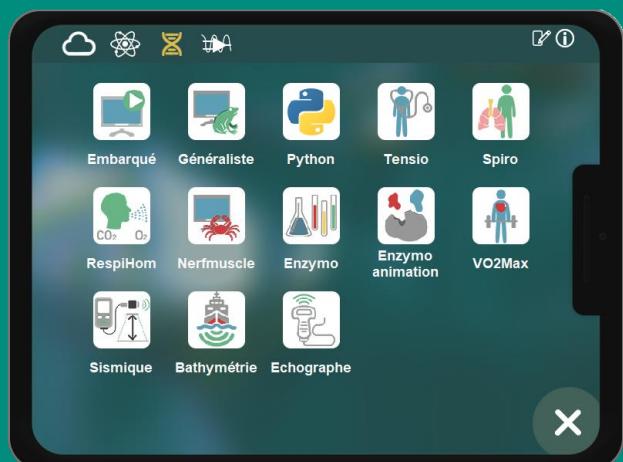


EXPÉRIMENTER EN SVT



2

19

46

80

99

FICHES TECHNIQUES ExAO

ATELIER SCIENTIFIQUE | GÉNÉRALISTE, ENZYMO, METAHOM....

- **LOGICIELS** > Généraliste, la version polyvalente et ses versions plus spécifiques
- **FONCTIONS** > Acquisition, affichage et format des courbes, outils et fonctions ...

MÉTABOLISME | RESPIRATION, FERMENTATION, PHOTOSYNTHÈSE

- **CAPTEURS** > O₂, CO₂, éthanol
- **ENCEINTES** > Bioréacteur, pince photosynthèse, micro-enceinte, respiration humaine...

ENZYMES | AMYLASE, CATALASE, GLUCOSE OXYDASE

- **CAPTEURS** > Spectrocolorimètre COLOR 4 ou COLOR 1G7 : action de l'amylase
 > sonde O₂: action de la glucose oxydase et de la catalase
- **ENCEINTES** > Bioréacteur : action de la glucose oxydase et de la catalase

ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE | ECG, EMG, RÉFLEXE MYOTATIQUE, ACTIVITÉ DU NERF

- **CAPTEURS** > Capteur Electrophy, marteau réflexe
- **AUTRES** > Cuve à nerf, Électrodes cardiaques

PLANÈTE TERRE | ACTIVITÉ SISMIQUE

- **CAPTEURS** > Sismo
- **AUTRES** > Barres de roches...



>2

>12

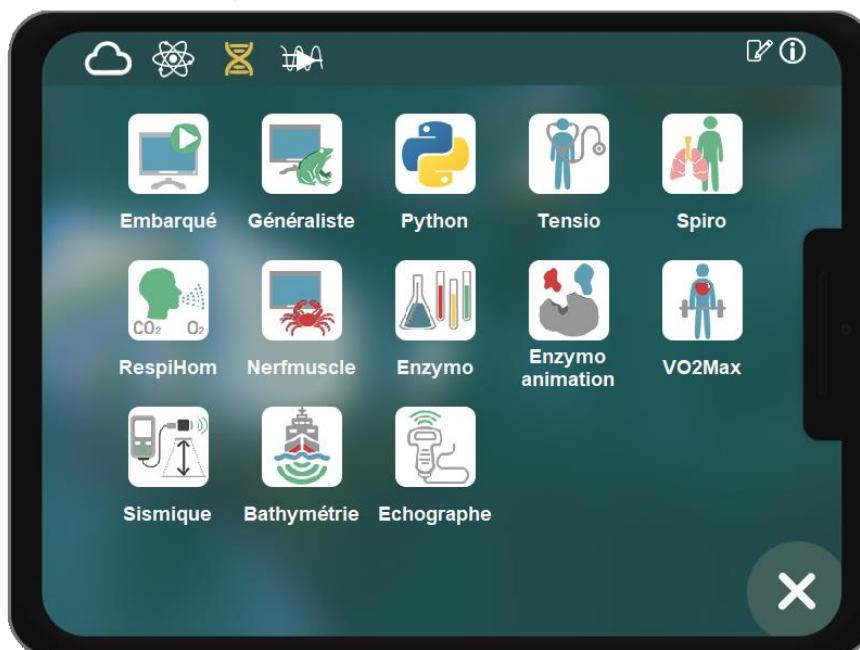
>17

ATELIER SCIENTIFIQUE > APERÇU

Atelier scientifique désigne un ensemble de logiciels qui assurent l'acquisition de données par les consoles Jeulin.

Atelier scientifique est présent dans la console Foxy. Aucune installation n'est requise sur le poste de travail.

SVT



- **LOGICIEL D'ACQUISITION POLYVALENT**

> [Généraliste](#). C'est le logiciel de base, pour tout faire ...ou presque !

- **LOGICIELS D'ACQUISITION DÉDIÉS**. Ce sont des versions adaptées du logiciel généraliste pour réaliser un traitement des données spécifique à une étude. Utiliser :

> [Tensio](#) pour étudier la pression artérielle.

> [Spiro](#) pour étudier la ventilation pulmonaire.

> [RespiHom](#) pour étudier l'adaptation à l'effort

> [Nerfmuscle](#) pour étudier l'activité électrique du nerf, du muscle et du cœur.

> [Enzymo](#) pour étudier la catalyse enzymatique.

> [VO₂Max](#) pour calculer le VO₂max

> [Sismique](#) pour étudier la sismique réflexion.

> [Bathymétrie](#) pour mesurer la profondeur à l'aide d'une maquette

> [Echographie](#) pour mesurer le relief à l'aide d'une maquette.

- **LOGICIEL DE SIMULATION**

> [Enzymo animation](#). Logiciel de simulation qui montre l'action d'une enzyme.

- **ENVIRONNEMENT DE PROGRAMMATION**

> [Python](#)



>2

>12

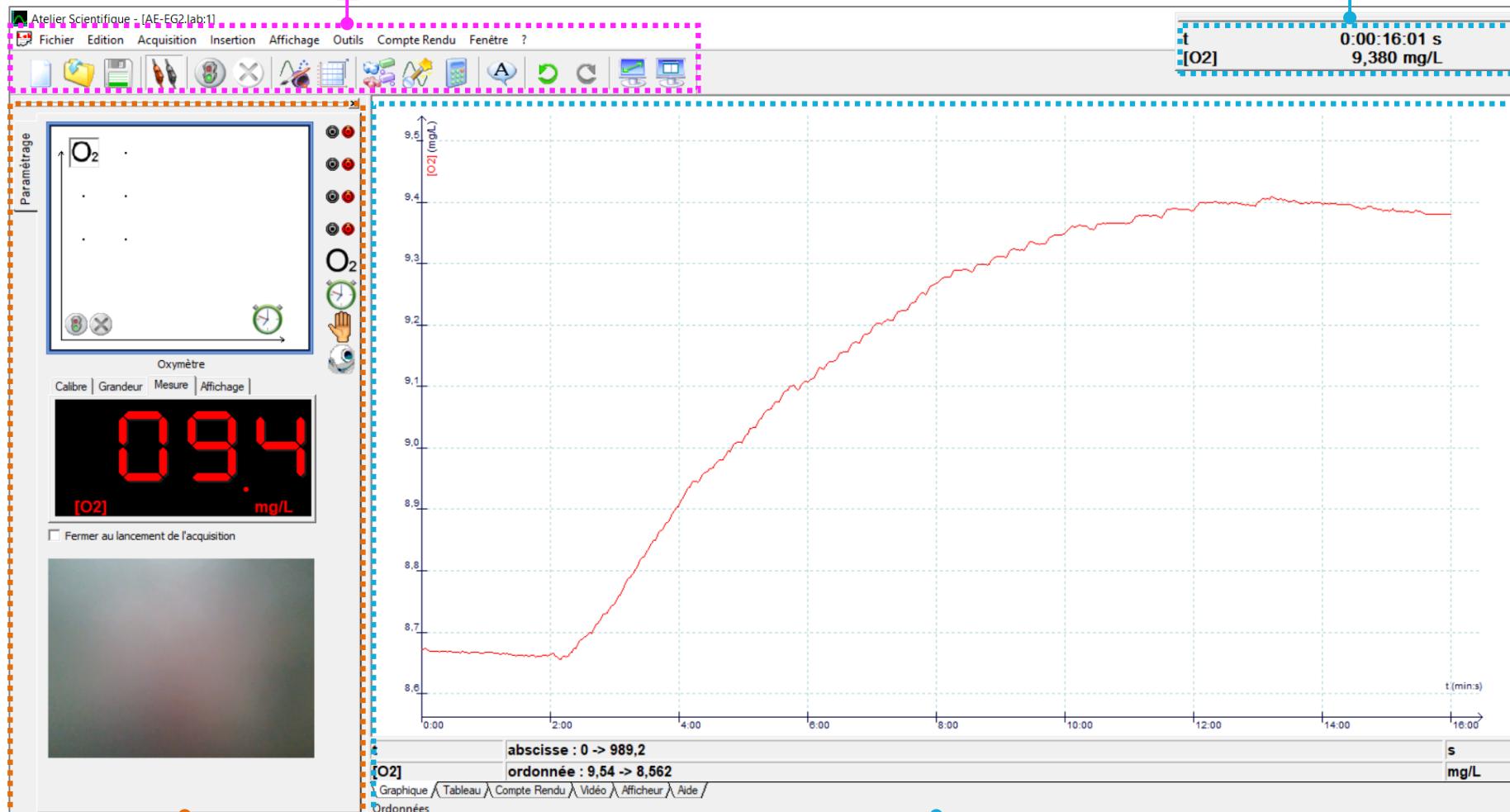
>17

GÉNÉRALISTE [1] > Le logiciel polyvalent

CAPTEURS > Tous les capteurs sont reconnus

OUTILS ET FONCTIONS

ACQUISITION EN COURS



- PARAMÉTRER L'ACQUISITION
- GÉRER LES COURBES

- GRAPHIQUE, TABLEAU, VIDÉO, AFFICHEUR > Observer / étudier les résultats
 - COMPTE RENDU > Conserver une trace de l'expérience



>2

>12

>17

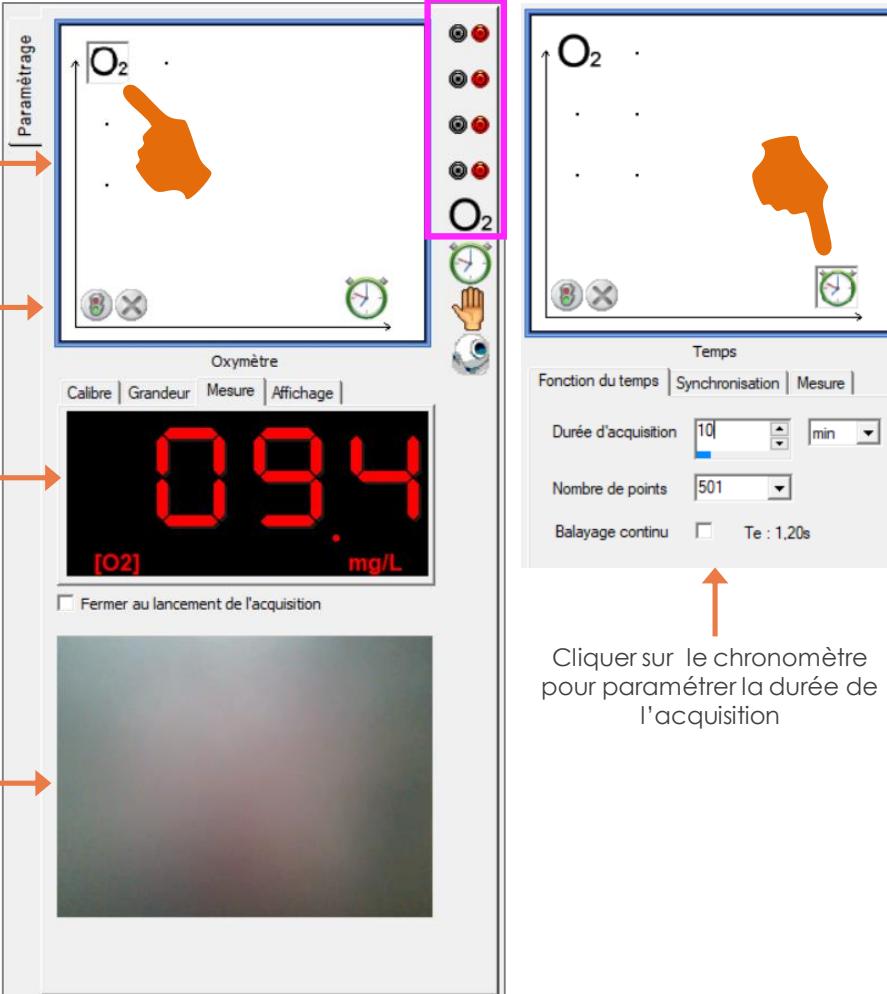
GÉNÉRALISTE [2] > Volets Paramétrage et affichage

En savoir + > Outils et fonctions

**> Paramétrage de l'acquisition**

Ce volet présente les sondes connectées à l'interface et permet le paramétrage de l'acquisition.

Capteurs connectés à l'interface



Instruments sélectionnés pour l'acquisition
En photo
> Sonde O₂ et chronomètre

Lancer / Stopper les mesures

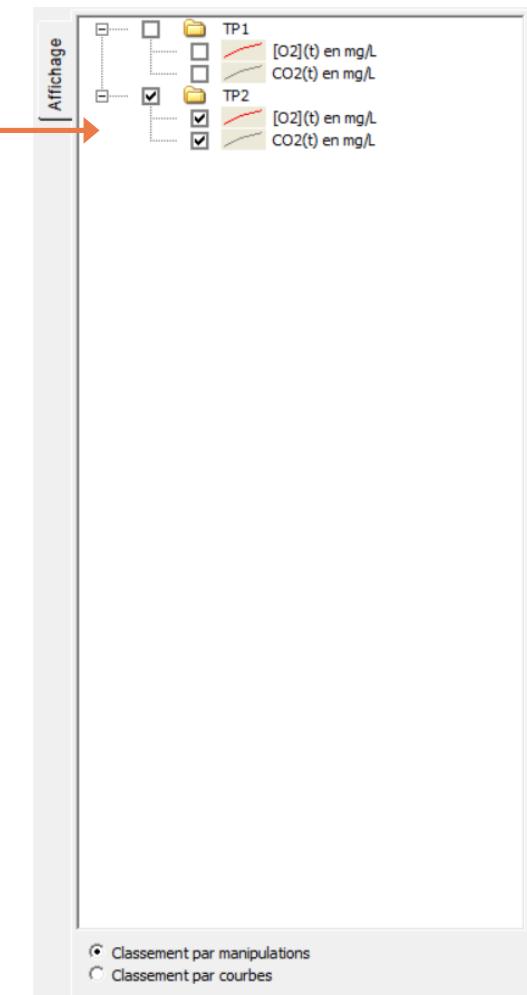
Cliquer sur un capteur pour obtenir des informations, choisir un calibre, étalonner.

Image de la Webcam de l'ordinateur

**> Affichage des courbes**

Ce volet présente toutes les expériences réalisées et les courbes obtenues

Cocher les courbes à afficher
Décocher les courbes à masquer



Affichage

TP1 [O₂] (t) en mg/L CO₂ (t) en mg/L

TP2 [O₂] (t) en mg/L CO₂ (t) en mg/L

Classement par manipulations
Classement par courbes

Cliquer sur le chronomètre pour paramétriser la durée de l'acquisition



>2

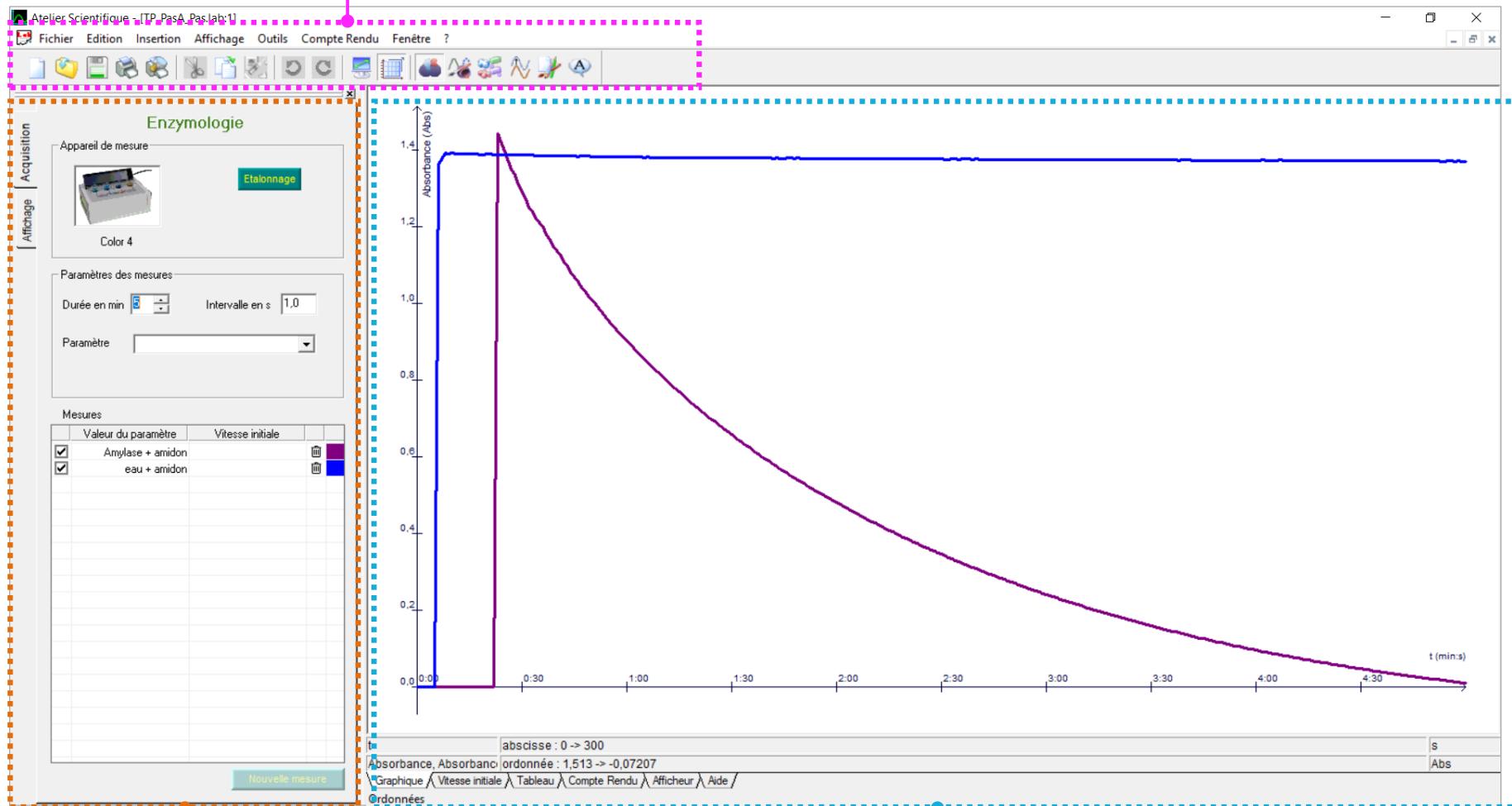
>12

>17

ENZYMO > Étude de la catalyse enzymatique

CAPTEURS > COLOR 4 OU COLOR 1G7 OU Sonde O₂ | Permet une investigation par spectrocolorimétrie ou oxymétrie

OUTILS ET FONCTIONS



- PARAMÉTRER L'ACQUISITION
- GÉRER LES COURBES
- MESURER LA VITESSE INITIALE

- GRAPHIQUE, VITESSE INITIALE, TABLEAU, VIDÉO, AFFICHEUR > Observer / étudier les résultats
 - COMPTE RENDU > Conserver une trace de l'expérience

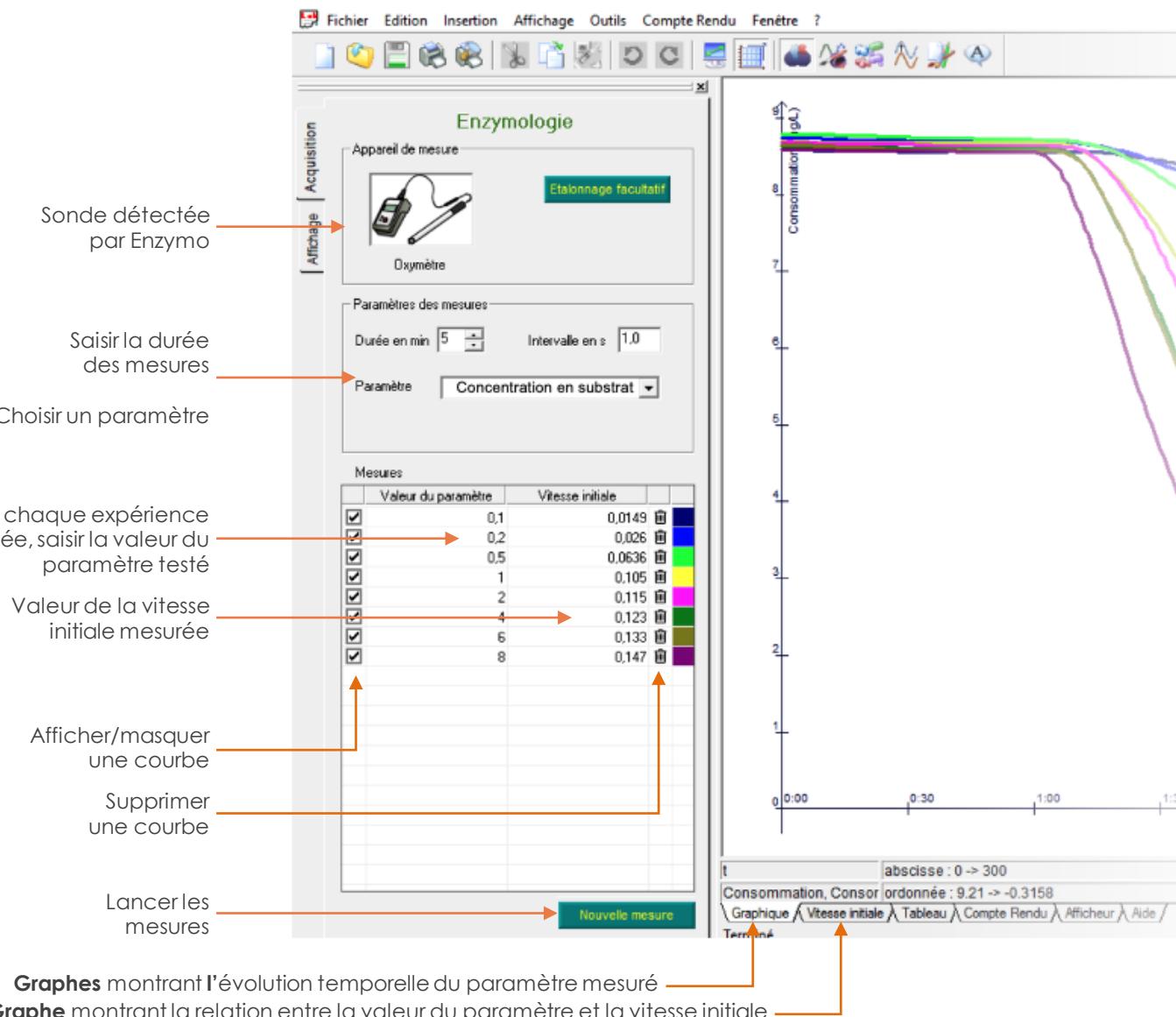


>2

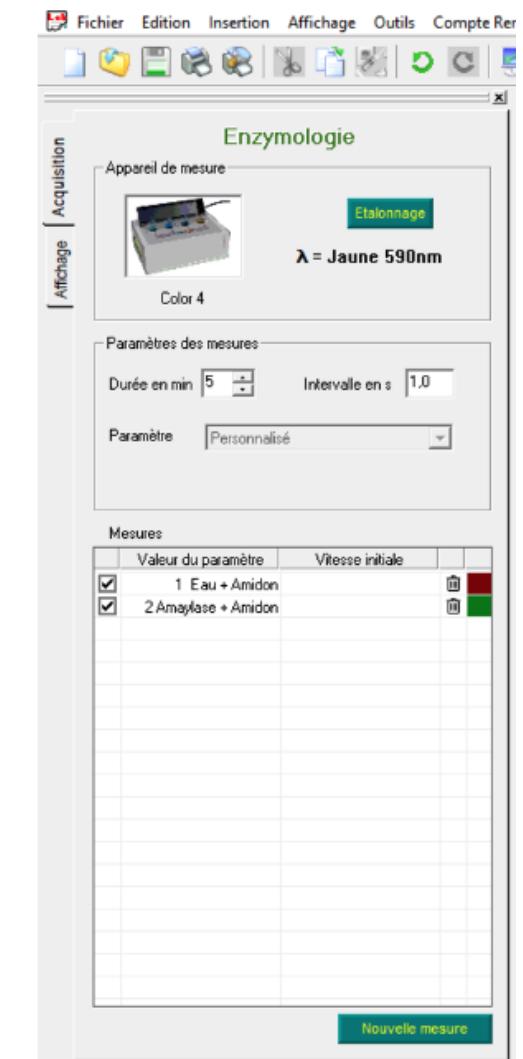
>12

>17

ENZYMO > Étude de la catalyse enzymatique

> Volet acquisition avec la sonde O₂ | Onglets de bas de page

> Volet acquisition avec le COLOR 4





>2

>12

>17

ENZYMO [3] > Mesurer la vitesse initiale d'une réaction

C'EST QUOI ?

- La vitesse initiale correspond à la portion de la courbe linéaire pendant quelques secondes en début de réaction.
- La vitesse initiale est la vitesse maximale de la réaction.

VITESSE INITIALE

COMMENT ?

POURQUOI ?

- Pour **comparer** les résultats quand les différences entre les courbes ne sont pas importantes.
- Pour **quantifier** l'effet d'un paramètre sur l'activité enzymatique.

Faire un zoom sur la courbe

- Avec la souris, faire un clic droit sur le graphique et sélectionner **Zoom**.
- Faire un cliquer-glisser pour délimiter la partie utile de la courbe.

Sélectionner une mesure

Cliquer sur la ligne de la mesure. La courbe concernée est repérable par sa couleur.

Tracer la droite qui modélise la portion linéaire

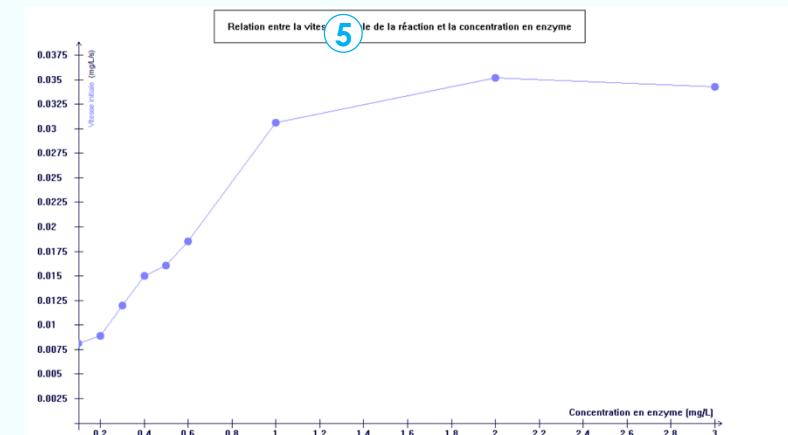
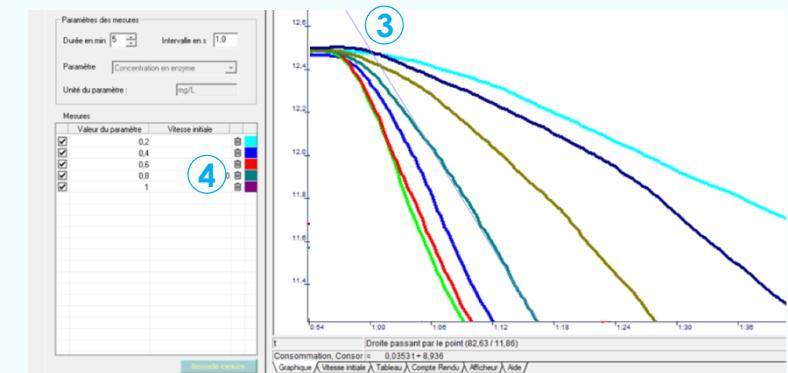
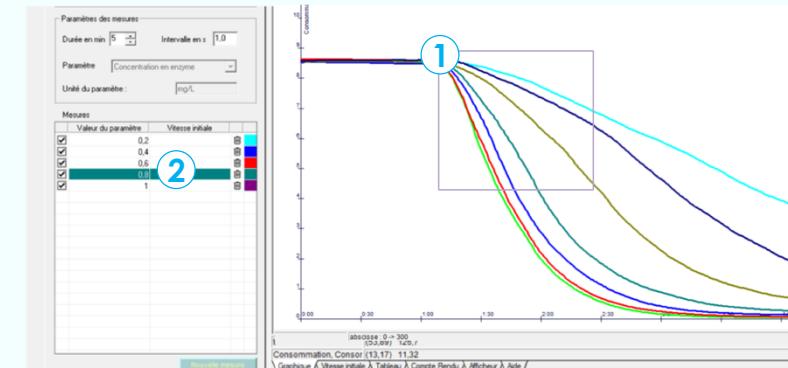
- Faire un cliquer-glisser sur la partie linéaire de la courbe.
- Recommencer autant de fois que nécessaire.

Valider le tracé

- Quand le tracé est satisfaisant, maintenir le bouton de la souris enfoncé et appuyer sur la touche Entrée.
- La valeur la vitesse est affichée dans le tableau des mesures.

Cliquer sur l'onglet vitesse initiale

- Le graphique montre les variations de la vitesse initiale en fonction des valeurs du paramètre étudié.





>2

>12

>17

RESPIHOM > Étude du métabolisme

CAPTEURS > Ventilation / Oxymètre | ENCEINTE > respiration humaine

En savoir + pour les réglages du logiciel avec l'activité Adaptation à l'effort.



Métabolisme | Variations avec l'effort

Comment évolue la consommation de dioxygène avant, pendant et après un effort ? L'investigation expérimentale est suivie par un traitement des résultats obtenus.

Etude des échanges gazeux respiratoires chez l'homme

Choix des modules

- Valeurs Numériques
- Echanges respiratoires
- Mesure du métabolisme

ExAO O₂ + Capteur ventilation

Graphique

Tableau

Compte Rendu

Valeurs Numériques

Aide /

Ordonnées

Atelier Scientifique - [DocLab1]

Fichier Edition Insertion Affichage Outils Compte Rendu Fenêtre ?

Mesure du métabolisme

Matériel

IR IR moy Métabolisme Energie

Échanges respiratoires

Individu

Temps: 00:00 min: 00:00 s [O₂] exp: 0 % Masse: 50 kg

Exercice: Flexions

Données fournies

[O₂] insp: 20.9 % Q: 20.0 kJ/l

Calculs

IR moy: 0.00 l/h/kg Puiss: 0 W Métab: 0 kJ/jour

Exercice programmé

Puiss: 25 W Début: 00:20 min: 00:40 s Durée: 00:40 min: 00:40 s Durée totale: 5 min

Vous devrez effectuer 5 flexions.

Démarrer **Repère** **Repère long**



>2

>12

>17

SPIRO > Etude de la ventilation pulmonaire**CAPTEUR > Ventilation**

Trois options pour les investigations :

Spirométrie | Spirographie | Explorations fonctionnelles.

Spirographie

Durée: 20 s

Choix de la manipulation:

Mesures:

V Inspiré | V Expiré |

Temps: mn:ss

Valeurs calculées:

Volume ventilé par période |

Volume ventilé total |

Valeurs mesurées sur le graphique:

Volume courant |

Volume de réserve inspiratoire |

Volume de réserve expiratoire |

Démarrer **Repère** **Repère long**

Spirométrie

Réglage

Identification:

Sexe: Garçon | Fille |

Age: 15 ans | Taille: 150 cm |

Valeurs calculées:

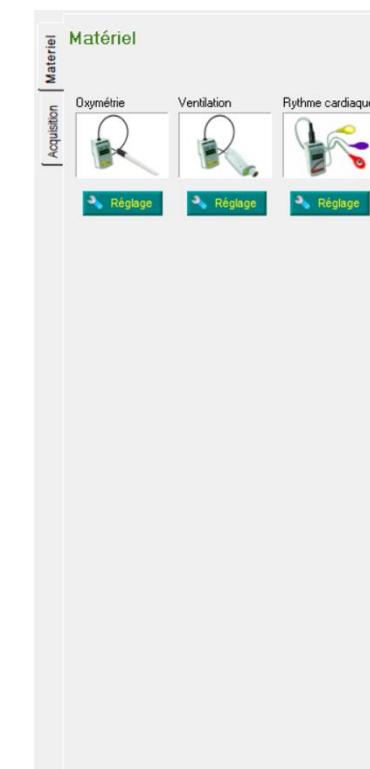
Res. Insp: 0.00 l | Cap. Vitale: 0.00 l |

V. Courant: 0.00 l | Cap. Totale: 0.00 l |

Res. Exp: 0.00 l |

V. Résiduel: 1.06 l |

Démarrer

VO₂ MAX > Mesure du VO₂ max**CAPTEURS > Ventilation + Oxymètre + Electrophy**Ce module d'Atelier scientifique calcule VO₂ max à partir de trois mesures : débit d'air ventilé, taux d'O₂ dans l'air expiré et fréquence cardiaque.

Le capteur Fréquence cardiaque avec mesure sur le doigt n'est pas reconnu



>2

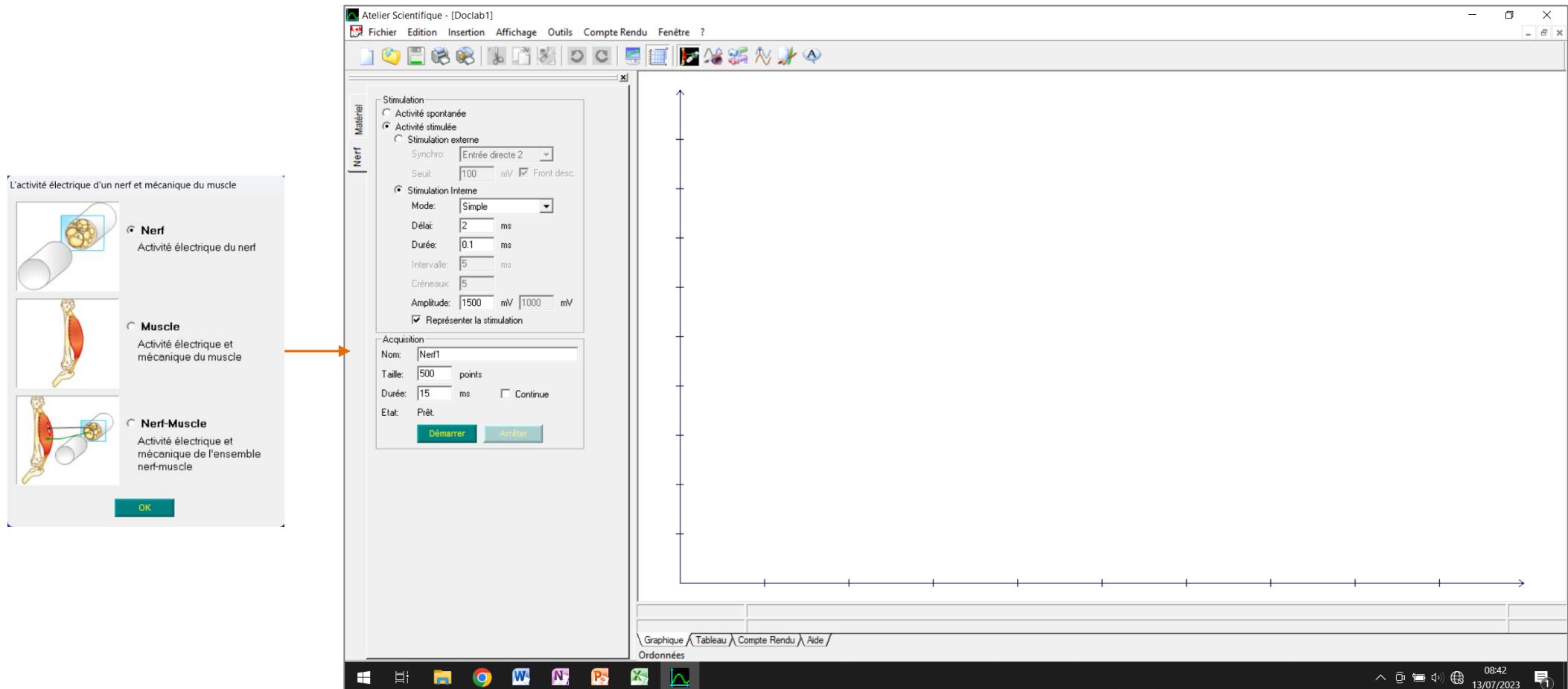
>12

>17

NERF MUSCLE > Mesure de l'activité électrique du nerf, des activités électrique et mécanique du muscle

CAPTEUR > Electrophy | MATÉRIEL > Cuve à nerf

Trois options pour les investigations : Activité du nerf | Activité du muscle | Activité du nerf et du muscle





>2

>12

>17

TENSIO

> Mesure de la pression artérielle

CAPTEUR > Tensio

Pression artérielle

Matériel
Pas d'adaptateur !

Acquisition
Durée: s

Affichage: Pression du brassard
 Variations rapides de la pression
 Pression et variations
 Mesure automatique des pressions systolique et diastolique

Démarrer **Arrêter** **Psy/Pdia**

Mesures
 $P =$ mm Hg $Psy =$ mm Hg
 $FC =$ cpm $Pdia =$ mm Hg

SISMIQUE

> Étude du principe de la sismique réflexion

CAPTEUR > Echographe ultrason

Principe
La sismique réflexion est une méthode de prospection qui permet de visualiser les structures géologiques sur la base de l'enregistrement et de l'analyse d'ondes sismiques.
Par analogie, dans les activités ci-dessous, les ondes sismiques sont remplacées par des ultrasons.

Activité 1
Sélectionner la position du capteur (A,B,C,D ou E)
Positionner le capteur sur la maquette.
Cliquer sur le bouton mesure du capteur

Adaptateur Echographe Ultrason absent



Profondeur estimée :

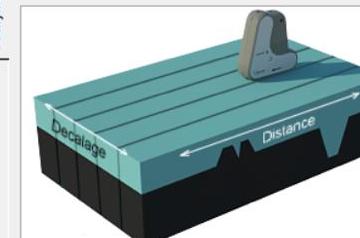
Activité 2
Sélectionner la position du capteur (A,B,C,D ou E)
Positionner le capteur sur la maquette.
Cliquer sur le bouton mesure du capteur

BATHYMETRIE

> Mesure de la profondeur

CAPTEUR > Echographe ultrason

Bathymétrie



Activité 1
Positionner le capteur sur une ligne de la maquette.
Pour différents points de la ligne, cliquer sur le bouton mesure du capteur.

Profondeur estimée :

Activité 2
Positionner le capteur Echographe sur le repère d'origine.
Indiquer le décalage, démarrer la mesure puis déplacer le capteur en appuyant sur le bouton.

Décalage à l'origine : mm

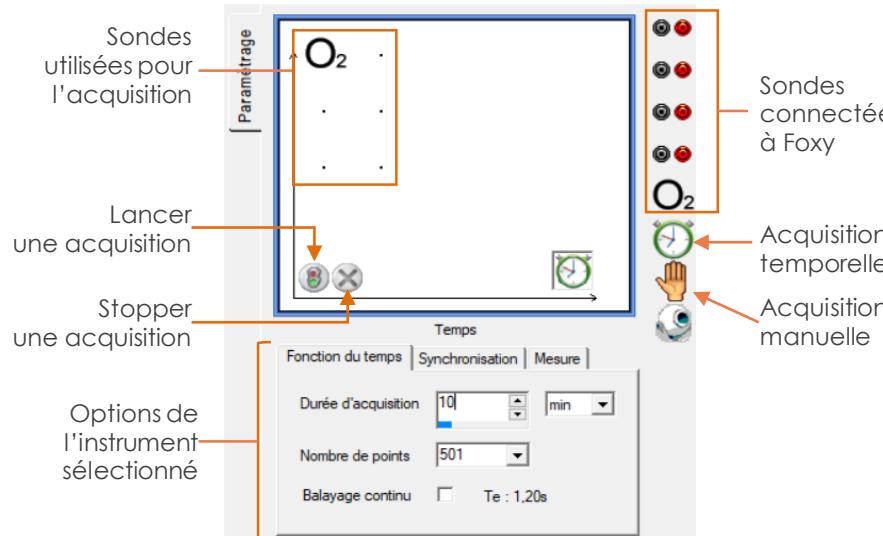
Démarrer la mesure

Ces logiciels sont spécifiques à l'utilisation conjointe d'un capteur et d'une maquette ou d'un appareil.
En savoir + avec la notice de la maquette / de l'appareil

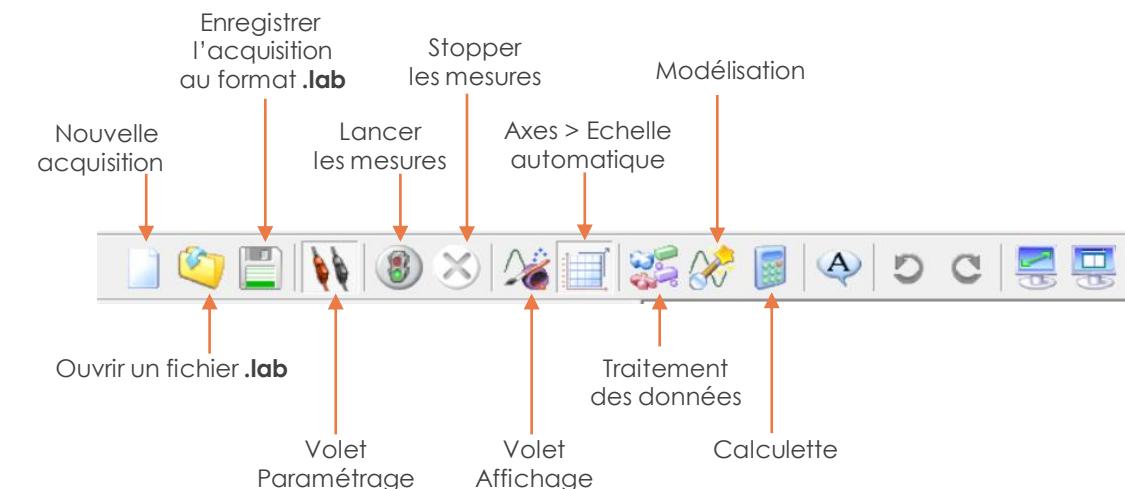


> PRINCIPALES COMMANDES

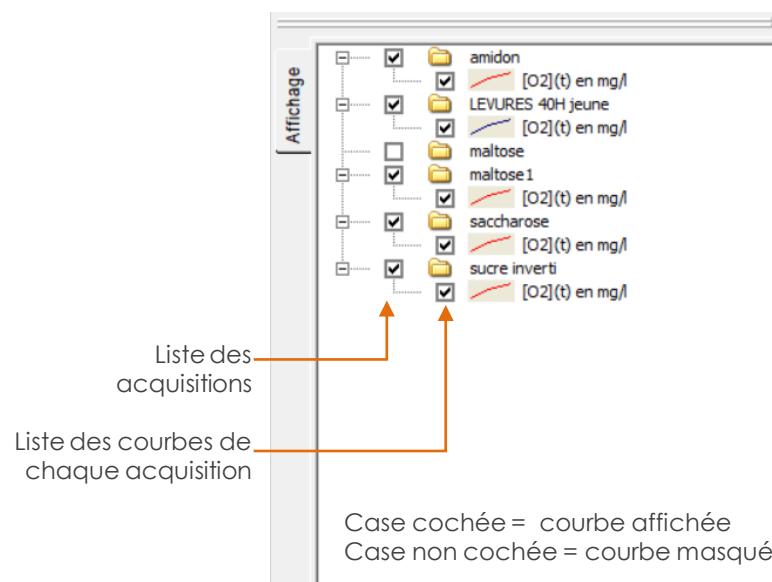
> Volet Paramétrage



> Principales fonctions



> Volet Affichage

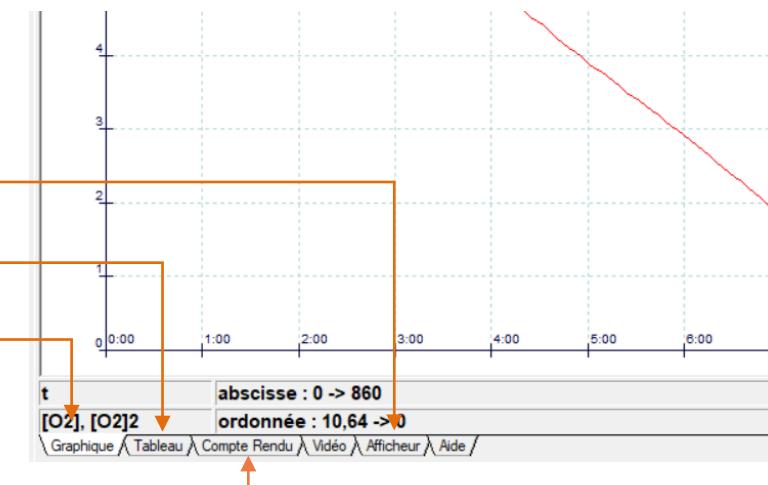


> Onglets de la page

Afficher les **valeurs** mesurées en instantané

Afficher les données sous forme de **tableau**

Afficher les données sous forme de **graphe**



Le **compte rendu** propose des outils d'édition pour annoter une courbe, réaliser des tracés, ...



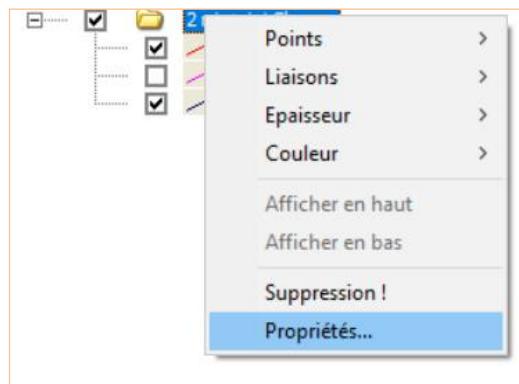
>2

>12

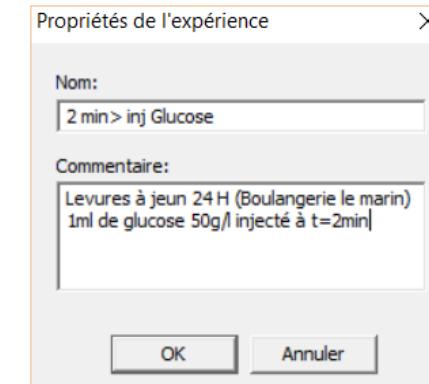
>17

> PROPRIÉTÉS & FORMAT

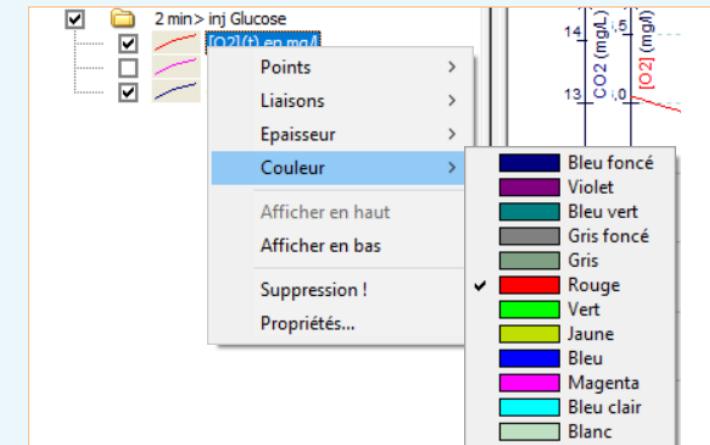
> Modifier les propriétés du document



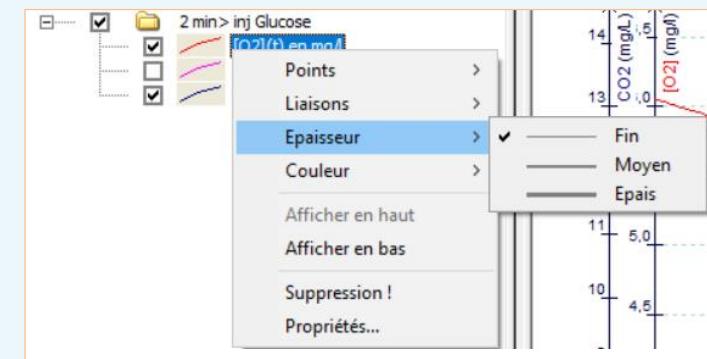
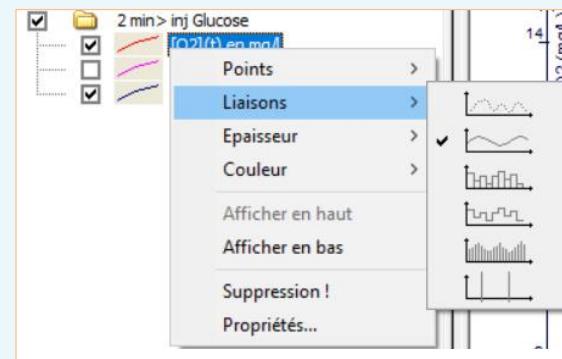
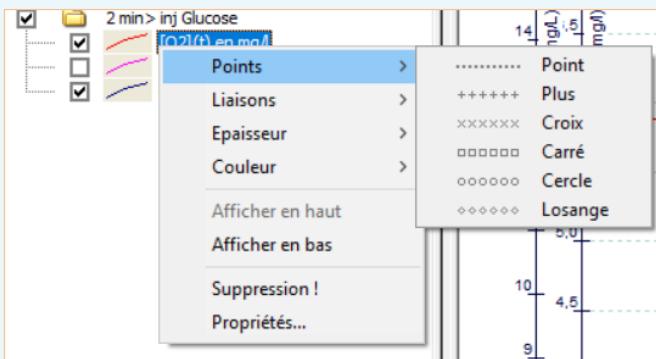
Clic droit sur l'expérience.
Choisir Propriétés.



> Modifier le nom.
> Saisir des commentaires.



> Modifier le format d'un graphe

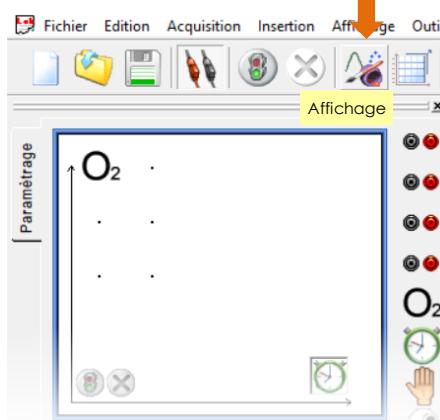


Clic droit sur le libellé d'une courbe pour afficher le menu contextuel format, puis choisir le format souhaité.



> AFFICHAGE DES COURBES

> Activer le volet Affichage



Clic sur le **bouton affichage**.

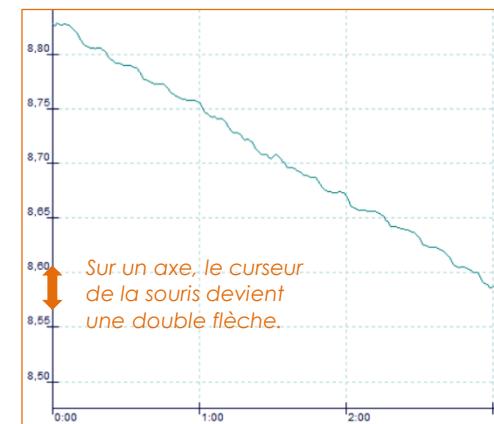


Le volet affichage remplace le volet acquisition.

> Modifier l'échelle des axes

• Modification manuelle

1. Placer le curseur de la souris sur un axe du graphique, abscisse ou ordonnée.



2. Augmenter l'échelle : **cliquer-glisser** à la souris.

3. Faire un décalage au zéro : au clavier maintenir enfoncé la touche **Ctrl** et **cliquer-glisser** sur l'axe à la souris.

Cliquer sur le bouton **Sépare les zéros** pour réaliser un décalage du zéro différent pour chaque axe.

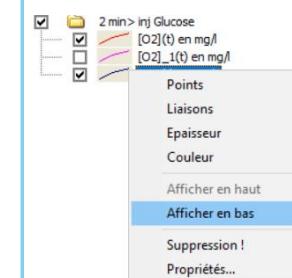


• Modification automatique

- **Activer** > Cliquer sur le bouton Echelle automatique.
- **Désactiver** > Cliquer de nouveau sur ce bouton.

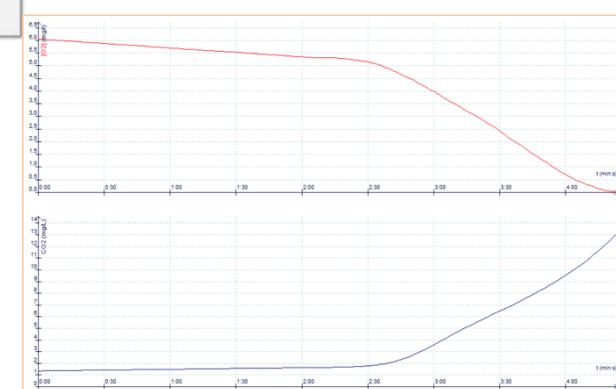


> Graphes superposés



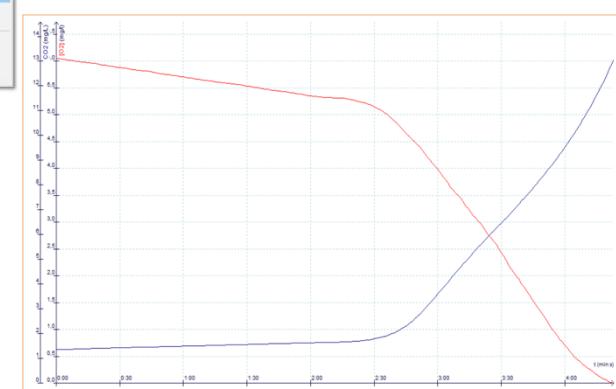
Cette représentation est très utile pour gérer le décalage à zéro des courbes.

> Sélectionner la courbe puis clic droit : **Afficher en bas**.



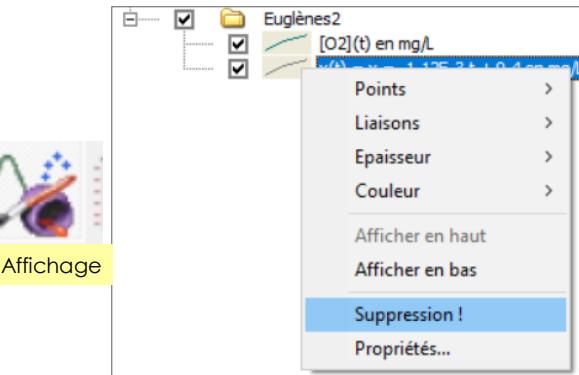
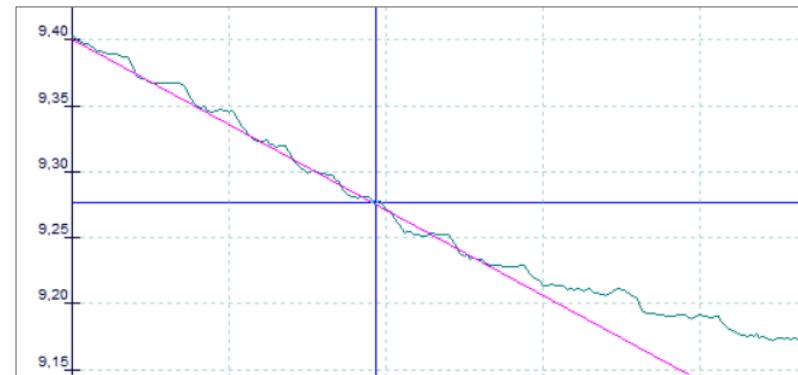
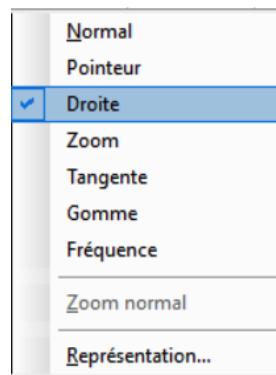
Pour rétablir l'affichage unique.

> Sélectionner la courbe du bas puis clic droit : **Afficher en haut**.





> TRACER UNE DROITE SUR UN GRAPHIQUE



- Faire un clic droit sur le graphique.
- Choisir **Droite**.

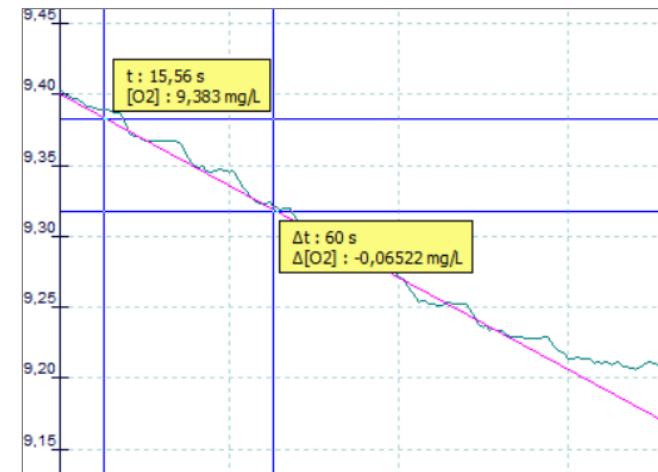
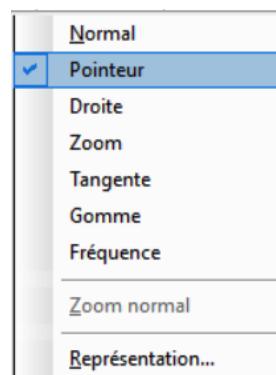
> **Tracer une droite.** Cliquer sur le point du graphique puis glisser pour obtenir un tracé la droite qui passe au mieux dans le nuage de points. Recommencer si le tracé n'est pas satisfaisant.

> **Valider le tracé.** Au clavier, appuyer sur **Entrée**.

> **Effacer le tracé.**

1. Cliquer sur le bouton **Affichage** pour afficher les courbes.
2. Faire un clic droit sur la droite > Choisir **Suppression !**

> LIRE UNE DIFFÉRENCE ENTRE 2 POINTS



- Faire un clic droit sur le graphique.
- Choisir **Pointeur**.

> **Mesurer une différence entre 2 points du graph**

- o Cliquer sur le 1^{er} point et glisser jusqu'au 2^{ème}.
- o Les valeurs sont alors affichées.

> **Mesurer une différence entre 2 points d'une courbe**

- o Maintenir la touche **Ctrl** du clavier enfoncé.
- o Cliquer sur le 1^{er} point et glisser jusqu'au 2^{ème}.

> **Conserver ces mesures.** Au clavier, appuyer sur **Entrée**.

> **Effacer les mesures après validation.** Sélectionner l'outil Pointeur, puis cliquer dans le tracé à supprimer > il apparaît en gras. Sans relâcher le clic souris, appuyer sur la touche **Supp** du clavier.



> LES OUTILS DU COMpte RENDU

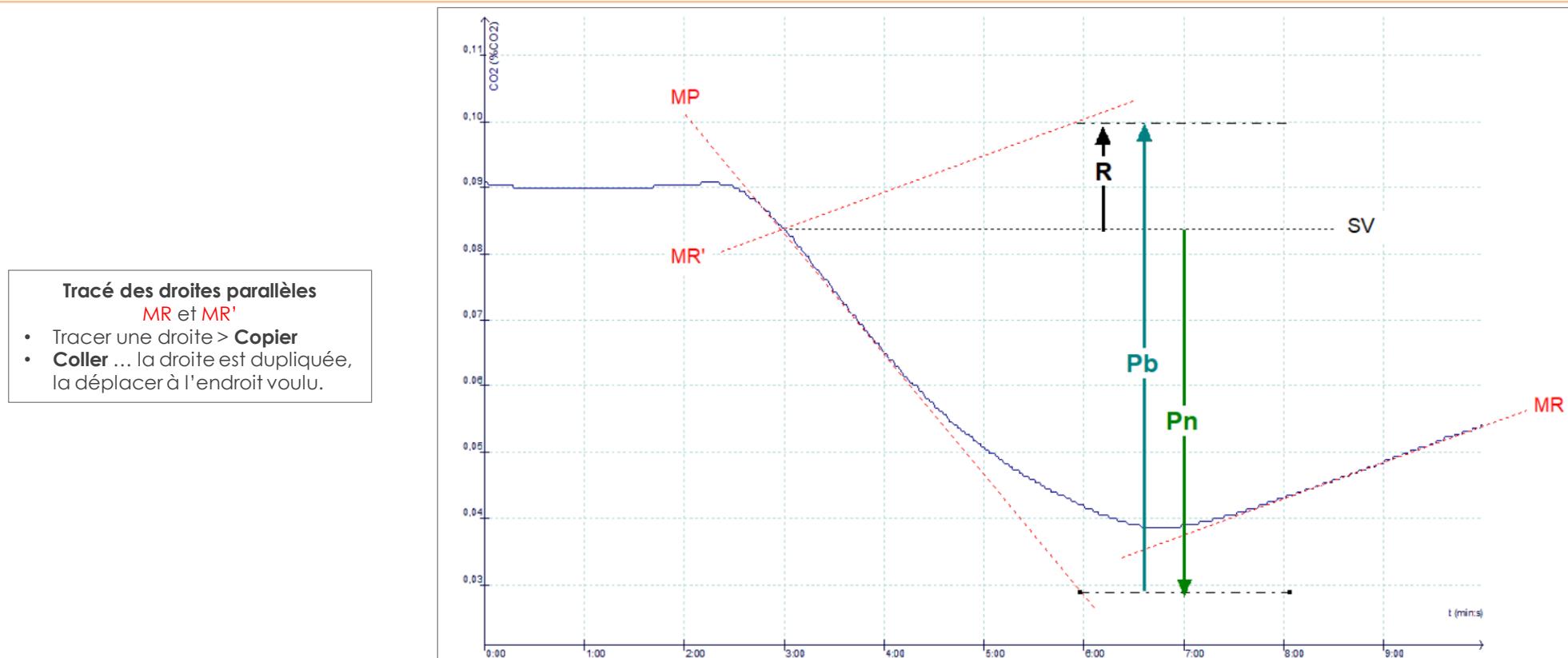
Cliquer sur l'onglet **Compte Rendu** en bas de page



Dérouler cette liste pour choisir le graphe à insérer.
Cliquer-glisser dans la page pour disposer le graphique.



> EXEMPLE





>2

>12

>17

> ATELIER SCIENTIFIQUE

| OUTILS ET FONCTIONS

| MISE EN SERVICE / MISE À JOUR

> 17

LANCER ATELIER SCIENTIFIQUE

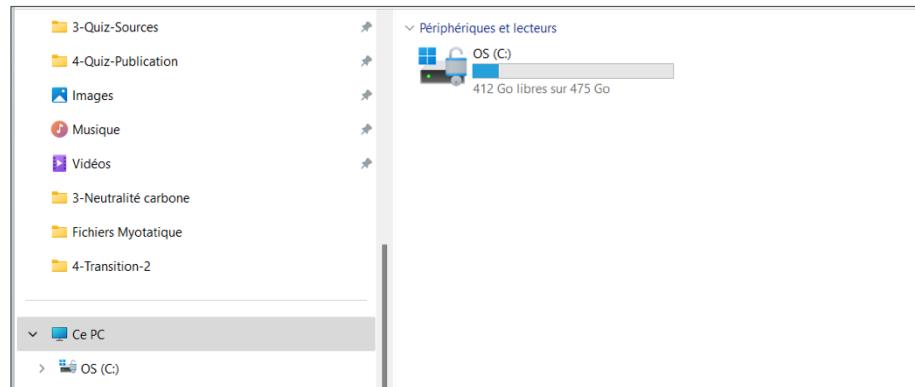
METTRE À JOUR ATELIER SCIENTIFIQUE

Le logiciel ATELIER SCIENTIFIQUE est stocké dans la console FOXY.

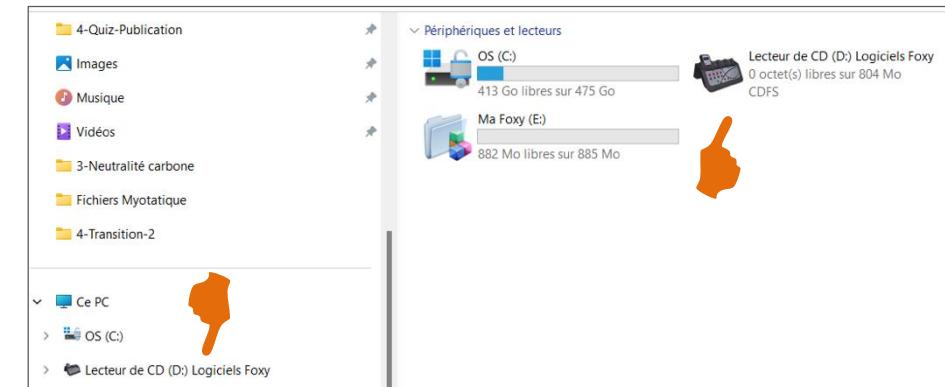
> ATELIER SCIENTIFIQUE est exécuté depuis la console. Aucune installation de logiciel n'est requise sur l'ordinateur.

> LANCER ATELIER SCIENTIFIQUE

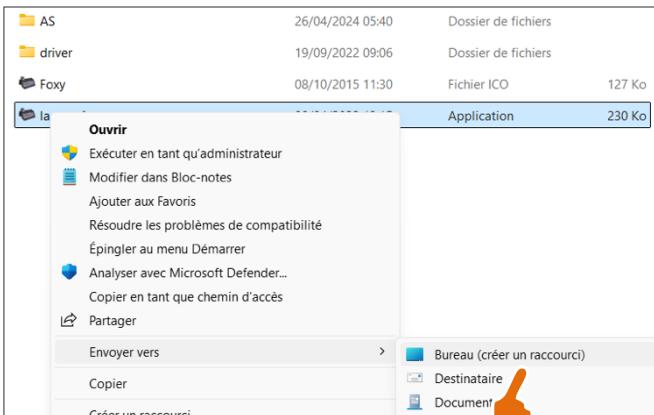
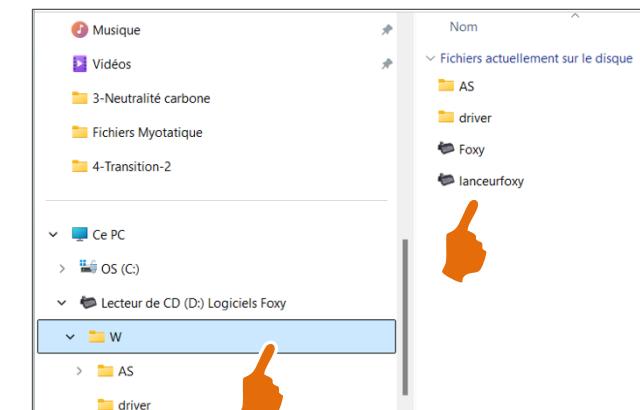
> Ouvrir Explorateur de fichiers



Avant la connexion de la console FOXY

Après la connexion de la console FOXY :
> le lecteur Logiciels Foxy apparaît.

> CRÉER UN RACCOURCI SUR LE BUREAU

Le raccourci
apparaît
sur le bureau.Faire un clic droit sur lanceurfoxy
> Choisir Bureau (créer un raccourci).La fenêtre Atelier scientifique s'ouvre.
> Choisir SVT, puis le logiciel adapté à l'activité.Cliquer sur W.
> Cliquer sur lanceurfoxy.



>2

>12

>17

> ATELIER SCIENTIFIQUE

| OUTILS ET FONCTIONS

| MISE EN SERVICE / MISE À JOUR

> 18

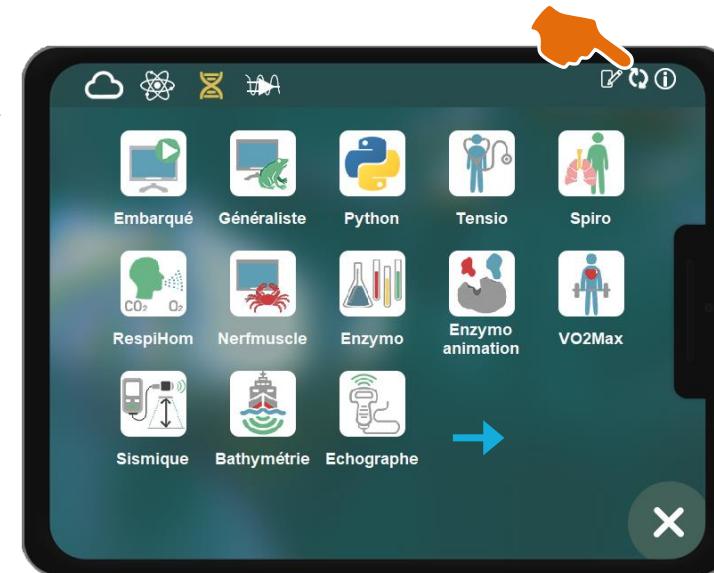
LANCER ATELIER SCIENTIFIQUE

METTRE À JOUR ATELIER SCIENTIFIQUE

ATELIER SCIENTIFIQUE > MISE À JOUR



> Lancer la console



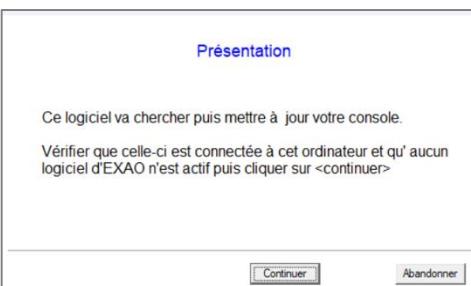
Si l'icône de mise à jour est présente,
> cliquer sur l'icône.

La mise à jour est terminée

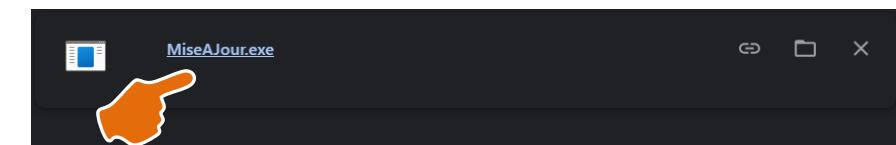
Félicitations !

Votre console est à jour.

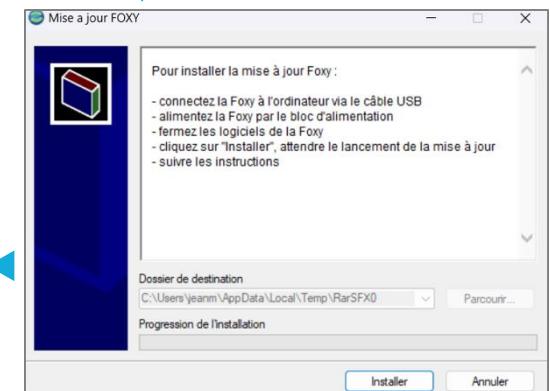
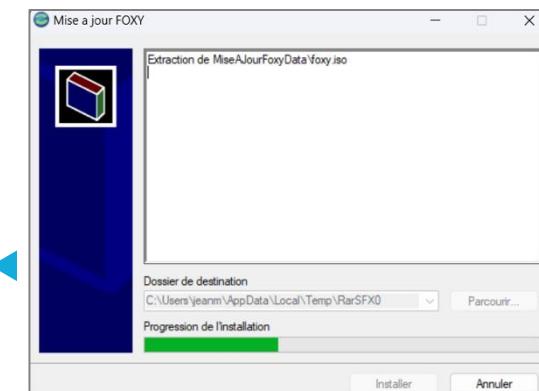
Déconnectez puis reconnectez votre console pour que cette nouvelle version soit prise en compte.



> Cliquer sur le lien pour télécharger la mise à jour

Le fichier est
téléchargé

> Cliquer sur le fichier téléchargé et suivre la procédure.





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 19

POUR DÉBUTER

POUR DÉBUTER > QUEL CAPTEUR ? QUELLE ENCEINTE ? QUEL LOGICIEL ?

> CAPTEURS



> ENCEINTES

CO₂

Éthanol



Volumétrique

RESPIRATION ET PHOTOSYNTHÈSE

Respiration et photosynthèse se manifestent par des échanges gazeux d'**O₂** et de **CO₂**.

- CAPTEURS > **O₂** et **CO₂**.
- ENCEINTES > **Bioréacteur** | **Micro-enceinte** | **Pince photosynthèse**
- LOGICIEL > **Atelier scientifique généraliste**

FERMENTATION ALCOOLIQUE

La fermentation alcoolique se manifeste par une production d'**éthanol** quand le milieu est pauvre en **O₂**.

- CAPTEURS > **O₂** et **éthanol**.
- ENCEINTE > **Bioréacteur**
- LOGICIEL > **Atelier scientifique généraliste**

ADAPTATION À L'EFFORT

Lors d'un effort physique, la consommation d'**O₂** et le débit de l'air ventilé dans les poumons augmentent.

- CAPTEURS > **O₂** et **capteur volumétrique**.
- ENCEINTE > **Enceinte respiration humaine**
- LOGICIELS > **RespiHom** ; **Spiro** ; **VO₂ max**

> LOGICIELS



Généraliste

GÉNÉRALISTE est la version polyvalente d'Atelier Scientifique indiquée pour l'étude de la respiration, de la fermentation et de la photosynthèse



RespiHom

RESPIHOM est une version spécifique d'Atelier scientifique pour étudier l'adaptation à l'effort.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 20

> MÉTABOLISME

> SONDE O₂> SONDE CO₂

> SONDE ÉTHANOL

> CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

> ENCEINTES

> AU LABO...

OXYMÈTRE OPTIQUE

OXYMÈTRE TYPE CLARK

METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> SONDE O₂ OPTIQUE

Au Labo > Entretien et stockage de la sonde

> Utilisation

- **Interface compatible** : Foxy
- **Logiciel** : Atelier Scientifique généraliste

> Mesures

- **Dans l'air** : mesure du taux d'O₂
Calibre : 0 à 25 % | Précision : 0,1 %
- **Dans l'eau** : mesure de la concentration en O₂ dissous.
Calibre : 0 à 20 mg/L | Précision : 0,1 mg/L
- **Température**

Domaine d'utilisation : 0 à 50 °C

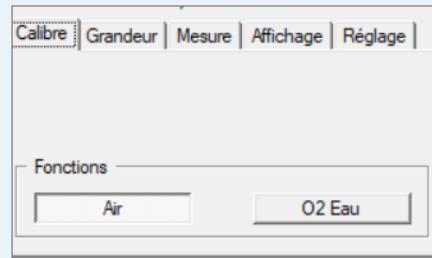
Lors des expériences de photosynthèse, il est préférable de **masquer le corps de la sonde** avec un papier ou un tissu blanc pour éviter que la lampe ne chauffe le corps de la sonde.



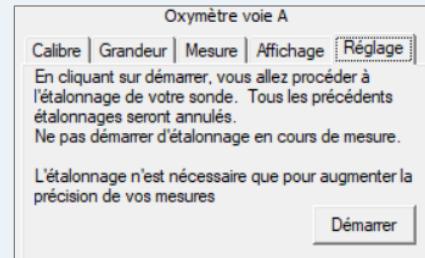
La lecture optique de la concentration en dioxygène s'effectue à l'extrémité de la sonde.

L'adaptateur **raccorde l'oxymètre à l'interface ExAO**

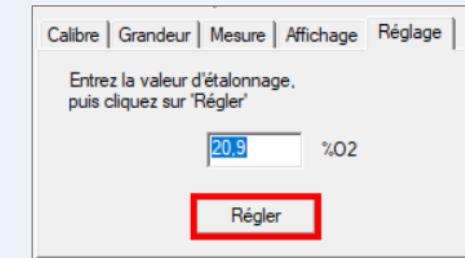
> ÉTALONNAGE DE LA SONDE DANS L'AIR



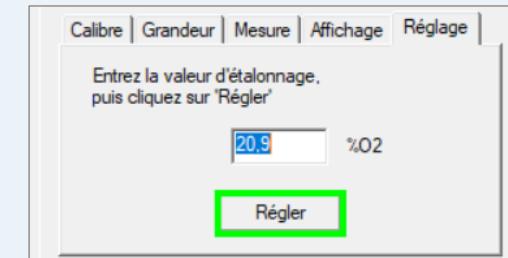
La sonde O₂ est dans l'air.
> Cliquer sur l'icône de la sonde.
> Dans **Calibre**, choisir **Air**.



Choisir **Réglage**.
> Cliquer sur **Démarrer**.



> Saisir la valeur d'étalonnage :
20,9 %.



> Quand le bouton est vert,
cliquer sur **Régler**. **La sonde est étalonnée**



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 21

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

OXYMÈTRE OPTIQUE

OXYMÈTRE TYPE CLARK

METTRE EN ŒUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> SONDE O₂ TYPE CLARK

Au Labo > Au Labo > Entretien et stockage de la sonde

> Utilisation

- **Interface compatible** : Foxy
- **Logiciel** : Atelier Scientifique généraliste

> Mesures

- **Dans l'air** : mesure du taux d'O₂
Calibre : 0 à 25 % | Précision : $\pm 1\%$
- **Dans l'eau** : mesure de la concentration en O₂ dissous.
Calibre : 0 à 20 mg/L | Précision : $\pm 1\text{ mg/L}$

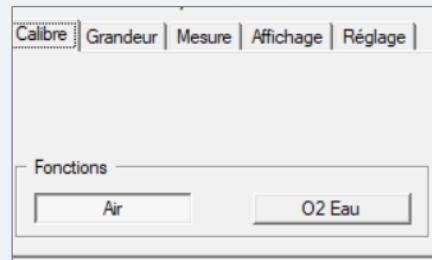
> Température

Domaine d'utilisation : 5 à 45 °C

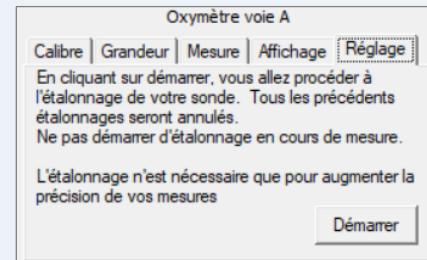
La sonde est compensée en température.

Lors des expériences de photosynthèse, il est cependant recommandé de **masquer le corps de la sonde** avec un papier ou un tissu blanc.

> ÉTALONNAGE DE LA SONDE DANS L'AIR



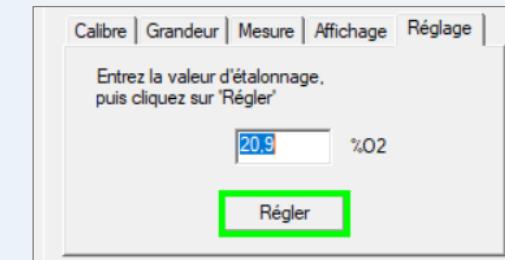
La sonde O₂ est dans l'air.
> Cliquer sur l'icône de la sonde.
> Dans **Calibre**, choisir **Air**.



Choisir **Réglage**.
> Cliquer sur **Démarrer**.



> Saisir la valeur d'étalonnage :
20,9 %.



> Quand le bouton est vert,
cliquer sur **Régler**. **La sonde est étalonnée**



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 22

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

OXYMÈTRE OPTIQUE

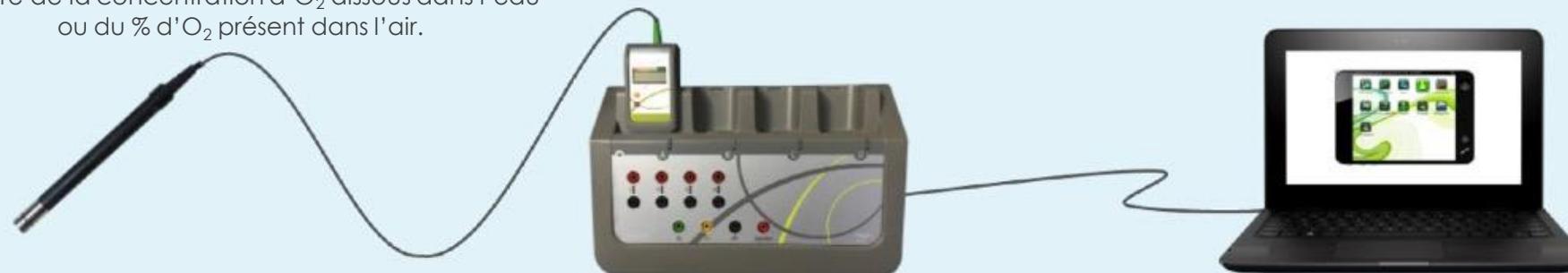
OXYMÈTRE TYPE CLARK

METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

Mesure de la concentration d'O₂ dissous dans l'eau ou du % d'O₂ présent dans l'air.



1 Connecter **Foxy** au secteur



2 Connecter le capteur oxymètre à **Foxy**



3 Allumer l'**ordinateur**



5 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Généraliste**.

4 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 23

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

OXYMÈTRE OPTIQUE

OXYMÈTRE TYPE CLARK

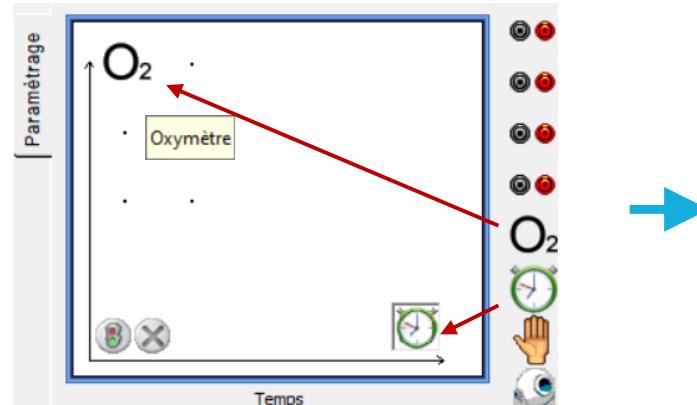
METTRE EN ŒUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

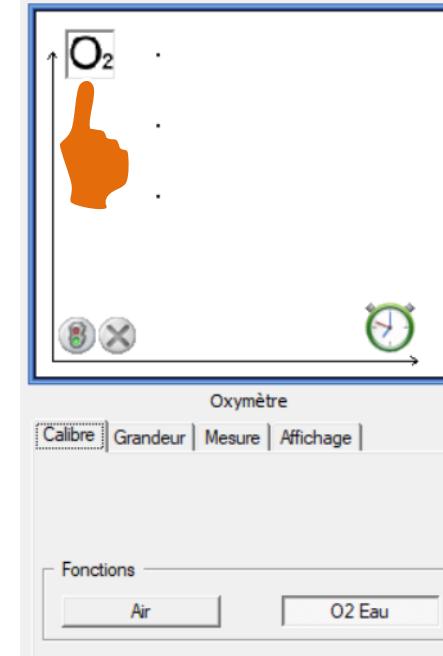
> PARAMÉTRER L'ACQUISITION

> Paramétrier avec deux sondes : O₂ et CO₂

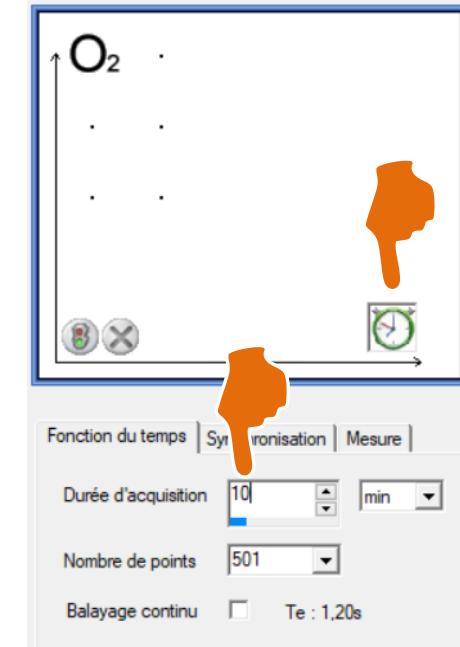
Glisser-déposer les icônes de la sonde O₂ et du **chronomètre**.



Sélectionner la sonde O₂.
> Choisir le milieu, **Air** ou **Eau**.

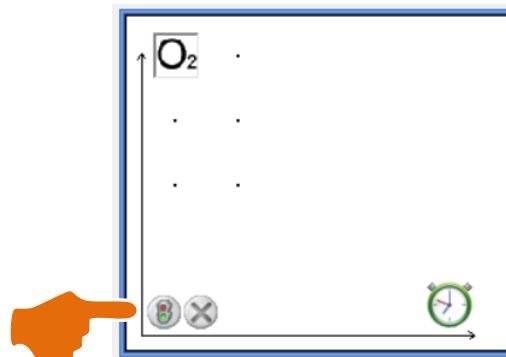


Sélectionner le **chronomètre**.
> Saisir la **durée** de l'acquisition.

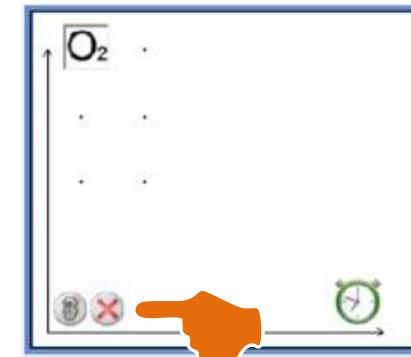


> LANCER LES MESURES

Lancer les mesures



Stopper les mesures si nécessaire





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 24

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

PRÉSENTATION - ÉTALONNAGE

METTRE EN ŒUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> SONDE CO₂Au Labo > Entretien de la sonde CO₂

> Utilisation

- **Interface compatible** : Foxy
- **Logiciel** : Atelier Scientifique généraliste

> Mise en œuvre

- **Électrolyte**. Dévisser la tête de la sonde pour verser l'électrolyte spécifique.
- **Préchauffage**. La sonde est utilisable après un préchauffage de 10 minutes environ.
- **Étalonnage**. Nécessaire après chaque changement d'électrolyte (en savoir + ci-dessous).

> Mesures

- **Dans l'air** : mesure du taux de CO₂
Calibre : 0 à 32 %
- **Dans l'eau** : mesure de la concentration en CO₂ dissous
Calibre : 0 à 500 mg/L
- **Température**. La sonde n'est pas compensée en température. Lors des expériences de photosynthèse, masquer le corps de la sonde avec un papier ou un tissu blanc pour éviter que la lampe ne chauffe la sonde.



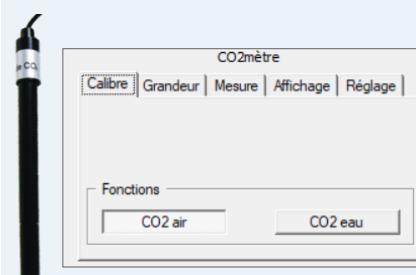
Afficheur intégré
Lire la mesure quand l'interface n'est pas connectée à l'ordinateur.

Boutons de contrôle
Réglage du CO₂mètre sans ordinateur.

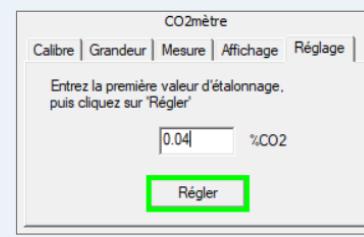
L'adaptateur raccorde la sonde CO₂ à l'interface ExAO.

La lecture de la concentration ou du taux de CO₂ s'effectue à l'extrémité de la sonde.

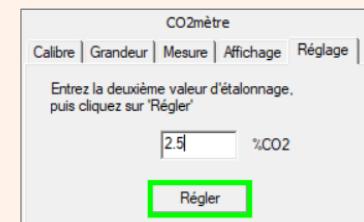
> ÉTALONNAGE DE LA SONDE DANS L'AIR



La sonde CO₂ est dans l'air.
> Cliquer sur l'icône de la sonde.
> Dans **Calibre**, choisir CO₂ air.



> Dans **Réglage**, cliquer sur **Démarrer**.
> Saisir la valeur du premier point : 0,04 %.
> Cliquer sur **Régler** quand le bouton est vert.



Plonger la sonde dans un **sac contenant de l'air expiré**.
> Saisir la valeur du deuxième point : 2,5 %.
> Cliquer sur **Régler** quand le bouton est vert.
La sonde est étalonnée



Sortir la sonde dans l'air.
> Attendre 5 minutes la stabilisation des mesures.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 25

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

PRÉSENTATION - ÉTALONNAGE

METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO



1 Connecter **Foxy** au secteur



2 Connecter le capteur CO₂ à **Foxy**



3 Allumer l'**ordinateur**



5 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Généraliste**.



4 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 26

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

PRÉSENTATION - ÉTALONNAGE

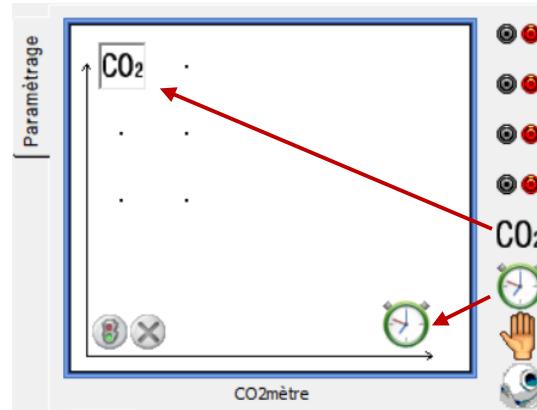
METTRE EN ŒUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

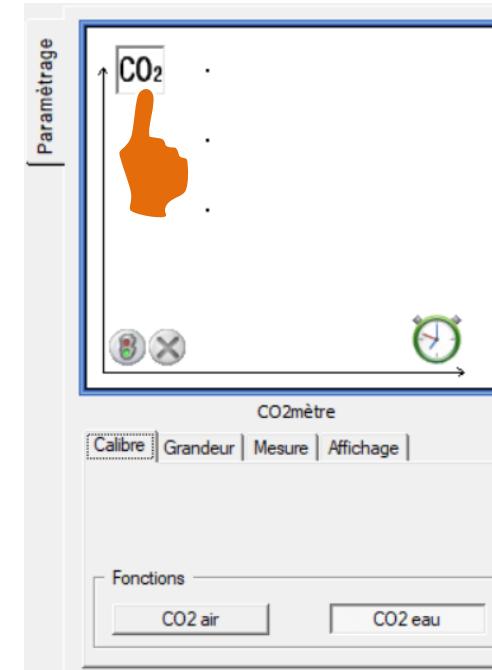
> PARAMÉTRER L'ACQUISITION

> Paramétrier avec deux sondes : O₂ et CO₂

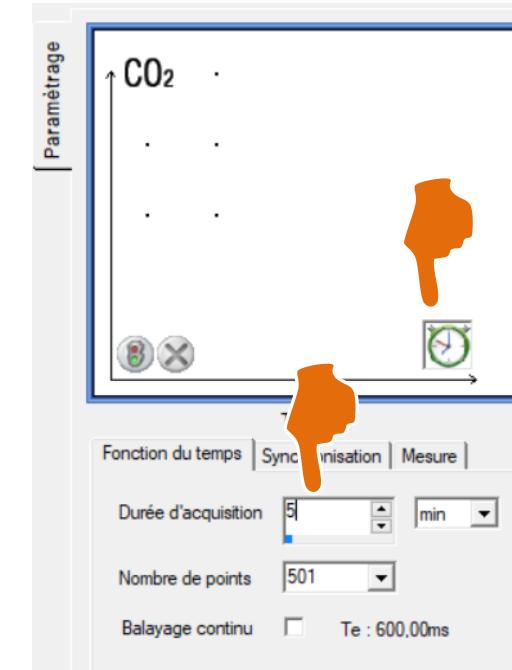
Glisser-déposer les icônes de la **sonde CO₂** et du **chronomètre**.



Sélectionner la sonde **CO₂**.
> Choisir le milieu, **Air** ou **Eau**.

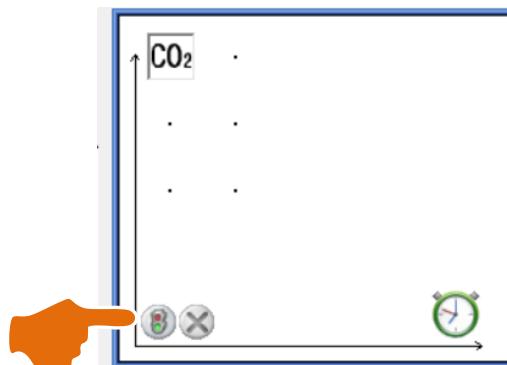


Sélectionner le **chronomètre**.
> Saisir la **durée** de l'acquisition.

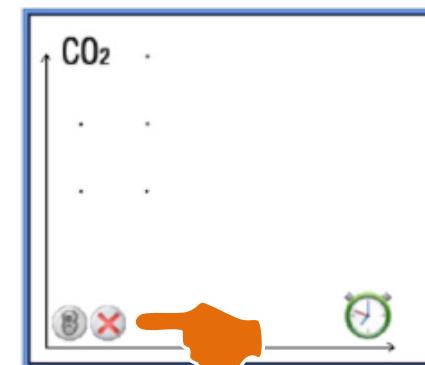


> LANCER LES MESURES

Lancer les mesures



Stopper les mesures si nécessaire





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 27

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

PRÉSENTATION - ÉTALONNAGE

METTRE EN ŒUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> SONDE ÉTHANOL

> Utilisation

- **Interface compatible** : Foxy
- **Logiciel** : Atelier Scientifique généraliste

> Mise en œuvre

- **Vérifier la membrane**. La sonde ne contient pas d'électrolyte, elle ne nécessite aucun entretien. Avant d'utiliser la sonde, il faut vérifier la membrane qui recouvre l'électronique qui mesure la concentration d'éthanol.
> Changer la membrane si elle est endommagée.
- **Préchauffage**. La sonde est utilisable après un préchauffage de 10 minutes environ.

> Mesures

- **Dans l'air** : 2 calibres : **0 à 0,125 %** | **0 à 2,5 %**
- **Dans l'eau** : 2 calibres : **0 à 1 g/L** | **0 à 20 g/L**
Il ne faut pas exposer la sonde à des concentrations en éthanol supérieures à 20 g/L.

**Afficheur intégré**

Lire la mesure quand l'interface n'est pas connectée à l'ordinateur.

Boutons de contrôle

Réglage du capteur sans ordinateur.

L'adaptateur raccorde la sonde éthanol à l'interface ExAO.

La lecture de la concentration ou du taux d'éthanol s'effectue à l'extrémité de la sonde.



> ÉTALONNAGE DE LA SONDE DANS UNE SOLUTION ÉTALON À 16 g/l

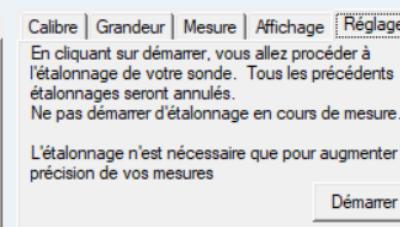
Préparation d'une solution étalon 2 % vol = 16 g/L | 1. Verser dans une éprouvette graduée **2 mL d'éthanol 90 %** | 2. Compléter à **100 mL** avec de l'**eau peu minéralisée**.



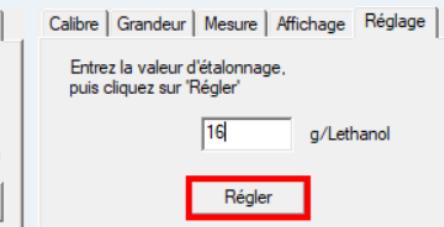
Cliquer sur l'icône de la sonde éthanol.



> Dans **Calibre**, choisir Ethanol dans l'eau.
> Choisir Calibre 20 g/L.



> Dans **Réglage**, cliquer sur **Démarrer**



Plonger la sonde éthanol dans la solution étalon.
> Saisir 16 g/L.



> Cliquer sur **Régler** quand le bouton passe au vert.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 28

PRÉSENTATION - ÉTALONNAGE

METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

Mesure de la concentration d'éthanol dans l'eau ou de son % dans l'air



1 Connecter **Foxy** au secteur



2 Connecter le capteur éthanol à **Foxy**



3 Allumer l'**ordinateur**



5 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Généraliste**.



4 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 29

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

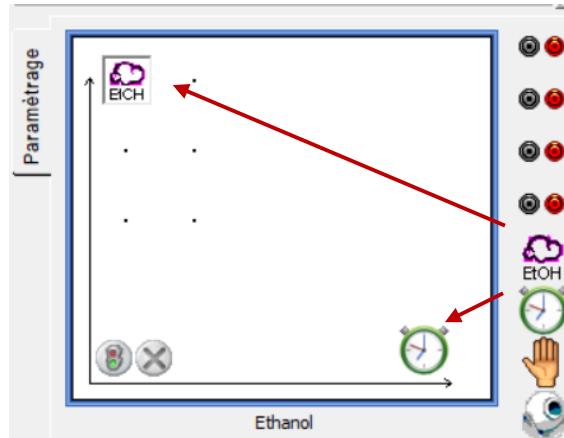
PRÉSENTATION - ÉTALONNAGE

METTRE EN ŒUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

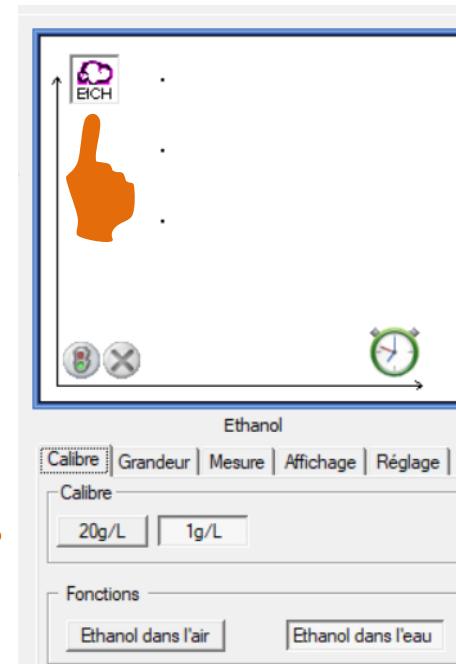
> PARAMÉTRER L'ACQUISITION

Glisser-déposer les icônes de la sonde **éthanol** et du **chronomètre**.



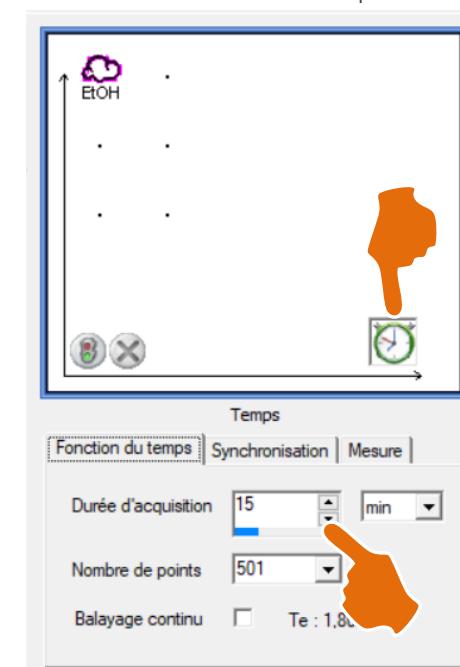
Sélectionner la sonde **éthanol**.

- > Choisir le milieu, **air** ou **eau**.
- > Choisir le **calibre**.



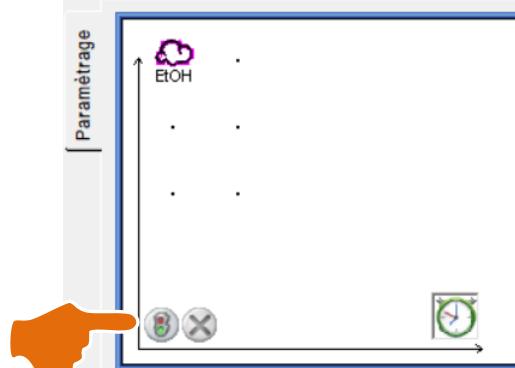
Sélectionner le **chronomètre**.

- > Saisir la **durée** de l'acquisition.

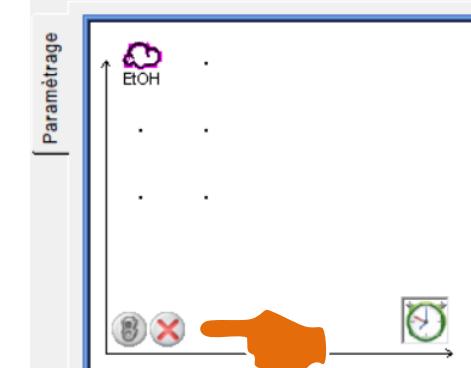


> LANCER LES MESURES

Lancer les mesures



Stopper les mesures si nécessaire





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 30

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

PRÉSENTATION

METTRE EN ŒUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

> Utilisation

- **Interface compatible** : Foxy
- **Logiciel** : Atelier Scientifique généraliste, Respihom, Spiro

> Mise en œuvre

- Connecter l'adaptateur ventilation à la console.

> Paramètres mesurés

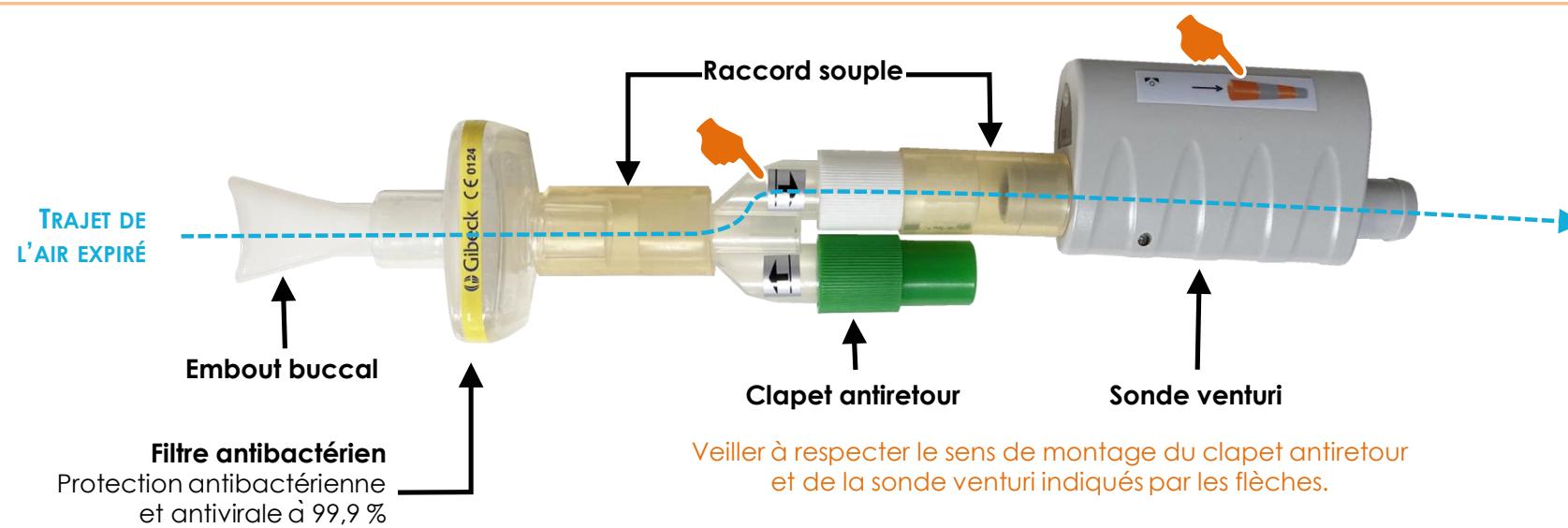
- **Fréquence respiratoire** (Max : 60 cycles / min)
- **Volume d'air** (Max : 10 litres)
- **Débit ventilatoire** (Max : 6 litres / seconde)

> Paramètres mesurés

- **Hygiène et sécurité**. Changer l'embout buccal et le filtre à chaque utilisation.
- **Bouton Reset**. Remise à zéro manuelle des mesures. Quand la console est reliée à un ordinateur, le Reset est réalisé par le logiciel. L'utilisation de ce bouton est seulement utile en mode déconnecté (sans ordinateur).



> UTILISATION





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 31

PRÉSENTATION

METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO



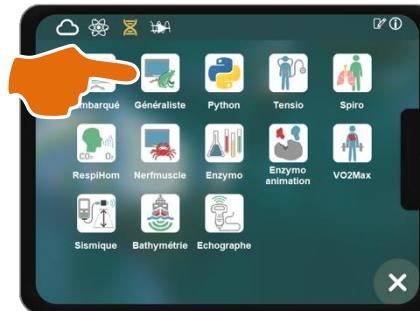
1 Connecter **Foxy** au secteur



2 Connecter le capteur ventilation à **Foxy**



3 Allumer l'**ordinateur**



5 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Généraliste** ou **Respihom** ou **Spiro**

4 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 32

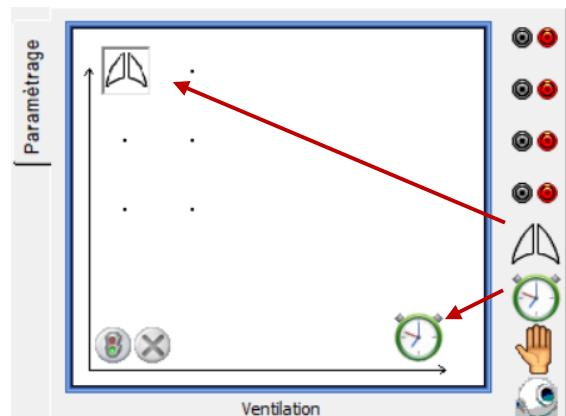
PRÉSENTATION

METTRE EN OEUVRE LA CHAINE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION, LANCER LES MESURES

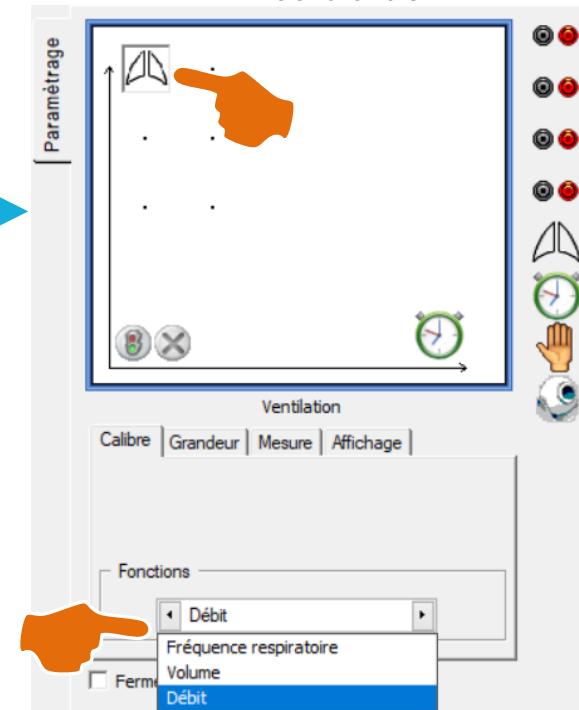
> PARAMÉTRER L'ACQUISITION | Atelier scientifique généraliste

Glisser-déposer les icônes de la sonde **éthanol** et du **chronomètre**.



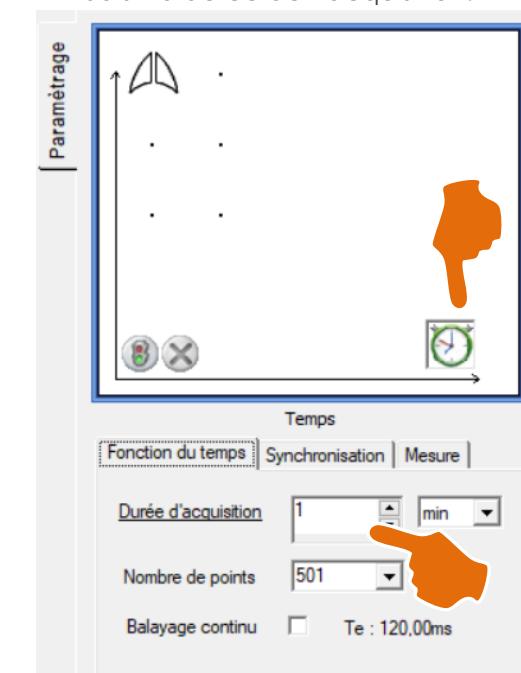
Sélectionner le capteur **ventilation**.

> Choisir le paramètre à mesurer dans la liste



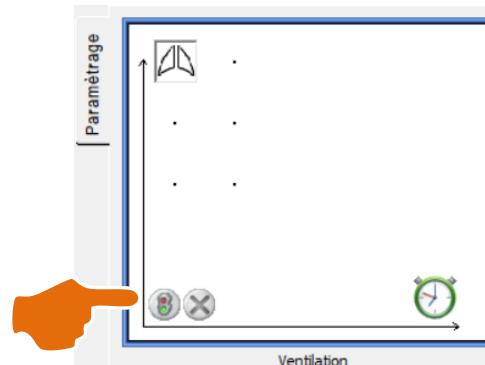
Sélectionner le **chronomètre**.

> Saisir la **durée** de l'acquisition.

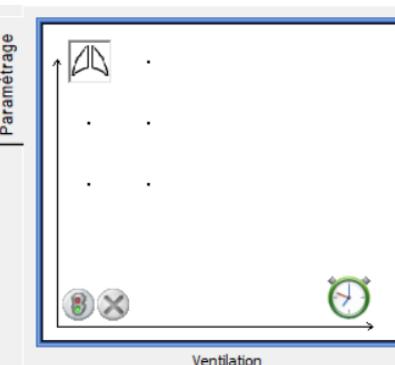


> LANCER LES MESURES

Lancer les mesures



Stopper les mesures si nécessaire





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 33

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

BIORÉACTEUR

MICRO-ENCEINTE

PINCE PHOTOSYNTHÈSE

ENCEINTE VOLUMÉTRIQUE

SAC PLASTIQUE

SERINGUES

BIORÉACTEUR > Enceinte polyvalente et indispensable / Expérimenter avec plusieurs sondes / Réaliser des injections ...

Régler le volume de la cuve grâce à l'orientation de la bague.



La tête dépasse de 1 à 2 mm

Positionner la tête de la sonde pour qu'elle dépasse de **1 à 2 mm**.



Position **10 mL**

Position **20 mL**

10 mL

20 mL

Placer le fut porte-sonde sur la cuve.



Le bioréacteur
est prêt pour
l'expérience

Verser **10 ou 20 mL** dans la cuve.



Placer le **turbulent**, régler la **vitesse**.



Turbulent

Réglage
de la vitesse
au minimum





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 34

BIORÉACTEUR

MICRO-ENCEINTE

PINCE PHOTOSYNTHÈSE

ENCEINTE VOLUMÉTRIQUE

SAC PLASTIQUE

SERINGUES

MICRO-ENCEINTE > Simplicité de la mise en œuvre / Résultats rapides en photosynthèse

Introduire la tête de la sonde dans le capuchon.



Verser 5 mL
de suspension d'algues
ou de cyanobactéries.



Retourner la micro-enceinte.
> Fixer sur un support.



La micro-enceinte est
prête pour l'expérience



Visser le capuchon
sur la cuve.



REMARQUE | Seule la **sonde O₂ optique** donne de bons résultats car la sonde Clark O₂ nécessite une agitation du milieu, impossible avec la micro-enceinte.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 35

BIORÉACTEUR

MICRO-ENCEINTE

PINCE PHOTOSYNTHÈSE

ENCEINTE VOLUMÉTRIQUE

SAC PLASTIQUE

SERINGUES

PINCE PHOTOSYNTHÈSE > Seule enceinte pour mesurer les échanges gazeux d'une feuille en milieu aérien

Faire une coupe nette de la tige du rameau et la plonger dans l'eau. Il est possible d'éliminer les feuilles inutilisées.



Fixer la pince sur un support, introduire la sonde.



Placer le couvercle transparent, maintenu par aimantation.



La pince photosynthèse est
prête pour l'expérience

Placer la feuille sur la platine de la pince.





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 36

BIORÉACTEUR

MICRO-ENCEINTE

PINCE PHOTOSYNTHÈSE

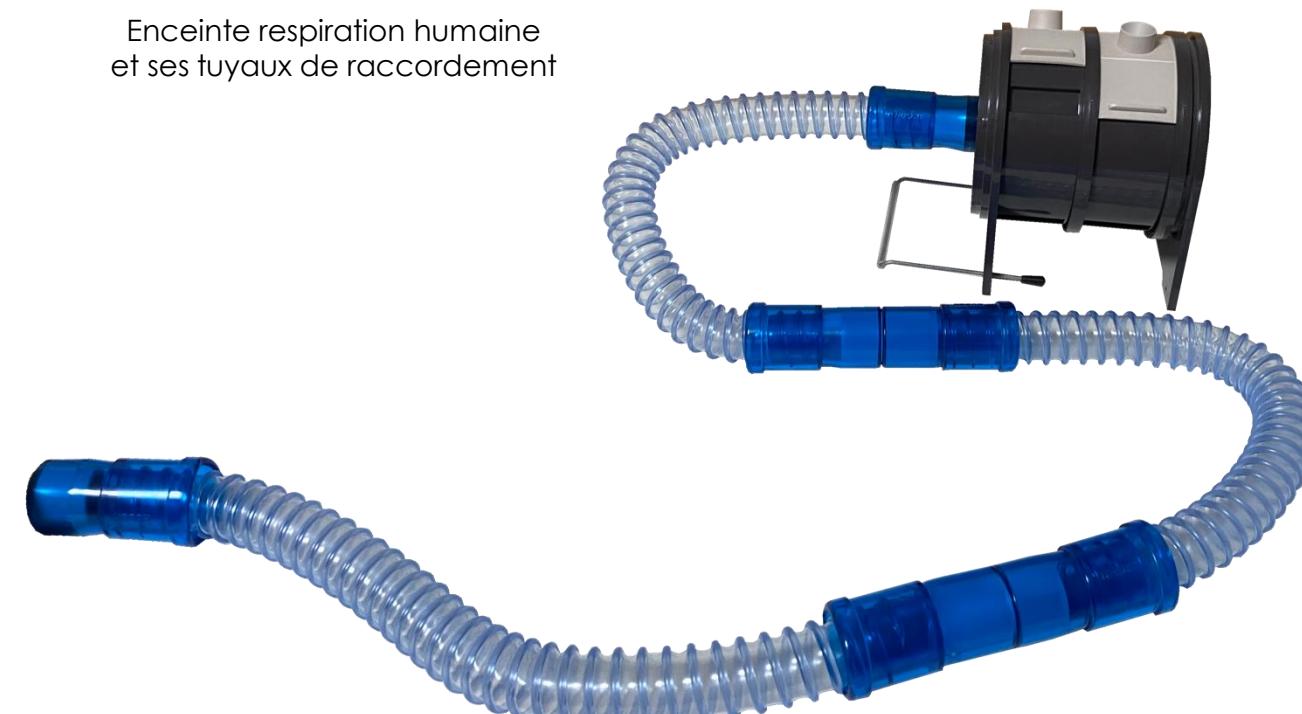
ENCEINTE VOLUMÉTRIQUE

SAC PLASTIQUE

SERINGUES

ENCEINTE VOLUMÉTRIQUE > Enceinte nécessaire pour l'étude du métabolisme humain

Enceinte respiration humaine
et ses tuyaux de raccordement



L'enceinte permet de fixer 1 ou 2 sondes
> Tourner la bague rotative pour placer en position haute
l'orifice au diamètre adapté aux sondes.
En photo : Enceinte prête pour fixer une sonde de 6 mm et
une sonde de 12 mm (sonde O₂ par exemple)



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

> 37

BIORÉACTEUR

MICRO-ENCEINTE

PINCE PHOTOSYNTHÈSE

ENCEINTE VOLUMÉTRIQUE

SAC PLASTIQUE

SERINGUES

SAC PLASTIQUE > Simplicité de la mise en œuvre / Grande taille / Facilité du nettoyage

Utiliser des sacs possédant une fermeture zip. Disponibles dans le commerce : petite, moyenne (la plus adaptée) et grande.

> Exemple 1. Mesurer le taux d'un gaz dans l'air expiré



> Exemple 2. Suivre l'évolution des échanges gazeux de décomposeurs



> Des avantages multiples

- **Faciliter les mesures d'hygiène.** Expirer dans une enceinte nécessite son nettoyage après chaque utilisation. Le sac plastique est disponible en quantité et il est facile à nettoyer.
- **Conserver, transporter des gaz.** Un sac aplati ne contient pas d'air. Le mélange gazeux introduit dans un sac peut facilement être conservé grâce à la fermeture zip.
- **Des mesures faciles.** Il suffit d'introduire la sonde dans le sac.

> Expérimenter avec des êtres vivants qu'il faut piéger

- C'est le cas de ce compost avec des décomposeurs : cloportes, champignons...
- Le volume du compost est assez important, les formes des débris végétaux sont irrégulières.
- Après les mesures, le nettoyage du sac est facile.

> Expérimenter avec des organes végétaux de grande taille

Investigation qui compare les flux de CO₂ de deux citrons :

- Expérience 1 : citron intact.
- Expérience 2 : citron moisi.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> 38

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| AU LABO...

BIORÉACTEUR

MICRO-ENCEINTE

PINCE PHOTOSYNTHÈSE

ENCEINTE VOLUMÉTRIQUE

SAC PLASTIQUE

SERINGUES

SERINGUES > Incassables / Faciles à nettoyer / Graduées / Hermétiques / 4 tailles / Usages multiples



> Des tailles adaptées à différents usages



> Mesurer facilement un volume



> Boucher une seringue

Utiliser une aiguille cassée dont l'embout est colmaté avec de la colle ou de la pâte à modeler.

> Réaliser une injection

Fixer une aiguille sur la seringue.



> Injecter une solution, une suspension (algues, levures), un gaz ...

Injection d'amidon dans une cuve du Color 4, injection d'une suspension d'algues dans la micro-enceinte ou injection d'une solution de glucose dans une suspension de levures.



> Prélever des gaz, les transporter dans la seringue bouchée

Prélèvement de gaz de combustion pour une investigation sur le cycle du carbone.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| Au Labo...

À PROPOS DES LEVURES

CULTURES D'ALGUES

SOLUTIONS TAMPONS

ENTRETIEN DES SONDES > O₂ CLARK| O₂ OPTIQUE| CO₂

> 39

> EXPÉRIMENTER AVEC LES LEVURES

> CONCENTRATIONS ET VOLUMES

• Biomolécules

> Injection : 1 mL

> Concentration : 50 g/L

• Suspension de levures

> 20 g/L pour les levures déshydratées

> 40 g/L pour les levures fraîches

• Volumes nécessaire

Pour un test : 20 mL de suspension de levures et 1 mL de solution à injecter

Pour une classe de 6 groupes qui effectuent 4 tests, il faut 500 mL de suspension de levures. Il faut calculer la volume de biomolécules à préparer selon le TP choisi.

> Après injection de la biomolécule dans le bioréacteur, la concentration en biomolécules est de 2,5 mg/L.

> LA NÉCESSAIRE AGITATION DU MILIEU

- Agiter pour homogénéiser la concentration en dioxygène dans le milieu, et celle des biomolécules après injection.
- Agiter pour maintenir les levures en suspension.

> NETTOYAGE ENTRE TESTS

Plusieurs TP nécessitent la mise en œuvre de plusieurs tests. Le nettoyage de la cuve et des sondes est important entre deux tests.

Protocole de nettoyage

> **Vider la cuve** du bioréacteur et la rincer à l'eau. Essuyer l'intérieur.

> **Rincer** sous un filet d'eau (du robinet ou le jet d'eau d'une seringue 60 mL) le fût porte-sondes et les sondes.

> **Vérifier** lors de la phase témoin au début du nouveau test que la consommation en O₂ est similaire à celle du premier test.

> EXPÉRIMENTATION : L'IMPORTANCE DU TÉMOIN

• **Expérimenter**, c'est **comparer deux tests** qui ne diffèrent que par **un seul paramètre**.

• **Deux types de protocoles respectent cet impératif**

- **Protocole à deux acquisitions**

1 : Levures à jeun > témoin

2 : levures à jeun + glucose > test

- **Protocole à une acquisition et 2 temporalités**

0 > 2 min : phase témoin avec levures à jeun

2 > 10 min : phase test qui débute avec l'injection de glucose.

• Quel protocole choisir ?

- Ces deux protocoles respectent la maîtrise de la variable, ici la présence de glucose.

- Si l'investigation nécessite le test de molécules différentes, un lavage insuffisant de la cuve ou de la sonde entre deux expériences peut compromettre la validité d'un résultat.

> Le protocole le plus adapté est celui qui débute toujours par une phase témoin.

> FAIRE DU JUS DE FRUIT AVEC UN PRESSE AIL





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| Au Labo...

À PROPOS DES LEVURES

CULTURES D'ALGUES

SOLUTIONS TAMPONS

ENTRETIEN DES SONDES > O₂ CLARK| O₂ OPTIQUE| CO₂

> 40

> FAIRE JEÛNER LES LEVURES

> POURQUOI ?

• LES RÉSERVES DE GLYCOGÈNE

> Les réserves cellulaires en glycogène sont variables selon les levures. Elles sont plus importantes dans les levures déshydratées que dans les levures fraîches.

> Quand elles sont mises en suspension, les levures **hydrolysent ce glycogène** pour produire le glucose qui est oxydé lors de la respiration.

• LE JEÛNE DES LEVURES RÉPOND À UNE TRIPLE NÉCESSITÉ

1. Quand les levures sont mises en suspension, la **respiration est très importante**. Une grande partie du dioxygène dissous est consommé pendant la mise en œuvre de l'expérience, l'oxymètre affiche alors une valeur très faible au début des mesures.

> Oxygénier assure le renouvellement du dioxygène dans le milieu.

2. Tant que la levure possède des réserves de glycogène, elle va l'hydrolyser pour produire le glucose nécessaire à sa respiration.

> Pour savoir si la biomolécule injectée dans le milieu extracellulaire est importée dans la levure puis oxydée par respiration, **les réserves de glycogène doivent être faibles** et entraîner un métabolisme respiratoire très ralenti = levures à jeun.

3. L'investigation peut porter sur les conditions de production d'éthanol.

> Oxygénier le milieu évite la production d'éthanol pendant la période de jeûne.

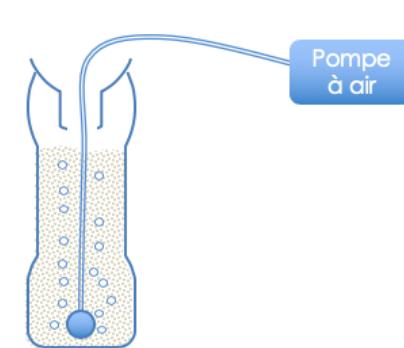
> COMMENT ?



1. Verser au fond d'une bouteille plastique 20 g de levures sèches ou 40 g de levures fraîches.



2. Verser 1 litre d'eau. Il faut éviter une eau du robinet qui sent le chlore.
3. Visser le bouchon de la bouteille et agiter pour mettre les levures en suspension.



4. Couper le haut de la bouteille, et y faire passer un diffuseur d'air relié à une pompe à air.
5. Placer le haut de la bouteille en position inversée pour contenir l'écume qui peut se former pendant l'agitation.

> Les bulles d'air créent une agitation du milieu qui maintient les levures en suspension, elles oxygènent en permanence le milieu. Le jour du TP, le milieu est bien oxygéné.

> COMBIEN DE TEMPS ?

- L'idéal est d'obtenir une baisse de la concentration en O₂ de 0,5 mg/litre par min.
- La durée nécessaire pour épuiser une grande partie des réserves varie selon les levures :
 - **Levures fraîches** : entre 24 et 48 heures.
 - **Levures déshydratées** : entre 48 et 96 heures.
- Il faut aussi connaître la durée de survie des levures en vie ralenti (souvent moins de 24 heures).

> Il faut donc réaliser des tests avec différentes sources de levures pour connaître ses propriétés : durée nécessaire pour obtenir une vie ralenti, durée de survie.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| Au Labo...

À PROPOS DES LEVURES ○ ○

CULTURES D'ALGUES

SOLUTIONS TAMPONS

ENTRETIEN DES SONDES > O₂ CLARK| O₂ OPTIQUE| CO₂

> 41

> EXPÉRIMENTER AVEC UNE SUSPENSION D'ALGUES

> CULTURES DISPONIBLES AU CATALOGUE

• CYANOBACTÉRIES > *Anabaena* | *Nostoc*

> Les Cyanobactéries se regroupent en amas assez denses (visqueux en fonction des souches) qui souvent se situent vers la surface en raison de la production d'oxygène. Une couleur verte foncée est le signe d'une très forte densité.

• ALGUES VERTES UNICELLULAIRES > *Scenedesmus* | *Euglènes*

> *Scenedesmus* est une algue non mobile, elle a tendance à sédimerter au fond du flacon, laissant au dessus du tapis d'algues une eau très claire.

> Les Euglènes sont pourvues d'un flagelle, elles sont mobiles, se déplacent en fonction de l'éclairement et des vibrations, le milieu est trouble d'un vert soutenu homogène.

> UTILISATION EN EXAO

> Les **Cyanobactéries** et les **algues unicellulaires** donnent de très bons résultats pour étudier les échanges gazeux associés à la respiration et à la photosynthèse. Il faut néanmoins veiller à ce que les **cultures soient éclairées avant d'expérimenter** si une expérience est réalisée le matin. Cette précaution est inutile pour des algues exposées à la lumière dans la journée.

> CONSERVATION | ENTRETIEN

• Préférer des **flacons à ouverture large** :

> pour faciliter le prélèvement avec une seringue,

> pour permettre les échanges gazeux entre la suspension d'algues/cyanobactéries et l'air.

• Mettre un **bouchon** pour éviter les contaminations, mais le laisser dévissé pour permettre le renouvellement de l'air du flacon.

• Ajouter de l'eau pour une **remise à niveau** qui compense l'évaporation.

• Algues et cyanobactéries se multiplient dans le milieu de culture qui devient très coloré. Répartir la culture dans deux flacons et compléter avec de l'eau (non chlorée).

> MILIEUX DE CULTURE

• **Le milieu BG11** est optimisé pour les **Cyanobactéries**, mais il convient aussi pour ***Scenedesmus*** et les **Euglènes**.

• **Pour les Euglènes**, 2 milieux spécifiques sont disponibles :

○ Milieu sans acide lactique, (sans source carbonée) pour une croissance en mode autotrophe.

○ Milieu complet avec une source de carbone organique pour une croissance en mode hétérotrophe.





>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| Au Labo...

À PROPOS DES LEVURES ○ ○

CULTURES D'ALGUES

SOLUTIONS TAMPONSENTRETIEN DES SONDES > O₂ CLARK| O₂ OPTIQUE| CO₂

> 42

> PRÉPARER UNE SOLUTION TAMON

> Une solution tampon maintient le pH à peu près constant quand on ajoute des bases ou acides faibles.

SOLUTION TAMON PHOSPHATE		
Volumes indicatifs en mL des solutions mère pour obtenir 100 mL de solution tampon au pH souhaité .		
pH	Na ₂ HPO ₄ di-sodium hydrogénophosphate 9,47 g/L (0,5 M)	KH ₂ PO ₄ Potassium dihydrogénophosphate 9,08 g/L (0,15 M)
5,6	5	95
5,8	8	92
6,0	12,5	87,5
6,2	18	82
6,4	27	63
6,8	49,5	51,5
7,0	61	49
7,2	71,5	28,5
7,4	80,5	19,5
7,6	86	14
7,8	91	19
8,0	94,5	5,5

SOLUTION TAMON PHOSPHATE-CITRATE		
Volumes indicatifs en mL des solutions mère pour obtenir 100 mL de solution tampon au pH souhaité .		
pH	Na ₂ HPO ₄ di-sodium hydrogénophosphate 9,47 g/L (0,5 M)	C ₆ H ₇ O ₈ , H ₂ O Acide citrique 105 g/L (0,5 M)
2,2	1,6	39,2
3,0	16,4	31,8
4,0	30,8	24,6
5,0	41,2	19,4
6,0	50,5	14,7
7,0	65,9	7,0
8,0	77,8	1,1

Une vérification du pH obtenu avec un pH-mètre étalonné est recommandée.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| Au Labo...

> 43

À PROPOS DES LEVURES

CULTURES D'ALGUES

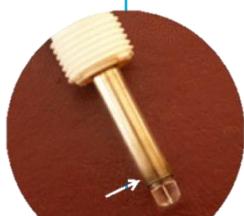
SOLUTIONS TAMPONS

ENTRETIEN DES SONDES > O₂ CLARK| O₂ OPTIQUE| CO₂

O₂ CLARK > DIAGNOSTIC

Les valeurs affichées par la sonde dans l'air ambiant sont instables ou anormales.

Examen de l'électrode



> L'électrode est **oxydée**



> Nettoyer à l'ammoniaque 0,1 M avec un chiffon doux



Électrode après nettoyage

Examen de la tête



> La membrane est **percée** ou **obstruée**

> Changer la tête de sonde

Examen de l'électrolyte

> L'électrolyte est **jaunâtre**

> Changer l'électrolyte



N'utiliser que l'électrolyte adapté à la sonde

> CHANGER L'ÉLECTROLYTE



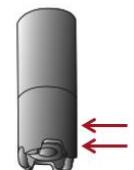
1

Dévisser la tête de sonde



2

Remplir aux 3/4 d'électrolyte



3

Tapoter pour chasser les bulles d'air



4

Revisser



5

Utiliser la sonde

> STOCKAGE DE LA SONDE

Stockage de courte durée

- **Vider l'électrolyte.**
- **Rincer** l'électrode et la tête de sonde avec une eau peu minéralisée.
- **Stockez** la tête et le corps de sonde au sec.

Stockage prolongé

- **Vider l'électrolyte.**
- **Nettoyer l'électrode** à l'ammoniaque 0,1 M avec un chiffon doux.
- **Rincer** abondamment l'électrode et la tête de sonde avec une eau peu minéralisée.
- **Stockez** la tête et le corps de sonde au sec.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| Au Labo...

À PROPOS DES LEVURES

CULTURES D'ALGUES

SOLUTIONS TAMPONS

ENTRETIEN DES SONDES > O₂ CLARK| O₂ OPTIQUE| CO₂

> 44

O₂ OPTIQUE > ENTRETIEN ET STOCKAGE DE LA SONDE

Entretien

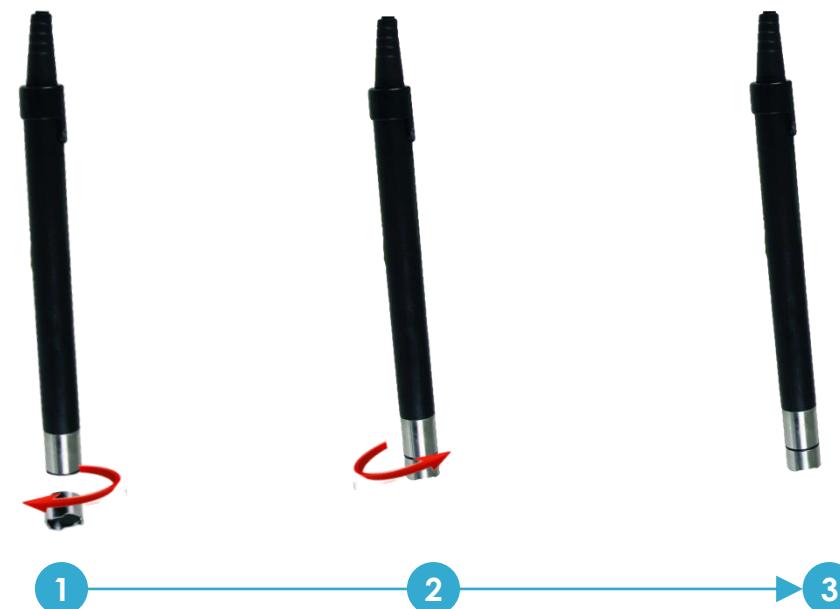
Après chaque utilisation, rincer la tête de sonde à l'eau distillée.

Stockage

Replacer le capuchon de protection. Veillez à maintenir la mousse contenue dans ce dernier humide.



> CHANGER LA TÊTE DE SONDE



Une fois cette opération terminée, il est nécessaire de procéder à un étalonnage complet (réglage du zéro + pente) de la sonde.

NOTE

La tête de sonde est prévue pour fonctionner 2 ans.

Au-delà de cette période, il est préférable de la changer par une nouvelle tête de sonde.



>19

>20

>24

>27

>30

>33

>39

> MÉTABOLISME

| SONDE O₂| SONDE CO₂

| SONDE ÉTHANOL

| CAPTEUR VOLUMÉTRIQUE

| ENCEINTES

| Au Labo...

À PROPOS DES LEVURES ○ ○

CULTURES D'ALGUES

SOLUTIONS TAMPONS

ENTRETIEN DES SONDES > O₂ CLARK| O₂ OPTIQUE| CO₂

> 45

CO₂ > ENTRETIEN ET STOCKAGE DE LA SONDE

Les valeurs affichées par la sonde dans l'air ambiant sont instables ou anormales.

Examen de l'électrode

Examen de la tête

Examen de l'électrolyte

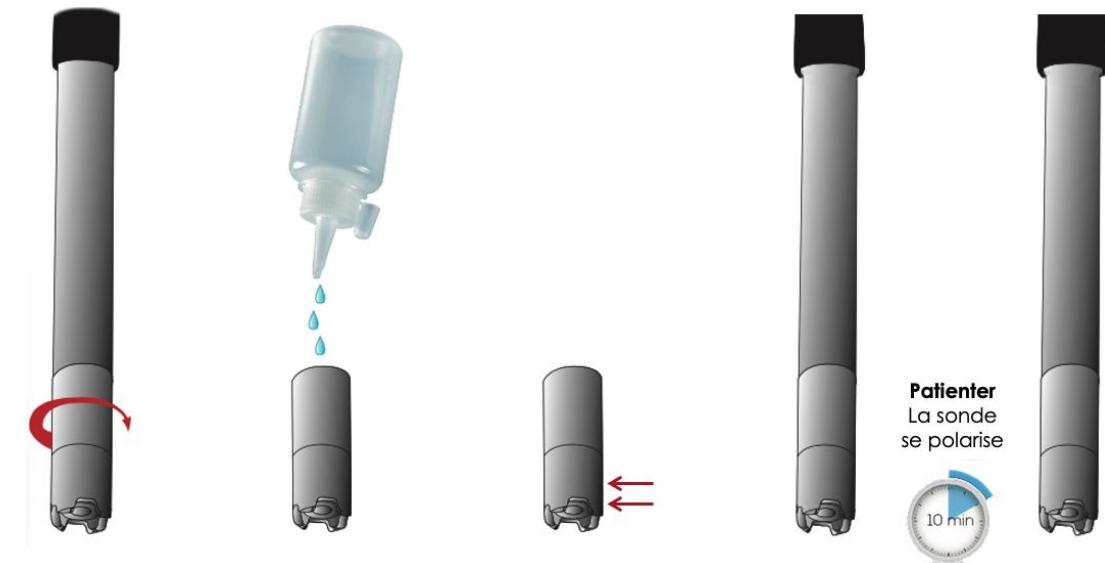
Il y a un problème sur la notice de cette sonde car on dit page 3
> ne pas stocker sans électrolyte, Inévitablement l'électrolyte va s'évaporer, cela ce fait en deux jours en Tunisie, cela se produira dans un labo pendant l'été
> ne pas stocker dans l'eau

> Les temps de polarisation sont surévalués



N'utiliser que l'électrolyte adapté à la sonde

> CHANGER L'ÉLECTROLYTE



1 Dévisser la tête de sonde

2 Remplir aux ¾ d'électrolyte

3 Tapoter pour chasser les bulles d'air

4 Revisser

5 Utiliser la sonde



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

> 46

POUR DÉBUTER

POUR DÉBUTER > QUEL CAPTEUR ? QUELLE ENCEINTE ? QUEL LOGICIEL ?



COLOR 4



COLOR 1G7

Sonde O₂

Bioréacteur

ACTION DE L'AMYLASE SUR L'AMIDON

L'**amylase hydrolyse l'amidon** en maltose. L'amidon est coloré en bleu par le diiode, son hydrolyse produit des fragments incolores.

- MESURE > Spectrophotomètre : COLOR 4 (4 cuvettes) | Color 1G7 (1 cuve)
- ENCEINTES > **cuvettes** pour colorimètre
- LOGICIEL > **Enzymo**

ACTION DE LA GLUCOSE OXYDASE SUR LE GLUCOSE

La glucose oxydase catalyse la réaction : Glucose + O₂ + H₂O > Acide gluconique + H₂O₂
Lors de l'oxydation du glucose, la concentration en O₂ diminue dans le milieu.

- SONDE > **O₂**
- ENCEINTE > **Bioréacteur**
- LOGICIEL > **Enzymo**

ACTION DE LA CATALASE SUR LE PEROXYDE D'HYDROGÈNE

La catalase catalyse la réaction : 2 H₂O₂ > 2 H₂O + O₂
Lors de la réaction, la concentration en O₂ augmente dans le milieu.

- SONDE > **O₂**
- ENCEINTE > **Bioréacteur**
- LOGICIEL > **Enzymo**



Enzymo

ENZYMO est une version d'Atelier Scientifique adaptée pour l'étude de l'activité enzymatique.

- Gestion simple des paramètres des expériences réalisées et des résultats obtenus
- Mesure de la **vitesse initiale** des réactions,
- Représentation graphique de la variation de la vitesse initiale en fonction de la valeur du paramètre étudié.



>46

>47

>54

>61

>73

> ENZYMES

| **AMYLASE - COLOR 4**

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au Labo...

> **47**AMYLASE

COLOR 4

CHAIN EXAO

100% TRANSMISSION

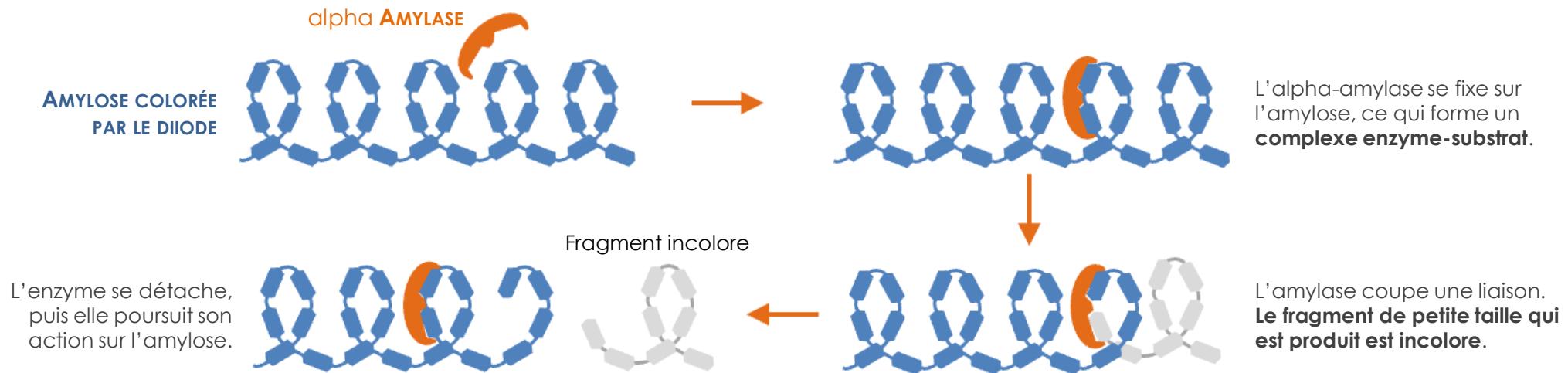
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> RÉACTION ENZYME-SUBSTRAT

La molécule d'amylose qui constitue l'amidon est organisée en hélice. **Quand du diiode est fixé dans cette hélice, l'amylose est colorée en bleu-violet.**



> MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR ÉTUDIER L'ACTION DE L'AMYLASE

Préparation des solutions > Au Labo...

CAPTEUR > Spectrophotomètre

Mesure l'absorbance de la solution.

Plus la solution est foncée, plus l'absorbance est élevée



L'action de l'amylase augmente le nombre de fragments incolores > la solution s'éclaircit.



Enzymo

LOGICIEL > Enzymo

Enzymo est une version d'**Atelier Scientifique** adaptée pour étudier l'activité enzymatique



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 48

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 4

CHAIN EXAO

100% TRANSMISSION

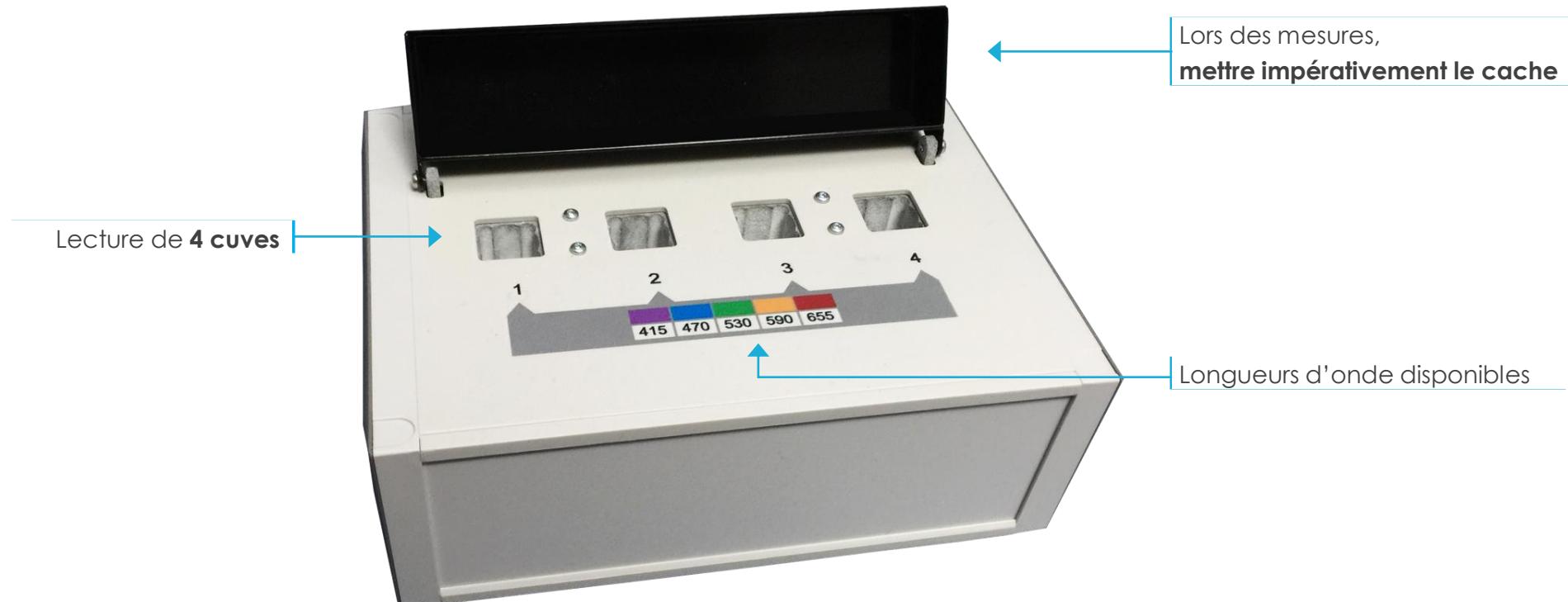
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LE COLOR 4 EST UN SPECTROPHOTOMÈTRE À 4 CUVES

Interface compatible > Foxy



> Le COLOR 4 mesure la **transmittance** de la solution.

> Le logiciel **Enzymo** utilise la transmittance pour calculer l'**absorbance**, qui est proportionnelle à la concentration de la solution.

> La transmittance (T) en %

- o Ce paramètre exprime le rapport entre le flux de lumière qui entre dans la cuve (I_0) et celui qui en sort (I).

$$T = \frac{I}{I_0}$$

> L'absorbance (A)

- o C'est la capacité d'une solution à absorber la lumière.
- o Elle est proportionnelle à sa **concentration**.
- o Elle est calculée à partir de la transmittance

$$A = -\log_{10}(T)$$



>46

>47

>54

>61

>73

>49

> ENZYMES

| **AMYLASE - COLOR 4**

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 4

CHAINE EXAO

100% TRANSMISSION

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO



Le spectrophotomètre **COLOR 4** mesure la transmittance d'une solution à la longueur d'onde choisie

Enzymo calcule l'absorbance et affiche les données

1 Connecter **Foxy** au secteur



2 Connecter le capteur du Color 4 à **Foxy**



3 Allumer l'**ordinateur**



5 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Enzymo**.



4 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.



>46

>47

>54

>61

>73

>50

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 4

CHAIN EXAO

100% TRANSMISSION

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> FAIRE LE 100 % TRANSMISSION | L'étalonnage est valable pour toute la séance de TP

Placer **4 cuves vides** dans le Color 4.



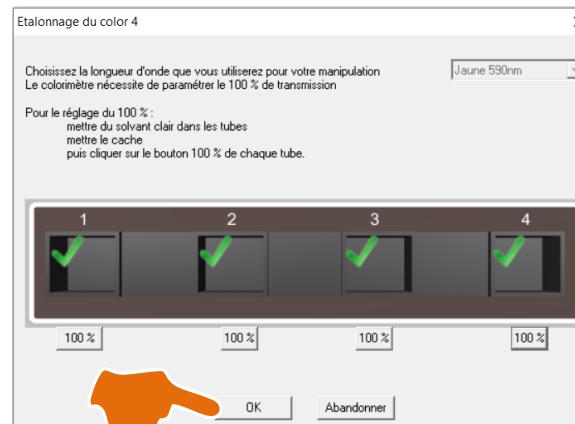
Fermer le **capot** du Color 4.



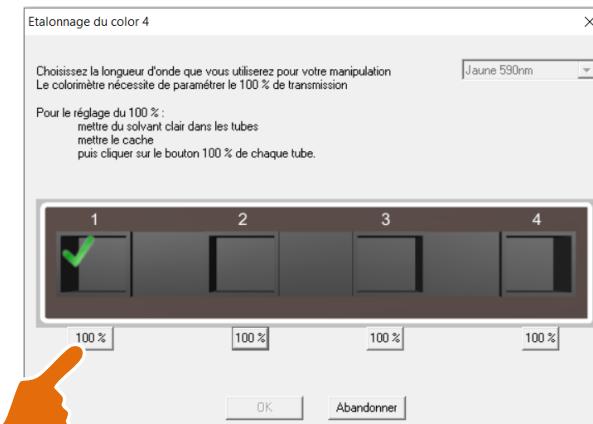
Dans Enzymo, cliquer sur **Étalonnage**.



Cliquer sur **OK**. L'étalonnage est terminé.



Étalonner : cliquer sur le bouton 100% transmission pour chaque cuve.



Choisir la longueur d'onde.
Pour l'amidon coloré au Lugol : **590 nm**.





>46

>47

>54

>61

>73

> 51

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 4

CHAIN EXAO

100% TRANSMISSION

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PARAMÉTRER LE LOGICIEL ENZYMO | Exemple d'une expérience avec 2 cuves

Paramètres des mesures,
> Choisir Personnalisé

Paramètres des mesures

Durée en min Intervalle en s

Paramètre

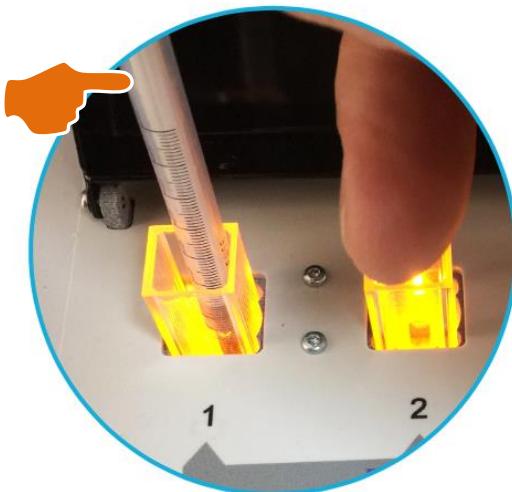
Mesures
> Saisir les libellés des expériences

Mesures

	Valeur du paramètre	Vitesse initiale
<input checked="" type="checkbox"/>	Eau + amidon	
<input checked="" type="checkbox"/>	Amylase + amidon	

> PRÉPARER LES SOLUTIONS

Avec une petite seringue, verser
> 0,4 mL d'eau dans la **cuve 1**
> 0,4 mL d'amylase dans la **cuve 2**.



Préparer 2 seringues contenant **2,5 mL d'amidon** coloré au Lugol.





>46

>47

>54

>61

>73

> 52

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 4

CHAIN EXAO

100% TRANSMISSION

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

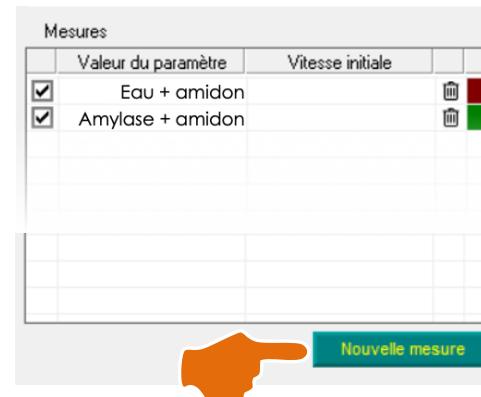
LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LANCER LES MESURES

→ **À t = 0 s**

Le capot du Color 4 est fermé.

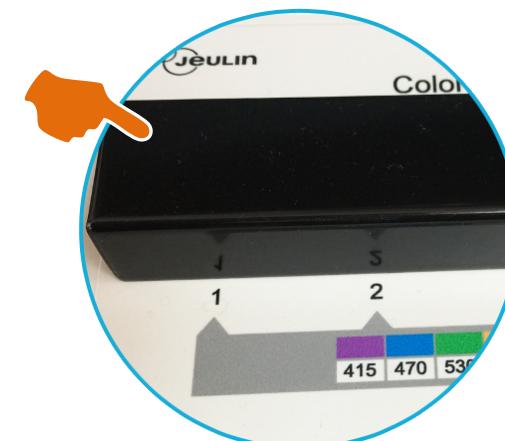
Dans Enzymo, cliquer sur **Nouvelle mesure**.

Astuce 1. L'injection du substrat doit être assez rapide et se faire en une seule fois pour assurer l'homogénéité du mélange enzyme - substrat.

Astuce 2. Créer de l'ombre sur l'appareil lors de l'ouverture du capot pour réaliser les injections pour ne pas perturber les mesures en cours.

→ **À t = 15 s**

Ouvrir le capot.

**Injecter** 2,5 mL d'amidon 0,4% dans la **cuve 1**.

Fermer le capot.

→ **À t = 30 s** | Répéter cette procédure pour la **cuve 2**.



>46

>47

>54

>61

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

> 53

AMYLASE

COLOR 4

CHAIN EXAO

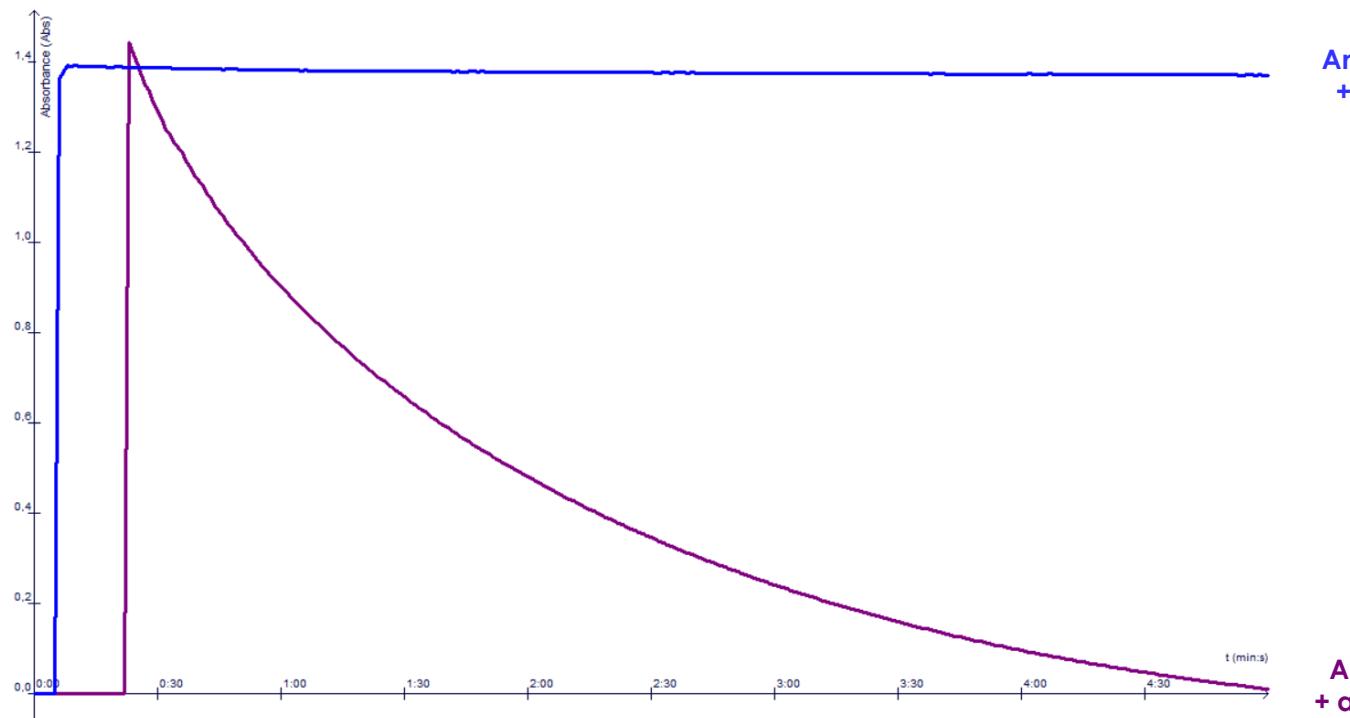
100% TRANSMISSION

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> EXEMPLE DE RÉSULTAT



Amidon + eau

Aspect des cuves à la fin des mesures



Présence d'amidon



Absence d'amidon

> Analyse

- Avec l'eau, l'absorbance ne varie pas. À la fin des mesures, la cuve contient encore la solution colorée d'amidon.
- Avec l'amylase, l'absorbance diminue rapidement au début, plus lentement ensuite. À la fin des mesures, la solution est décolorée.

> Conclusion

Comme l'absorbance est proportionnelle à la concentration en amidon, la baisse de l'absorbance traduit donc une baisse de la concentration en amidon. **La présence d'amylase est indispensable pour transformer l'amidon en sucre.**



>46

>47

>54

>61

>73

>54

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au Labo...

AMYLASE

COLOR 1G7

CHAIN EXAO

ZÉRO ABSORBANCE

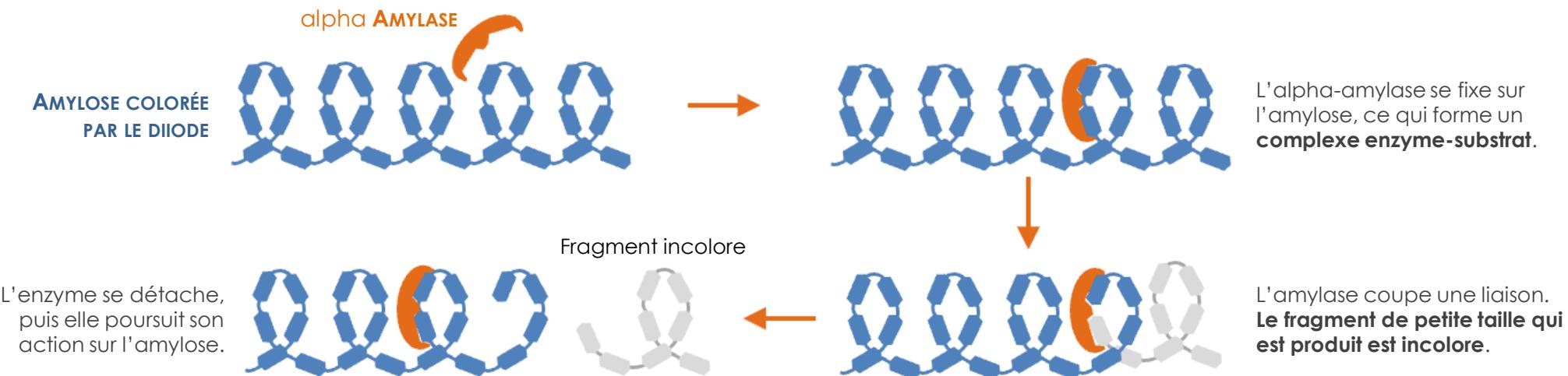
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> RÉACTION ENZYME-SUBSTRAT

La molécule d'amylose qui constitue l'amidon est organisée en hélice. **Quand du diiode est fixé dans cette hélice, l'amylose est colorée en violet.**



> MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR ÉTUDIER L'ACTION DE L'AMYLASE

Préparation des solutions > Au Labo...

CAPTEUR > Spectrophotomètre

Mesure l'absorbance de la solution.

Plus la solution est foncée, plus l'absorbance est élevée

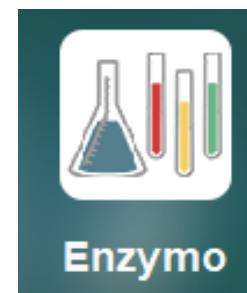


L'action de l'amylose augmente le nombre de fragments incolores > la solution s'éclaircit.



LOGICIEL > Enzyno

Enzyno est une version d'**Atelier Scientifique** adaptée pour étudier l'activité enzymatique



Enzyno



>46

>47

>54

>61

>73

> 55

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 1G7

CHAIN EXAO

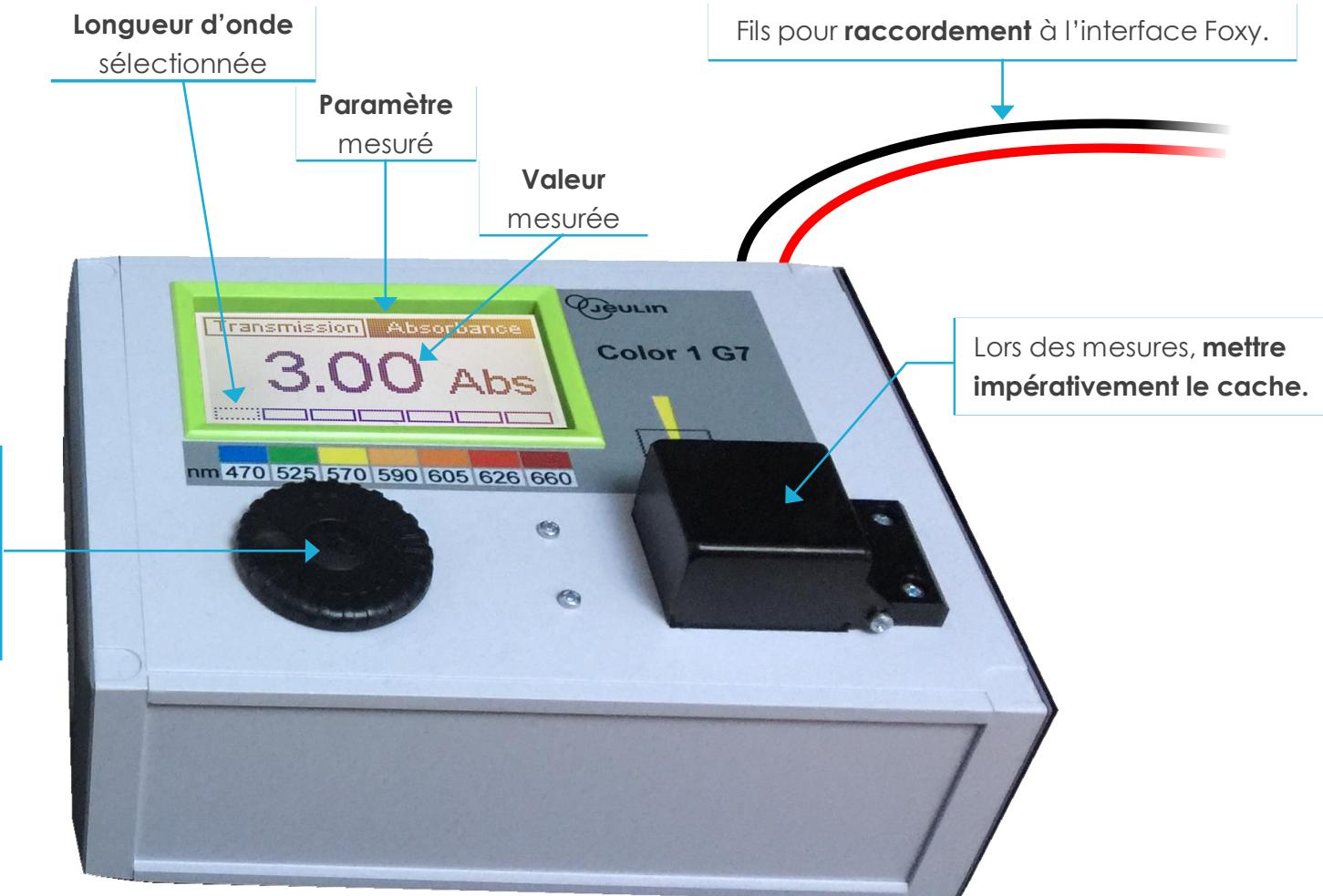
ZÉRO ABSORBANCE

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LE COLOR 1G7 EST UN SPECTROPHOTOMÈTRE À 1 CUVE



> La transmittance (T) en %

- o Ce paramètre exprime le rapport entre le flux de lumière qui entre dans la cuve (I_0) et celui qui en sort (I).

$$T = \frac{I}{I_0}$$

> L'absorbance (A)

- o C'est la capacité d'une solution à absorber la lumière.
- o Elle est proportionnelle à sa **concentration**.
- o Elle est calculée à partir de la transmittance.

$$A = -\log_{10}(T)$$



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 56

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 1G7

CHAÎNE EXAO

ZÉRO ABSORBANCE

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

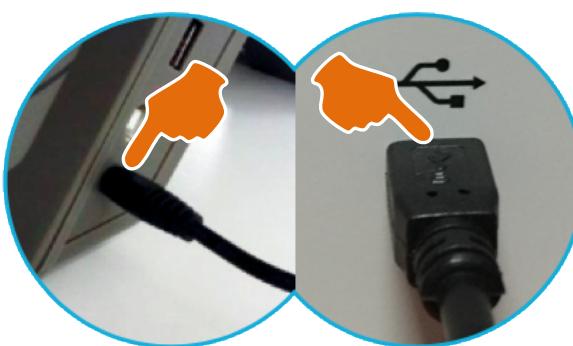
EXEMPLE DE RÉSULTAT

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

**Spectrophotomètre
COLOR 1G7**
Mesure l'absorbance
d'une solution.



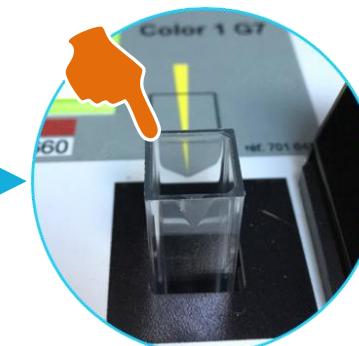
1 Connecter **Foxy** et le **COLOR 1G7** au secteur.



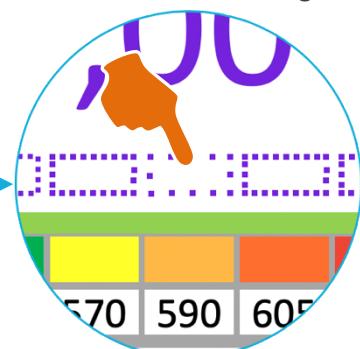
2 Connecter la **Foxy** au **COLOR 1G7**.



3 Placer une cuve vide puis mettre le cache.



4 Sélectionner **590 nm** pour l'amidon coloré au Lugol.



7 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Enzymo**.



6 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.

5 Allumer l'**ordinateur**



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 57

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 1G7

CHAIN EXAO

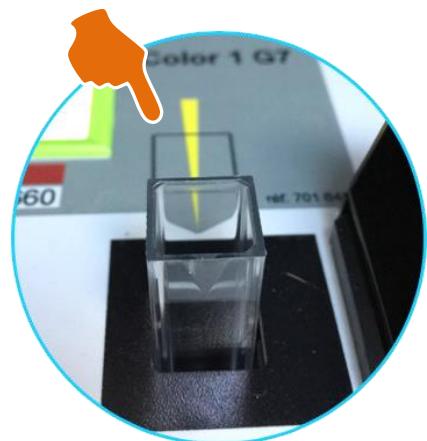
ZÉRO ABSORBANCE

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

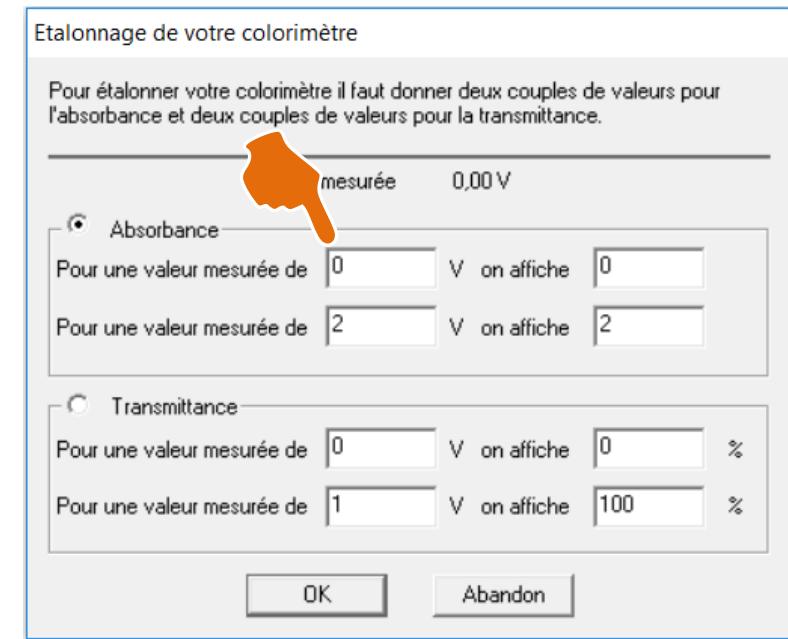
> FAIRE LE ZÉRO ABSORBANCE | L'étalonnage est valable pour toute la séance de TP



Placer une cuve vide
puis mettre le cache



Cliquer sur Étalonnage.



- Lire **sur l'écran du COLOR 1G7** la valeur de l'absorbance.
- Saisir cette valeur dans la case indiquée ci-dessus.
- Cliquer sur OK pour fermer la fenêtre.



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 58

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| **AMYLASE - COLOR 1G7**| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 1G7

CHAIN EXAO

ZÉRO ABSORBANCE

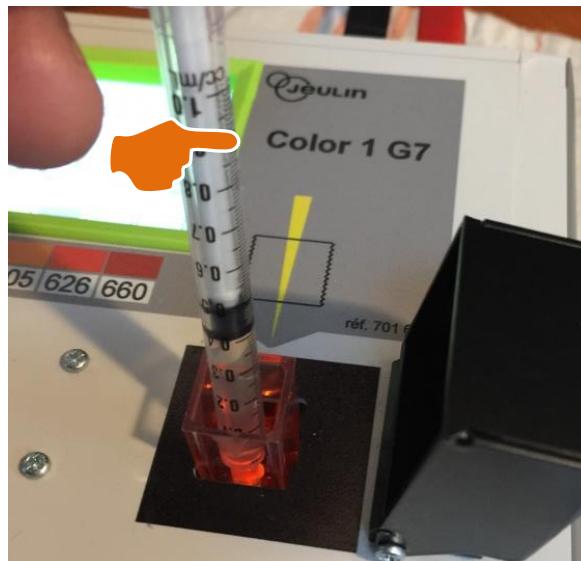
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PRÉPARER LES SOLUTIONS

Avec une petite seringue, verser dans la cuve **0,5 mL d'amylase**.



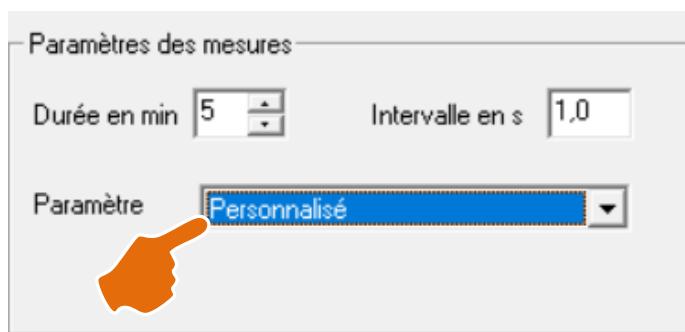
Préparer 1 seringue avec **2,5 mL d'amidon coloré au Lugol**.



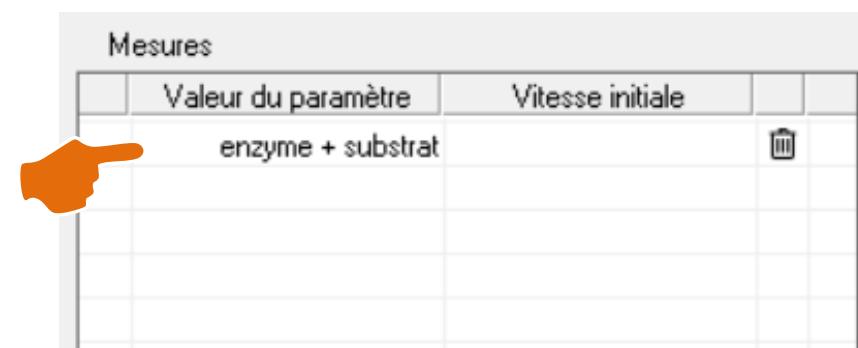
- La qualité des mesures dépend d'un mélange homogène de l'enzyme et du substrat.
- Le mélange se fait lors de l'injection du substrat, l'injection doit donc être assez rapide et se faire en une fois.

> PARAMÉTRER LE LOGICIEL ENZYMO

> Dans Paramètres des mesures, choisir **Personnalisé**.



> Dans la partie Mesures, **saisir la valeur du paramètre**.





>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 59

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 1G7

CHAIN EXAO

ZÉRO ABSORBANCE

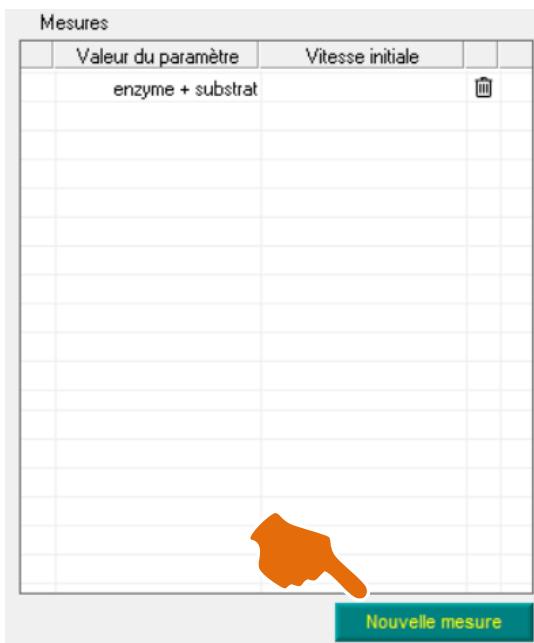
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

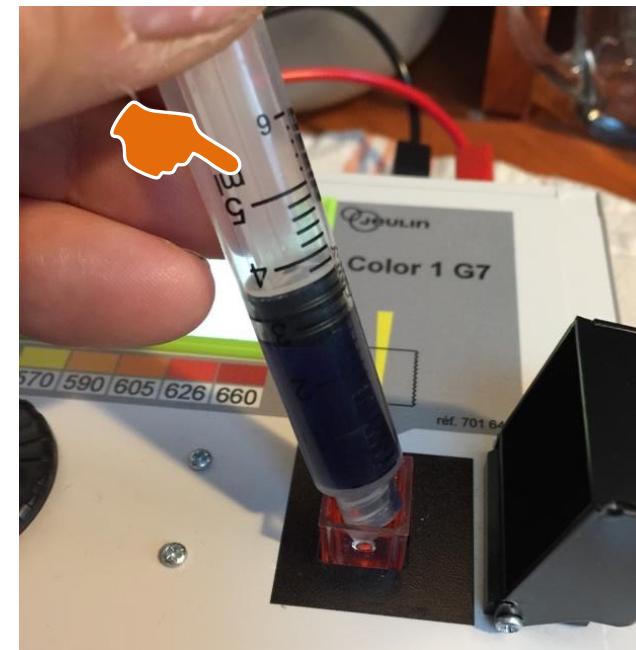
EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LANCER LES MESURES

Cliquer sur **Nouvelle mesure**.



À t = 30 s, **injecter 2,5 mL d'amidon 0,4 %.**



> À LA FIN DES MESURES

- Enlever la cuve
- Placer une nouvelle cuve
- Faire l'expérience suivante



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 60

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

AMYLASE

COLOR 1G7

CHAIN EXAO

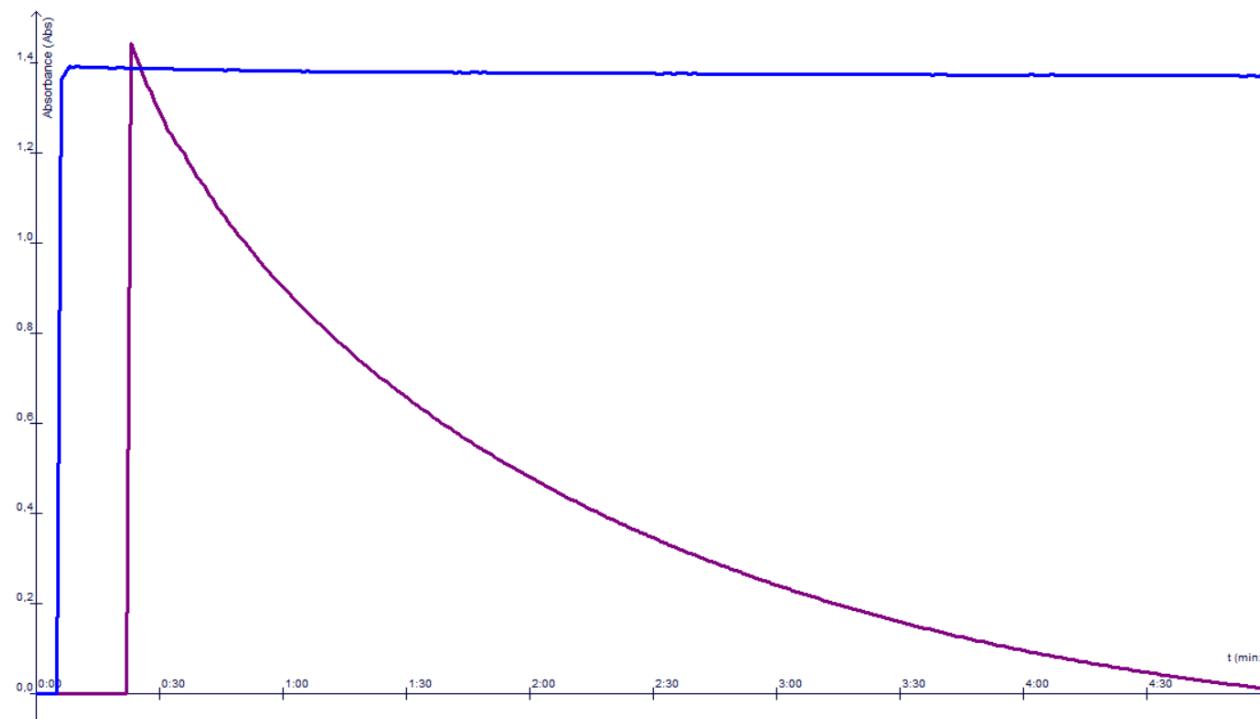
ZÉRO ABSORBANCE

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> EXEMPLE DE RÉSULTAT

Amidon
+ eauAspect des cuves
à la fin des mesuresPrésence
d'amidonAmidon
+ amylaseAbsence
d'amidon

> Analyse

- Avec l'eau, l'absorbance ne varie pas. À la fin des mesures, la cuve contient encore la solution colorée d'amidon.
- Avec l'amylase, l'absorbance diminue rapidement au début, plus lentement ensuite. À la fin des mesures, la solution est décolorée.

> Conclusion

Comme l'absorbance est proportionnelle à la concentration en amidon, la baisse de l'absorbance traduit donc une baisse de la concentration en amidon. **La présence d'amylase est indispensable pour transformer l'amidon en sucre.**



>46

>47

>54

>61

>73

> 61

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au Labo...

GLUCOSE OXYDASE

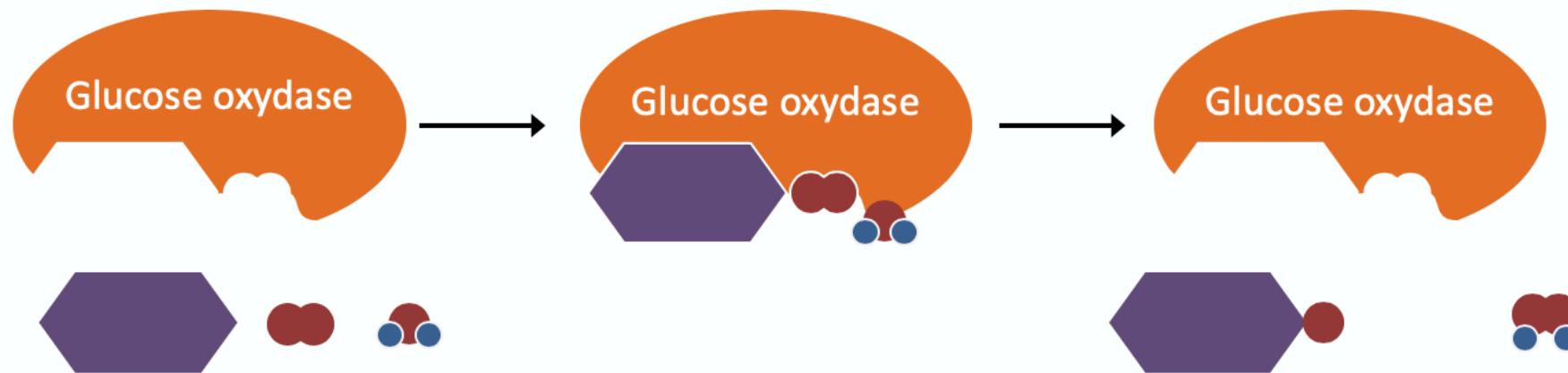
CHAIN ExAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> RÉACTION ENZYME-SUBSTRAT



> MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR ÉTUDIER L'ACTION DE LA GLUCOSE OXYDASE

Préparation des solutions > Au Labo...

L'action de la **glucose oxydase** diminue la concentration en O₂ dans le milieu.

CAPTEUR > **Oxymètre**

+

ENCEINTE > **Bioréacteur**

+

LOGICIEL > **Enzymo**

Enzymo est une version adaptée d'**Atelier Scientifique** pour étudier l'activité enzymatique



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 62

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂ | CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

GLUCOSE OXYDASE

CHAIN ExAO

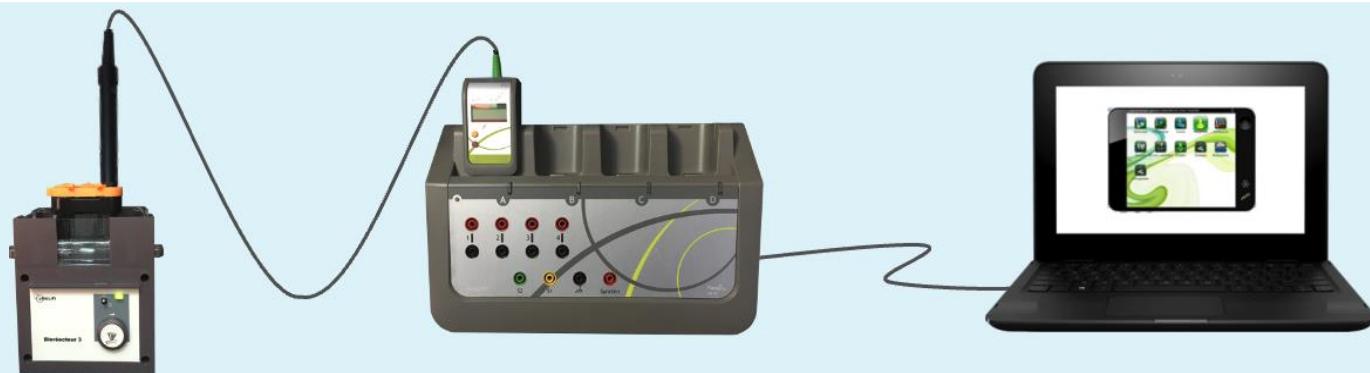
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE ExAO

L'**oxymètre** mesure la concentration d'**O₂** dissous dans l'eau.



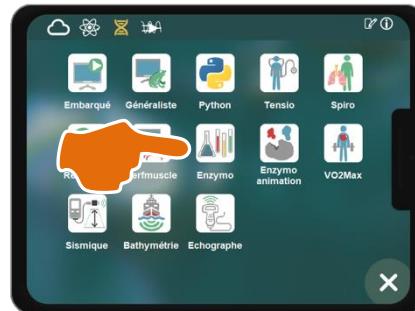
1 Connecter **Foxy** au secteur.



2 Connecter le capteur oxymètre à **Foxy**.



3 Allumer l'**ordinateur**



5 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Enzymo**.

4 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.





>46

>47

>54

>61

>73

> 63

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

GLUCOSE OXYDASE

CHAINExAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PRÉPARER LE BIORÉACTEUR

Placer la bague du fût porte-sonde pour obtenir une capacité de **10 mL**.



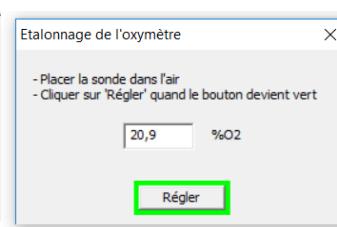
La tête de l'oxymètre dépasse de **1 à 2 mm**.



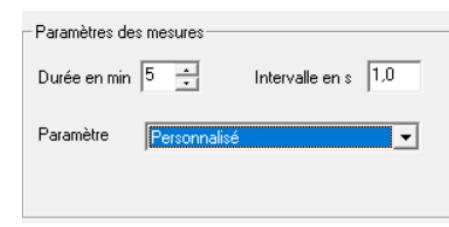
Régler la vitesse de l'agitation au **minimum**.

> PARAMÉTRER LE LOGICIEL ENZYMO

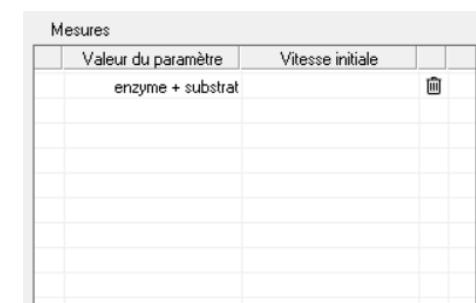
Appareil de mesure
> Étalonner l'oxymètre si cela est nécessaire.



> Dans Paramètres des mesures, choisir **Personnalisé**.



> Dans la partie Mesures, **saisir la valeur du paramètre**.





>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 64

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

GLUCOSE OXYDASE

CHAINExAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

Verser dans la cuve du bioréacteur
10 mL de solution aqueuse de glucose.



Placer le fût porte-sonde.



Mettre en marche l'agitation
(réglée au minimum).





>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 65

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂ | CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

GLUCOSE OXYDASE

CHAIN ExAO

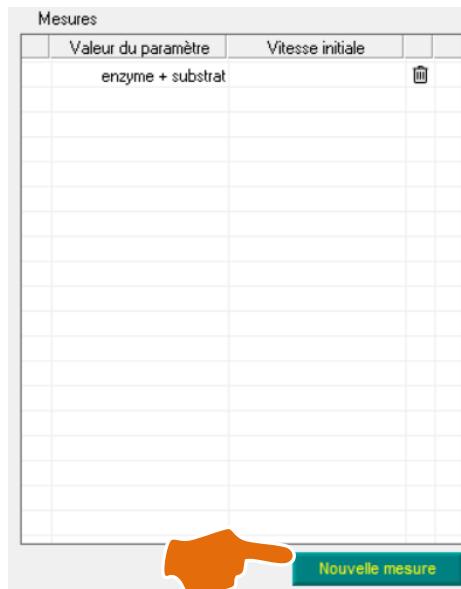
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LANCER LES MESURES

> Dans Mesures, cliquer sur
Nouvelle mesure.



À t = 1 min, injecter 0,5 mL
de solution de glucose oxydase 100 U/mL.



> À LA FIN DES MESURES

- **Laver** la cuve du bioréacteur, **essuyer**.
- **Rincer** le fût porte-sonde et la tête de l'oxymètre, **essuyer délicatement**.



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂ | CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

> 66

GLUCOSE OXYDASE

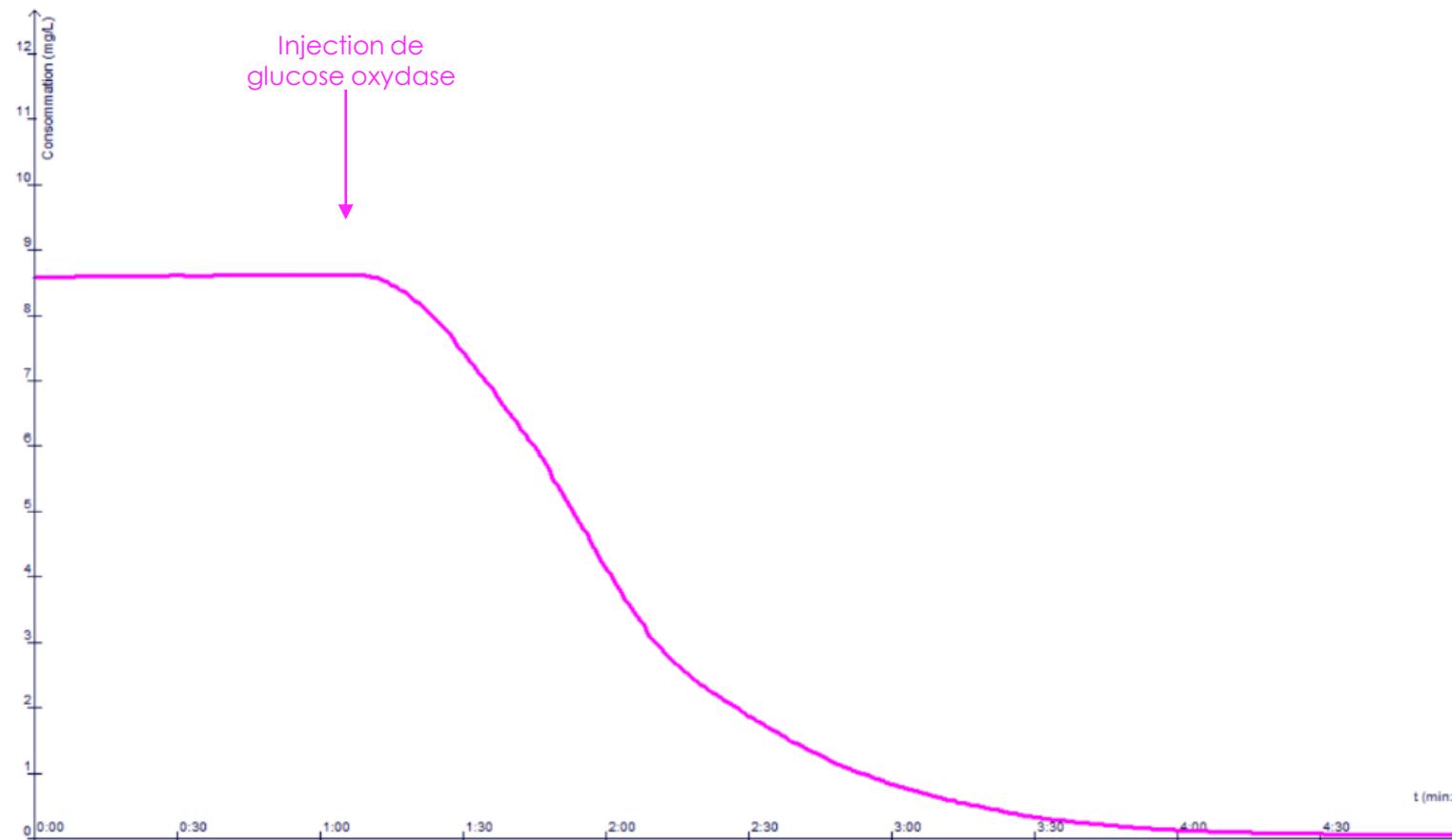
CHAIN ExAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> EXEMPLE DE RÉSULTAT



> Analyse

- La concentration en O₂ dans le milieu diminue seulement après injection de glucose oxydase dans une solution de glucose.

> Conclusion

- La réaction entre le glucose et la glucose oxydase consomme du dioxygène.



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| AU LABO...

> 67

CATALASE

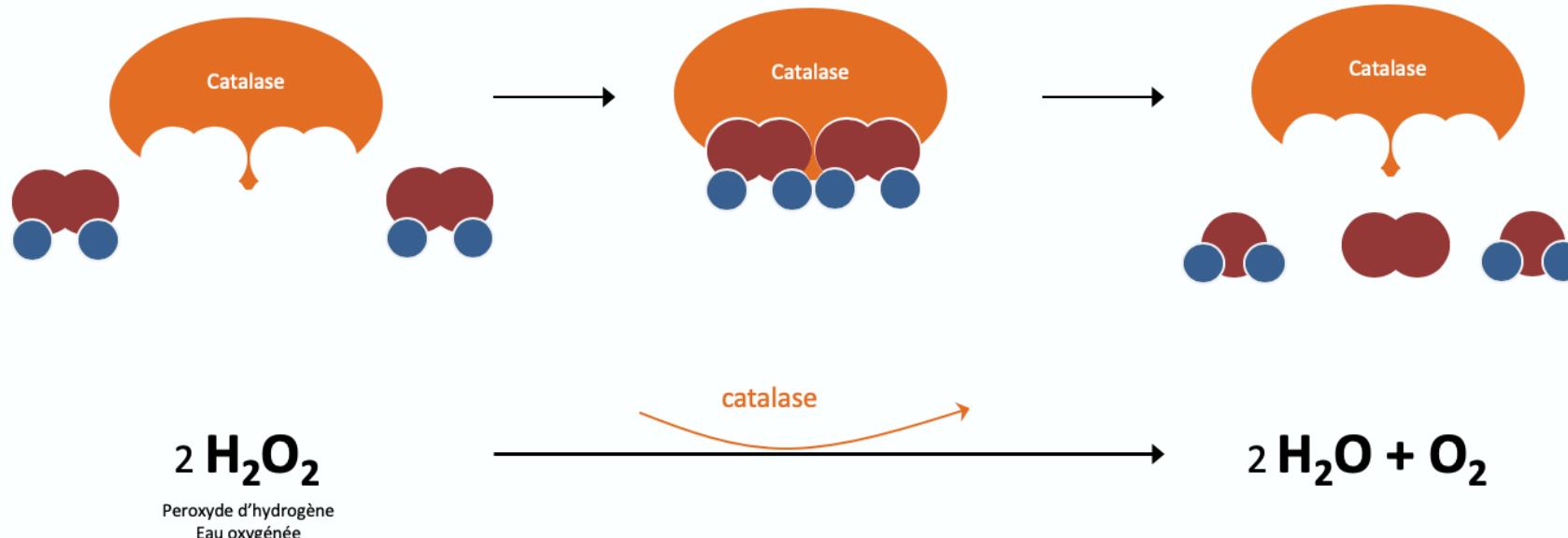
CHAIN EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE ○ ○

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> RÉACTION ENZYME-SUBSTRAT



- La **catalase** forme avec le **peroxyde d'hydrogène** un **complexe enzyme-substrat**.
- La catalase est une **oxydoréductase** : elle catalyse la dismutation de peroxyde d'hydrogène (= eau oxygénée) en **eau** et **dioxygène**.
- La catalase n'est pas détruite lors de la réaction : c'est un **catalyseur**.

> MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR ÉTUDIER L'ACTION DE LA CATALASE

Préparation des solutions > Au Labo...

L'action de la **catalase** augmente la concentration en O₂ dans le milieu.

CAPTEUR > **Oxymètre**ENCEINTE > **Bioréacteur**LOGICIEL > **Enzymo**

Enzymo est une version adaptée d'**Atelier Scientifique** pour étudier l'activité enzymatique



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 68

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| AU LABO...

CATALASE

CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE ○ ○

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

L'oxymètre mesure la concentration d'**O₂** dissous dans l'eau.



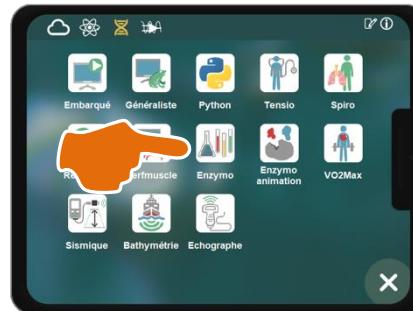
1 Connecter **Foxy** au secteur.



2 Connecter le capteur oxymètre à **Foxy**.



3 Allumer l'**ordinateur**



5 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Enzymo**.



4 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 69

> ENZYME

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| AU LABO...

CATALASE

CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PRÉPARER LE BIORÉACTEUR

Placer la bague du fût porte-sonde pour obtenir une capacité de **10 mL**.



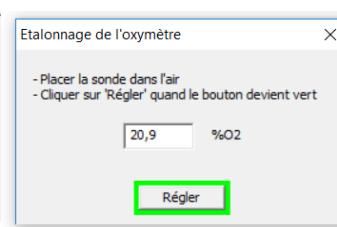
La tête de l'oxymètre dépasse de **1 à 2 mm**.



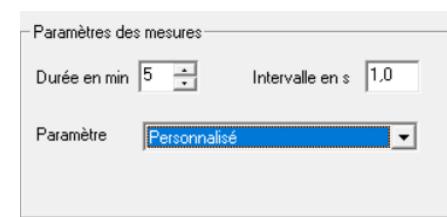
Régler la vitesse de l'agitation au **minimum**.
Ne pas mettre l'agitateur en fonctionnement.

> PARAMÉTRER LE LOGICIEL ENZYMO

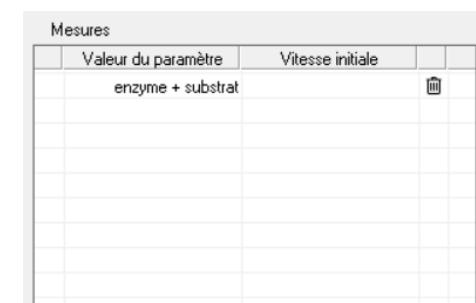
Appareil de mesure
> **Étalonner** l'oxymètre si cela est nécessaire



> Dans Paramètres des mesures, choisir **Personnalisé**.



> Dans la partie Mesures, **saisir la valeur du paramètre**.





>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 70

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| AU LABO...

CATALASE

CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

Verser **10 mL** d'eau peu minéralisée dans la cuve.



Placer le fût porte-sonde.



Vérifier l'absence de bulle d'air sur la tête de sonde.

> INJECTER LA SOLUTION DE PEROXYDE D'HYDROGÈNE

Injecter lentement **0,5 mL** de solution de peroxyde d'hydrogène 0,1 V.



Mettre en marche l'agitation (réglée au minimum). Attendre 2 à 3 minutes que les mesures se stabilisent.





>46

>47

>54

>61

>67

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| AU LABO...

> 71

CATALASE

CHAINE EXAO

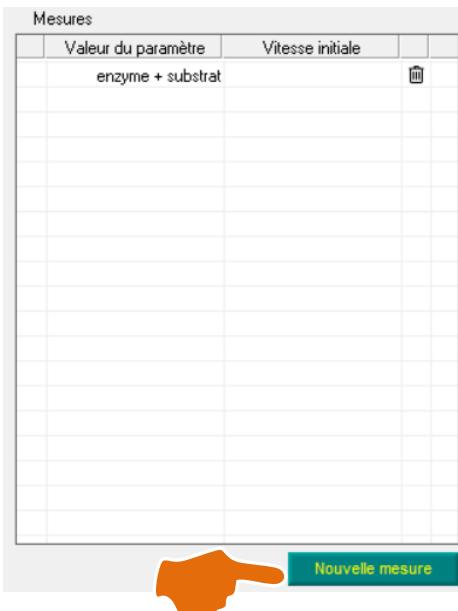
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE ○ ○

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LANCER LES MESURES

> Dans Mesures, cliquer sur
Nouvelle mesure.



À $t = 1$ min, injecter 0,5 mL
de catalase 0,1 mg/L.



> À LA FIN DES MESURES

- **Laver** la cuve du bioréacteur, **essuyer**.
- **Rincer** le fût porte-sonde et la tête de l'oxymètre, **essuyer délicatement**.



>46

>47

>54

>61

>67

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

> 72

CATALASE

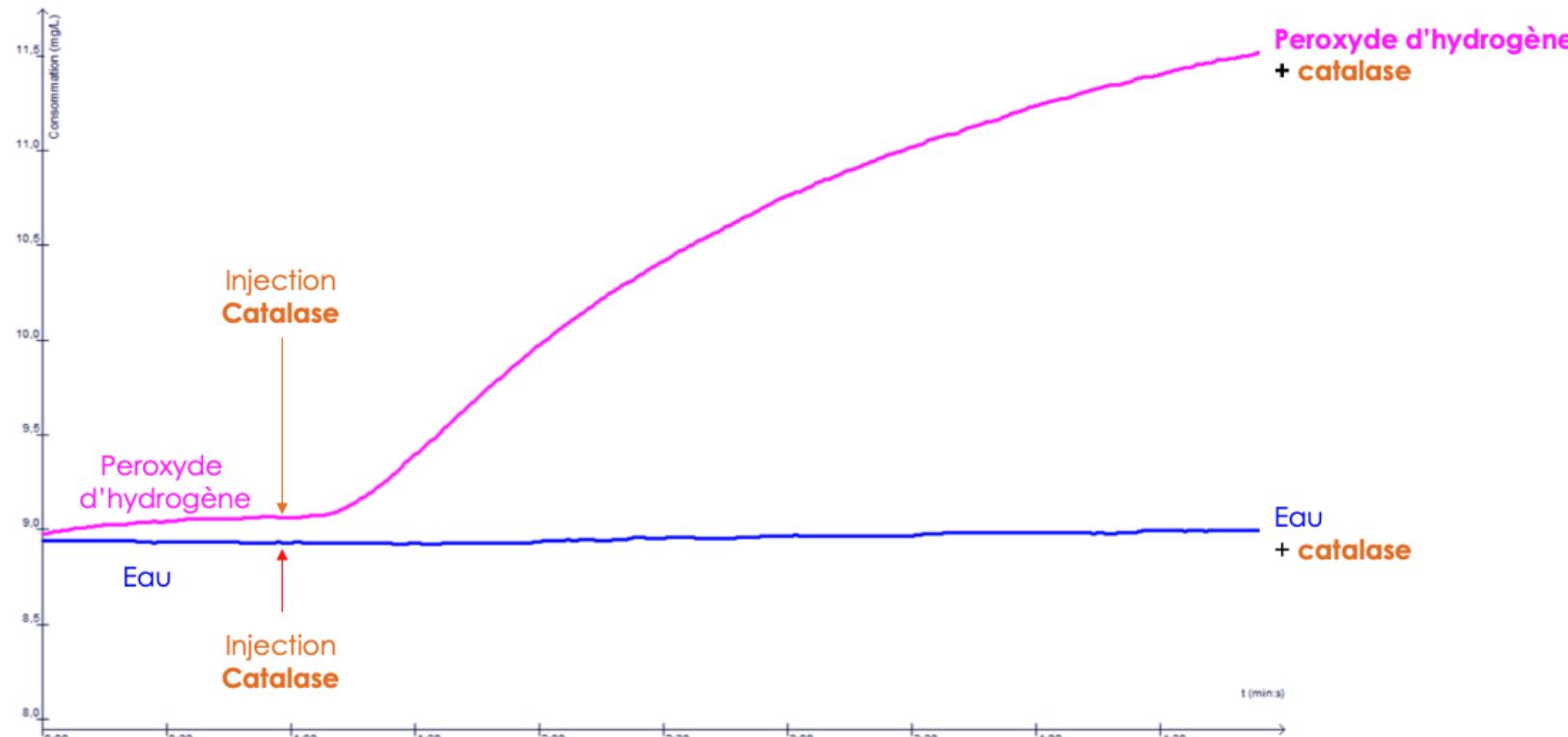
CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE ○ ○

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> EXEMPLE DE RÉSULTAT



> Analyse

- Avec l'eau, l'injection de catalase ne modifie pas la concentration en O₂ dans le bioréacteur.
- Avec le peroxyde d'hydrogène, la concentration en O₂ est stable.
- Après l'injection de catalase, la concentration en O₂ augmente régulièrement.

> Conclusion

La catalase provoque la dismutation du peroxyde d'hydrogène et la production d'O₂.



>46

>47

>54

>61

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

> 73

MAÏZENA & GERBLÉ

AMIDON & AMYLASE

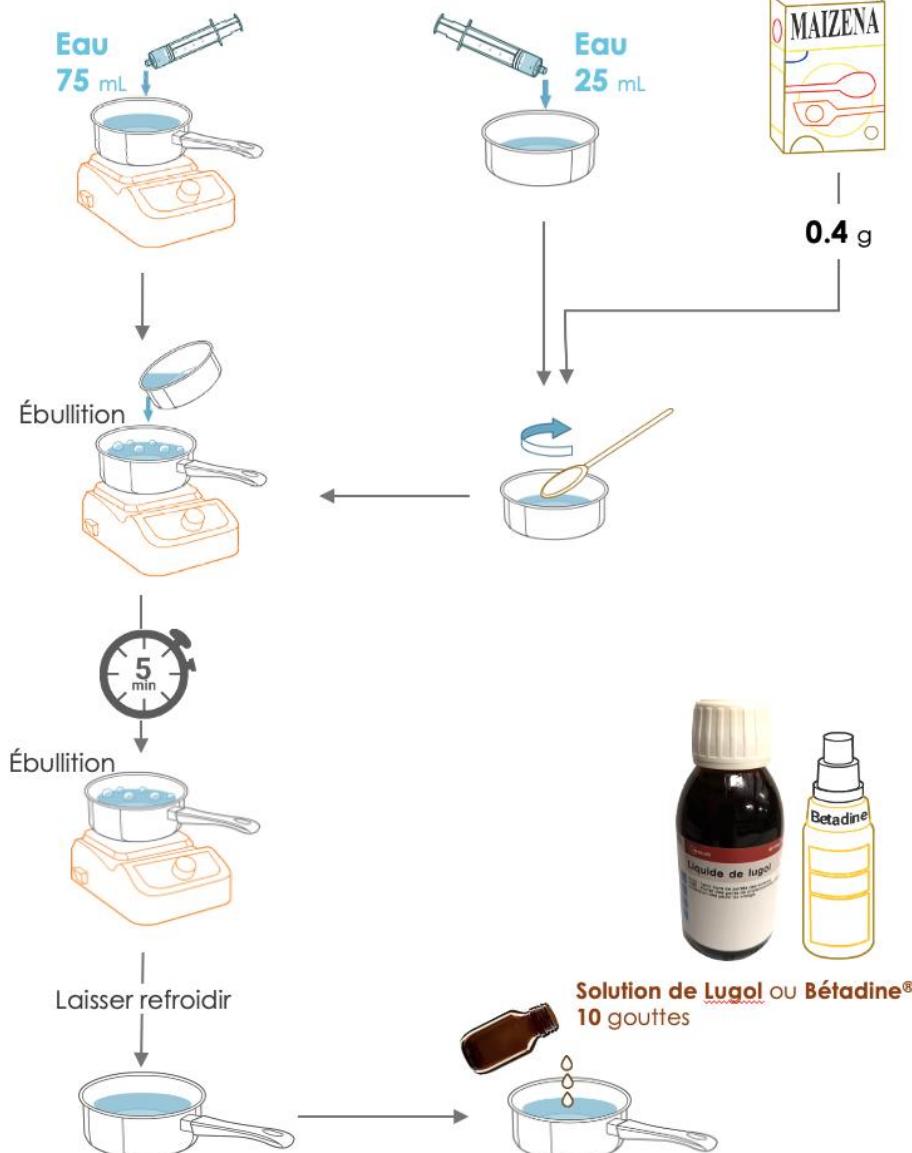
QUELLE MAXILASE ?

GLUCOSE OXYDASE & GLUCOSE

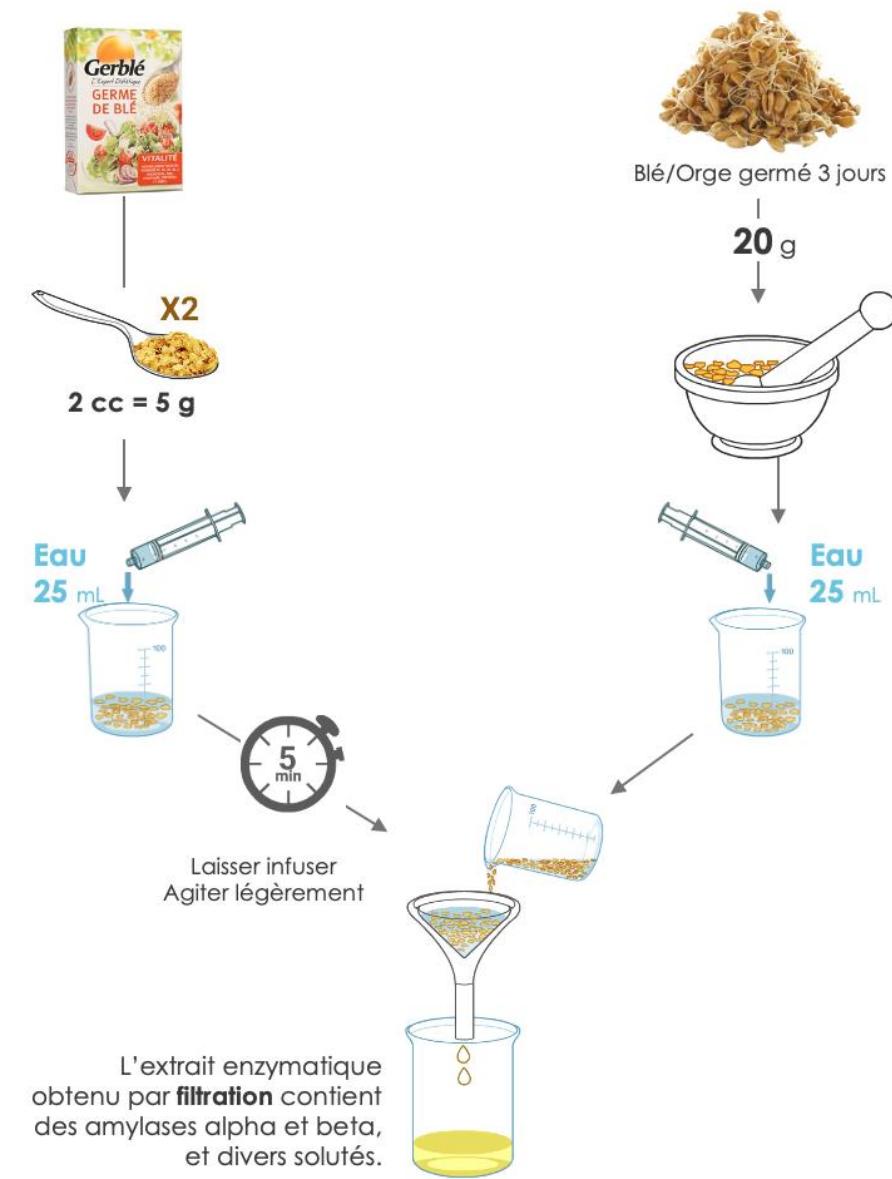
CATALASE & H₂O₂ ○ ○ENTRETIEN SONDE O₂

ACTION DE L'AMYLASE SUR L'AMIDON > EXPÉRIMENTER AVEC MAÏZENA® ET GERBLÉ®

> Préparer la solution d'amidon avec Maïzena®



> Préparer la solution enzymatique avec Gerblé® ou du blé germé





>46

>47

>54

>61

>67

>73

> 74

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

MAÏZENA & GERBLÉ

AMIDON & AMYLASE

QUELLE MAXILASE ?

GLUCOSE OXYDASE & GLUCOSE

CATALASE & H₂O₂ ○ ○ENTRETIEN SONDE O₂

ACTION DE L'AMYLASE SUR L'AMIDON > EXPÉRIMENTER AVEC DE L'AMIDON SOLUBLE ET DE L'AMYLASE

> Préparer l'amidon soluble



100 g

La préparation de cet amidon est **rapide**.

- Verser **0,4 g** dans **100 mL d'eau bouillante**.
- Agiter puis laisser refroidir.
- Compléter à 100 mL pour compenser l'eau vaporisée lors de la préparation.
- Coloration : **8 gouttes de Lugol**.

> Préparer la solution enzymatique | 3 choix possibles

Maxilase® comprimé



Pour 1 comprimé

- **Masse** = 0,5 g
- **Composition**
 - Alpha-amylase : 3 000 U CEIP
 - Saccharose : 189 mg
 - Lactose : 122 mg
 - Enrobage : colorant jaune orangé
- **Préparation**
 - Laver à l'eau le comprimé pour enlever l'enrobage.
 - Broyer **le comprimé**.
 - Dissoudre dans **10 mL d'eau**.
 - **Filtrer** (c'est important).

Amylase bactérienne



- **Composition**.

- L'amylase bactérienne ne contient que de l'alpha-amylase.

- **Préparation d'une solution à 2 %**

- Dissoudre **2 g** d'amylase dans **100 mL** d'eau.

Maxilase® sirop



Pour 1 mL

- **Composition**
 - Alpha-amylase : 200 U CEIP
 - Saccharose : 640 mg
 - Huile essentielle soluble de mandarine
- **Préparation**
 - Sirop prêt à l'emploi.



>46

>47

>54

>61

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

> 75

MAÏZENA & GERBLÉ

AMIDON & AMYLASE

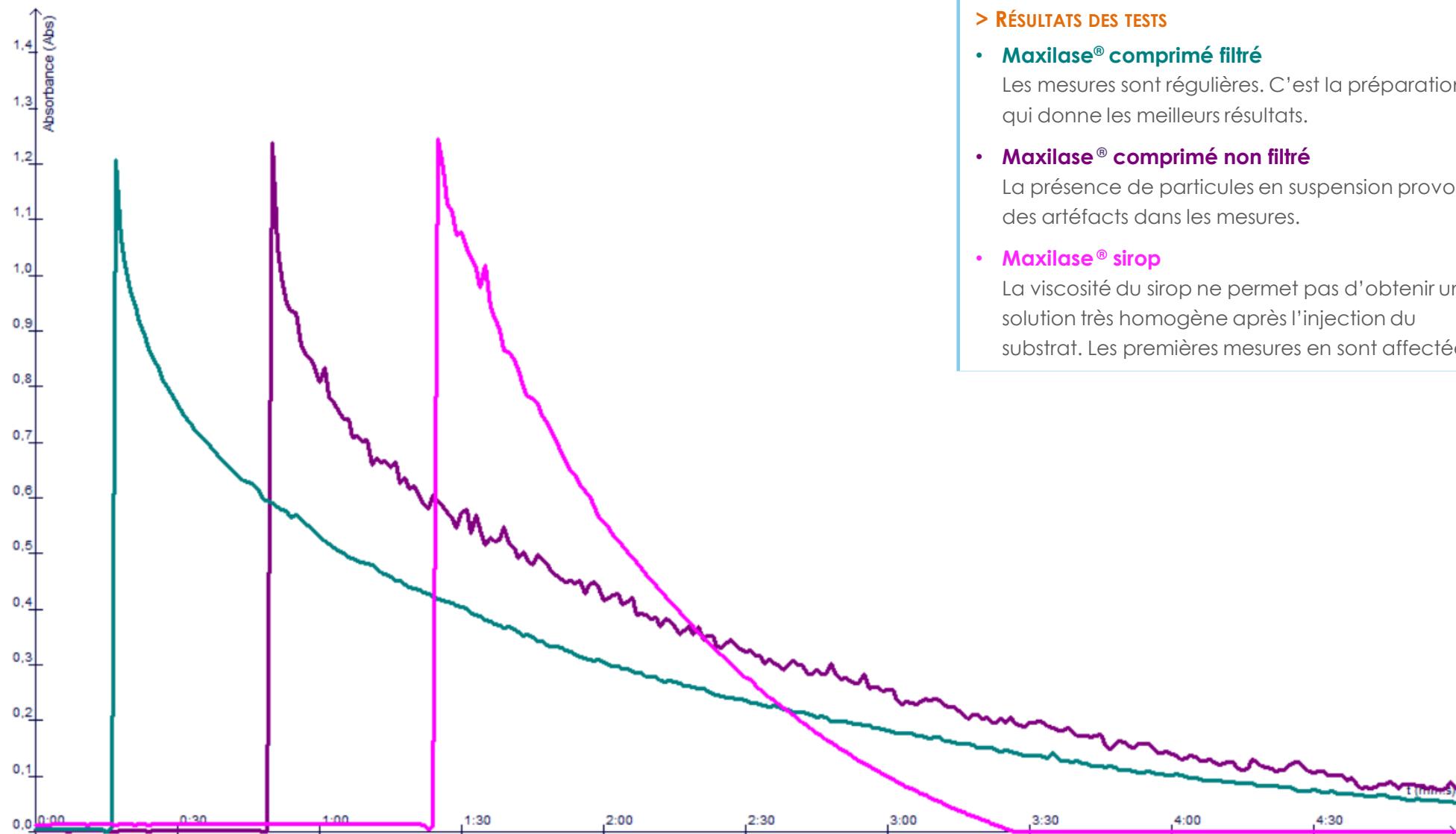
QUELLE MAXILASE ?

GLUCOSE OXYDASE & GLUCOSE

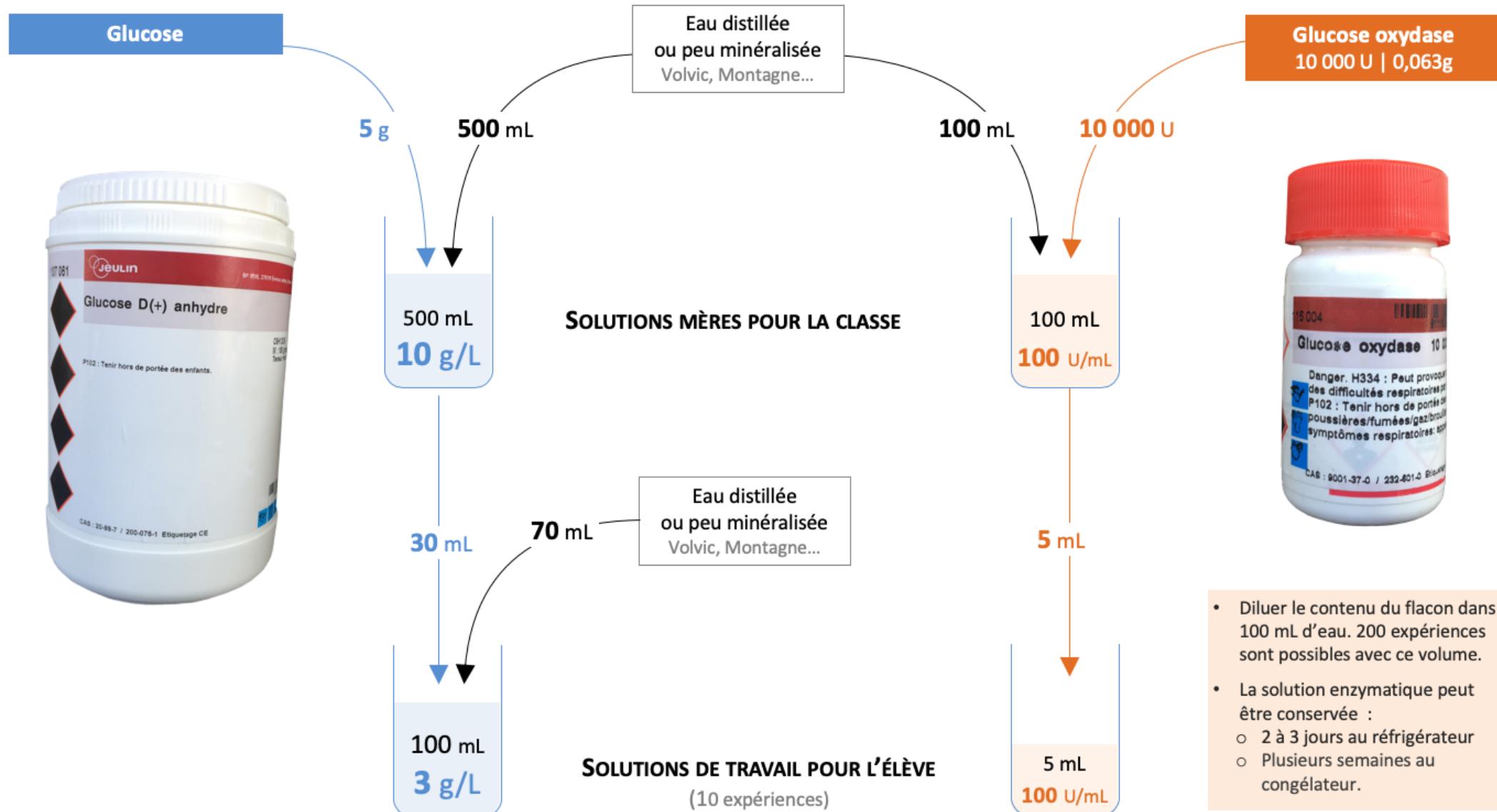
CATALASE & H₂O₂ ○ ○ENTRETIEN SONDE O₂

ACTION DE L'AMYLASE SUR L'AMIDON > QUELLE MAXILASE ® UTILISER ?

Facile à trouver dans la commerce, facile à utiliser en classe, Maxilase ® est une source d'amylase disponible en sirop et en comprimés. Quelle Maxilase ® utiliser ?



ACTION DE LA GLUCOSE OXYDASE SUR LE GLUCOSE > PRÉPARATION DES SOLUTIONS



ACTION DE LA CATALASE SUR LE PEROXYDE D'HYDROGÈNE > À PROPOS DU PEROXYDE D'HYDROGÈNE



SOLUTION DE PEROXYDE D'HYDROGÈNE | 34,02 G/MOL | 33 % | 110 V

- **33 %** exprime la concentration massique en peroxyde d'hydrogène exprimée en %.
Masse d'un litre de solution : 1110 g ($d = 1,11$)
Concentration massique de peroxyde d'hydrogène : $1110 \times 0,33 = \mathbf{366 \text{ g/L}}$
- **110 V** exprime le volume de dioxygène libéré par 1 litre de solution soit **110 litres de dioxygène** ($T = 0^\circ\text{C}$, $P = 1 \text{ atm}$).
À 0°C , une mole de gaz occupe 22,4 L. **1 litre** de peroxyde d'hydrogène contient donc :
 $110/22,4 = \mathbf{4,91 \text{ moles d}'\text{O}_2}$.
- **$2 \text{ H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2$**
1 litre de peroxyde d'hydrogène à 33 % contient $4,81 \times 2 = \mathbf{9,82 \text{ moles d}'\text{H}_2\text{O}_2}$.

Le **peroxyde d'hydrogène en solution aqueuse est instable**, une dismutation se produit lors des manipulations : injection, agitation, ...

> Les adaptations du protocole pour limiter l'instabilité

- **Le peroxyde d'hydrogène est injecté lentement** dans le bioréacteur fermé sans agitation.
- **L'agitation est réglée au minimum**, mais elle reste indispensable pour homogénéiser le milieu réactionnel.
- **Il faut attendre 3 à 4 min après l'injection du peroxyde d'hydrogène pour lancer les mesures.** Le peroxyde d'hydrogène injecté contient beaucoup de dioxygène dissous, il se désmute aussi lors de l'injection et de l'agitation : la concentration en O₂ augmente pendant 3 à 4 min puis elle se stabilise. Cette stabilisation est nécessaire pour établir une relation entre injection de catalase et augmentation de la concentration en O₂.
- **Les mesures débutent par une phase témoin, sans injection** pour comparer avant et après l'injection de la catalase. Cela permet aussi de vérifier le bon nettoyage de la sonde et des cuves entre deux expériences.



>46

>47

>54

>61

>73

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

> 78

MAÏZENA & GERBLÉ

AMIDON & AMYLASE

QUELLE MAXILASE ?

GLUCOSE OXYDASE & GLUCOSE

CATALASE & H₂O₂ ENTRETIEN SONDE O₂

ACTION DE LA CATALASE SUR LE PEROXYDE D'HYDROGÈNE > PRÉPARATION DES SOLUTIONS

Peroxyde d'hydrogène
33% | 110 V



Eau distillée
ou peu minéralisée
Volvic, Montagne...

Catalase
2000-5000 UI/mg

2 mL

20 mL

100 mL

100 mg

10 V

1g/L

SOLUTIONS MÈRES POUR LA CLASSE
Conservation au réfrigérateur
en flacon bouché

Eau distillée
ou peu minéralisée
Volvic, Montagne...

99 mL

9 mL

1 mL

0,1 V

0,1g/L

SOLUTIONS DE TRAVAIL POUR L'ÉLÈVE
(20 expériences)





>46

>47

>54

>61

>73

> 79

> ENZYMES

| AMYLASE - COLOR 4

| AMYLASE - COLOR 1G7

| GLUCOSE OXYDASE - SONDE O₂| CATALASE - SONDE O₂

| Au LABO...

MAÏZENA & GERBLÉ

AMIDON & AMYLASE

QUELLE MAXILASE ?

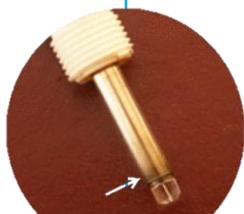
GLUCOSE OXYDASE & GLUCOSE

CATALASE & H₂O₂ ○ ○ENTRETIEN SONDE O₂

> DIAGNOSTIC

Les valeurs affichées par la sonde dans l'air ambiant sont instables ou anormales.

Examen de l'électrode



> L'électrode est oxydée



> Nettoyer à l'ammoniaque 0,1 M avec un chiffon doux



Électrode après nettoyage

Examen de la tête



> La membrane est percée ou obstruée
> Changer la tête de sonde

Examen de l'électrolyte

> L'électrolyte est jaunâtre
> Changer l'électrolyte

> CHANGER L'ÉLECTROLYTE



1 Dévisser la tête de sonde

2 Remplir aux ¾ d'électrolyte

3 Tapoter pour chasser les bulles d'air

4 Revisser

5 Utiliser la sonde

Toujours utiliser l'électrolyte spécifique à cette sonde

> STOCKAGE DE LA SONDE

Stockage de courte durée

- Vider l'électrolyte.
- Rincer l'électrode et la tête de sonde avec une eau peu minéralisée.
- Stocker la tête et le corps de sonde au sec.

Stockage prolongé

- Vider l'électrolyte.
- Nettoyer l'électrode à l'ammoniaque 0,1 M avec un chiffon doux.
- Rincer abondamment l'électrode et la tête de sonde avec une eau peu minéralisée.
- Stocker la tête et le corps de sonde au sec.



>80

>81

>88

>91

>94

> 80

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

POUR DÉBUTER

POUR DÉBUTER

RÉFLEXE MYOTATIQUE

L'étirement d'un muscle provoque sa contraction réflexe.

> Le **marteau réflexe** est nécessaire pour provoquer l'étirement et déclencher l'acquisition.

> L'activité électrique de faible tension qui accompagne la contraction du muscle permet d'identifier les caractéristiques de l'activité réflexe.

ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE DES MUSCLES

La **contraction musculaire** est déclenchée par des messages nerveux qui se propagent ensuite dans le muscle.

> Cette activité électrique de faible tension est enregistrable à la surface de la peau.

ACTIVITÉ CARDIAQUE

La **contraction du myocarde** est déclenchée par des messages nerveux qui se propagent ensuite dans ce muscle.

> Cette activité électrique de faible tension est enregistrable à la surface de la peau.

ACTIVITÉ DU NERF

Un nerf est composé d'une population de fibres nerveuses, chaque fibre assure la propagation d'un message nerveux.

> Une cuve à nerf est nécessaire pour stimuler le nerf et capter les messages nerveux générés par cette stimulation.

> Ce dispositif permet d'enregistrer le potentiel global du nerf, somme des messages nerveux transmis par chaque fibre nerveuse.

> CAPTER LE SIGNAL

- **Électrodes** cardiaques



> TRAITER LE SIGNAL

- Capteur **Electrophy** relié au cordon ECG

> PARAMÉTRER L'ACQUISITION ET VISUALISER LE RÉSULTAT

- Atelier scientifique généraliste

> STIMULER LE NERF ET CAPTER LE MESSAGE NERVEUX GLOBAL

- Capteur **Electrophy** et cordon fiches bananes
- **Cuve à nerf**



> PARAMÉTRER L'ACQUISITION ET VISUALISER LE RÉSULTAT

- Logiciel **Nermuscle**



>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 81

REPÈRES

PRÉPARER LA PERSONNE ○ ○

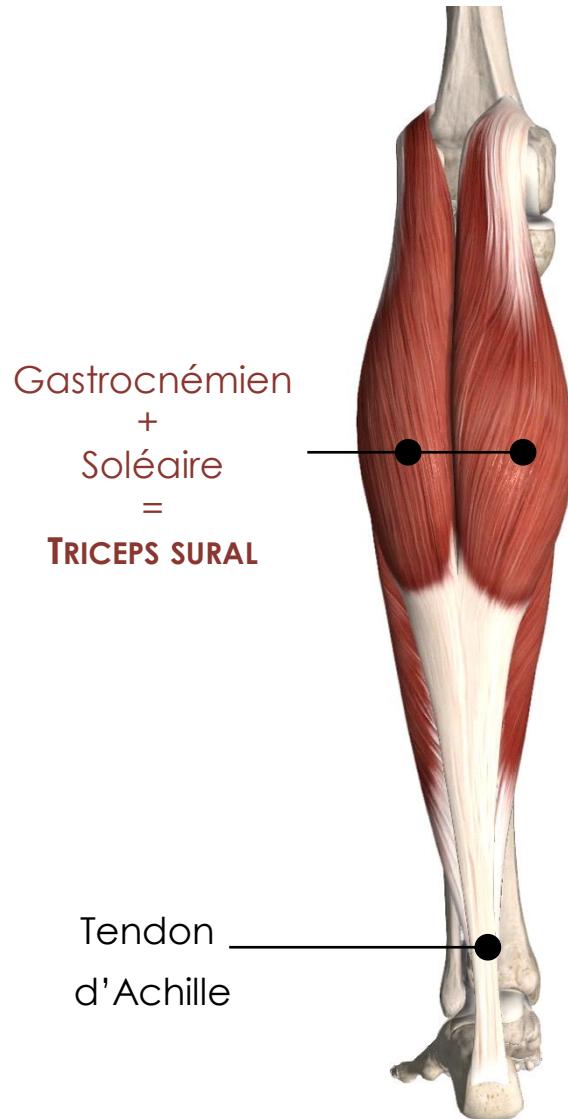
CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

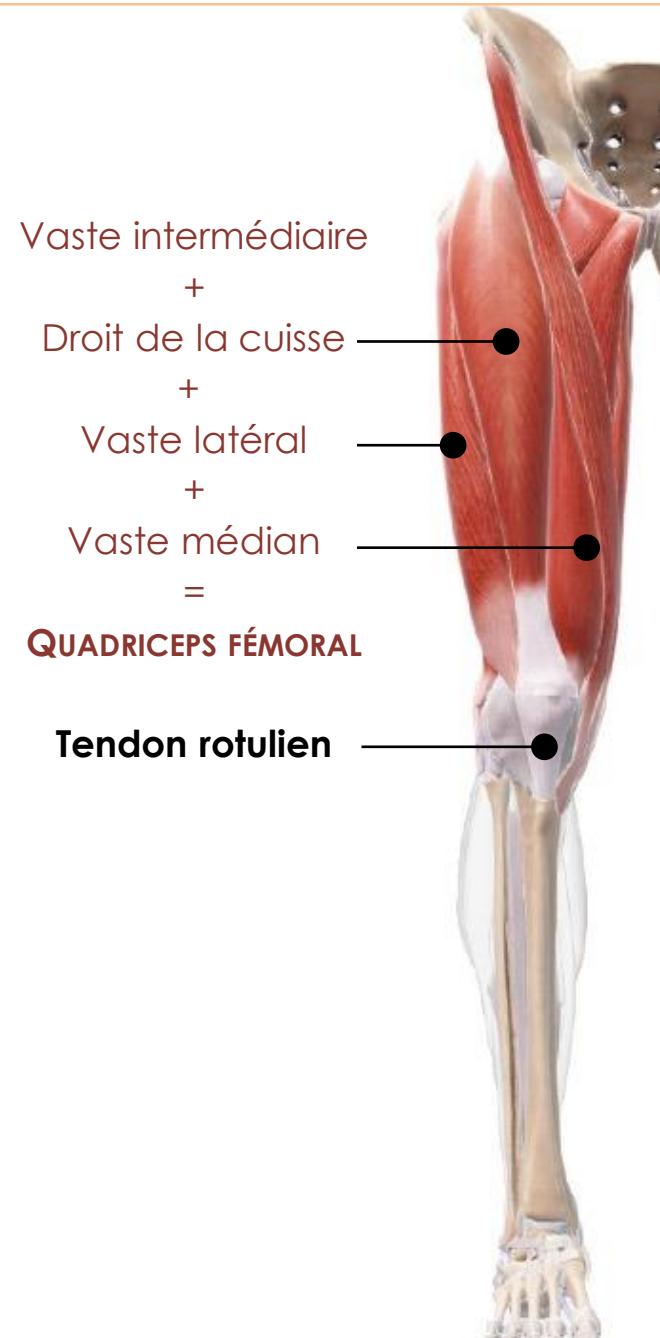
LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> RÉFLEXE ACHILLÉEN



> RÉFLEXE ROTULIEN



> ORGANISATION DU RÉFLEXE

Stimulus

Étirement du muscle
> Production d'un message nerveux sensitif.

MOELLE ÉPINIÈRE

Traitement des messages nerveux sensitifs.

Production de messages nerveux moteurs.

Réponse

Contraction du muscle étiré provoquée par les messages nerveux moteurs.



>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 82

REPÈRES

PRÉPARER LA PERSONNE

CHAINES EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

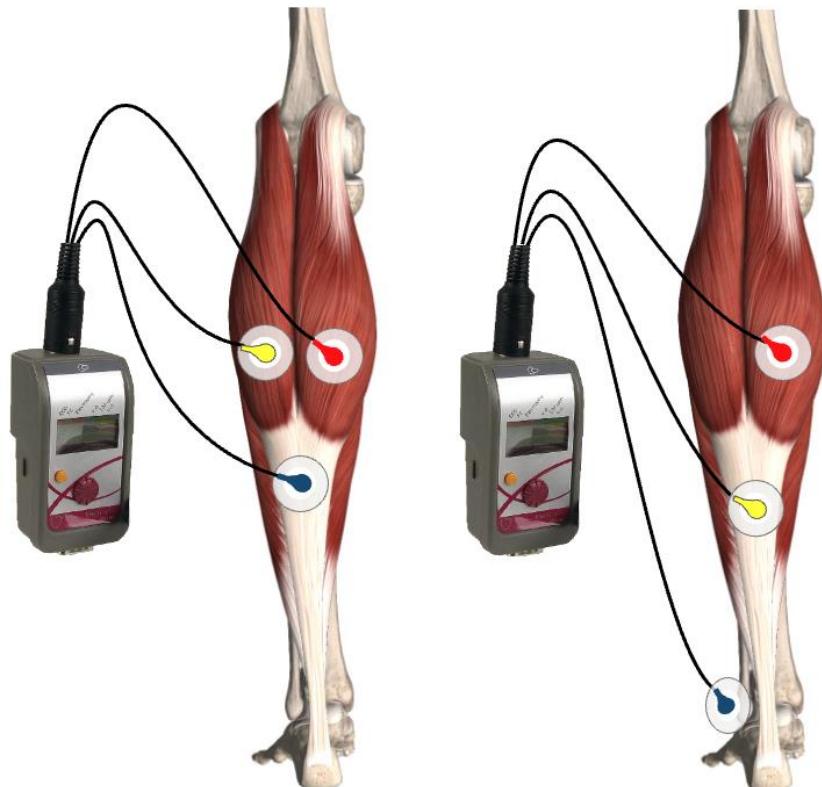
EXEMPLE DE RÉSULTAT

RÉFLEXE ACHILLÉEN > PRÉPARER LA PERSONNE QUI SE PRÊTE À L'EXPÉRIENCE

> Placer les électrodes

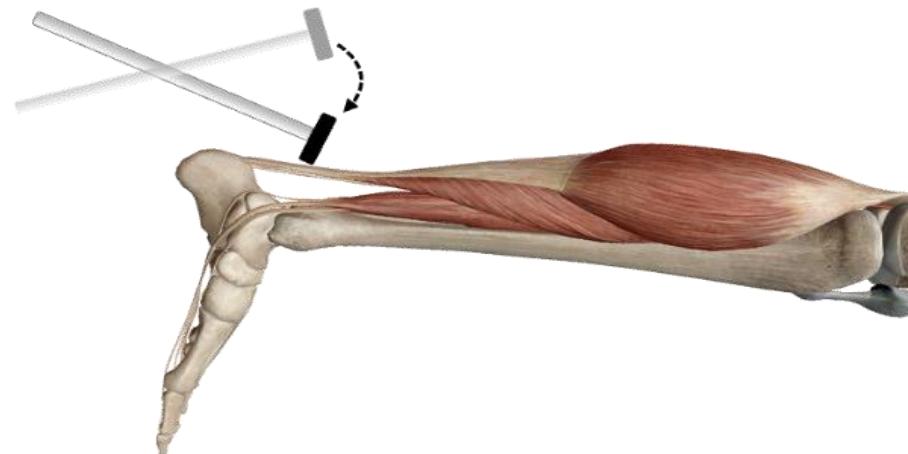
1. Nettoyer la peau avec de l'alcool à 60° pour améliorer le contact peau-électrodes.
2. Enlever la protection et coller les électrodes.
3. Raccorder les fils du capteur Electrophy **en respectant le code couleur**.

> Deux dispositions



Électrodes en triangle
Disposition classique

Électrodes alignées
L'électrode bleue est placée sur le côté du pied.

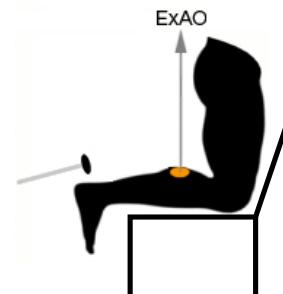


> Comment « frapper » le tendon ?

1. Explorer avec le doigt la zone du tendon qui s'enfonce quand une pression est exercée. C'est à ce niveau que le choc du marteau sur le tendon provoque l'étirement du muscle le plus important. Tracer un repère au crayon sur la peau.
2. Pour déclencher le réflexe : exercer un choc léger et bref sur le tendon.

Remarque. Pour la première acquisition, frapper la table avec le marteau pour tester son fonctionnement, et pour tester la force de « frappe » nécessaire pour déclencher les mesures.

> Comment placer la personne qui se prête à l'expérience ?



1. Utiliser une chaise ou un tabouret en plastique ou isolé avec un coussin. Le sujet doit éviter de toucher les objets avec ses mains.
2. Ne pas expérimenter sous une lampe type néon.
3. Vérifier que l'interface Foxy est reliée à une **prise de courant munie d'une terre** (une prise de terre absente ou défectueuse perturbe beaucoup les mesures).



>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 83

REPÈRES

PRÉPARER LA PERSONNE

CHAINES EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

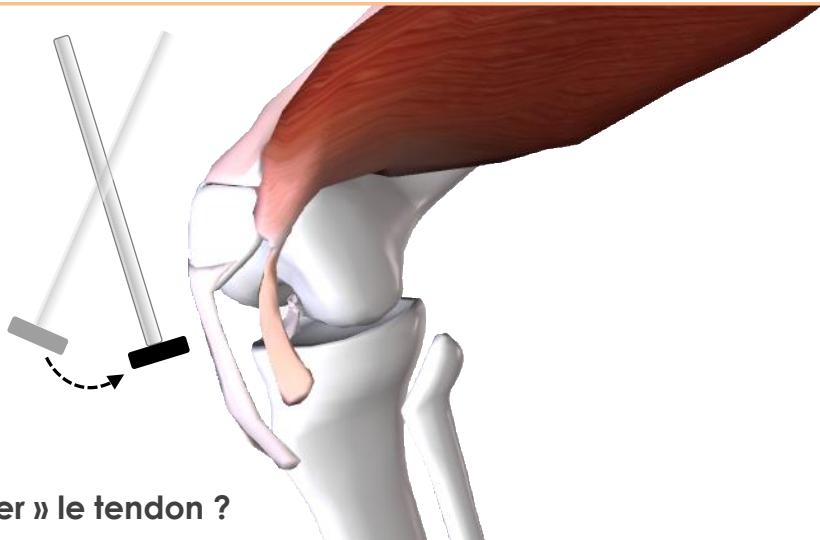
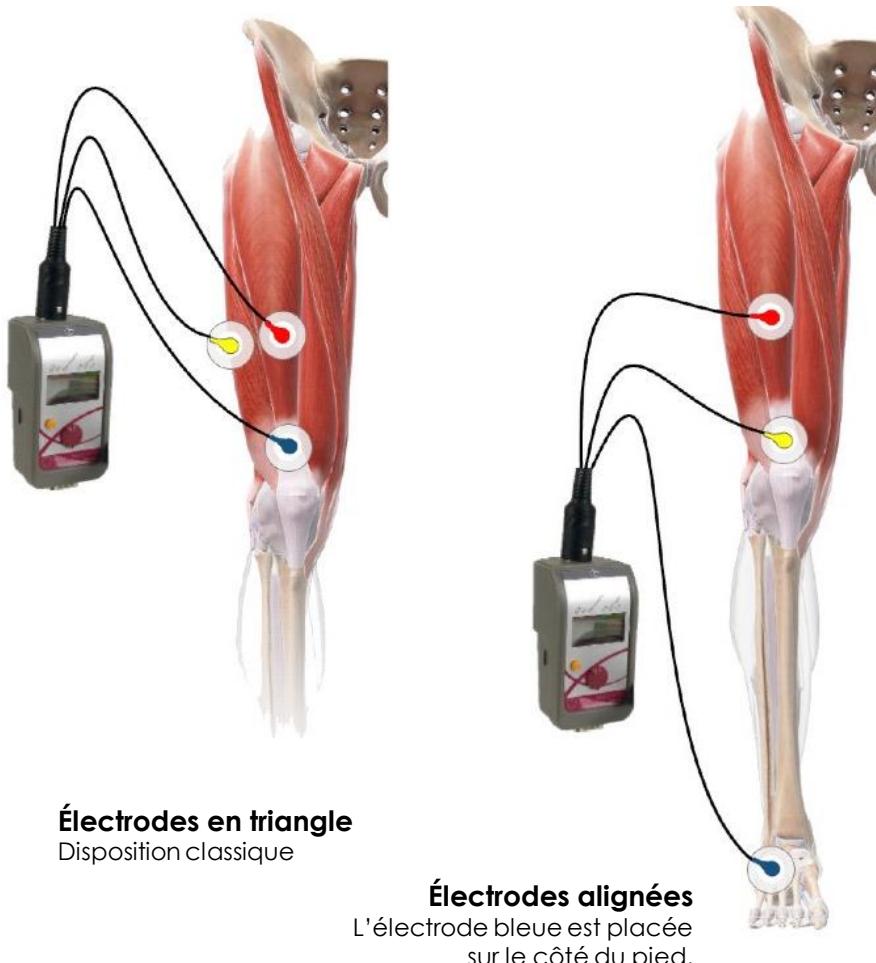
EXEMPLE DE RÉSULTAT

RÉFLEXE ROTULIEN > PRÉPARER LA PERSONNE QUI SE PRÈTE À L'EXPÉRIENCE

> Placer les électrodes

1. Nettoyer la peau avec de l'alcool à 60° pour améliorer le contact peau-électrodes.
2. Enlever la protection et coller les électrodes.
3. Raccorder les fils du capteur Electrophy **en respectant le code couleur**.

> Deux dispositions

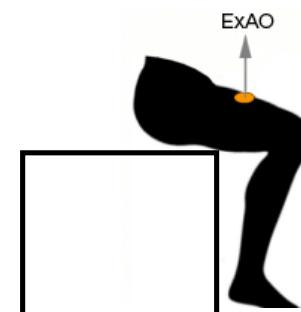


> Comment « frapper » le tendon ?

1. Sous la rotule, explorer avec le doigt la zone du tendon qui s'enfonce quand une pression est exercée. C'est à ce niveau que le choc du marteau sur le tendon provoque l'étiènement du muscle le plus important. Tracer un repère au crayon sur la peau.
2. Pour déclencher le réflexe : exercer un choc léger et bref sur le tendon.

Remarque : pour la première acquisition, frapper la table avec le marteau pour tester son fonctionnement, et pour tester la force de « frappe » nécessaire pour le déclenchement des mesures.

> Comment placer la personne qui se prête à l'expérience ?



1. Utiliser une chaise ou un tabouret en plastique ou isolé avec un coussin. Le sujet doit éviter de toucher les objets avec ses mains.
2. Ne pas expérimenter sous une lampe type néon.
3. Vérifier que l'interface Foxy est reliée à une **prise de courant munie d'une terre** (une prise de terre absente ou défectueuse perturbe beaucoup les mesures).



>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 84

REPÈRES

PRÉPARER LA PERSONNE ○ ○

CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

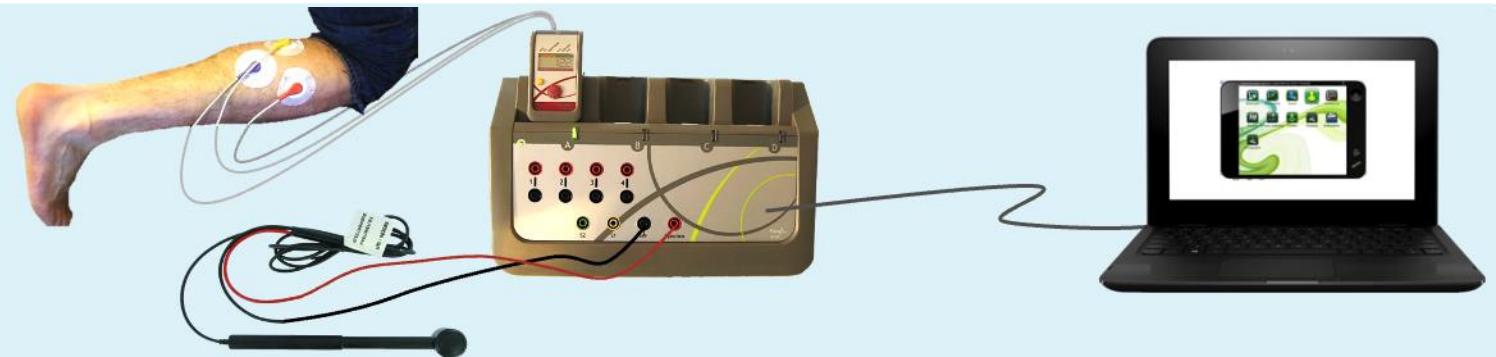
LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

Le **capteur Electrophy** traite et amplifie les signaux électriques associés à la contraction musculaire.

Le **Martoreflex** déclenche le réflexe myotatique et l'acquisition des mesures.



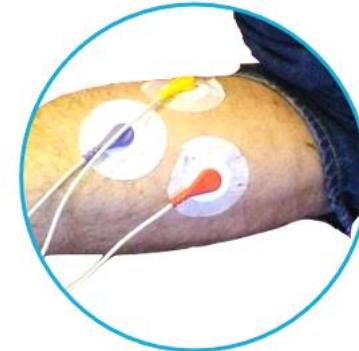
1 Connecter **Foxy** au secteur



2 Connecter le **capteur Electrophy**



3 Connecter les câbles du capteur Electrophy aux **électrodes**



4 Connecter le **martoreflex**



7 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Généraliste**.

6 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.



5 Allumer l'**ordinateur**.





>80

>81

>88

>91

>94

> 85

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

REPÈRES

PRÉPARER LA PERSONNE ○ ○

CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PRÉPARER LA PERSONNE

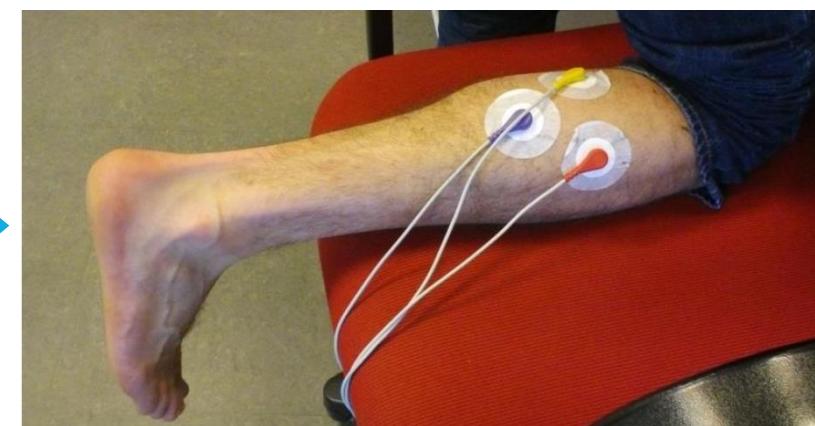
Poser le genou sur une chaise.
Nettoyer à l'alcool 60° la zone où les électrodes vont être collées



Retirer la protection des électrodes

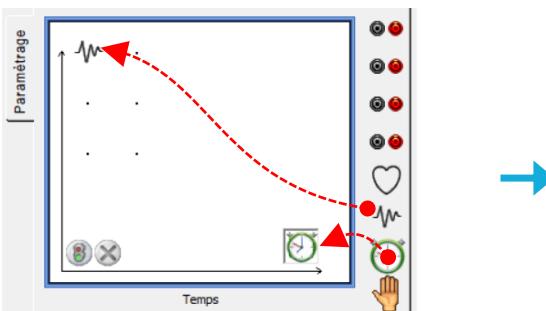


Poser les électrodes.
Connecter les câbles reliés au capteur Electrophy en respectant les couleurs.

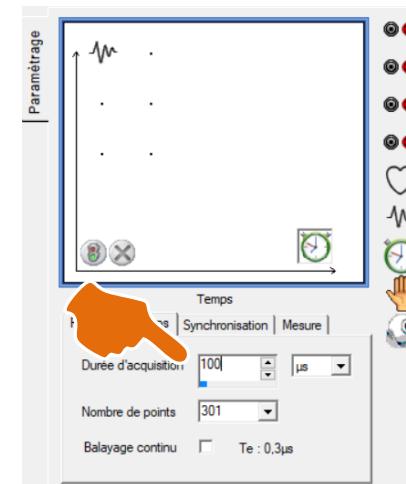


> PARAMÉTRER ATELIER SCIENTIFIQUE GÉNÉRALISTE

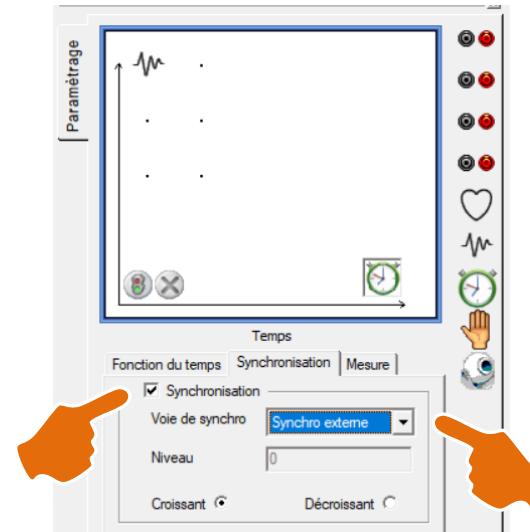
Glisser-déposer les icônes du **capteur Electrophy** sur l'axe des ordonnées et du **chronomètre** sur l'axe des abscisses.



Régler la durée d'acquisition à **100 ms**.



Cliquer sur l'onglet synchronisation.
> Cocher **Synchronisation**.
> Choisir **Synchro externe**.





>80

>81

>88

>91

>94

> 86

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

REPÈRES

PRÉPARER LA PERSONNE ○ ○

CHAINE EXAO

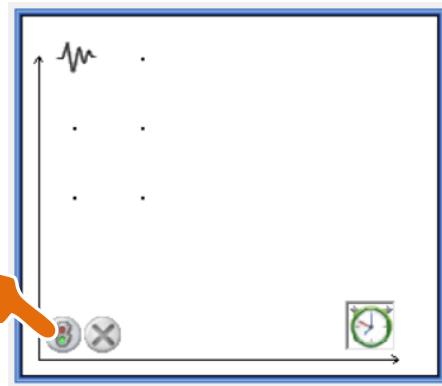
PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

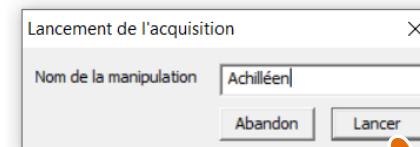
EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LANCER LES MESURES

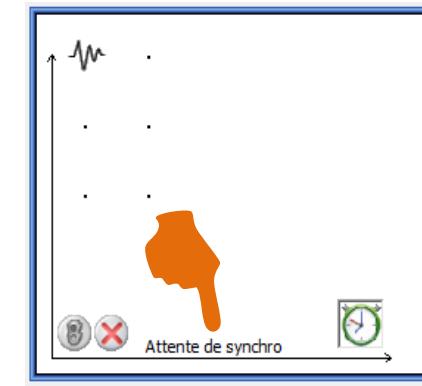
Cliquer sur le bouton
Démarrer l'acquisition.



Attribuer un nom à cette acquisition
(Facultatif),
puis cliquer sur **Lancer**.



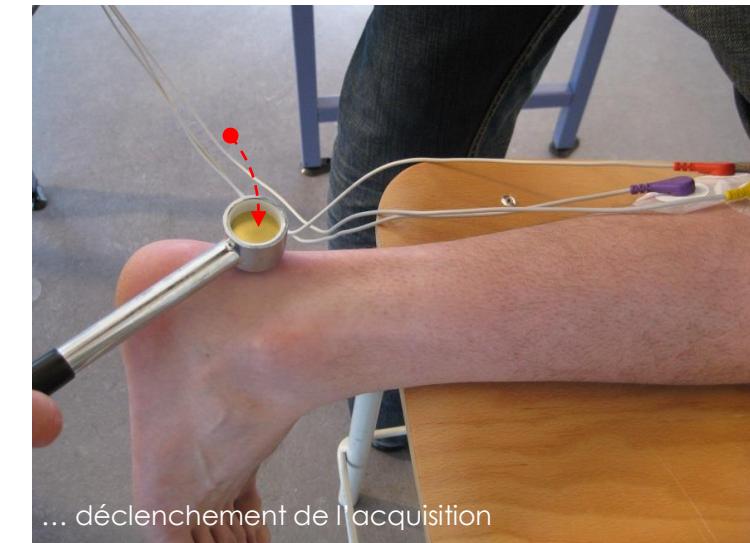
Attente de synchro :
> c'est le Martoreflex
qui déclenche l'acquisition.



> DÉCLENCHEUR L'ACQUISITION

« Frapper » le tendon avec le Martoreflex pour :
> stimuler l'activité réflexe,
> déclencher l'acquisition.

Les mesures s'affichent à l'écran.





>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 87

REPÈRES

PRÉPARER LA PERSONNE ○ ○

CHAINE EXAO

PRÉPARER L'EXPÉRIENCE

LANCER LES MESURES

EXEMPLE DE RÉSULTAT

> EXEMPLE DE RÉSULTAT | Électrodes disposées en triangle

Choc sur le tendon = stimulus

Contraction du muscle

35 ms

Choc bref sur le tendon d'Achille

Contraction du triceps sural

Contraction du muscle

18 ms

Choc bref sur le tendon Rotulien.

Contraction du quadriceps fémoral



> Un enregistrement est exploitable si les variations de tension avant et après le réflexe sont de faible amplitude. Les électrodes peuvent enregistrer les signaux électriques issus de la contraction d'autres muscles (le sujet doit être détendu), mais aussi les ondes issues du réseau électrique de la salle.

> La mesure importante se situe au début du signal électrique qui marque le début de la contraction musculaire. Le délai entre le choc du marteau ($t=0$) et le début du signal mesure la durée du traitement de l'activité réflexe par les voies nerveuses. La forme du signal électrique n'est pas exploitable, ni sa durée.

> L'enregistrement du signal électrique associé au réflexe rotulien se produit toujours avant celui associé au réflexe achilléen.

> Valeurs repères

Réflexe rotulien : ~ 20 ms

Réflexe achilléen : ~ 40 ms



>80

>81

>88

>91

> 88

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

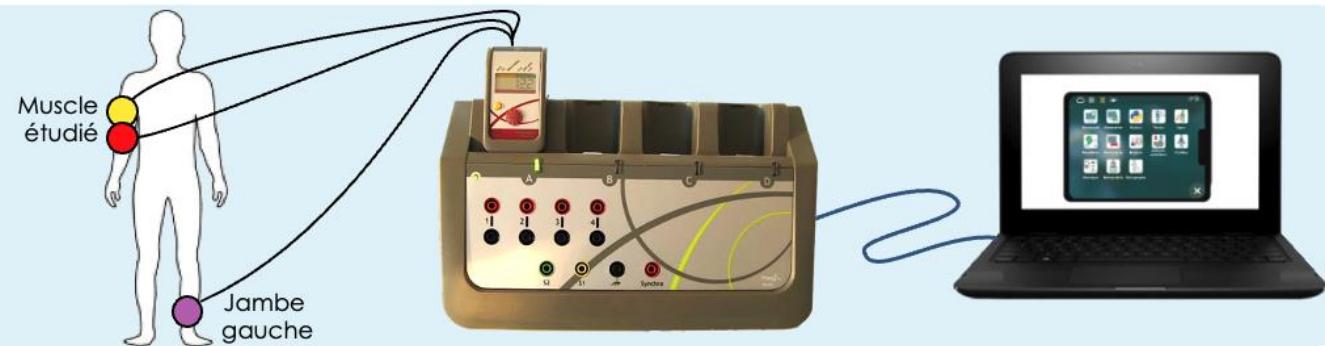
CHAINE EXAO

PRÉPARER LA PERSONNE : PARAMÉTRER L'ACQUISITION

LANCER LES MESURES : EXEMPLE DE RÉSULTAT

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

Le **capteur Electrophy** traite et amplifie les signaux électriques associés à la contraction musculaire.



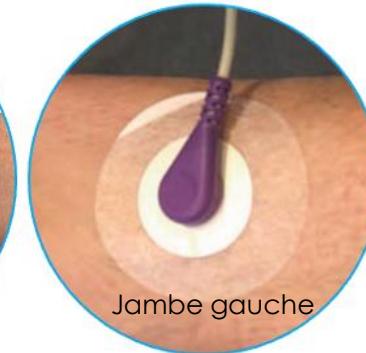
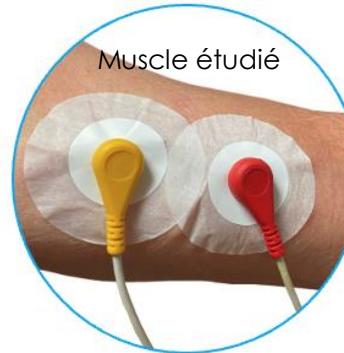
1 Connecter **Foxy** au secteur



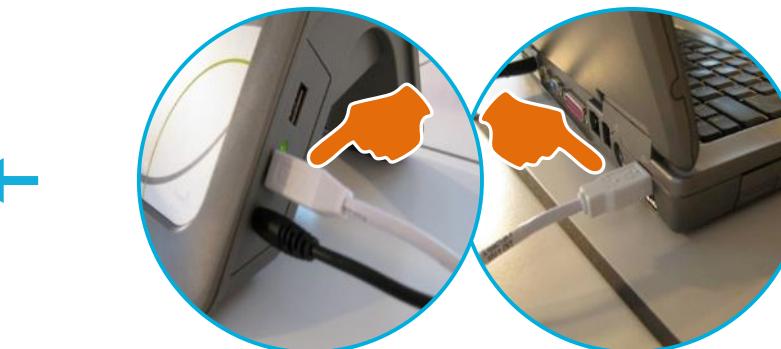
2 Connecter le **capteur Electrophy**



3 Placer les **électrodes**, puis les **connecter** aux câbles du capteur Electrophy



7 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Généraliste**.



6 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.



5 Allumer l'**ordinateur**.



>80

>81

>88

>91

>89

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

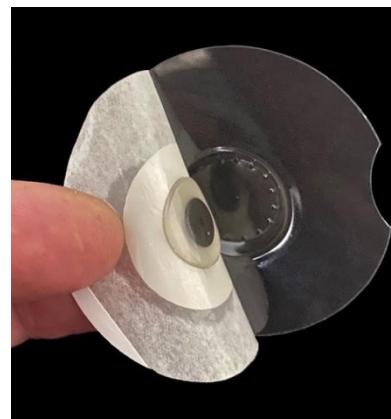
CHANE EXAO

PRÉPARER LA PERSONNE : PARAMÉTRER L'ACQUISITION

LANCER LES MESURES : EXEMPLE DE RÉSULTAT

> PRÉPARER LA PERSONNE

Retirer la protection des électrodes.

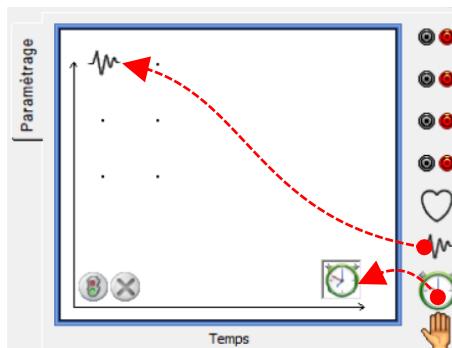


Nettoyer à l'alcool 60° la zone où les électrodes vont être collées :

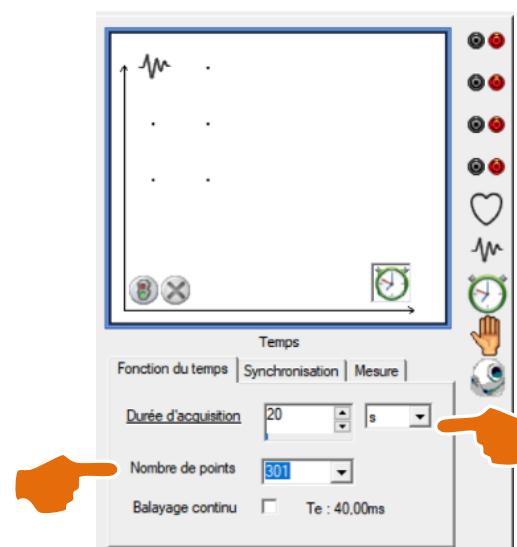
- **Muscle étudié** : deux électrodes juxtaposées
- **Cheville gauche** : toujours une électrode sur cette cheville

Poser les électrodes
Connecter les câbles reliés au capteur Electrophy **en respectant les couleurs**.

> PARAMÉTRER ATELIER SCIENTIFIQUE GÉNÉRALISTE

Glisser-déposer les icônes du module **EMG** du capteur Electrophy sur l'axe des ordonnées et du **chronomètre** sur l'axe des abscisses.

Cliquer sur l'icône chronomètre
 > Choisir la durée d'acquisition entre 10 et 30 s
 > **Choisir le nombre de points : 301**





>80

>81

>88

>91

>94

> 90

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

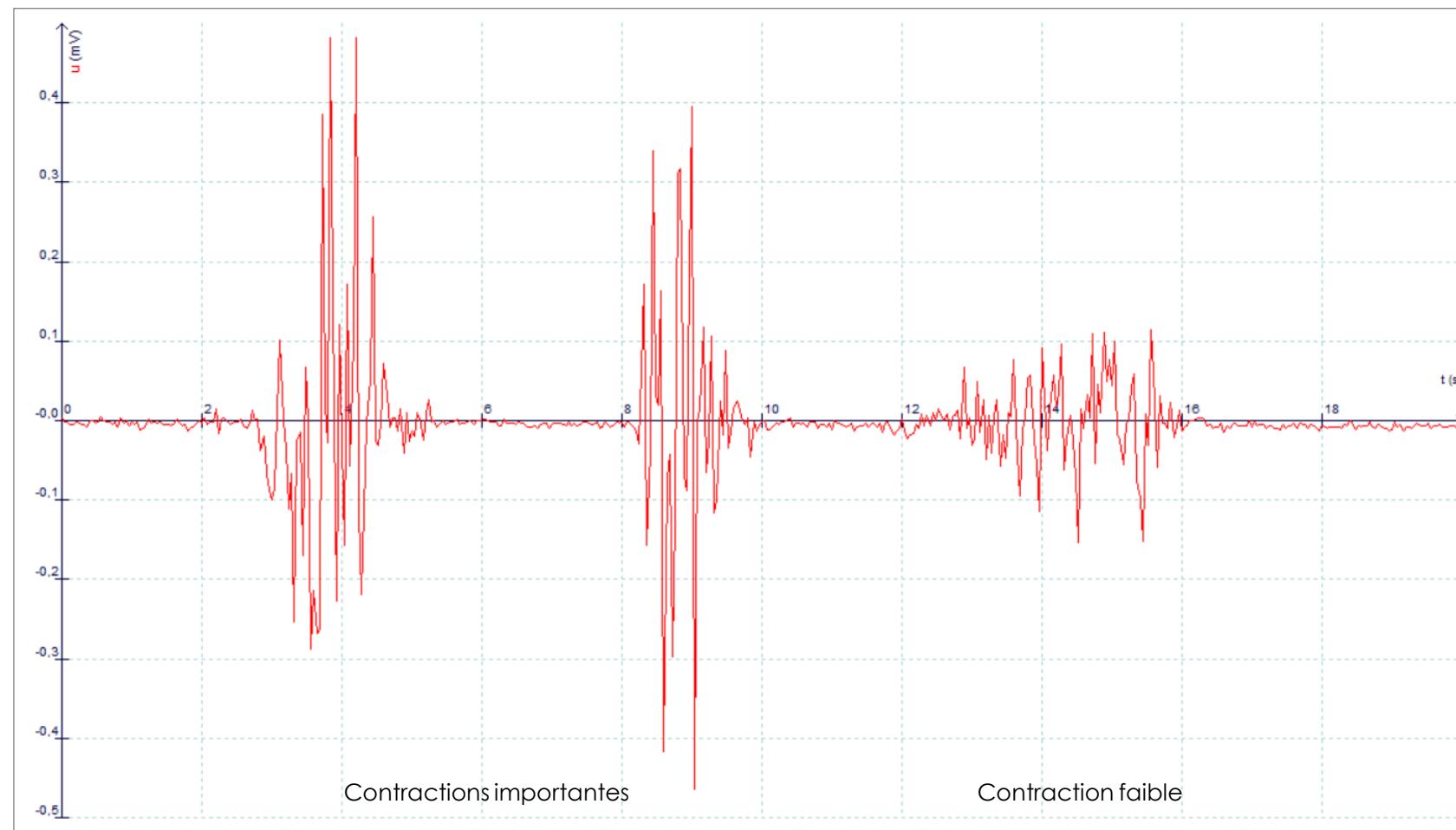
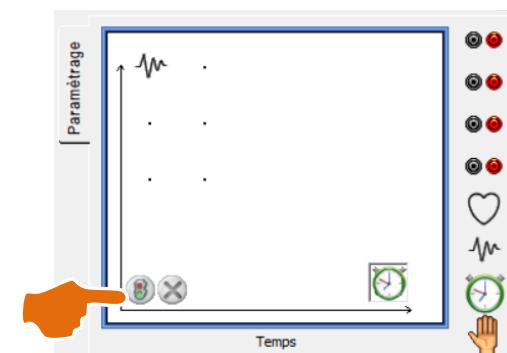
| ACTIVITÉ DU NERF

CHANE EXAO

PRÉPARER LA PERSONNE : PARAMÉTRER L'ACQUISITION

LANCER LES MESURES : EXEMPLE DE RÉSULTAT

> LANCER LES MESURES



ACTIVITÉ DU BICEPS



>80

>81

>88

>91

>94

> 91

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU CŒUR

| ACTIVITÉ DU NERF

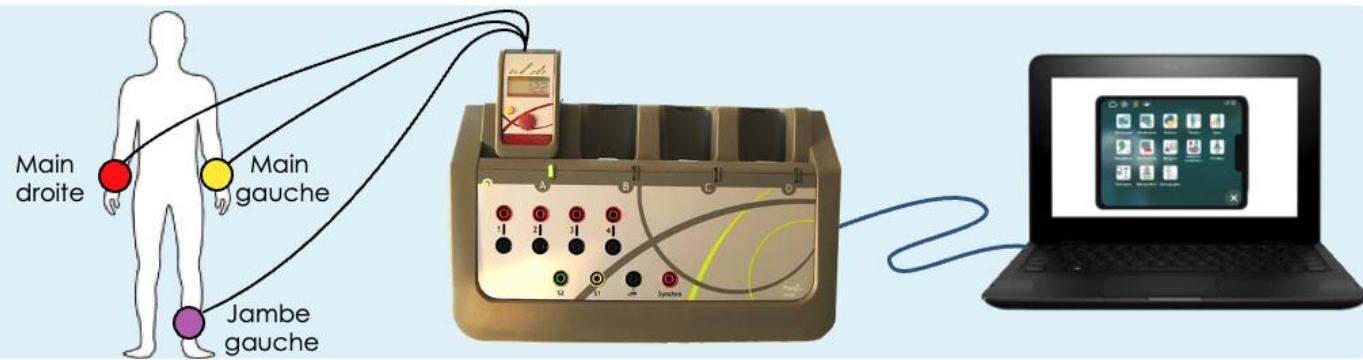
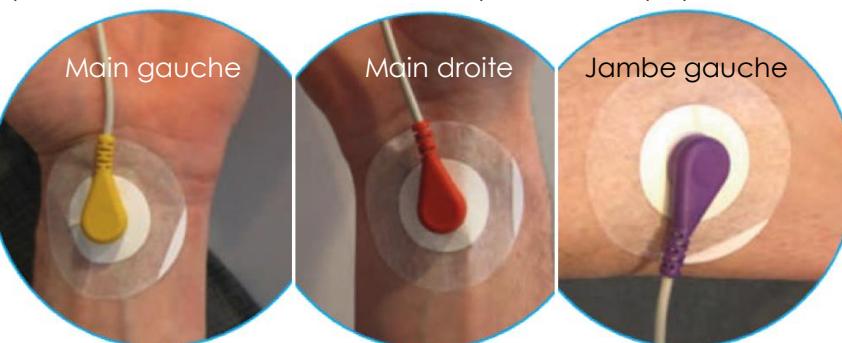
CHAINE EXAO

PRÉPARER LA PERSONNE : PARAMÉTRER L'ACQUISITION

LANCER LES MESURES : MESURER LA FRÉQUENCE

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

Le **capteur Electrophy** traite et amplifie les signaux électriques associés à la contraction cardiaque.

1 Connecter **Foxy** au secteur2 Connecter le **capteur Electrophy**3 Placer les **électrodes**, puis les **connecter** aux câbles du capteur Electrophy7 Lancer **Atelier Scientifique** > Choisir **Généraliste**.6 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.5 Allumer l'**ordinateur**.



>80

>81

>88

>91

>94

> 92

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU CŒUR

| ACTIVITÉ DU NERF

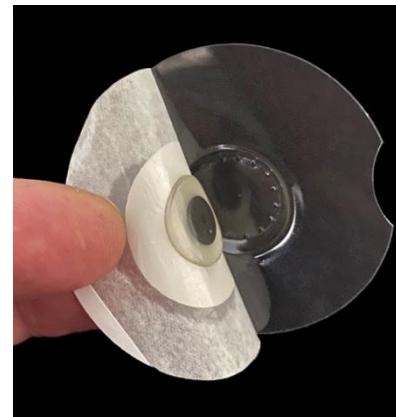
CHAINExAO

PRÉPARER LA PERSONNE : PARAMÉTRER L'ACQUISITION

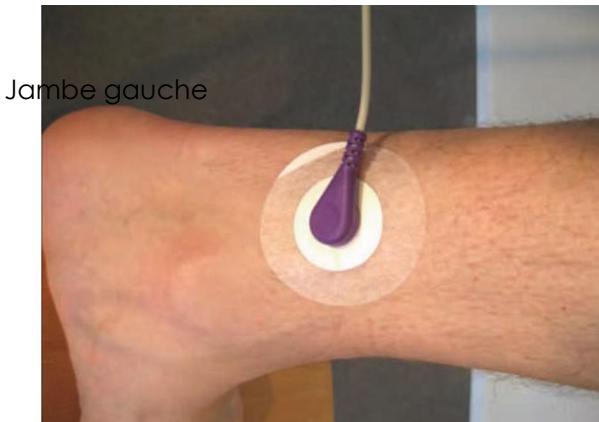
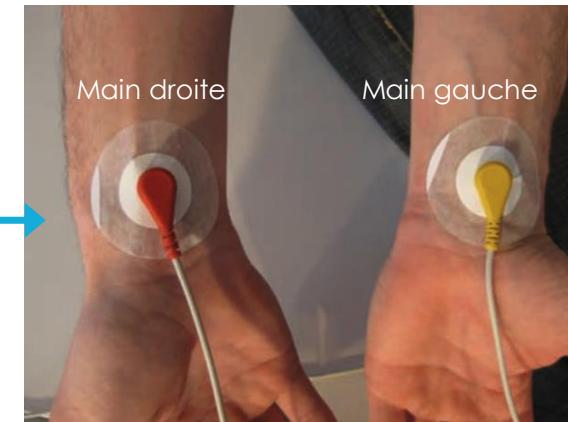
LANCER LES MESURES : MESURER LA FRÉQUENCE

> PRÉPARER LA PERSONNE

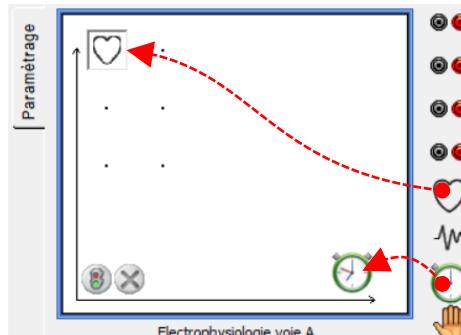
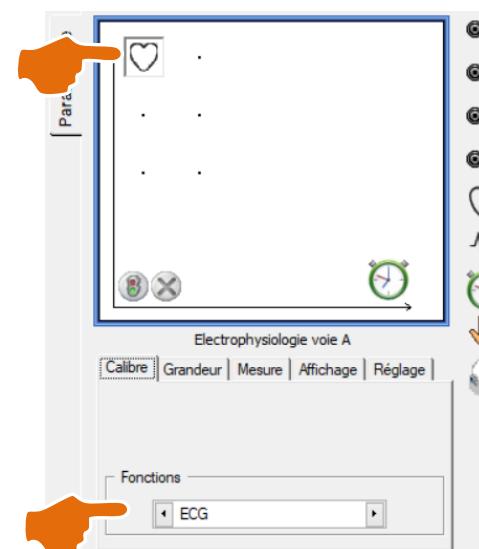
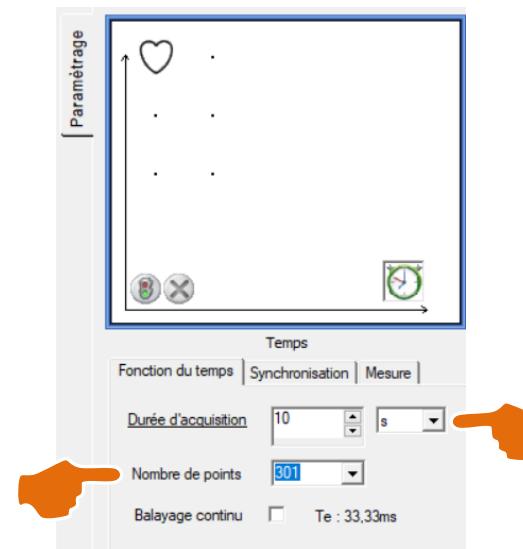
Retirer la protection des électrodes.

Le **sujet est assis** pour minimiser le tonus musculaire.

Nettoyer à l'alcool 60° la zone où les électrodes vont être collées : poignets droit et gauche, cheville gauche.

Poser les électrodes électrodes
Connecter les câbles reliés au capteur Electrophy **en respectant les couleurs**.

> PARAMÉTRER ATELIER SCIENTIFIQUE GÉNÉRALISTE

Glisser-déposer les icônes du module **ECG** du capteur Electrophy sur l'axe des ordonnées et du **chronomètre** sur l'axe des abscisses.Cliquer sur l'icône ECG et choisir la **fonction ECG**Cliquer sur l'icône chronomètre
> Choisir la durée d'acquisition entre 10 et 30 s
> Choisir le **nombre de points : 301**



>80

>81

>88

>91

>94

> 93

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU CŒUR

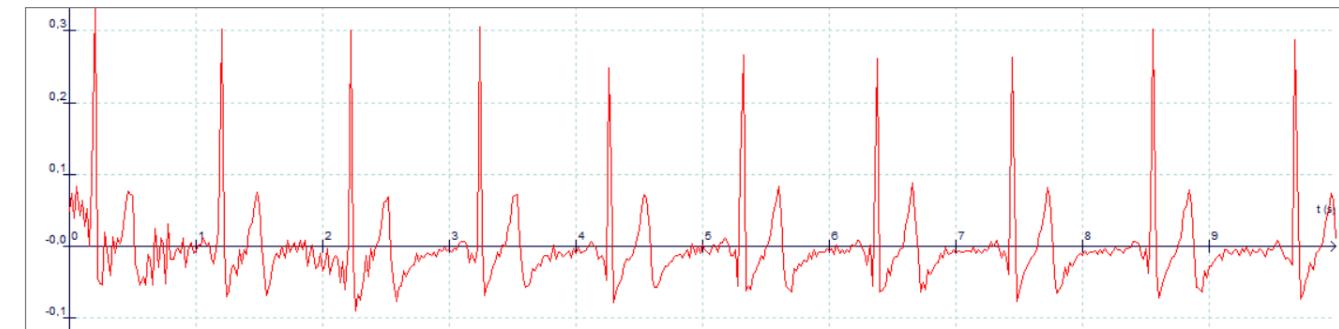
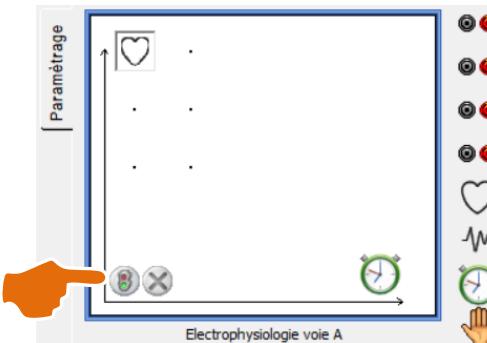
| ACTIVITÉ DU NERF

CHAIN EXAO

PRÉPARER LA PERSONNE : PARAMÉTRER L'ACQUISITION

LANCER LES MESURES : MESURER LA FRÉQUENCE

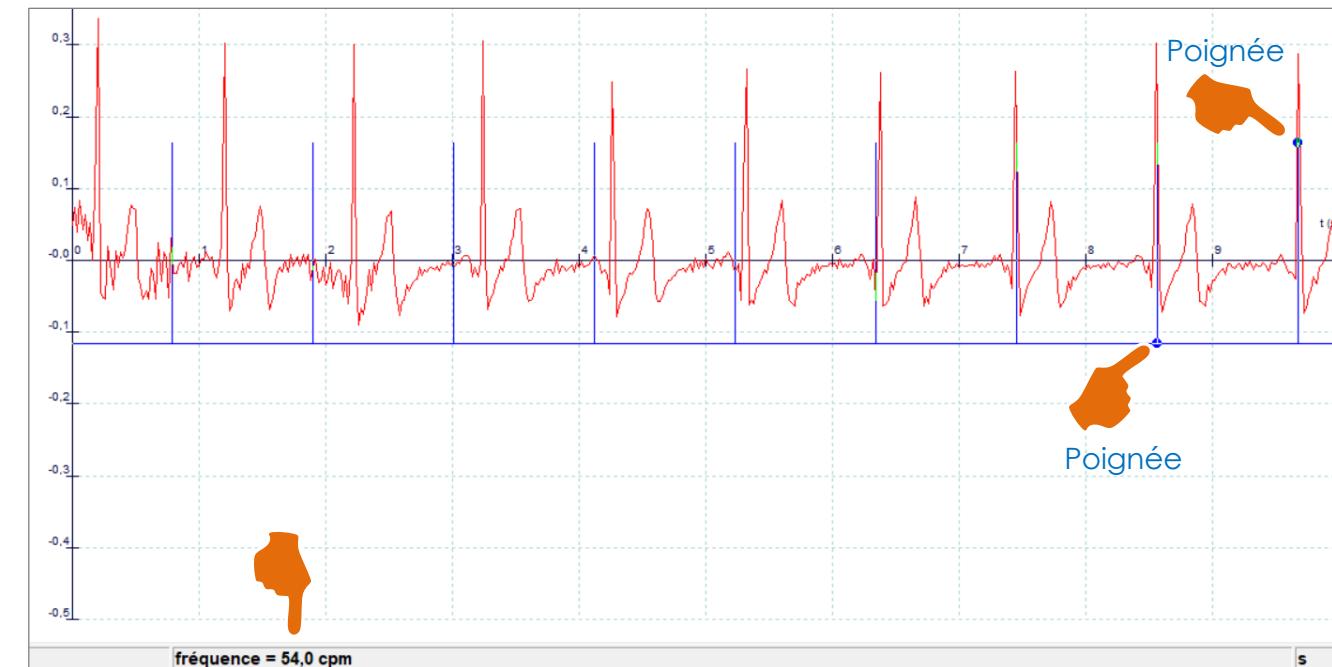
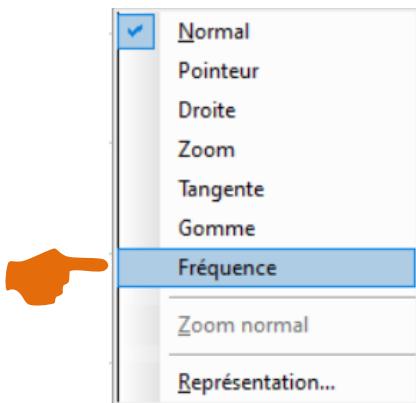
> LANCER LES MESURES



Remarque. Le sujet doit rester décontracté pendant les mesures pour éviter que le tracé de l'ECG ne soit perturbé par l'activité électrique des muscles.

- Un ECG ne peut pas être réalisé pendant un effort physique, mais après l'effort, sujet assis.
- Les petites différences d'amplitude de l'onde R du complexe QRS sont normales.

> MESURER LA FRÉQUENCE CARDIAQUE



1. **Clic droit** sur le graphique : Choisir **fréquence** :> un axe temporel apparaît en bleu
2. **Déplacer les deux poignées** pour faire coïncider le tracé de l'ECG avec les repères de l'axe temporel.
3. **Lire la fréquence cardiaque**



>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 94

CHAINE EXAO

PRÉPARER LA CUVE À NERF

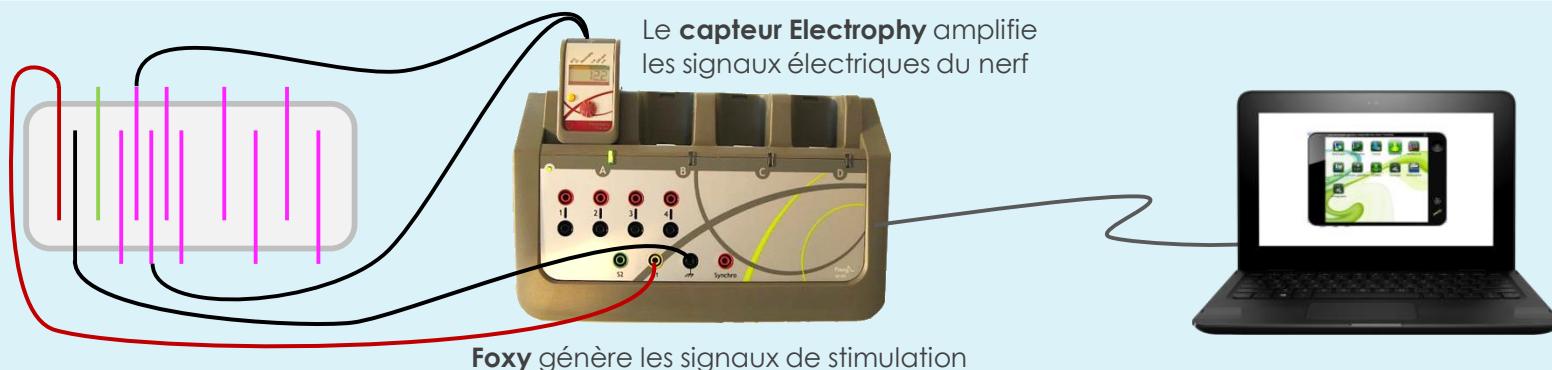
EXTRAIRE LE NERF

PARAMÉTRER L'EXPÉRIENCE

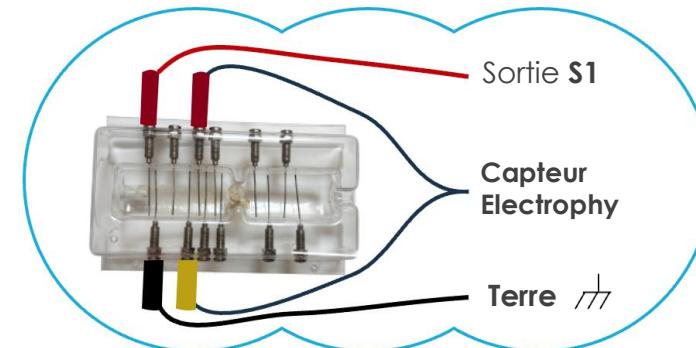
LANCER L'ACQUISITION

> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO

Cuve
> Stimuler le nerf
> Capter le potentiel global du nerf



1 Connecter Foxy au secteur

2 Connecter le **capteur Electrophy**3 Connecter la **cuve à nerf** à la console Foxy.7 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Nerfmuscle**.6 Connecter Foxy à l'**ordinateur** avec le câble USB.5 Allumer l'**ordinateur**.

→

→

→

→

→

→



>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 95

CHAINNE EXAO

PRÉPARER LA CUVE À NERF

EXTRAIRE LE NERF

PARAMÉTRER L'EXPÉRIENCE

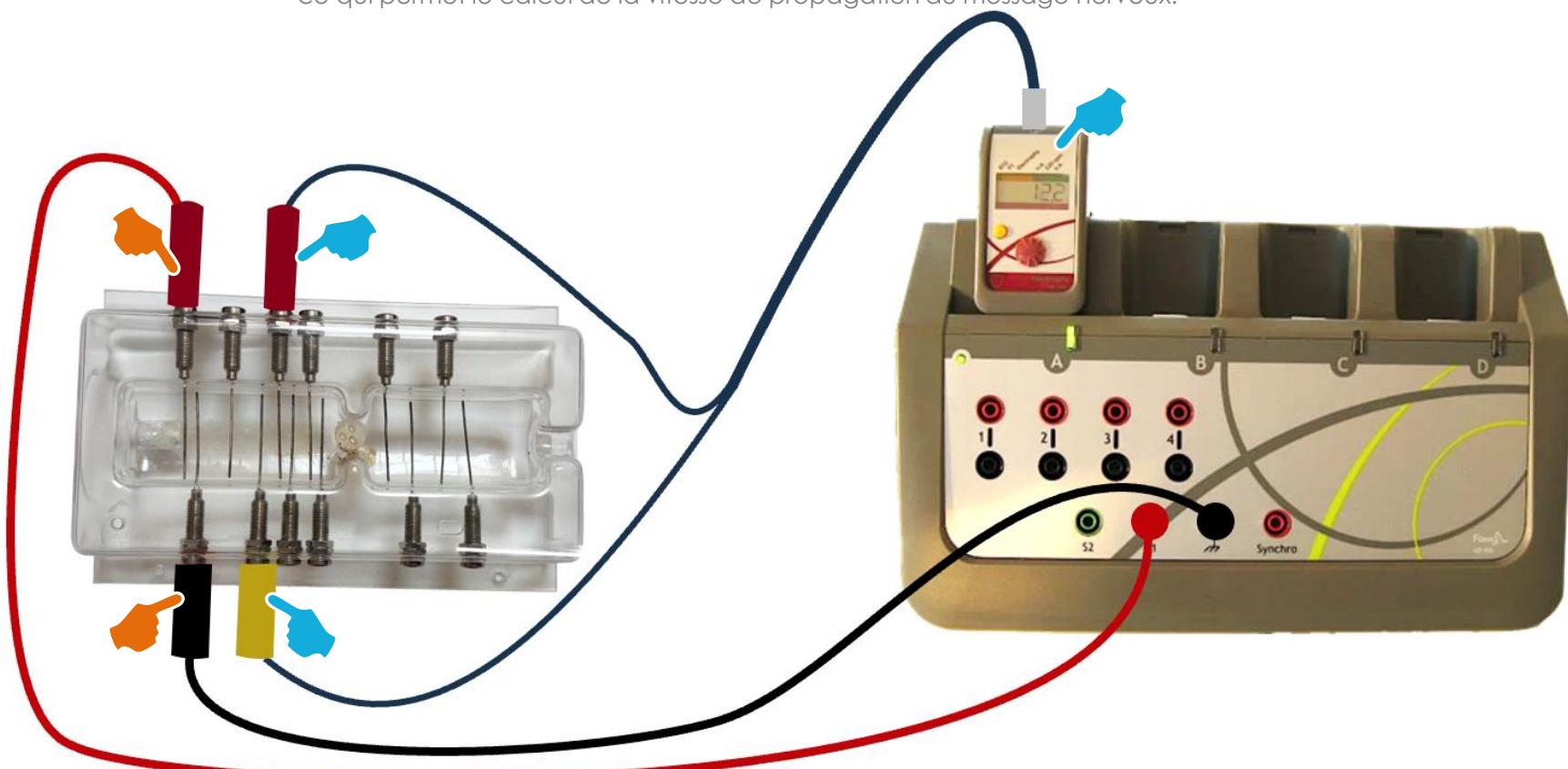
LANCER L'ACQUISITION



ACQUISITION

- Plusieurs électrodes de la cuve à nerf peuvent être utilisées pour capter le message nerveux global du nerf.
- Les **électrodes réceptrices** sont reliées au capteur Electropy.

Modifier le choix des électrodes réceptrices change la distance qui les sépare des électrodes stimulatrices, ce qui permet le calcul de la vitesse de propagation du message nerveux.



STIMULATION

- Relier les **électrodes stimulatrices** de la cuve à nerf à la Foxy : sortie **S1** et **Terre**



>80

>81

>88

>91

>94

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

> 96

CHAIN ExAO

PRÉPARER LA CUVE À NERF

EXTRAIRE LE NERF

PARAMÉTRER L'EXPÉRIENCE

LANCER L'ACQUISITION



Plusieurs crustacés disponibles à l'étal des poissonniers peuvent être utilisés pour obtenir un nerf.

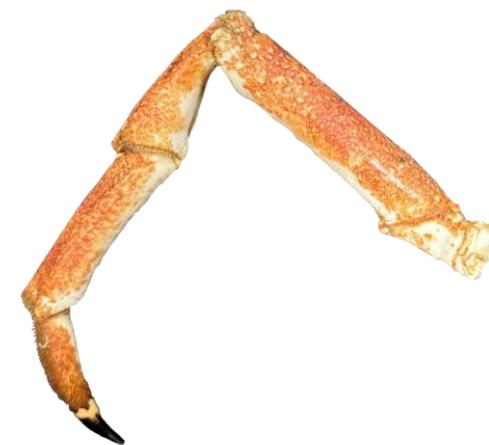
Les crustacés doivent être bien **vivants** au moment du TP.

• **Étrille**

- Sa disponibilité est saisonnière.
- Le nerf extrait d'une patte est fin et assez fragile, sa longueur est limitée à 3 / 4 cm.

• **Araignée de mer, Tourteau.**

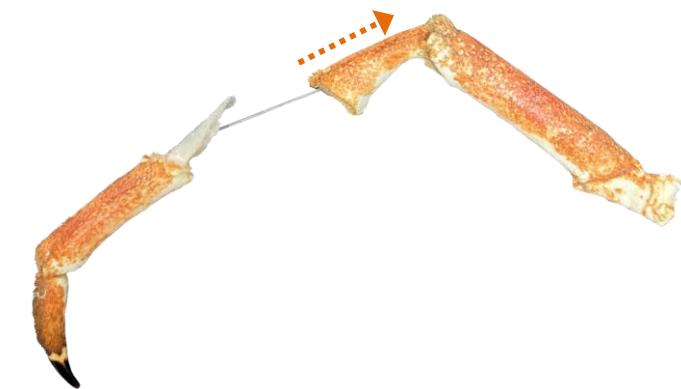
- Ils sont très présents toute l'année sur les étals.
- Moins onéreuse que le Tourteau, l'Araignée de mer permet d'obtenir un nerf moins fragile que celui de l'étrille et d'une longueur plus importante (6 à 9 cm).



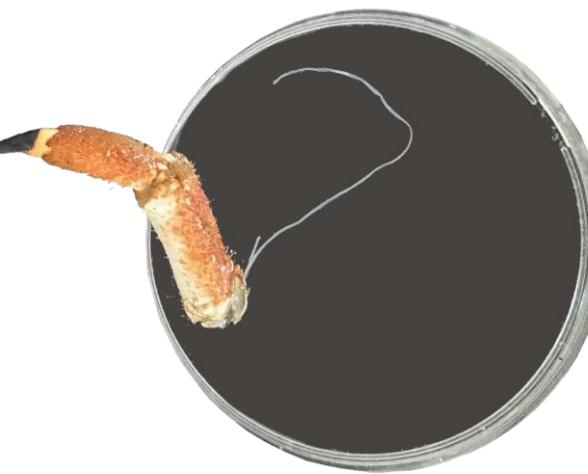
1 Prélever une patte



2 Dissocier le deuxième article de la patte du troisième article. Couper la membrane articulaire pour faciliter l'opération.



3 Maintenir l'extrémité de la patte et tirer lentement les autres segments pour dégager le nerf.



4 Placer le nerf dans une solution de Ringer.



>80

>81

>88

>91

>94

> 97

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

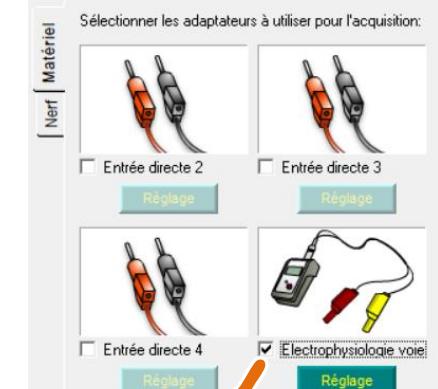
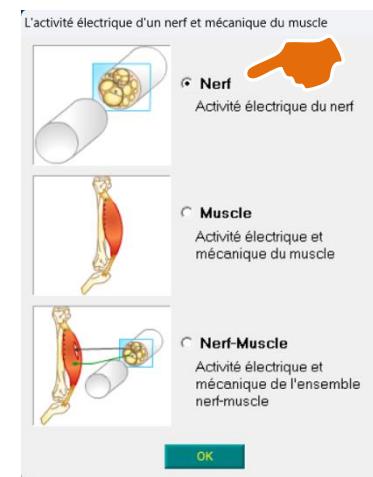
CHAINNE EXAO

PRÉPARER LA CUVE À NERF

EXTRAIRE LE NERF

PARAMÉTRER L'EXPÉRIENCE

LANCER L'ACQUISITION



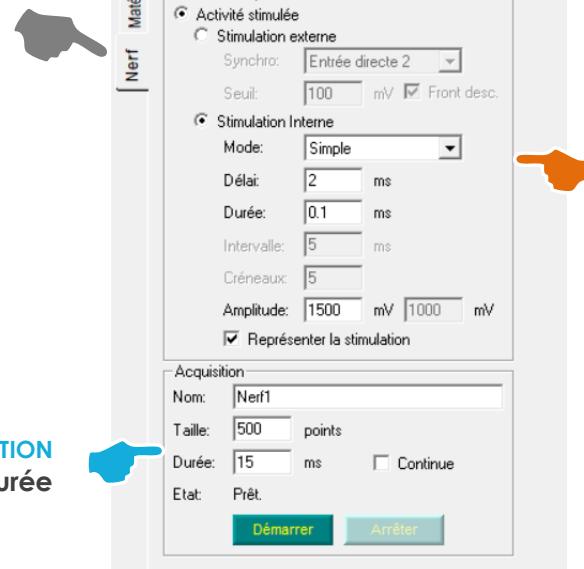
1 Lancer **Atelier Scientifique**.
Ouvrir **Nerfmuscle**.

2 Choisir **Nerf**

3 Sélectionner **Electrophysiologie voie**

4 Cliquer sur **Réglage** et suivre les indications

Sélectionner l'onglet **Nerf**



ACQUISITION
Paramétrer la **durée**

STIMULATION

- > Choisir **Stimulation interne**
- > Paramétriser le **mode**, le **délai**, la **durée** et l'**amplitude**.
- > Choisir **Représenter la stimulation** (conseillé)



>80

>81

>88

>91

>94

> 98

> ACTIVITÉ NEURO-MUSCULAIRE

| RÉFLEXE MYOTATIQUE

| ACTIVITÉ DES MUSCLES

| ACTIVITÉ DU COEUR

| ACTIVITÉ DU NERF

CHAINNE EXAO

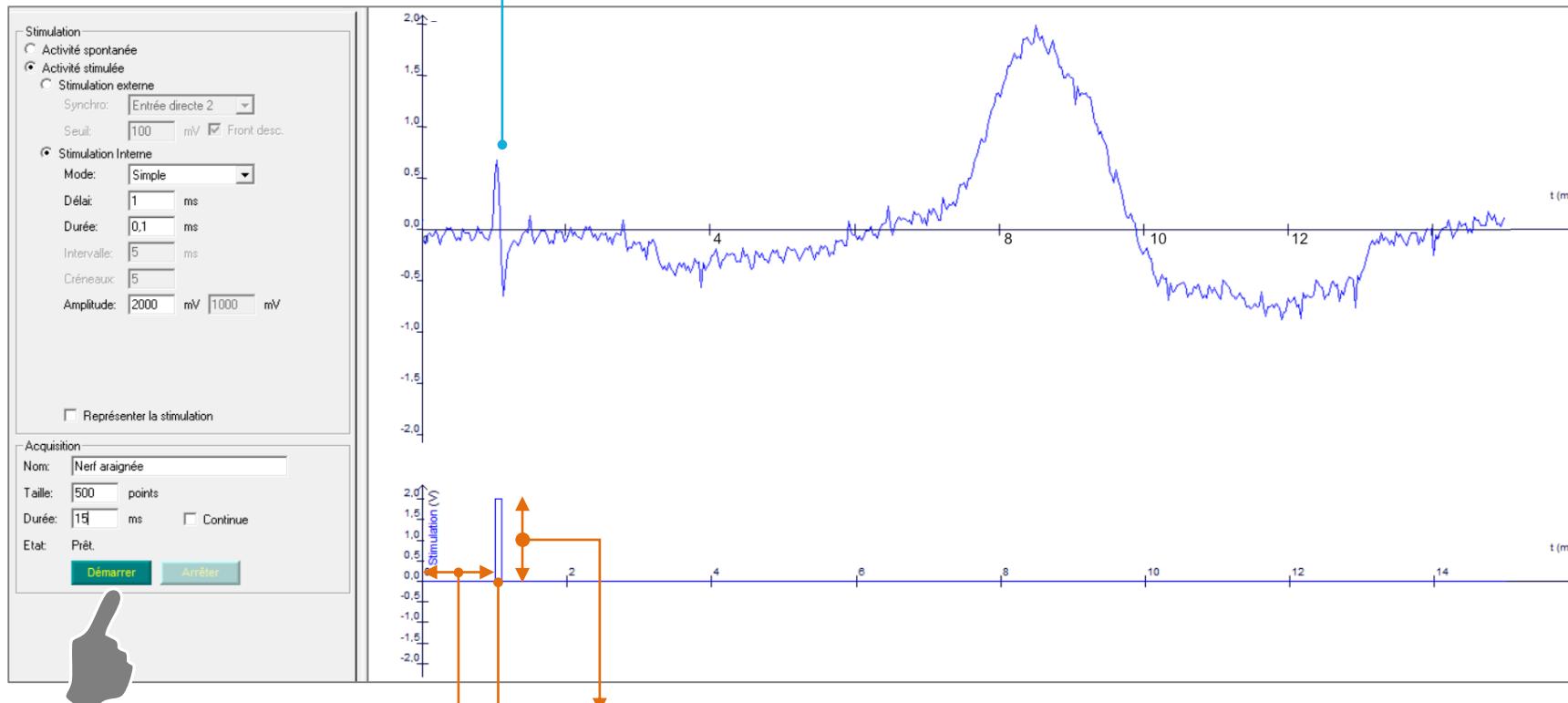
PRÉPARER LA CUVE À NERF

EXTRAIRE LE NERF

PARAMÉTRER L'EXPÉRIENCE

LANCER L'ACQUISITION

Artéfact de stimulation

Potentiel d'action global
du nerfCliquer sur Démarrer
pour lancer l'acquisition



> METTRE EN ŒUVRE LA CHAÎNE EXAO



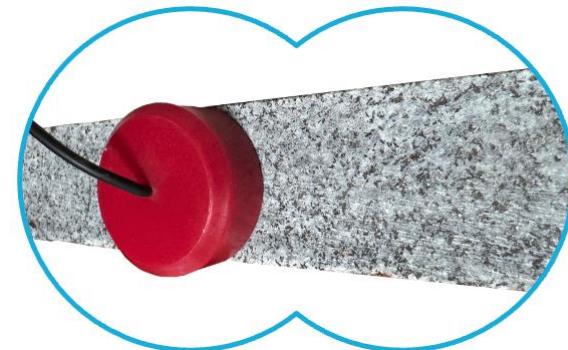
1 Connecter **Foxy** au secteur



2 Connecter le **capteur Sismo**



3 Poser la **cellule piezo-électrique** sur l'élément



7 Lancer **Atelier Scientifique**
> Choisir **Généraliste**

6 Connecter **Foxy** à l'**ordinateur** avec le câble USB.



5 Allumer l'**ordinateur**.





>99

> PLANÈTE TERRE

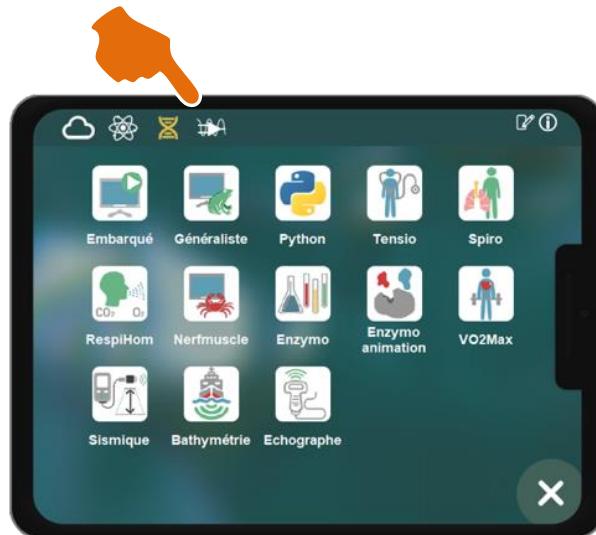
| ACTIVITÉ SISMIQUE

> 100

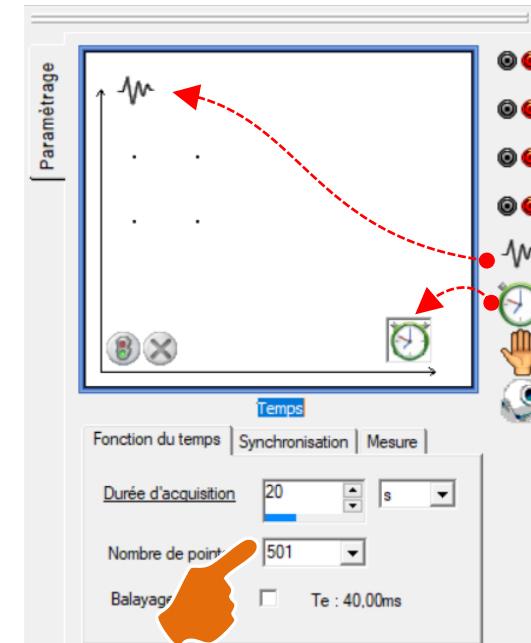
CHANE EXAO

PARAMÉTRER L'ACQUISITION

LANCER LES MESURES



Lancer **Atelier scientifique**
> Ouvrir **Généraliste**

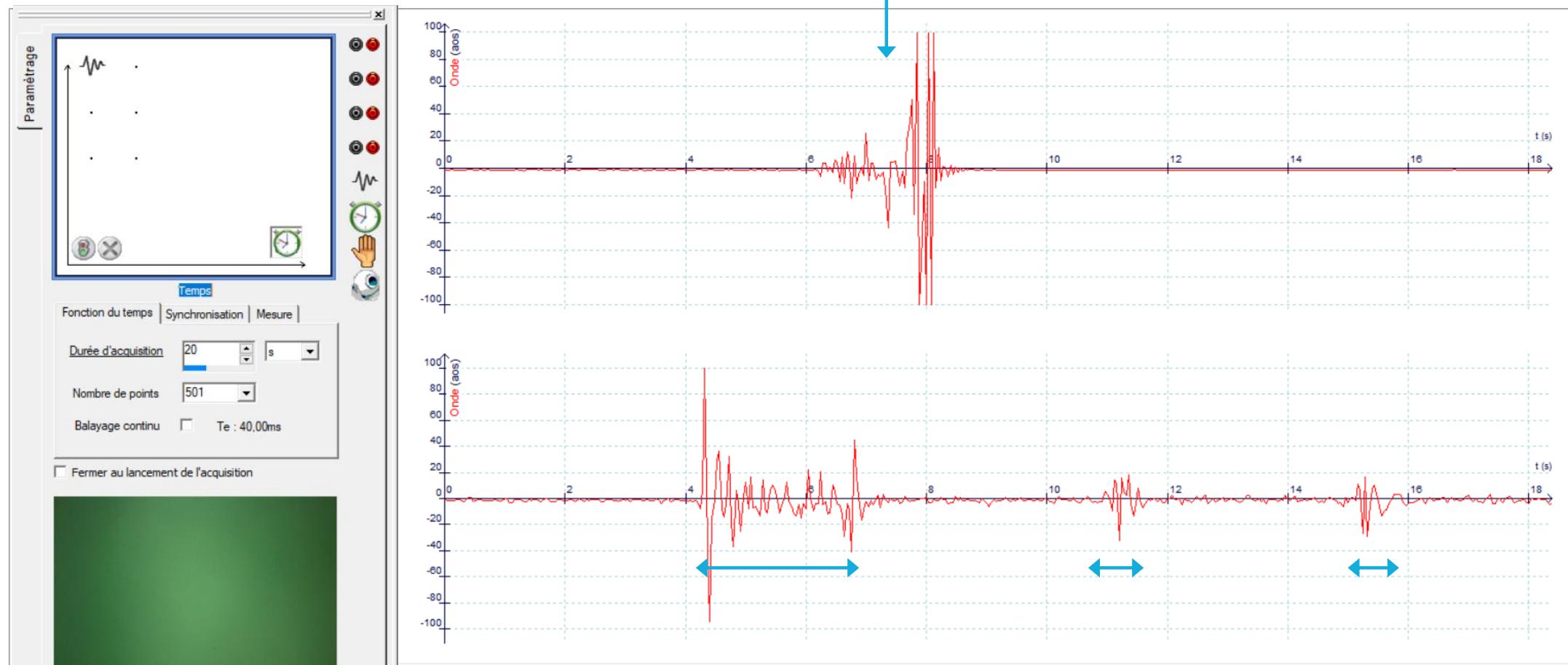


> Glisser-déposer les icônes du **capteur Sismo** et du **chronomètre**.

> Paramétriser la **durée** de l'acquisition



Des barres de roches sont adaptées aux TP avec le capteur Sismo



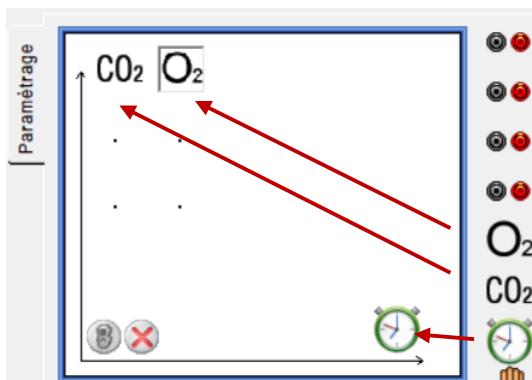
Simulation de l'activité d'une faille
Glissements d'un échantillon de roche sur un autre échantillon



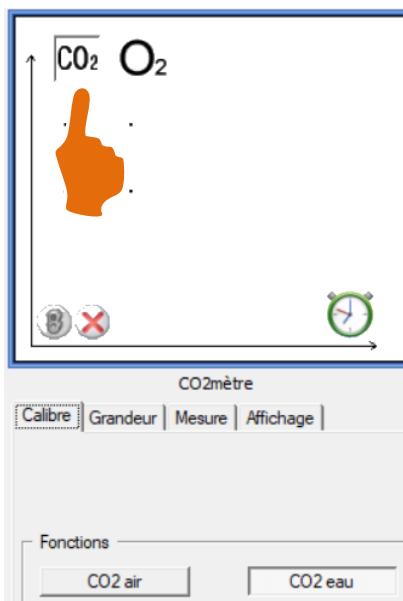
Paramétriser Atelier Scientifique pour les sondes O₂ et CO₂

> PARAMÉTRER L'ACQUISITION

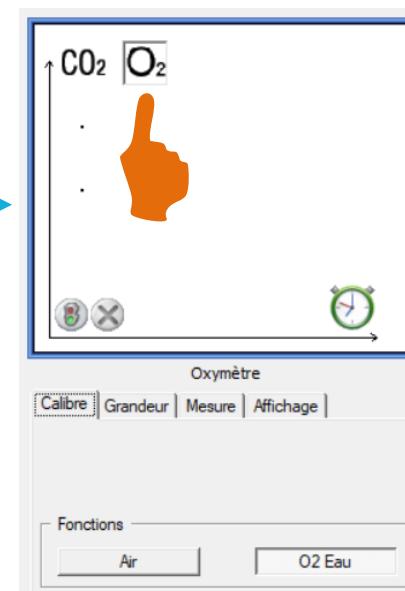
Glisser-déposer les icônes des **sondes** et du **chronomètre**.



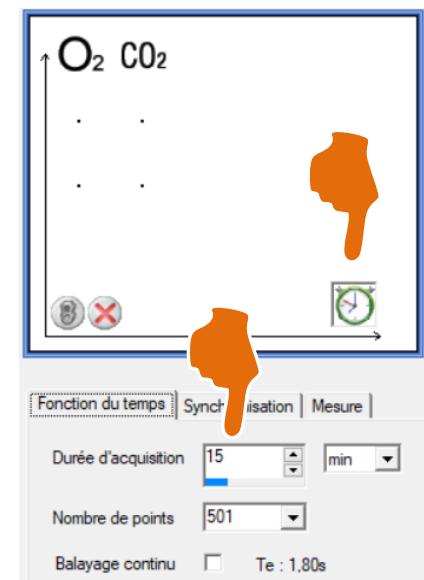
Sélectionner la sonde CO₂.
> Choisir **Air** ou **Eau**.



Sélectionner la sonde O₂.
> Choisir **Air** ou **Eau**.

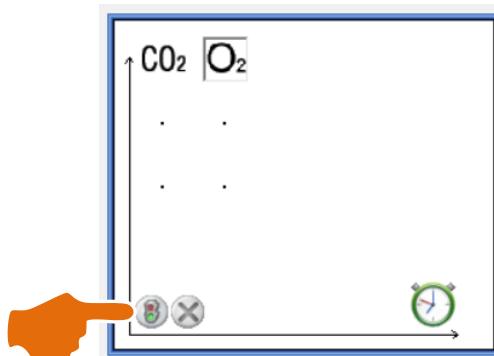


Sélectionner le **chronomètre**.
> Saisir la **durée** de l'acquisition.

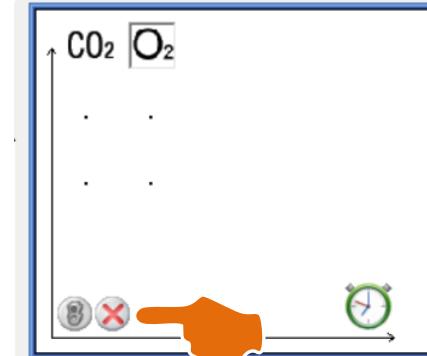


> LANCER LES MESURES

Lancer les mesures



Stopper les mesures si nécessaire

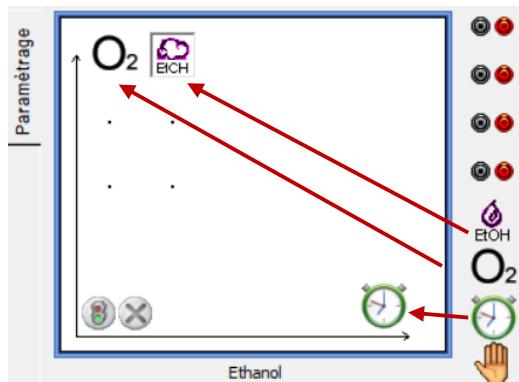




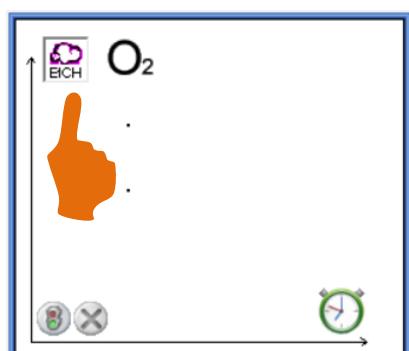
Paramétrer Atelier Scientifique pour les sondes O₂ et éthanol

> PARAMÉTRER L'ACQUISITION

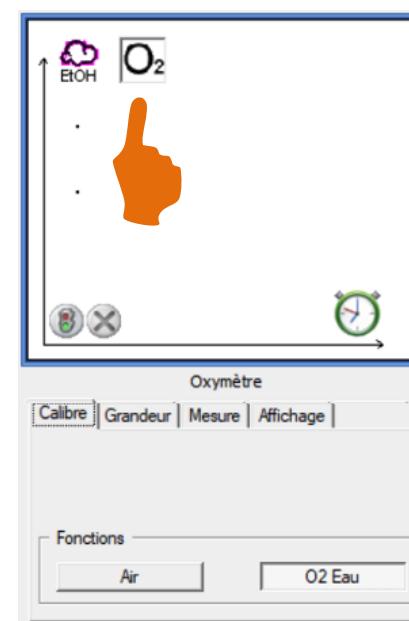
Glisser-déposer les icônes des **sondes** et du **chronomètre**.



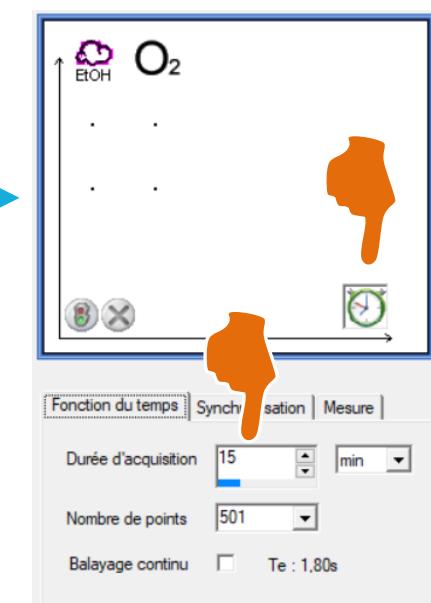
Sélectionner la sonde **Ethanol**.
> Choisir le **calibre** et le **milieu**.



Sélectionner la sonde **O₂**.
> Choisir **air ou eau**.

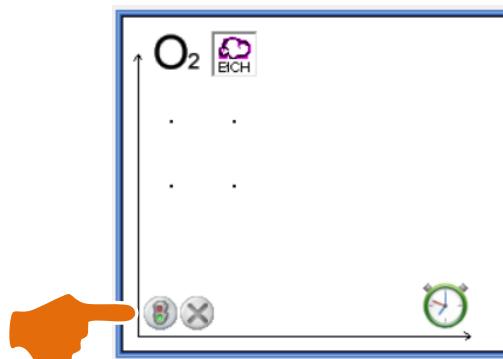


Sélectionner le **chronomètre**.
> Choisir la **durée** de l'acquisition.



> LANCER LES MESURES

Lancer les mesures



Stopper les mesures si nécessaire

