Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

éduscol Informer et accompagner les professionnels de l'éducation

CYCLES 2 3 4

SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mettre en œuvre son enseignement dans la classe

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement

L'abri météo et ses instruments de suivi et mesures

Éléments de contexte

Références au programme et au socle commun

COMPÉTENCES TRAVAILLÉES	DOMAINES DU SOCLE
Concevoir, créer, réaliser • Réaliser en équipe tout ou partie d'un objet technique répondant à un besoin.	**Domaine 4** Les systèmes naturels et les systèmes techniques.
S'approprier des outils et des méthodes • Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.	**Domaine 2** Les méthodes et les outils pour apprendre.
Pratiquer des langages • Exploiter un document constitué de divers supports.	**Domaine 1** Les langages pour penser et pour communiquer.

Nom du thème : La planète Terre, les êtres vivants et leur environnement

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE
• Situer la terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre.
CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES
• Phénomènes traduisant l'activité externe de la Terre : phénomènes météorologiques et climatiques.

Intentions pédagogiques

L'objectif de cette séquence est de proposer aux élèves de construire un thermomètre ou un hygromètre qui pourront être utilisé soit dans une station météo soit pour caractériser leur environnement. L'intérêt est de réaliser des mesures à partir des appareils construits et au regard de la dispersion des résultats, de les sensibiliser au respect d'un protocole opératoire et à l'incertitude liée à la mesure. Il peut aussi y avoir un travail de comparaison des mesures issues de l'outil de mesure construit par les élèves ou d'un outil fourni par le professeur (thermomètre à alcool, thermomètre EXAO ...).

Dans les deux cas, il est intéressant de confronter les élèves à un grand nombre de mesures de la même grandeur, chaque élève effectuant sa propre mesure avant de la confronter à celle des autres.

Deux variables seront alors mis en avant :
• **la qualité de l'instrument** en comparant les mesures obtenues avec un seul instrument, fiable (mesures peu dispersées).
• **la méthode de mesure** en comparant les mesures obtenues avec deux méthodes différentes (l'appareil peut ne pas être juste : la valeur mesurée n'est pas dans l'intervalle attendu ; la dispersion des résultats issus de mesures avec des appareils différents est liée au protocole de mesure).

La démarche développée dans la dernière séance a pour objectif essentiel de développer la rigueur et l'esprit critique.
« il ne suffit donc pas d'un nombre pour exprimer la mesure, il en faut l'estimation la plus probable de la grandeur et l'amplitude de l'intervalle à l'intérieur duquel elle a de grandes chances de se trouver et qu'on appelle intervalle de confiance » (Perdijon, 1998).

Articulation entre les cycles

L'étude de la météo peut débuter en classe de CM et se poursuivre en cycle 4 au travers de l'étude du cycle de l'eau, des changements d'états et de grandeurs caractéristiques de l'atmosphère (température et pression).

Place dans la progressivité

Il est possible de proposer deux alternatives à cette même activité :
• l'enseignant constitue deux groupes : l'un travaillera sur la construction d'un thermomètre et l'autre travaillera sur la construction d'un hygromètre. La construction de l'hygromètre est plus complexe ; la compréhension de son fonctionnement aussi ;
• il est possible d'envisager la construction du thermomètre au niveau CM et la construction de l'hygromètre au niveau 6e pour un projet de cycle 3 de réalisation d'une station météorologique.

La discussion sur la mesure et son incertitude sera préférentiellement engagée en fin de cycle. Il convient d'adapter les modalités d'organisation des séances au profil de la classe et à la progression retenue par l'équipe pédagogique de cycle 3.

Lien avec les autres enseignements

La géographie

Thème 1 : Découvrir les lieux où j'habite (classe de 6e).
Thème 2 : Avoir des loisirs en France (classe de CM1).

Les mathématiques

Thème : Nombres et calculs

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE
• Résoudre des problèmes en utilisant des fractions simples, les nombres décimaux et le calcul.
CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES
• Organisation et gestion des données • Proportionnalité

Thème : Grandeurs et mesures

ATTENDUS DE FIN DE CYCLE
• Comparer, estimer, mesurer des grandeurs géométriques avec des nombres entiers et des nombres décimaux : longueur (périmètre), aire, volume, angle. • Utiliser le lexique, les unités, les instruments de mesures spécifiques de ces grandeurs. • Résoudre des problèmes impliquant des grandeurs (géométriques, physiques, économiques) en utilisant des nombres entiers et des nombres décimaux.
CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES ASSOCIÉES
• Proportionnalité

Description de la séquence

Séance 1 : Construire un appareil de mesure, le thermomètre ou l'hygromètre

Durée :
Temps évalué pour la réalisation 2h00.

Organisation du travail
L'enseignant divise la classe en 2 groupes (1 groupe « thermomètre » et 1 groupe « hygromètre ») et les organise en trinômes ou quadrinômes. Il attribue à chacun d'eux la construction d'un appareil de mesure. Il est possible aussi de faire réaliser un seul type d'appareil de mesure à l'ensemble de la classe et l'autre à une autre classe.

GROUPE THERMOMÈTRE

L'enseignant réalise l'expérience de mise en évidence de la dilatation thermique de l'eau (ballon contenant de l'eau colorée, muni d'un bouchon deux trous permettant d'y disposer un fin tube en verre et un thermomètre. Le ballon est chauffé doucement. On observe que le volume occupé par le liquide est d'autant plus grand que sa température est plus élevée.)

L'observation directe est un peu longue : il est possible de filmer l'expérience ou de présenter la vidéo « dilatation liquide » (phénomène filmé en accéléré).

Pour vérifier la compréhension par les élèves du principe de la dilatation thermique, il est possible de proposer un questionnaire qui accompagne la vidéo, comme par exemple :
- à quoi sert le colorant ajouté à l'eau contenue dans le ballon ?
- peut-on exploiter la propriété mise en évidence dans cette vidéo pour expliquer le fonctionnement de certains thermomètres ?

Pour la construction du thermomètre, l'enseignant doit se procurer des bouteilles plastiques de 33 ou 25cl ou des petits contenants en plastique (de type boîte à pellicules photographiques argentiques), des pailles (ou tubes de verre fins) des feuilles de carton et de la pâte à modeler.

Étape 1

- **Proposition de consigne donnée aux groupes**

Proposer sur une feuille un protocole (ou cahier des charges) pour réaliser un thermomètre qui fonctionne sur le principe de la dilatation thermique.

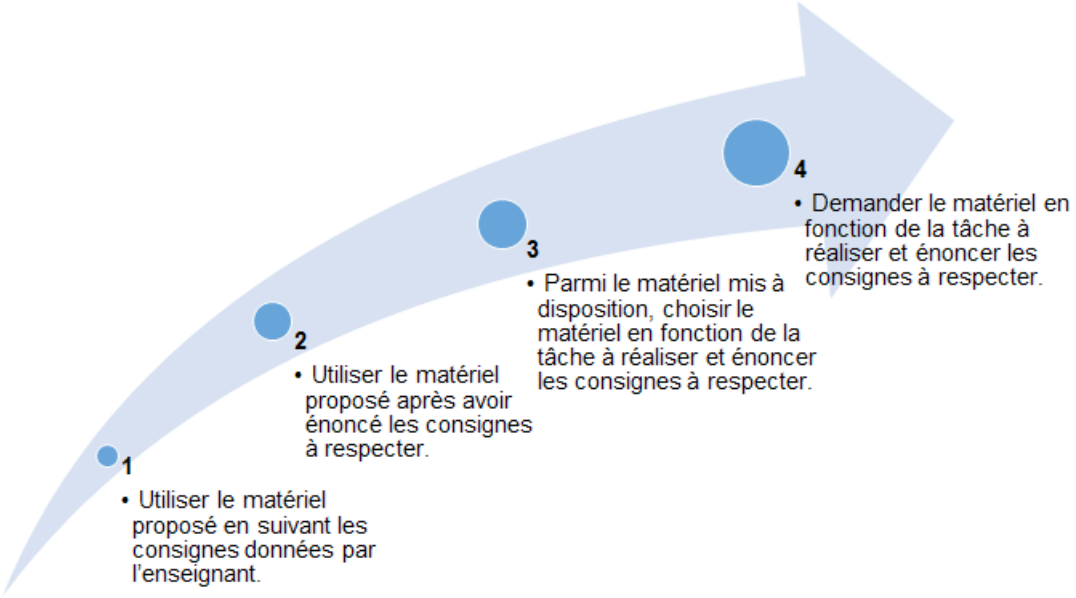
Chaque trinôme ou quadrinôme expose sa proposition au groupe complet et un protocole commun est construit collectivement à partir des différentes contributions. La vidéo « Construire un thermomètre » peut être visionnée pour valider ce protocole.

Se posera alors le problème de l'établissement des graduations entre 0°C et 100°C c'est-à-dire la réalisation d'une échelle avec un étalonnage qui pourra faire l'objet d'échanges, lors de cette séance ou après la fabrication du dispositif, ce qui peut donner lieu à différenciation.

- **Différenciation**

Il est possible d'adapter l'activité en utilisant les repères de progressivité suivant :

Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.



- **Critères de réussite ou observables**

L'élaboration d'un protocole s'appuie sur le respect de certaines étapes ; l'enseignant peut mettre, dans sa salle, à la disposition des élèves des tableaux de critères de réussite (ou observables) sous différentes formes (fiche de bristol, classeur ...).

En voici un exemple :

- Décrire la liste des étapes à réaliser (phrase courte qui commence par un verbe à l'infinitif).
- Repérer par un tiret chaque étape.
- Schématiser l'expérience.
- Vérifier que le protocole est réalisable.

Étape 2

- **Proposition de consigne pour la fabrication du thermomètre**

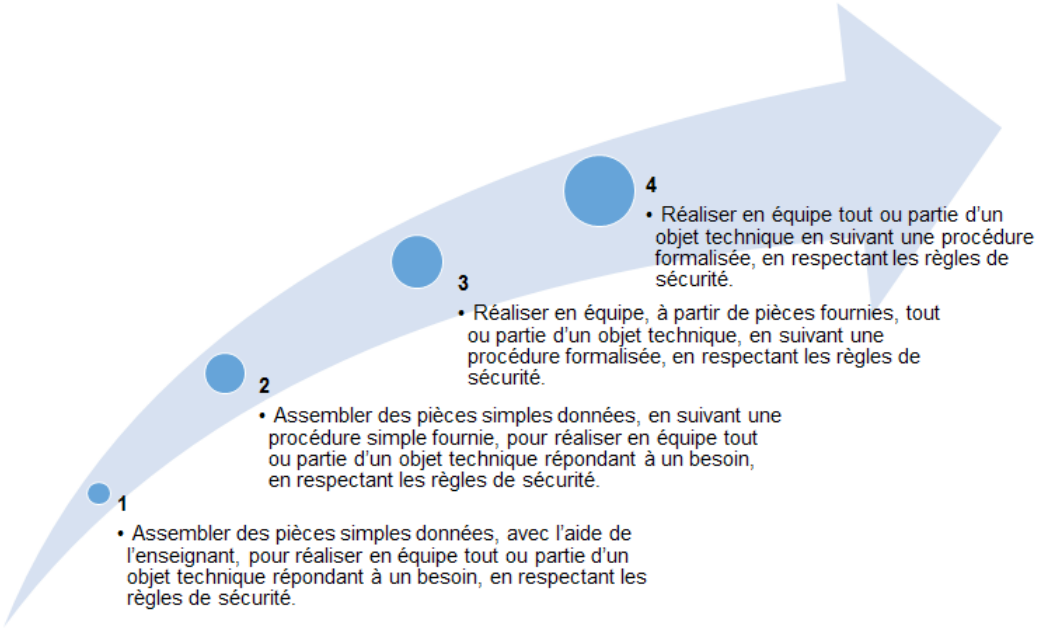
> Construire un thermomètre à partir du matériel et du protocole fournis en respectant les règles de sécurité.

Liste du matériel (issue de l'étape 1) :

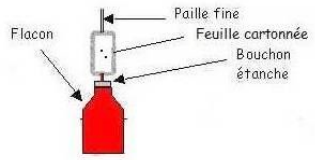
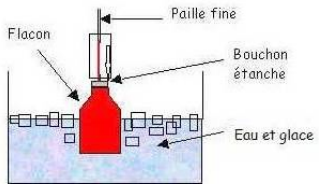
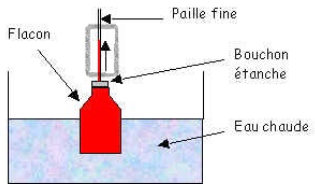
- cristallisoir ;
- thermomètre à alcool ;
- feuille cartonnée ;
- eau colorée ;
- paille ;
- bouteille de 33 cL ou 25 cL ;
- eau très chaude (bouilloire) et bain glace-eau (0°).

Il est possible d'adapter l'activité en utilisant les repères de progressivité suivant :

> **Réaliser en équipe tout ou partie d'un objet technique répondant à un besoin.**



- **Réaliser en équipe tout ou partie d'un objet technique répondant à un besoin.**

		
Mettre de l'encre dans une bouteille en verre. Verser de l'eau froide jusqu'aux trois-quarts dans cette bouteille. Plonger le bas d'une paille dedans. Avec de la pâte à modeler, fabriquer avec de la pâte à modeler un bouchon qui ne laisse pas passer l'air. Équiper la paille d'une feuille de papier cartonnée qui sera maintenue fixe avec la pâte à modeler.	Remplir maintenant le cristallisoir d'un mélange d'eau et de glace. Mesurer la température avec le thermomètre fourni : elle doit être de 0°C. Y placer la bouteille. Le niveau de l'eau colorée descend. Repérer le niveau atteint par l'eau colorée sur la feuille cartonnée, c'est le 0°C du thermomètre.	Poser dans l'évier un cristallisoir contenant de l'eau très chaude. Vérifier la température (notée ici t) avec le thermomètre fourni (il faut que l'eau soit la plus chaude possible). Y placer la bouteille. L'eau colorée monte dans la paille. Repérer le niveau atteint par un trait sur la feuille cartonnée, ce sera la graduation t du thermomètre. Attention aux brûlure

On détermine ainsi expérimentalement deux graduations : 0°C et t °C de ce thermomètre. Cette activité peut être le support d'un travail sur la proportionnalité.

L'enseignant peut faire remarquer aux élèves que l'échelle établie est très imprécise et peu adaptée à la mesure de la température de l'air atmosphérique.

- **Contextualisation**

Ce thermomètre est-il assez précis pour nous indiquer une température de 4°C (intérieur du réfrigérateur), de 15°C (ou autre valeur de température extérieure de la saison) ? Si non, que faut-il faire ?

Étape 3

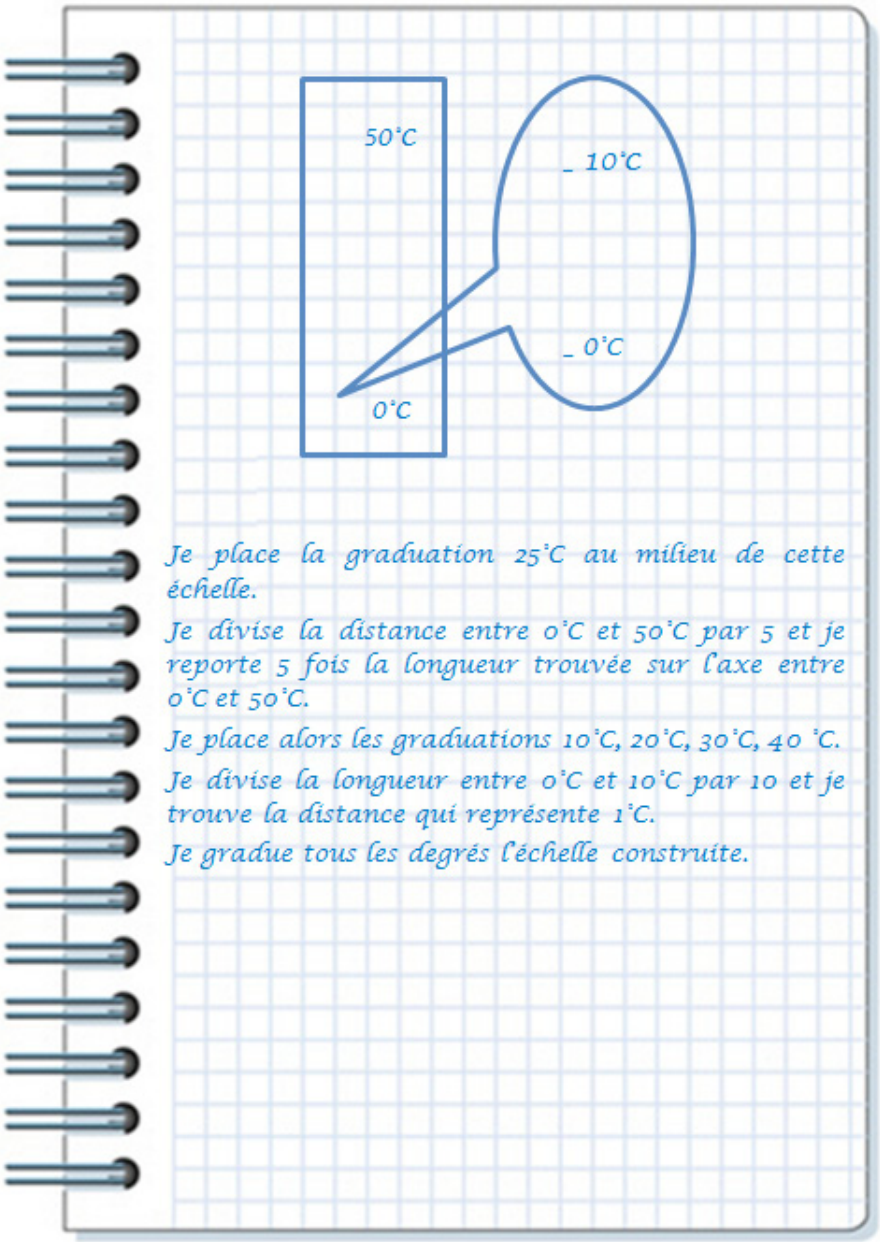
L'enseignant peut faire remarquer aux élèves qu'il est préférable de ne pas retirer la graduation du thermomètre. Il peut les inviter à dessiner un axe vertical sur une feuille de papier (éventuellement calque) et d'y repositionner les graduations 0°C et t °C en les plaçant à la même distance que celle qui les sépare sur la graduation du thermomètre. Comment peut-on positionner sur cet axe les graduations manquantes ?

Il serait intéressant de favoriser des réponses intuitives, afin de faire progressivement émerger une situation de proportionnalité.

Il apparaît important de rédiger par écrit la réponse.

- **Trace écrite**

Exemple :

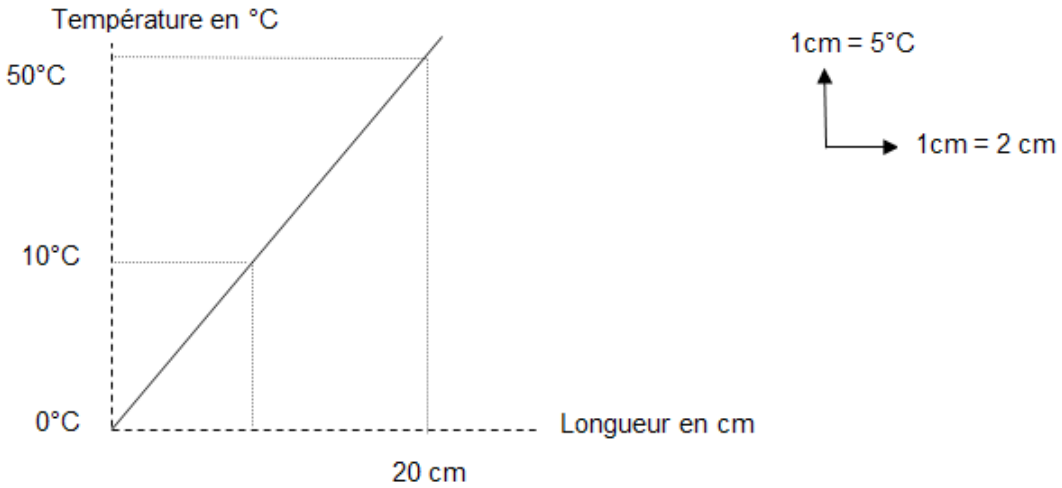


- **Approfondissement ou différenciation**

Au-delà de ces possibilités de réponses, et pour mettre en évidence la relation de proportionnalité, il est possible de proposer une méthode graphique.

Les valeurs de température et leur distance par rapport à 0°C sont liées par une relation de proportionnalité illustrée par une droite qui passe par l'origine (fonction linéaire).

Pour réaliser cette démarche graphique, il est possible de faire noter sur le carton du thermomètre fabriqué la hauteur atteinte par le liquide pour différentes températures du bain (relevées avec thermomètre fourni). Les élèves seront alors invités à reporter sur un graphique les points d'abscisse « distance en cm du trait à la graduation du bas (0°C) » et d'ordonnée la température correspondant à ce repère.



GROUPE HYGROMÈTRE

L'enseignant fait visionner aux élèves la vidéo « fabrication d'un hygromètre ».

Selon le niveau et l'équipement personnel des élèves, il est possible de demander aux élèves de visionner cette vidéo avant la séance (travail personnel).

Pour vérifier la compréhension des élèves sur le principe de l'hygromètre à cheveux, il est possible de proposer un questionnaire qui accompagne la vidéo.

Répondre aux questions suivantes :

- sur quelle propriété des cheveux repose la fabrication de l'hygromètre ?
- à quel état de l'air correspondent les graduations 0% et 100% ?
- comment déterminer les graduations 0% et 100% ?

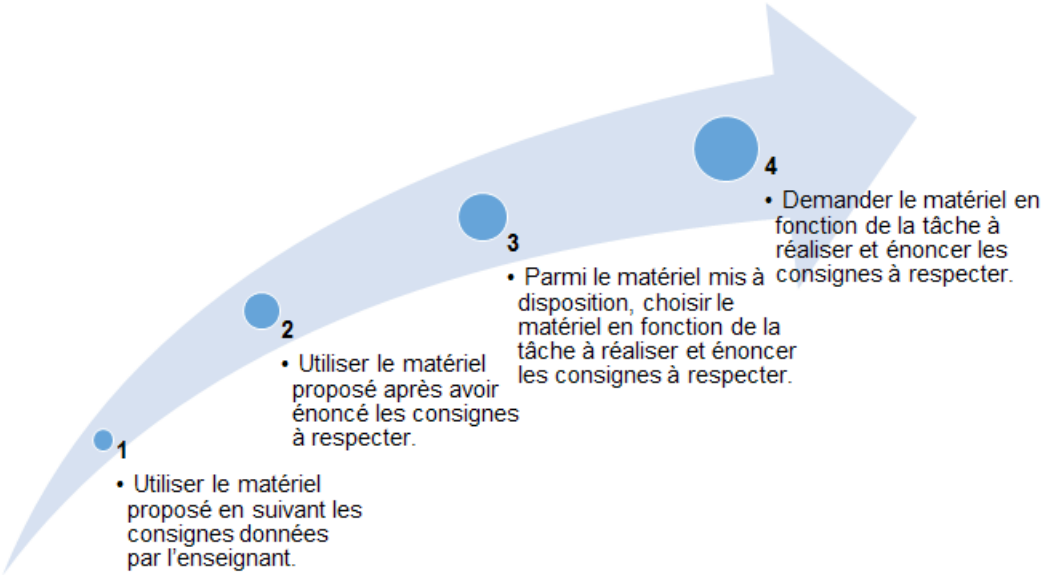
Pour la construction de l'hygromètre, l'enseignant doit se procurer le nombre de planches nécessaires, la colle, de la carte plastique

Il faudra veiller à la compréhension de la question de l'établissement des graduations entre 0 % et 100 %, c'est-à-dire la réalisation d'une échelle avec un étalonnage qui pourra faire l'objet d'échanges (à quel niveau fixer le cheveu sur la flèche pour obtenir la plus grande amplitude possible ? doit-on choisir un cheveu plutôt long ou plutôt court ?).

- **Différenciation**

Il est possible d'adapter l'activité en utilisant les repères de progressivité ci-dessous :

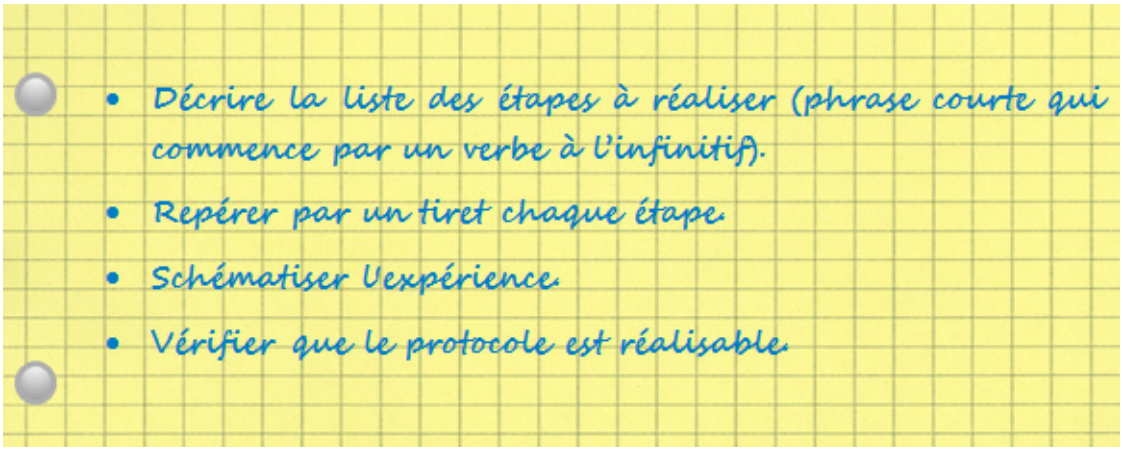
> Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.



- **Critères de réussite ou observables**

L'élaboration d'un protocole s'appuie sur le respect de certaines étapes ; l'enseignant peut mettre, dans sa salle, à la disposition des élèves des tableaux de critères de réussite (ou observables) sous différentes formes (fiche de bristol, classeur ...).

En voici un exemple :



Étape 2

- **Proposition de consigne pour la fabrication de l'hygromètre**

> Construire un hygromètre à partir du matériel et du protocole fournis en respectant les règles de sécurité.

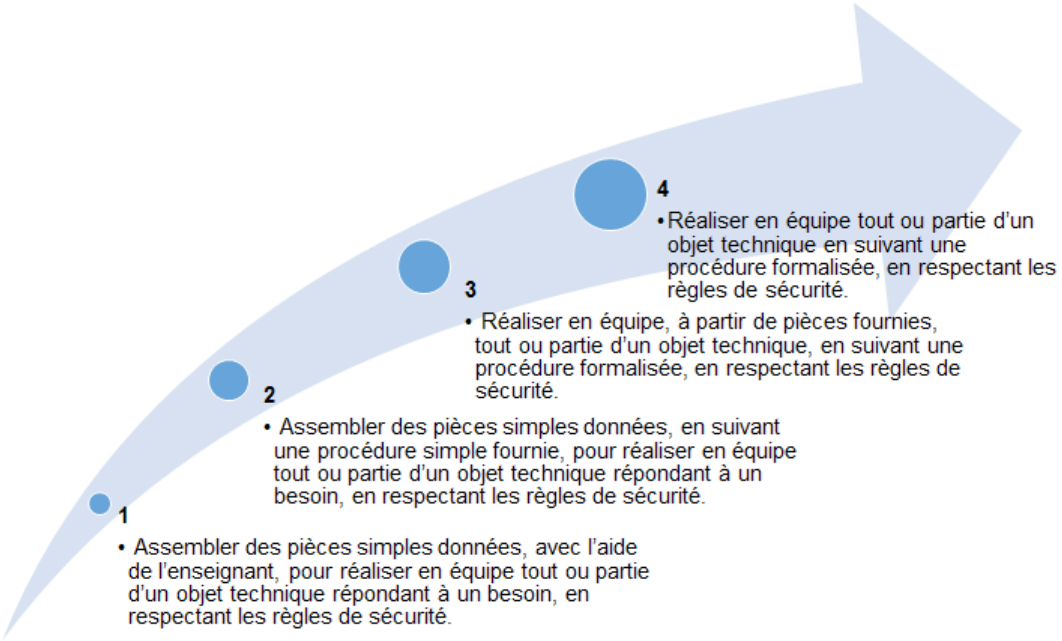
Liste du matériel (issue de l'étape 1) :

- planche (20 cm/40cm) ;
- cheveu (blond ou roux de préférence) ;
- carte plastique ;
- feuille de couleur ;
- bec électrique ;
- bécher plus eau ;
- punaise, colle, ciseaux.

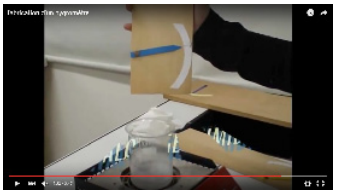
- **Différenciation**

Il est possible d'adapter l'activité en utilisant les repères de progressivité ci-dessous :

> **Réaliser en équipe tout ou partie d'un objet technique répondant à un besoin.**



- **Exemples de schémas et d'actions à réaliser**

Découper une flèche de 12 cm dans la carte plastique. Fixer la flèche à l'aide de la punaise sur la planche.	Coller une extrémité du cheveu au niveau de l'axe, Coller l'autre extrémité parallèlement à un bord sur la partie libre de la planche. Attention à la manipulation d'une colle de type « super glue ». Ne pas toucher avec les doigts.	Coller un arc de carte plastique c'est le cadran de graduation. Poser l'hygromètre sur un radiateur, la contraction maximale du cheveu donne le 0% d'humidité relative.
		
Tenir l'hygromètre au-dessus d'un bécher d'eau bouillante, l'extension maximale du cheveu donne la graduation 100% d'humidité relative.		Partagez le cadran en 4 parties équivalentes et placez les graduations 25%, 50% et 75%.

Cette activité peut être le support d'un travail sur la proportionnalité.
L'enseignant peut faire remarquer aux élèves que l'échelle établie est très imprécise et peu adaptée à la mesure de l'humidité de l'air atmosphérique.

- **Contextualisation**

Cet hygromètre est-il assez précis pour nous indiquer une humidité de 85% ? Que faut-il faire ?

Étape 3

L'enseignant peut faire remarquer aux élèves qu'il est préférable de ne pas retirer la graduation de l'hygromètre. Il peut les inviter à décalquer l'arc de cercle de leur hygromètre ainsi que le point de fixation et les graduations 0% et 100%. Ensuite, il leur propose de reproduire ce dessin sur une feuille de papier.

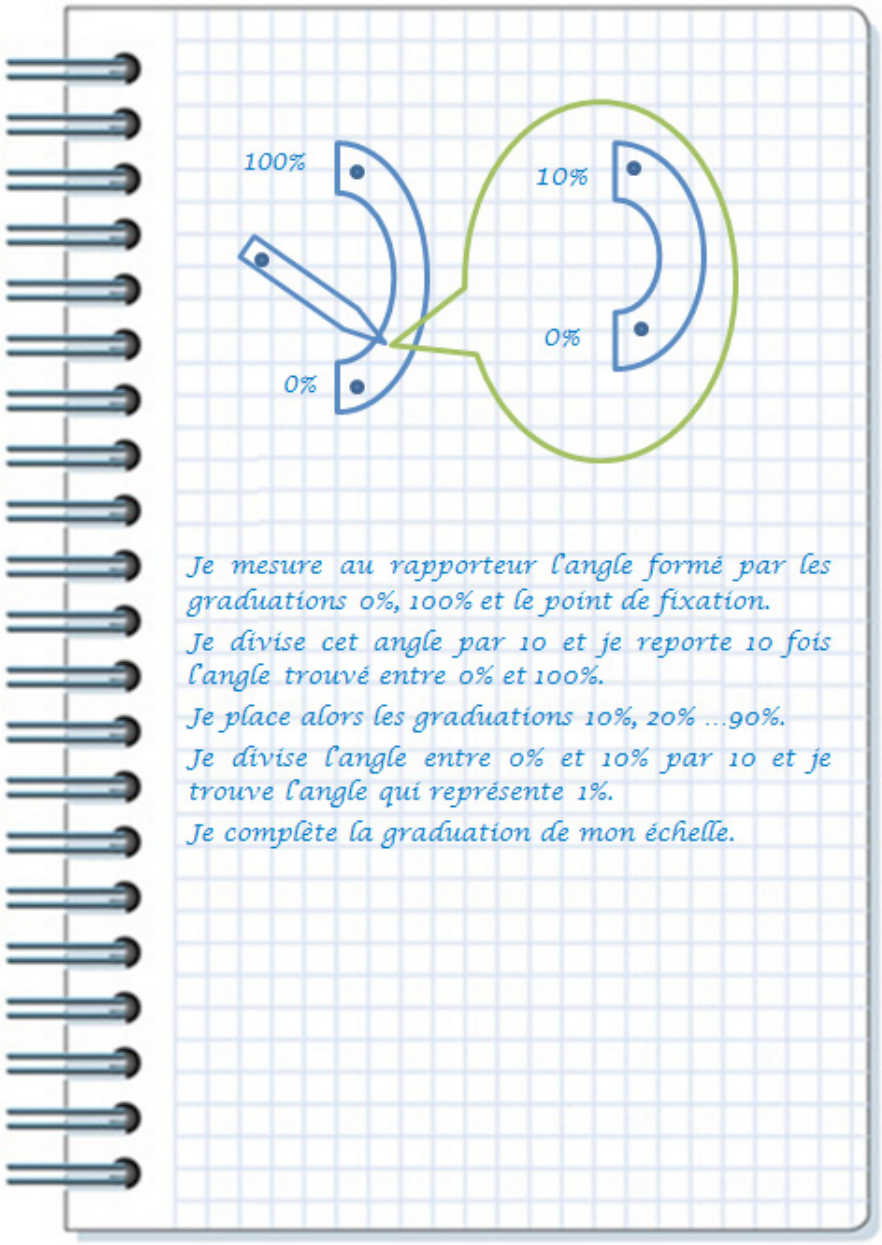
Comment peut-on positionner sur cet arc les graduations manquantes ?

On peut favoriser des réponses intuitives, afin de faire progressivement émerger une situation de proportionnalité.

Il apparaît important de rédiger par écrit la réponse.

- **Trace écrite**

Exemple :



La représentation graphique de la relation de proportionnalité entre le taux d'humidité relative de l'air et l'angle fait par l'axe de la flèche en plastique avec l'horizontale (si elle indique alors 0% ou avec l'axe indiquant 0 %) est difficile ici car il faut disposer d'un hygromètre commercial et réussir à faire varier l'humidité ambiante relative. Un travail analogue à ce qui a été proposé pour la graduation du thermomètre n'est pas facilement envisageable ici.

Bilan de séance

• **Ce que l'élève doit retenir en termes de connaissances**

La construction du thermomètre repose sur le principe de dilatation d'un liquide (eau colorée).

La construction de l'hygromètre repose sur la propriété d'élongation d'un cheveu en fonction de l'humidité.

L'établissement d'une échelle de mesure dans ces deux cas repose sur une situation de proportionnalité.

• **Ce que l'élève a acquis ou mobilisé en termes de compétences**

Extraire des informations d'un document vidéo et proposer des manipulations en lien avec cette ressource.

Élaborer un protocole, par la prise ordonnée de la parole et l'aide de l'enseignant.

Réaliser en équipe un instrument de mesure.

Construire une échelle graduée en utilisant la proportionnalité.

Séance 2 : Lecture d'une mesure de température et incertitude sur la mesure

En prolongement de la séance portant sur la fabrication d'un thermomètre …

• **Contextualisation possible**

En vue d'établir un bulletin météo quotidien qui pourrait être diffusé dans l'école ou le collège (ENT, affichage), les élèves sont chargés d'effectuer des relevés de température avec les thermomètres qu'ils ont fabriqués.

Proposer aux élèves de mesurer la température d'une eau à température ambiante ou de l'air ambiant avec les thermomètres qu'ils ont construits.

La dispersion des mesures doit amener les élèves à se poser la question de la précision de la mesure.

• **Organisation du travail et situation d'appel**

Activité de groupe, si possible conserver les groupes précédents et faire émerger un protocole de mesure.

L'enseignant mesure avec un thermomètre à alcool la température (21°C par exemple) de l'eau et propose à chaque groupe d'effectuer une mesure de température avec un seul des thermomètres qu'ils ont construits.

Les mesures de chaque groupe d'élèves et celle du professeur sont notées au tableau.

Étape 1

- **Proposition de consigne**

> Présenter l'ensemble de ces résultats et déterminer le résultat à communiquer pour cette mesure de température.

- **Exemples de résultats d'élèves (24 élèves)**

Veiller à accompagner chaque valeur écrite de l'unité !

Résultats notés au tableau : 21°C - 20°C - 20°C – 22°C – 21°C – 23°C – 24°C – 22°C – 21°C – 18°C – 20°C – 21°C – 22°C – 19°C – 22°C -19°C – 20°C – 20°C – 21°C – 21°C – 22°C – 21°C – 19°C.

Les élèves peuvent produire des communications variées, quelques exemples ci-dessous.

Exemple 1 - Notation en fréquence

La notion de fréquence proprement dite sera abordée en mathématiques en cycle 4. Pour autant, les élèves peuvent parler de « nombre de fois où la mesure de température donne cette valeur ».

TEMPÉRATURE	22°C	19°C	18°C	20°C	23°C	24°C	21°C
nombre de fois où la mesure de température donne cette valeur	6 fois	3 fois	1 fois	5 fois	1 fois	1 fois	7 fois

Exemple 2 - Notation par ordre croissant des températures (sans prise en compte de la « fréquence »)

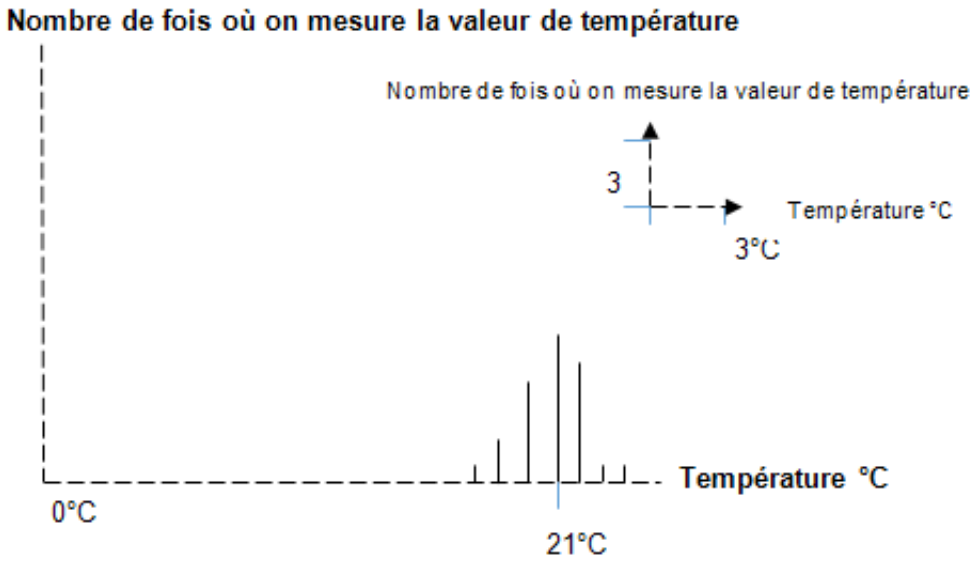
15°C - 18°C - 19°C – 20°C – 21°C – 22°C – 23°C – 24°C

Exemple 3 - Notation en « fréquence» et par ordre croissant

15°C x1 ; 18°C x1 ; 19°C x 2 ; 20°C x5 ; 21°C x7 ; 22°C x6 ; 23°C x1 ; 24°C x1

Avec l'aide du professeur, les élèves cherchent une représentation graphique, par exemple :

Nombre de fois où la mesure de température fournit une valeur donnée, parmi toutes les mesures.



- **Discussion avec l'ensemble de la classe**

La discussion porte sur l'intérêt de mettre toutes les valeurs, de les trier, d'écarter le cas échéant des valeurs très décalées et de comprendre les variations de résultats.

L'enseignant peut faire remarquer à ses élèves que sur le thermomètre qui a servi à étalonner celui fabriqué, il figure aussi une incertitude qui accompagne les mesures :
- il peut faire remarquer que 7 mesures sont identiques à celle fournie par le thermomètre commercial et 11 mesures ne s'écartent de cette dernière que de 1°C ;
- il peut difficilement évoquer ici la notion de moyenne, qui n'est pas au programme de cycle 3. La moyenne des températures obtenues est effectivement proche de 21°C ;
- il est préférable de retenir la valeur « la plus fréquente », celle qui « a été fournie par le plus grand nombre de mesures ».

La qualité de la mesure dépend de la précision de l'appareil mais aussi des erreurs imputables à l'expérimentateur. Il est possible de conclure que les variations ne sont pas due à l'appareil (identique pour tous) mais à la façon de lire les résultats.

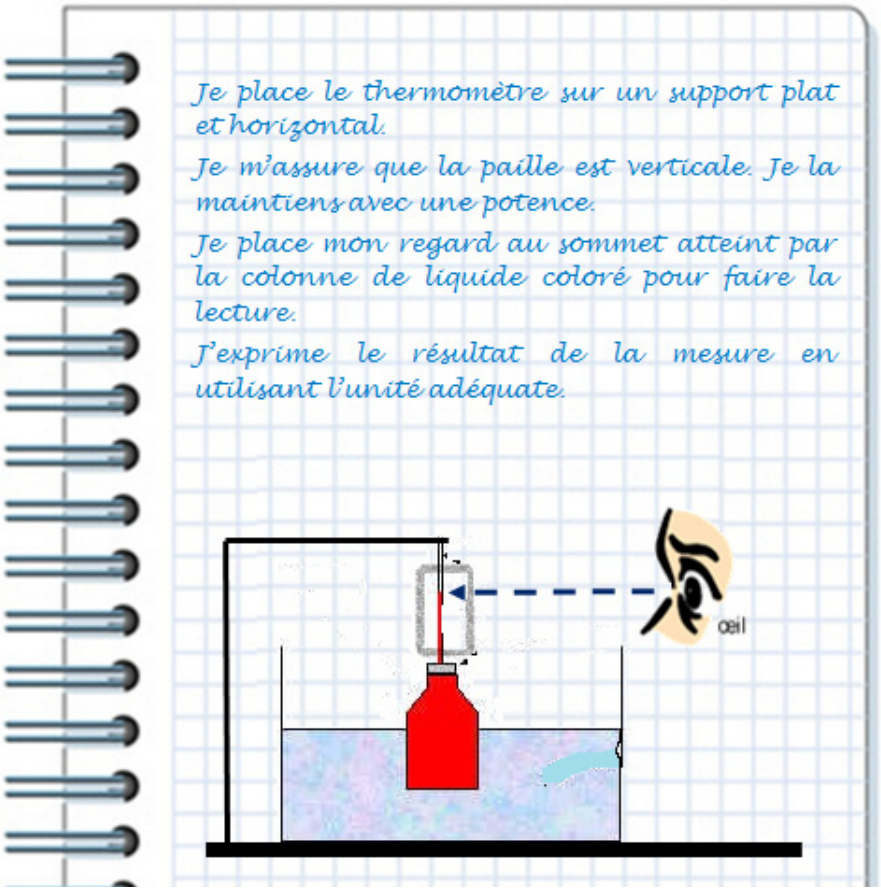
Attention de ne pas induire que les mesures sont relatives ou qu'elles sont exactes avec un thermomètre numérique.

Étape 2

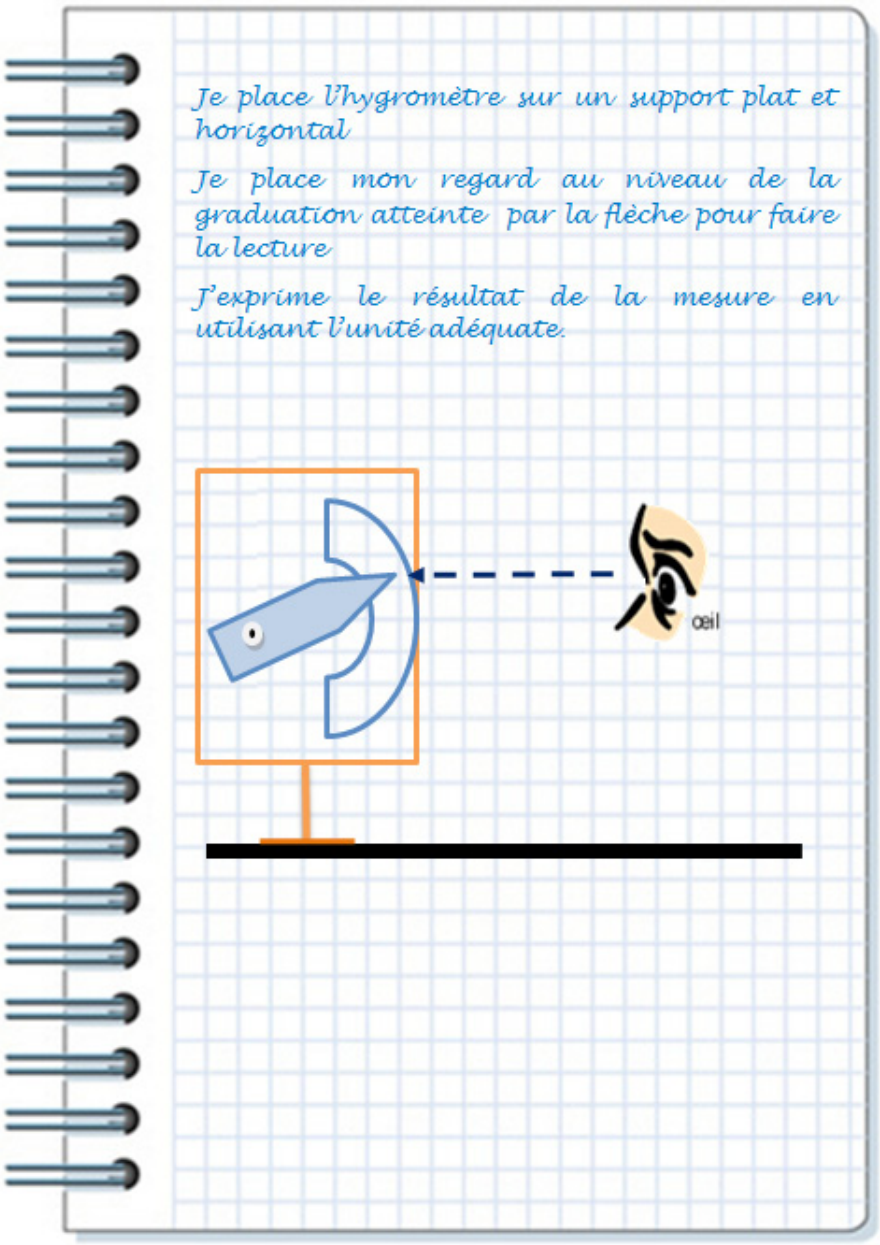
- **Proposition de consigne**

> Déterminer les étapes d'un protocole à respecter pour réaliser une mesure de température afin d'éviter les incertitudes dues à la lecture.

- **Exemples de trace écrite mise en commun**



Le même travail peut être fait avec l'hygromètre.



Bilan de séance

- **Ce que l'élève doit retenir en termes de connaissances**

La lecture d'une mesure de température ou d'humidité repose sur l'application d'un protocole de mesure.

La mesure d'une grandeur doit être exprimée dans l'unité adéquate.

La mesure n'est pas une valeur exacte, il y a une incertitude liée à l'expérimentateur et à l'appareil.

- **Ce que l'élève a acquis ou mobilisé en termes de compétences**

Établir un protocole de mesure.

Exercer un esprit critique et raisonner avec rigueur.