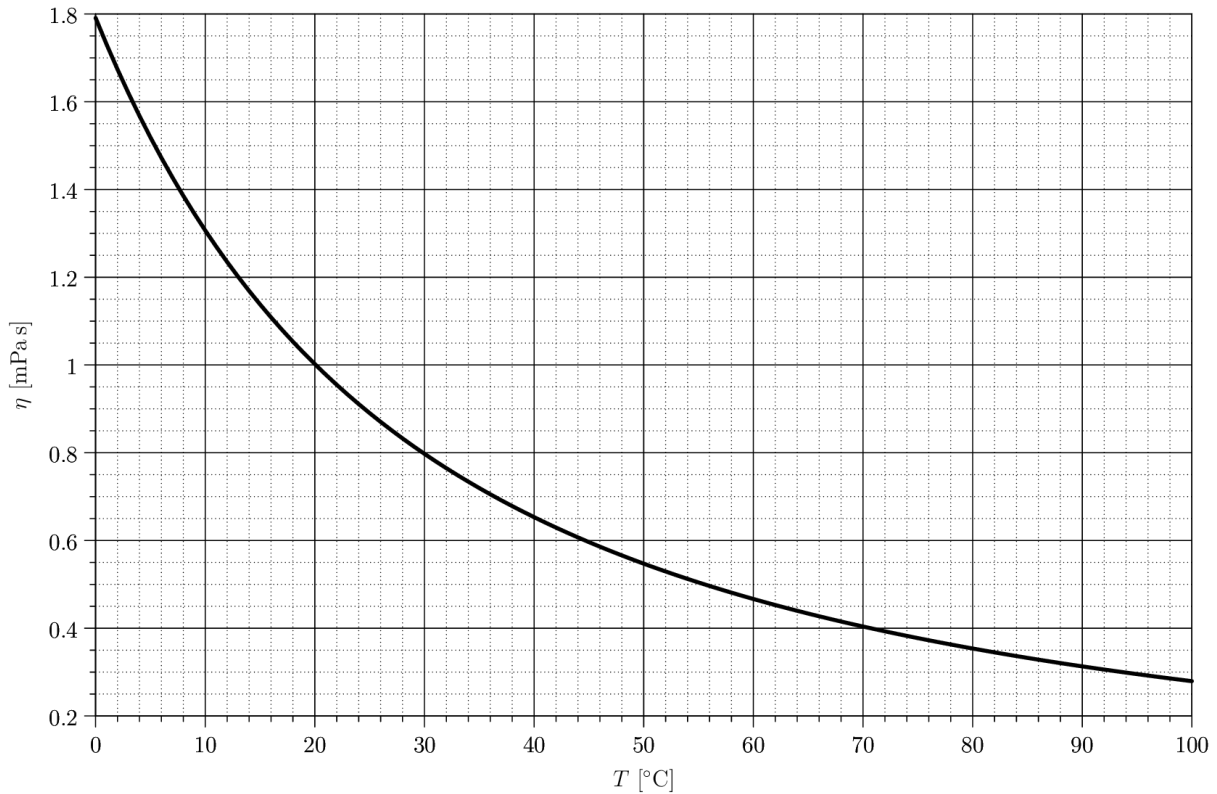
- A Tubes latéraux en plastique plus larges
- B Tubes latéraux en plastique plus étroits
- C Tube capillaire plus large
- D Tube capillaire plus fin
- E Tube capillaire plus long
- F Tube capillaire plus court

- ❖ **Noter les lettres (A-F) à la question 6.1.8 sur la feuille réponse.**

## 6.2 Dépendance de la viscosité en fonction de la température

### Question 6.2.1

La viscosité ne dépend pas uniquement de la composition du liquide mais également de la température. Le graphe 6.2 montre l'évolution de la viscosité de l'eau en fonction de la température. A partir de ce graphe, déterminez la viscosité de l'eau à 80 °C.



Graphe 6.2: Viscosité de l'eau en fonction de la température.

❖ **Noter la réponse à la question 6.2.1 sur la feuille réponse.**

### Question 6.2.2

Déterminez la valeur que prendrait le temps médian de vidange de l'eau à 80 °C si on le mesurait avec votre viscosimètre. Utilisez pour cela, dans vos calculs, le temps médian mesuré pour l'eau.

❖ **Détailler raisonnement et calculs et noter la réponse à la question 6.2.2 sur la feuille réponse.**

### 6.3 Évaluation de la solution

#### Question 6.3.1

Martin a déjà eu l'occasion de résoudre le problème posé il y a quelques semaines de cela, bien que son échantillon était un liquide différent – il a effectué le test avec de l'eau sucrée et des tubes en plastique plus larges (50 mL). Il a lui a été demandé de calculer la viscosité de l'eau sucrée avec la méthode que vous avez utilisée pour le vin. Le tableau 6.1 présente ses mesures, le volume total étant égal à  $V_0 = 50$  mL.

Table 6.1: Mesures de la viscosité de l'eau sucrée réalisées par Martin.

$V_1$	$\log_{10} \frac{\Delta V(t)}{\Delta V(t=0)}$	durée (eau désionisée)	durée (eau sucrée)
45.0 mL	0	0 s	0 s
42.5 mL	-0.058	24 s	50 s
40.0 mL	-0.125	52 s	108 s
37.5 mL	-0.204	85 s	177 s
35.0 mL	-0.301	125 s	261 s
32.5 mL	-0.426	178 s	369 s

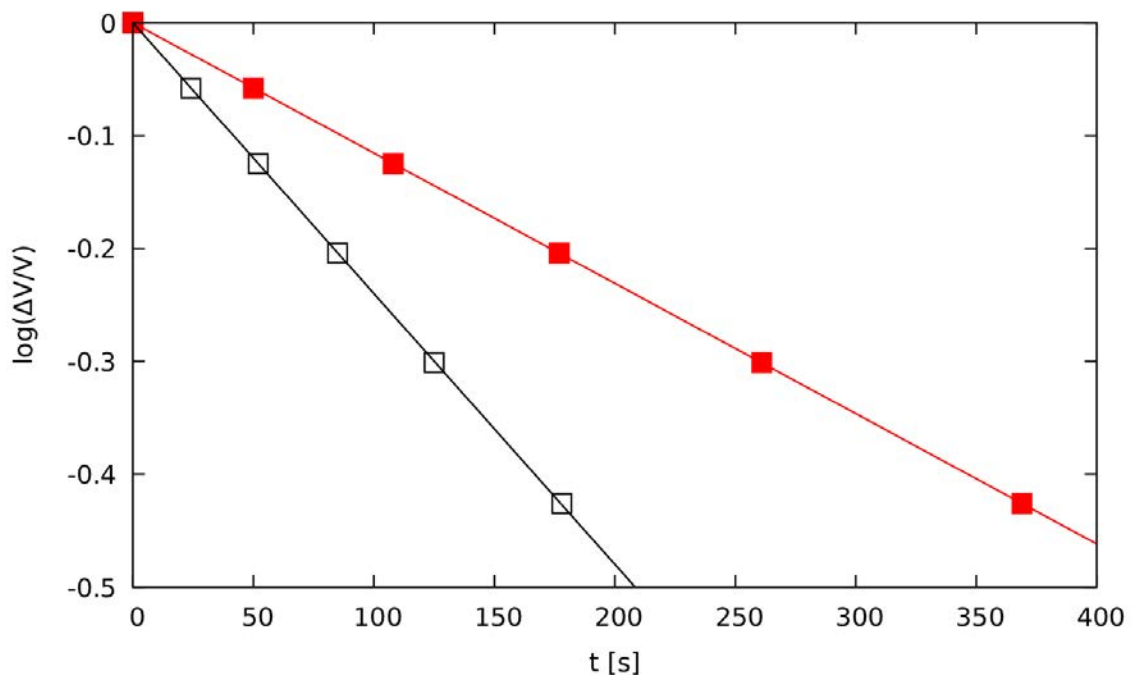


Figure 6.3: Graphique avec mesures et droites moyennes réalisées par Martin. Les carrés rouges ■ concernent les mesures pour l'eau sucrée et les carrés vides □ l'eau désionisée.



Table 6.2: Calculs finaux de Martin pour l'eau désionisée et l'eau sucrée.

Liquide	Pente [s <sup>-1</sup> ]	Temps médian $\tau$ [s]	Viscosité [mPa.s]
Eau désionisée	- 0.0024	126	0.89
Eau sucrée	- 0.00113	266	235398

Il a placé ses mesures sur un graphique (Figure 6.3), ajusté les données avec des droites moyennes et calculé la viscosité du liquide étudié dans le tableau 6.2. Observez les calculs de viscosité ci-après et **trouvez** la **première** ligne comportant une erreur conduisant à une viscosité erronée. Notez le numéro de cette ligne sur la feuille réponse. **Vous pouvez vous aider de la question suivante où vous corrigerez cette erreur.**

Eau désionisée :

$$\tau_{eau} = k \cdot \eta_{eau} \quad (1)$$

$$k = \frac{\tau_{eau}}{\eta_{eau}} = \frac{126 \text{ s}}{0.89 \text{ mPa s}} = 141.6 \text{ mPa}^{-1} \quad (2)$$

Eau sucrée :

$$k = \frac{-0.23 - (-0.06)}{200 \text{ s} - 50 \text{ s}} = -0.00113 \text{ s}^{-1} \quad (3)$$

$$\tau_{sucrée} = \frac{-\log_{10}(2)}{k} = 266 \text{ s} \quad (4)$$

$$\tau_{sucrée} = k \cdot \eta_{sucrée} \quad (5)$$

$$\eta_{sucrée} = \frac{\tau_{sucrée}}{k} = \frac{266 \text{ s}}{-0.00113 \text{ s}^{-1}} \quad (6)$$

$$\eta_{sucrée} = -235398 \text{ s}^2 \quad (7)$$

- ❖ **Noter le numéro de la ligne comportant la première erreur sur la feuille réponse pour la question 6.3.1.**

### Question 6.3.2

Corrigez son erreur et calculez la valeur correcte de la viscosité de l'eau sucrée.

- ❖ **Noter la réponse à la question 6.3.2 sur la feuille réponse.**

**Question 6.3.3**

Martin est impatient et veut que le liquide soit vidangé sur une durée **diminuée de moitié** comparée aux mesures du tableau 6.1. Il a utilisé un capillaire de 6 cm de long et 0,8 mm de diamètre interne. Il veut raccourcir le capillaire alors que Nina propose de conserver des capillaires de même longueur mais avec des diamètres différents. Calculez la longueur du capillaire correspondant à la stratégie de Martin et le diamètre de celui-ci correspondant à la méthode choisie par Nina. Aidez-vous de la question 6.1.

- ❖ **Noter votre raisonnement, vos calculs et vos réponses à la question 6.3.3 sur la feuille réponse.**



## Expérience 7 : les larmes du vin

### Introduction

Nina et Martin font une petite fête avec des amis pour célébrer leur première production de vin. Martin, qui est maintenant un expert pour le service du vin, verse à chacun de ses amis un verre de vin. Eva, la sœur de Nina, qui a récemment assisté à une dégustation de vin dans une cave explique à tout le monde ce qu'il faut vérifier lors de la première dégustation d'un nouveau vin. La première chose à faire est d'observer le verre de vin éclairé par de la lumière naturelle sur un fond blanc. Pendant que chacun observe la couleur du vin, Nina a remarqué quelque chose de particulier. On dirait que de petites gouttes de vin se forment sur le verre juste au-dessus de la surface du vin. Elle demande à Eva si elle connaît l'origine de ce phénomène.

Eva lui explique alors que ce phénomène est nommé les larmes de vin et qu'il est lié à la tension superficielle du vin et de l'eau. Nina ne sait pas ce qu'est la tension superficielle, mais les phénomènes l'ont tellement intriguée qu'elle décide de s'y intéresser un peu plus. Après la fête, bien sûr.

### Matériel et équipement

- 12 tubes capillaires (micropipettes) 25  $\mu$ L
- 6 boîtes de Pétri
- 1 paquet de mouchoirs en papier
- Eau désionisée (pissette à partager avec les expériences 5 et 6)
- Ethanol à 10 % en volume dans une bouteille en plastique
- Ethanol à 20 % en volume dans une bouteille en plastique
- 3 échantillons de vin dans des bouteilles en plastique, étiquetées Sample A, Sample B et Sample C
- 6 pipettes Pasteur (vous pouvez utiliser les pipettes de l'expérience 6 pour les échantillons de vin et l'eau désionisée)
- Bécher poubelle en plastique de 400 mL (utilisé aussi pour les expériences 5 et 6)

### 7.1 Tension superficielle du vin

La tension superficielle peut être vue comme une membrane élastique qui serait tendue à la surface d'un liquide. C'est une force, conséquence des interactions entre les molécules à la surface du liquide, qui est responsable de la forme sphérique des gouttelettes de liquide. Cette propriété des liquides, y compris l'eau, est largement utilisée par les êtres vivants à des fins diverses.

Si les tubes capillaires sont mouillables (les molécules constituant le liquide préfèrent être au contact des parois du tube capillaire plutôt qu'au contact de l'air), la surface du liquide à l'intérieur du capillaire s'élève alors au-dessus du niveau de la surface du liquide à l'extérieur du capillaire. La différence de hauteur est directement proportionnelle à la tension

superficielle et inversement proportionnelle au rayon intérieur du tube capillaire. Les plantes utilisent ce phénomène pour faire remonter l'eau des racines aux feuilles.

Comme la tension superficielle dépend des forces entre les molécules à la surface du liquide, elle diffère selon les liquides. L'ajout d'éthanol à l'eau modifie la tension superficielle. En mesurant la hauteur de la surface du liquide à l'intérieur du tube capillaire pour différents liquides (eau désionisée, éthanol à 10 % et 20 % en volume, trois échantillons de vin), vous allez être en mesure d'estimer la teneur en éthanol dans différents échantillons de vin.

### Question 7.1.1

Appliquez la procédure suivante à tous les liquides :

Prenez une boîte de Pétri propre et sèche. Versez l'échantillon dans la boîte de Pétri de sorte qu'il y ait dans la boîte une hauteur de liquide au moins égale au diamètre du tube capillaire. Assurez-vous que le liquide ne se trouve pas du côté des marques blanches du tube capillaire (ces dernières doivent se trouver sur le côté supérieur du tube capillaire).

Le liquide ne peut pas mouiller un tube capillaire sec, ce qui pourrait conduire à des mesures fausses, il est donc nécessaire de permettre d'abord au liquide de monter plus haut que la hauteur nécessaire pour la mesure de la tension superficielle. Plongez lentement le tube capillaire dans l'échantillon selon un angle aigu, de sorte que le liquide monte presque jusqu'à l'anneau noir et mouille les parois internes du tube, puis positionnez le tube capillaire verticalement, comme illustré à la figure 7.1.

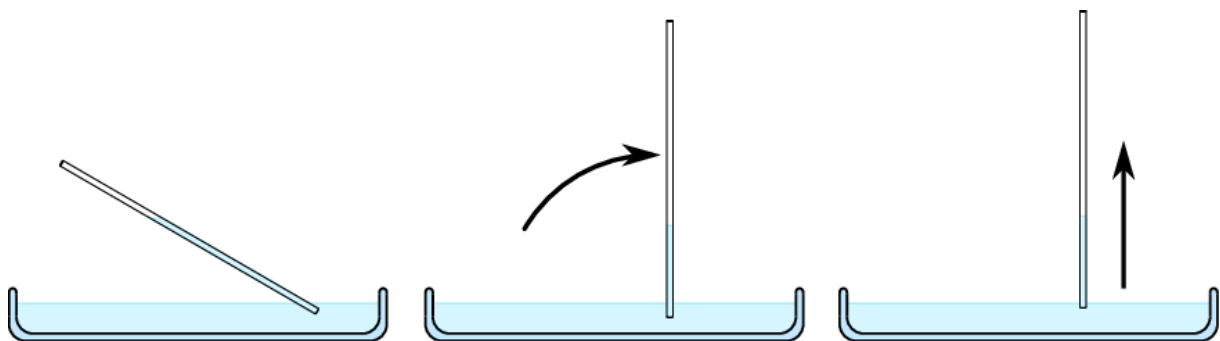


Figure 7.1: Mesure de capillarité

Attendez que le niveau du liquide cesse de baisser, puis retirez lentement le capillaire de la surface tout en le tenant verticalement.

En raison de la finesse des tubes capillaires, le liquide peut parfois rester "bloqué" à une certaine hauteur. Si vous constatez ce phénomène, inclinez de nouveau le capillaire pour laisser monter le liquide à nouveau et répétez la procédure. **Évitez de toucher le fond** de la boîte de Pétri et de former des bulles qui provoqueraient des erreurs de mesure. Les bulles d'air à l'intérieur du tube capillaire rendent le tube inutilisable pour d'autres mesures.

### Question 7.1.1a

Sortez le capillaire du liquide lorsque le niveau du liquide se stabilise. Mesurez la hauteur dont le liquide est monté à l'aide de la règle depuis l'extrémité inférieure du tube capillaire jusqu'au ménisque. Pendant la mesure, maintenez le tube capillaire vertical pour éviter tout déplacement du liquide.

Effectuer la mesure six fois pour chaque échantillon. Veillez à utiliser **une boîte de Pétri propre et sèche ainsi qu'un nouveau tube capillaire pour chaque échantillon.**

Pour faire sortir le liquide du tube capillaire, touchez l'extrémité du tube avec un mouchoir en papier et maintenez-le immobile. Si cela ne fonctionne pas immédiatement, essayez de toucher à un angle. Les pores très fins dans le papier de soie aspirent le liquide hors du tube capillaire, encore une fois en utilisant la capillarité. Si des gouttelettes ou des bulles de liquide restent à l'intérieur du capillaire après l'égouttage, utilisez-en un nouveau. Si vous n'avez plus de tubes capillaires propres, contactez le superviseur.

Inscrivez les mesures dans les colonnes 1 à 6 du tableau 7.1.1 de la feuille réponse.

❖ **Compléter les colonnes du tableau 7.1.1 sur la feuille réponse.**

### Question 7.1.1b

Calculez la moyenne des hauteurs de la colonne de liquide pour chaque échantillon. Inscrivez les résultats dans la colonne appropriée du tableau 7.1.1 de la feuille réponse.

❖ **Compléter les colonnes de moyenne du tableau 7.1.1 sur la feuille réponse.**

### Question 7.1.1c

La viscosité et le mouillage imparfait, ainsi que la différence de pression lorsque le capillaire est retiré du liquide, peuvent entraîner des variations dans les mesures.

Pour estimer l'erreur, rayez les **deux** mesures du tableau 7.1.1 qui diffèrent le plus de la moyenne. **Lorsque vous les rayez, assurez-vous que le numéro est toujours lisible.** Si vous ne parvenez pas à effectuer plus de 4 mesures, conservez toutes les valeurs et ne recalculez pas la moyenne.

Calculez l'erreur absolue pour chaque liquide en prenant la valeur absolue du plus grand écart à la moyenne des mesures que vous n'avez pas éliminées. Inscrivez les résultats dans le tableau 7.1.1.

❖ **Rayer les deux mesures et compléter la dernière colonne du tableau 7.1.1 sur la feuille réponse.**

### Question 7.1.2

Tracez le graphique représentant la hauteur du liquide en fonction de la teneur en éthanol sur du papier millimétré et légendez les axes. Inscrivez les **4 points de données** qui n'ont pas été éliminés, pour **chacun** des liquides suivants : éthanol à **10 % et 20 %** en volume, en utilisant le tableau 7.1.1. Tracez la droite moyenne à partir des points obtenus.

❖ **Tracer le graphique sur du papier millimétré, le nommer 7.1.2, placer le sticker avec votre code équipe dessus.**

### Question 7.1.3

Utilisez la droite moyenne du graphique de la question 7.1.2 et placez les points pour les trois échantillons de vin en utilisant les valeurs moyennes du tableau 7.1.1. Déduisez-en la teneur en éthanol de chacun des trois vins et inscrivez vos résultats dans le tableau 7.1.3.

- ❖ Tracer les droites sur le graphique 7.1.2. et l'insérer dans l'enveloppe « for grading »
- ❖ Incrire les résultats dans le tableau 7.1.3. sur la feuille réponse.

### Question 7.1.4

En utilisant l'erreur absolue calculée dans le tableau 7.1.1, déterminez quels couples d'échantillons peuvent être distingués de façon fiable en fonction de la teneur en éthanol. On considèrera que deux échantillons ne peuvent pas être distingués si leurs intervalles d'erreur se chevauchent. Notez **1** dans le tableau 7.1.4 si les deux échantillons du couple considéré **peuvent** être distingués et **0** s'ils **ne peuvent pas** être distingués l'un de l'autre.

- ❖ Incrire les réponses dans le tableau 7.1.4 sur la feuille réponse.

### Question 7.1.5

En admettant que la tension superficielle de l'eau désionisée dans votre laboratoire est de 72,0 mN/m, et en utilisant le fait que la hauteur de la colonne de liquide est **proportionnelle** à la **tension superficielle**, calculez la tension superficielle de l'échantillon d'éthanol à 10 % en volume. Déterminez l'intervalle d'erreur sur la valeur finale, en utilisant les erreurs calculées dans le tableau 7.1.1.

- ❖ Incrire les calculs et les résultats à la question 7.1.5 sur la feuille réponse.

### Question 7.1.6

L'éthanol a une densité plus faible que l'eau, c'est pourquoi la force de gravité s'opposant à la tension superficielle est plus faible. Si l'on veut être plus précis et prendre en compte à la fois la **masse volumique**  $\rho$  et la **tension superficielle**  $\gamma$ , à quel terme la hauteur de la colonne de liquide est-elle directement proportionnelle ? (une seule réponse correcte est possible)

- A.  $h \propto \gamma$
- B.  $h \propto \gamma\rho$
- C.  $h \propto \rho/\gamma$
- D.  $h \propto \gamma/\rho$
- E.  $h \propto \rho$

Attention :  
le symbole  $\propto$  signifie : est proportionnel à

- ❖ Ecrire la réponse correcte (A-E) à la question 7.1.6 sur la feuille réponse.

## 7.2 Tension superficielle de l'eau

### Question 7.2.1

Dans des conditions standard de travail (à 20 °C), l'équation suivante s'applique aux tubes complètement mouillés par l'eau :

$$h = \frac{1,48 \times 10^{-5} (m^2)}{r (m)} \quad (\text{Eq. 7.1})$$

où  $r$  représente le rayon intérieur du tube et  $h$  représente la hauteur de la colonne d'eau. Déduisez-en la hauteur jusqu'à laquelle l'eau monte uniquement par capillarité dans un vaisseau trachéaire végétal, si son diamètre intérieur est de 50  $\mu\text{m}$  ?

❖ **Inscrire les calculs et les résultats à la question 7.2.1 sur la feuille réponse.**

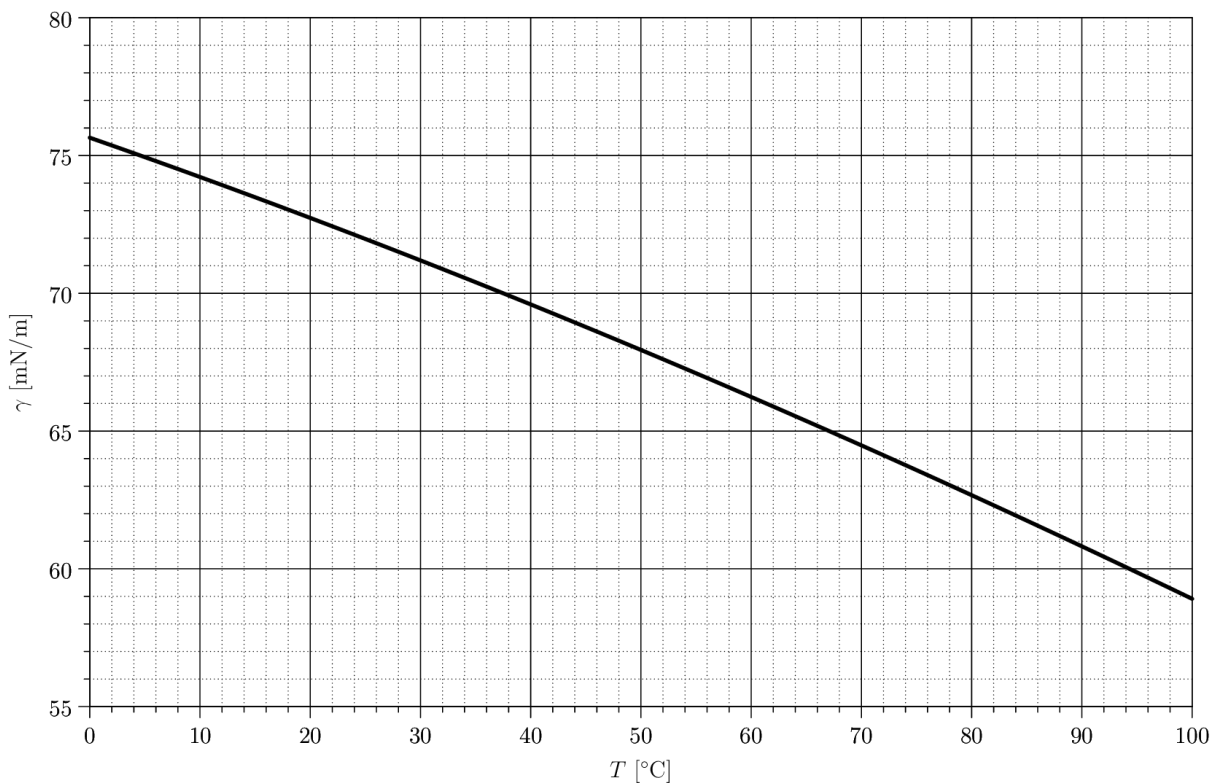
### Question 7.2.2

Le volume de 25  $\mu\text{L}$  est indiqué sur le capillaire par l'anneau noir. Mesurez la longueur du capillaire depuis l'anneau noir jusqu'à l'extrémité la plus éloignée de l'anneau et utilisez cette mesure pour calculer le rayon intérieur du capillaire. Inscrivez la mesure, le calcul et le résultat sur la feuille réponse.

❖ **Inscrire mesure, calculs et réponse à la question 7.2.2 sur la feuille réponse.**

### Question 7.2.3

Le graphique 7.1 montre la variation de la tension superficielle de l'eau en fonction de la température. Lisez la tension superficielle de l'eau à 20 °C et à 80 °C sur le graphique et inscrivez-la sur la feuille réponse.



Graph 7.1: Variation de la tension superficielle de l'eau en fonction de la température.



Utilisez l'équation (7.1), votre réponse à la question 7.2.2 et la proportionnalité entre la hauteur de montée dans le capillaire et la tension superficielle pour prédire, sans utiliser aucune de vos mesures, quelle serait la hauteur de la colonne d'eau dans votre capillaire de 25  $\mu\text{L}$  si vous la mesuriez à une température de 80  $^{\circ}\text{C}$ .

❖ **Inscrire calculs et réponse à la question 7.2.3 sur la feuille réponse.**

#### Question 7.2.4

Une des méthodes pour mesurer la tension superficielle est de fabriquer des gouttelettes et de mesurer leurs masses. Juste avant que la goutte ne se détache, sa forme est d'environ une demi-sphère (voir Figure 7.2).

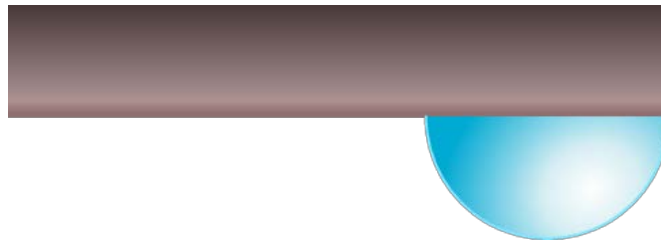


Figure 7.2: Gouttelette d'eau avant qu'elle ne tombe.

La goutte d'eau a un rayon de 4,5 mm avant de tomber. Calculez la valeur de la force de tension superficielle sur la gouttelette. Vous devez utiliser la valeur  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  pour l'accélération due à la gravité et  $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  pour la masse volumique de l'eau.

❖ **Inscrire calculs et réponse à la question 7.2.4 sur la feuille réponse.**

#### Question 7.2.5

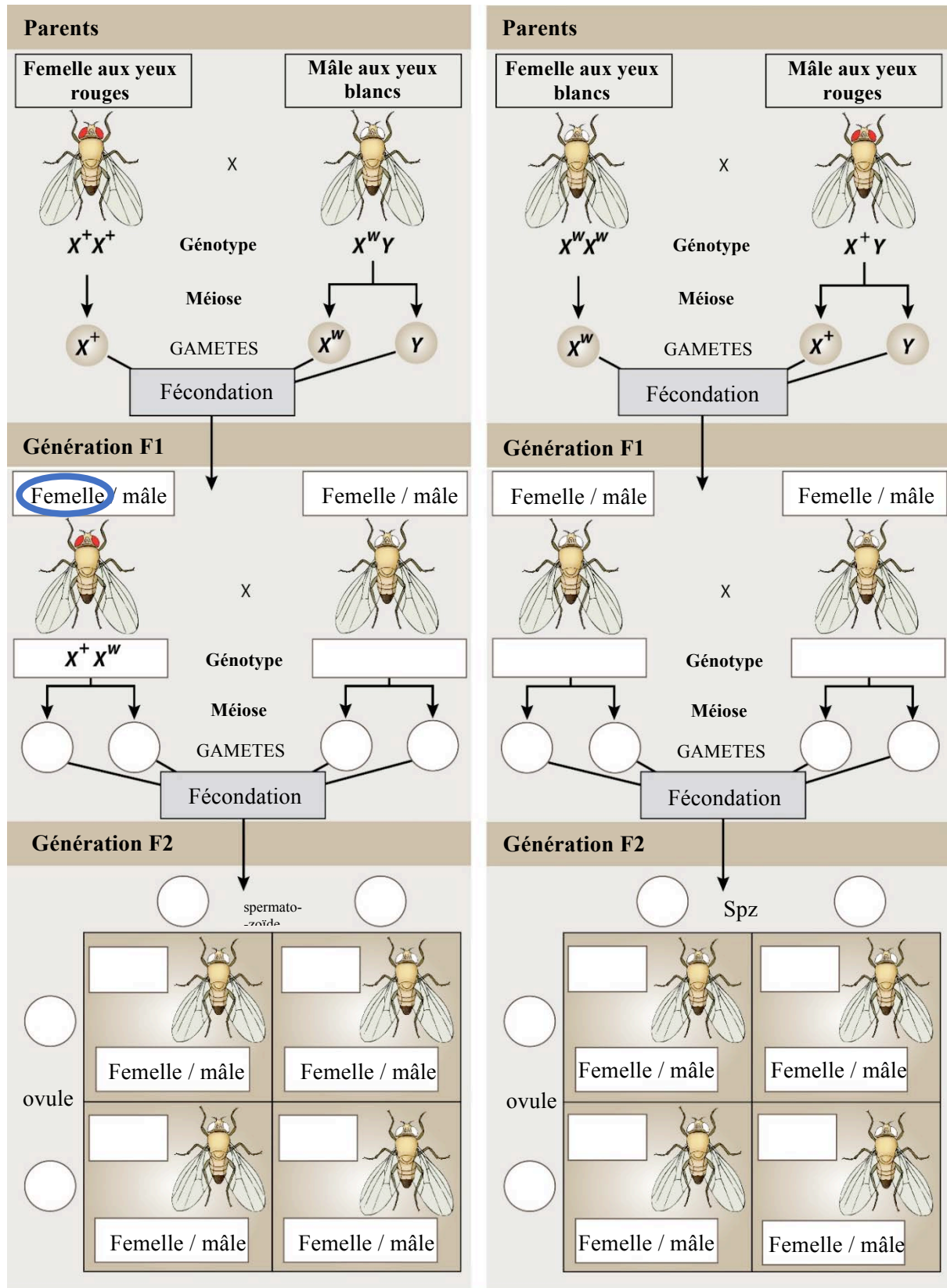
La relation liant la longueur  $l$  du segment où le liquide est en contact avec le substrat, la tension superficielle  $\gamma$  et la force  $F$  est décrite par équation.

$$F = l \cdot \gamma$$

Calculez la tension superficielle pour la gouttelette de la question 7.2.4 et estimez la température de la gouttelette d'eau à l'aide du graphique 7.1.

❖ **Inscrire calculs et réponse à la question 7.2.5 sur la feuille réponse.**

Schéma 4.1.8



## Annexe B: clé de détermination

- 1 a) l'animal possède trois paires de pattes articulées, le corps est segmenté en trois régions: tête thorax et abdomen ..... aller à **2**  
b) l'animal possède plus de trois paires de pattes articulées..... aller à **9**
  
- 2 a) le corps est en forme de bâtonnet, les ailes sont réduites ..... *Medauroidea extradentata*  
b) l'animal possède des ailes bien visibles ..... aller à **3**
  
- 3 a) les ailes antérieures sont épaisses en forme d'élytres (elytra) ..... *Tenebrio molitor*  
b) l'animal ne possède pas de paire d'ailes antérieures épaissies ..... aller à **4**
  
- 4 a) l'animal possède une paire de gros yeux composés et une paire d'antennes sur la tête. Les appendices buccaux sont adaptés à la prédation avec de fortes mandibules. L'abdomen est mince. Les ailes antérieures sont sombres avec des nervures bien visibles. Les ailes postérieures sont plus grandes que les antérieures ..... *Aeshna cyanea*  
b) la première paire d'ailes est bien visible et développée, la seconde paire est transformée en balanciers ..... aller à **5**
  
- 5 a) le corps est fin et mesure à peine 10 mm. La tête possède des appendices buccaux en forme de tube (proboscis) adapté à la succion ou au percement. Les yeux composés sont petits. Les antennes sont formées de nombreux segments et plus longues que la tête et le thorax. Elles sont couvertes de nombreuses courtes soies. L'animal possède 3 paires de pattes longues et fines. .... *Culex pipiens*  
b) le corps est plus gros; les antennes sont plus courtes que la tête et le thorax. Les antennes possèdent 3 segments ..... aller à **6**
  
- 6 a) le corps est large et mesure entre 19-24 mm de long. Les appendices buccaux sont adaptés à la succion, la pique, le percement ..... *Tabanus bovinus*  
b) le corps est plus court ..... aller à **7**
  
- 7 a) le corps mesure entre 8-9 mm. Les pièces buccales portent de nombreuses soies courtes. Elles sont adaptées à la succion et au léchage. .... *Lucilia sericata*  
b) le corps court mesure approximativement 2.5 mm long. .... aller à **8**

- 8 a) le mâle possède des taches noires sur les ailes. La femelle possède un ovipositeur en forme de scie et n'a pas de taches noires sur les ailes ..... *Drosophila suzukii*  
b) le mâle ne possède pas de taches noires sur les ailes.. La femelle ne possède pas d'ovipositeur en forme de scie ni de taches noires sur les ailes.... *Drosophila melanogaster*
- 9 a) l'animal est segmenté en deux régions: céphalothorax et abdomen. le céphalothorax porte 4 paires de pattes, 2 pédipalpes et 2 chélicères ..... *Pardosa sp.*  
b) le corps est différent/l'animal possède plus de pattes..... aller à 10
- 10 a) l'animal est segmenté en tête et tronc. Le tronc est formé de segments identiques ou très semblables. L'animal possède une paire de pattes par segment. La tête porte une paire d'antennes, une paire de mandibules et une ou deux paires de mâchoires (maxilles). *Lithobius sp.*  
b) le corps est aplati dorso-ventralement. L'animal possède deux paires d'antennes: la première paire est courte, la seconde est longue et bien développée. Habituellement il possède 14 pattes pour la marche..... aller à 11
- 11 a) les premières antennes sont bien visibles; la partie distale du corps (abdomen) est visible distinctement. La partie distale du corps présente 2 uropodes ..... *Porcello scaber*  
b) l'animal est différent..... aller à 12
- 12 a) les deux paires d'antennes sont visibles (une paire plus courte et une paire plus longue). Les parties arrières du corps (abdomen) sont soudées ensemble et l'extrémité possède 2 uropodes bifides (en deux parties)..... *Asellus aquaticus*  
b) L'animal est différent. .... aller à 13
- 13 a) la première paire de pattes locomotrices est transformée en fortes pinces. L'animal possède 4 paires de pattes locomotrices et une structure semblable à une nageoire caudale à l'extrémité du corps (telson et uropode). ..... *Astacus astacus*  
b) le corps est comprimé latéralement. .... aller à 14
- 14 a) le corps est comprimé latéralement sans céphalothorax visible. Les 2 premières paires de pattes locomotrices sont transformées en petites pinces. Les paires 3 à 7 sont des pattes locomotrices. L'abdomen possède des uropodes permettant la nage. .... *Gammarus pulex*  
b) le corps est comprimé latéralement et présente une carapace uniforme de forme sphérique. La tête porte un seul gros œil composé. La seconde paire d'antennes est destinée à la filtration de l'eau et à la nage. .... *Daphnia magna*

## Annexe C: utilisation du chronomètre

Le chronomètre Basetech WT-034 dispose de 3 modes de fonctionnement. La figure 1 montre le chronomètre avec 3 boutons: SPLIT / RESET, MODE, START / STOP. Utilisez le bouton du milieu (MODE) pour basculer entre les modes:

- Clock (heure)
- Stopwatch (chronomètre)
- Alarm (alarme)



Figure 1: chronomètre Basetech WT-034 . En haut trois boutons (de gauche à droite): SPLIT/RESET, MODE et START/STOP.

### Mode chronomètre:

Pour utiliser la fonction chronomètre:

Appuyez sur MODE jusqu'à ce que le mode chronomètre soit activé.

Si le temps est écoulé, utilisez le bouton START / STOP pour l'arrêter.

Si le temps n'est pas 00:00:00, appuyez sur SPLIT / RESET pour le réinitialiser

Utilisez START / STOP pour démarrer le chronométrage.

Lorsque le temps est écoulé, vous pouvez appuyer sur SPLIT / RESET **une fois** pour figer la durée affichée afin de l'écrire, et **encore une fois** pour revenir à la valeur initiale.

**Ce chronomètre ne mémorise pas plusieurs valeurs de temps! Appuyer sur SPLIT / RESET n'arrête pas le chronométrage mais gèle simplement l'affichage.**

### Mode alarme:

Pour utiliser la fonction d'alarme:

Appuyez sur MODE jusqu'à ce que le mode alarme soit activé. L'indicateur d'heure d'alarme et la barre d'affichage du jour commencent à clignoter.

Appuyez sur le bouton START / STOP pour régler les heures. Vous pouvez le maintenir pour un réglage plus rapide.

Appuyez sur le bouton SPLIT / RESET. L'indicateur des minutes commence à clignoter.

Appuyez sur le bouton START / STOP pour régler les minutes. Vous pouvez le maintenir appuyer pour un réglage plus rapide.

Appuyez sur MODE pour confirmer le réglage de l'alarme.

Revenez au mode horloge en appuyant sur le bouton MODE.

En mode d'affichage de l'heure normale, appuyez sur le bouton SPLIT / RESET et maintenez-le enfoncé pour afficher l'heure de l'alarme. Dans le même temps, appuyez brièvement sur le bouton START / STOP pour activer ou désactiver la fonction d'alarme.

La fonction d'alarme est activée lorsque le symbole d'alarme apparaît dans le coin supérieur droit de l'écran.