

Sommaire

Introduction	9
1. La démarche proposée : pourquoi et comment enseigner autrement les grandeurs et les mesures ?.....	9
2. Éclairage scientifique et historique.....	10
3. Éclairage pédagogique.....	12
4. Grandeurs et mesures dans les programmes.....	15
Pour comprendre l'importance des unités de mesure	21
Une erreur de mesure peut coûter 193 millions de dollars.....	21

I. Les longueurs

1. Découvrons les longueurs

Je découvre une grandeur : Des ficelles aux affiches.....	24
Il me faut une unité : Mesurer la longueur de la classe avec son corps.....	25
J'utilise une unité légale : Mesurer la longueur de la classe avec des instruments.....	26
Je teste mes connaissances : Des ordres de grandeur dans la vie quotidienne (les longueurs).....	27
HISTOIRE. D'où vient cette unité : L'histoire du mètre.....	28
Je découvre d'autres unités : De l'infiniment grand à l'infiniment petit.....	29
Je construis un instrument : La croix de bucheron.....	30
J'utilise cet instrument : Utiliser une croix de bucheron.....	31

2. Explorons le monde des longueurs

HISTOIRE. La corde à 13 nœuds.....	33
La longueur du cercle et la valeur de π (1).....	35
La longueur du cercle et la valeur de π (2).....	37

GÉOGRAPHIE. Les distances sur une carte	38
MATHÉMATIQUES. La ramette de papier : quelle est l'épaisseur d'une feuille de papier A4 ?	40
SCIENCES. La maquette du système solaire	41
Un outil : le guide-âne	43
Une mesure inhabituelle : la peinture des chaussures	46
BIOLOGIE. Les fourmis savent mesurer des distances	48

3. Les mesures dérivées des longueurs

MATHÉMATIQUES. Aire et périmètre à partir d'une feuille de papier A4	49
Comparer des aires	51
Obtenir la plus grande aire possible	53

II. Les masses

1. Découvrons les masses

Je découvre une grandeur : Quel est l'objet le plus lourd ?	56
Il me faut une unité : Peser un cahier avec des objets	57
J'utilise une unité légale : Peser un cahier avec des masses marquées ou des unicubes ..	58
Je teste mes connaissances : Des ordres de grandeur dans la vie quotidienne (les masses)	59
HISTOIRE. D'où vient cette unité : L'histoire des balances	60
HISTOIRE. D'où vient cette unité : L'histoire des mesures de masse	61
Je découvre d'autres unités : Les mesures de masse	62
Je construis et j'utilise un instrument : Une balance à tout faire	63

2. Explorons le monde des masses

Combien y a-t-il de grains de riz dans 1 kg ?	65
Combien pèse le bureau de la classe ?	67
MATHÉMATIQUES. La ramette de papier : quelle est la masse d'une feuille de papier A4 ?	69
SCIENCES. Combien pèse-t-on sur la Lune ?	70
BIOLOGIE. Des poids lourds chez les animaux	73

III. Les volumes

1. Découvrons les volumes

Je découvre une grandeur : Comparer des volumes différents	76
Il me faut une unité : Combien de verres dans la cruche ?	77
J'utilise une unité légale : Quelle quantité d'eau dans la cruche ?	78
Je teste mes connaissances : Des ordres de grandeur dans la vie quotidienne (les volumes)	79
HISTOIRE. D'où vient cette unité : L'histoire du litre	80
Je découvre d'autres unités : Les mesures de volume	81
J'utilise deux unités de volume : Le litre, le dm^3	81
Je construis un instrument : Le cube de 1 dm^3	83
J'utilise cet instrument : Le volume d'un carton d'emballage	85

2. Explorons le monde des volumes

MATHÉMATIQUES. La ramette de papier : quel est le volume d'une feuille de papier A4 ?	86
SCIENCES. Quel est le volume d'un caillou ?	87
GÉOGRAPHIE. Le volume des océans	89
BIOLOGIE. La vessie natatoire des poissons : Une question de volume	91

IV. Les durées

1. Découvrons les durées

Je découvre une grandeur : Quel extrait musical est le plus long ?	94
Il me faut une unité et j'utilise une unité légale : Le cercle et la course	95
Je teste mes connaissances : Des ordres de grandeur dans la vie quotidienne (les durées)	96
HISTOIRE. D'où vient cette unité : L'histoire de la seconde	97
HISTOIRE. D'où vient cette unité : L'histoire des outils pour mesurer le temps	98
SCIENCES. Je découvre d'autres unités : L'âge de la Terre	99
Je construis un instrument : Construire un objet qui mesure 20 secondes	100
J'utilise cet instrument : Mesurer 20 secondes	101

2. Explorons le monde des durées

HISTOIRE. Pourquoi y a-t-il 60 secondes dans une minute ?	103
SCIENCES. Comment la durée du jour varie-t-elle ?	105
SCIENCES. À quelle heure est-il midi au soleil ?.....	107
GÉOGRAPHIE. Comment a été choisi le méridien de Greenwich ?	109
GÉOGRAPHIE. Les fuseaux horaires.....	110
HISTOIRE. Les jours de la semaine	110
SCIENCES. Comment construire un pendule qui bat deux fois plus vite qu'un autre....	112
BIOLOGIE. Une horloge dans notre corps ?	114

V. Les angles

1. Découvrons les angles

Je découvre une grandeur : Kevin n'a pas bien coupé les parts.....	116
Il me faut une unité : Reproduire un angle	117
J'utilise une unité légale : Les angles d'un triangle (recommandé pour le niveau 6 ^e) ..	118
HISTOIRE. D'où vient cette unité ? Le degré d'angle	120
GÉOGRAPHIE. Je découvre d'autres unités : Se repérer sur la Terre : une histoire d'angles (longitude, latitude)	121
Je construis et j'utilise un instrument : La fausse équerre.....	122

2. Explorons le monde des angles

SCIENCES. Prouver que l'axe des pôles est incliné	124
BIOLOGIE. La communication chez les abeilles : une histoire d'angles ?	126

VI. Les températures

1. Découvrons les températures

Je découvre une grandeur : Des eaux à différentes températures.....	128
Il me faut une unité : À quoi correspond le 0 °C ?.....	129
J'utilise une unité légale : Relevés météorologiques et construction d'un graphique...	132
Je teste mes connaissances : Des ordres de grandeur dans la vie quotidienne (les températures).....	134
HISTOIRE. D'où vient cette unité : L'histoire du degré Celsius.....	135
HISTOIRE. Je découvre d'autres unités : Le degré Fahrenheit et le degré kelvin.....	136
Je construis et j'utilise un instrument : Le thermomètre	137

2. Explorons le monde des températures

SCIENCES. Changement climatique et fonte des glaces.....	139
BIOLOGIE. La température corporelle des animaux : plus complexe que « chaud » ou « froid »	141

VII. D'autres mesures

1. Le corps

Mesurer la respiration et le rythme cardiaque.....	144
--	-----

2. Les phénomènes naturels

Je découvre d'autres mesures : les séismes	146
Je découvre d'autres mesures : les vents.....	147

3. La lumière

J'utilise un instrument : le luxmètre.....	149
--	-----

Présentation du CD-Rom	151
------------------------------	-----

Introduction

1. La démarche proposée : pourquoi et comment enseigner autrement les grandeurs et les mesures ?

● Pourquoi ?

Lorsque l'on observe les résultats des élèves de cycle 3 dans le domaine des grandeurs et des mesures, une contradiction apparaît : les élèves maîtrisent globalement les manipulations autour des unités (conversion, rangement...) alors qu'ils semblent très mal associer ces mêmes unités à des situations de la vie quotidienne.

Autrement dit, ils savent effectuer des manipulations mathématiques sur des objets qui ne font pas sens pour eux.

C'est un peu comme s'ils étaient capables d'effectuer une multiplication sans donner de signification au nombre... Or, à l'école primaire, nous prenons bien soin de construire le concept de nombre avant d'effectuer des opérations...

Partant de ce constat, il apparaît primordial de construire la notion de grandeur avant d'aborder la mesure de cette grandeur.

● Comment ?

Enseigner **autrement** les grandeurs et les mesures, c'est prendre le temps de construire, en lien permanent avec le monde réel, la notion de grandeur, pour aller vers la nécessité de la mesure.

Pour ce faire, l'approche préconisée est la suivante :

– La partie « 1. Découvrons... » constitue le cœur de la démarche, elle est construite pour être suivie **intégralement et dans l'ordre proposé**. Les élèves vont ainsi découvrir, construire, utiliser, manipuler dans différentes mises en situation de recherche. Ils vont d'abord donner du sens à la grandeur, puis fabriquer et utiliser un instrument pour en effectuer la mesure.

– La partie « 2. Explorons le monde... » privilégie l'entrée pluridisciplinaire pour donner davantage de sens à la grandeur. **Les séances ne sont pas toutes obligatoirement à réaliser, et il n'y a pas d'ordre défini.** L'enseignant ira, selon son propre choix, piocher dans cette « boîte à outils » les entrées complémentaires par d'autres disciplines qui lui semblent pertinentes, en fonction de ses élèves et de ses objectifs.

N.B. : Ces séances complémentaires sont identifiables rapidement par leur fond couleur orange.

Pour chaque type de grandeur, un questionnaire est disponible dans le CD-Rom. Celui-ci pourra être utilisé à différents moments pour évaluer le niveau des élèves.

2. Éclairage scientifique et historique

Dans la vie quotidienne, les occasions de mesurer sont multiples (cuisine, déplacements, bricolage...). Ces mesures sont plus ou moins précises selon les nécessités. Dès que l'on a besoin de communiquer ces valeurs, une unité commune doit être utilisée.

Du point de vue scientifique, la mesure la plus précise possible doit être exprimée.

Les unités courantes que nous utilisons (le mètre, la seconde, le degré...) sont des inventions humaines. On les considère comme universelles alors qu'elles ont été fixées arbitrairement, même si leurs « inventeurs » ont eu la volonté de les trouver dans la nature.

L'unité de mesure doit être une référence simple et fixe. Elle est définie par un étalon (un objet déterminé ou une formule). L'étalon doit avoir une précision maximale (cette précision peut être de plus en plus importante avec l'évolution technologique), une invariance dans le temps et l'espace et une reproductibilité.

Jusqu'au XVIII^e siècle, les unités variaient considérablement d'un pays à l'autre, d'une région à l'autre, voire d'une ville à l'autre. Par exemple, l'aune valait 1,188 m à Paris mais 1,118 m dans la majorité des régions françaises. En Autriche, elle ne valait plus que 0,7776 m. Pour un même objet de mesure (le poids par exemple), les multiples et sous-multiples de l'unité principale se succédaient selon des règles irrégulières.

Le nom des unités variait également et certains mots étaient inconnus hors de leur région d'usage. On imagine aisément les problèmes économiques que cela pouvait poser.

Prenons un exemple : les Alpes-Maritimes en 1796.

L'unité de mesure de longueur est le trabuc de Nice, valant 6 pieds ou 12 pans. Le pan, comme le pied, se divise en 12 onces. L'once de pied vaut donc le double de l'once de pan. Le pied n'est utilisé qu'en maçonnerie. Il faut 12 lignes pour faire un once et 12 atomes pour faire une ligne. La région niçoise a été conquise par les armées révolutionnaires et les commerçants en ont profité pour adopter le pan de Marseille, plus court et plus

« rentable ». L'aune et la toise, les unités les plus répandues en France, sont inconnues, mais on peut faire les conversions : 13 toises de Paris = 8 trabucs de Nice, 22 pans de Marseille = 17 pieds de Paris, 19 pans de Nice = 5 mètres...

Les aires se mesurent en sétérée, valant 16 mouteraux. Une sétérée est égale à 12,5 trabucs au carré.

Il n'existe pas d'unité de mesure de capacité, tous les liquides se vendant au poids.

Les unités de poids sont la charge = 2 quintaux, le quintal = 6 rubs, le rub = 25 livres, la livre = 12 onces, l'once = 8 gros, le gros = 72 grains.

Qu'en était-il des échanges entre scientifiques ?

À l'époque révolutionnaire, alors que la société française se restructure, la communauté scientifique impose une nouvelle manière de mesurer pour faciliter la vie quotidienne de tous et faciliter les échanges.

Borda, Condorcet, Lagrange, Laplace, Lavoisier, Monge et Tillet mettent en place le système métrique avec un nombre d'unités réduit et des multiples et sous-multiples décimaux. Ils veulent créer des rapports simples entre les trois grandeurs utilisées principalement à leur époque : la longueur, le volume et le poids. L'unité fondamentale sera le mètre. Le litre en découlera (1 litre = 1 dm³), tout comme le gramme (1 kg = 1 litre d'eau). L'unité de temps, la seconde, déjà définie depuis l'Antiquité comme une fraction du jour, n'est pas remise en question.

Définir le mètre ne sera pas aisé. Malgré la volonté de certains demandant d'utiliser la longueur du fil d'un pendule battant la seconde, en 1791 le mètre est défini comme la dix millionième partie du quart du méridien terrestre (voir la séance sur l'histoire du mètre, p. 28). Il faut attendre 1795 pour que les mesures du méridien de Paris soient précisées et que le décret instituant et définissant le mètre, l'are, le stère, le litre, le gramme (et le franc !) soit promulgué. Un exemplaire du mètre (reproduisant la règle-étalon en platine) est envoyé dans toutes les grandes villes. Mais on n'abandonne pas facilement ses habitudes et il faudra attendre encore 40 ans pour que le système métrique entre dans les mœurs.

Dès le début du XIX^e siècle, le système métrique est enseigné dans les écoles.

En 1840, l'usage d'un autre système est interdit.

Il faut attendre 1875 pour qu'un Bureau international des poids et mesures soit créé pour uniformiser les unités de mesures dans le monde entier. Ce Bureau conserve les étalons, définit le Système international d'unités pour garantir un vocabulaire commun. Il est légalement obligatoire dans presque tous les pays du monde, malgré quelques résistances (aux États-Unis, par exemple, voir le texte « Une erreur de mesure peut coûter 193 millions de dollars », cf. p. 21).

Entre 1875 et 1899, le Bureau international travaille pour obtenir une précision inégalée du mètre-étalon. Ses travaux ont permis des avancées scientifiques insoupçonnées sur les alliages (l'étalon est en platine et en iridium), sur la dilatation des métaux, la température, la masse volumique de l'eau et de l'air, l'accélération due à la pesanteur.

Entre 1900 et 1927, entre autres avancées, le Bureau détermine qu'un kg d'eau sous la pression atmosphérique à son maximum de densité à la température de 4 °C n'est pas égal à 1 litre mais à 1,000028 litre.

Entre 1928 et 1960, les découvertes en électricité, en physique nucléaire, le développement industriel et technique obligent le Bureau des poids et mesures à définir l'ohm, le volt, la candela, le lumen... Le mètre est redéfini comme une longueur d'onde d'une radiation de l'atome de krypton 86.

Après 1960, les unités sont de plus en plus fondées sur des constantes atomiques et plus sur des objets conservés précieusement (sauf le kilogramme, voir plus loin). Ainsi la seconde est définie en 1967 comme la fréquence d'une transition hyperfine de l'atome de césium 133. Le mètre est depuis 1983 la longueur parcourue dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 seconde. Cette précision n'est utile que dans ses applications scientifiques.

Le kilogramme reste une exception. Il est la seule unité internationale représentée par un objet : un cylindre en platine iridié matérialisant la masse du décimètre cube à 4 °C. L'étalon actuel date de 1889. Pour qu'il ne perde ni ne gagne de la matière, il n'est manipulé que très rarement (une fois tous les 50 ans environ) et ne sert qu'à vérifier ses quatre « témoins » construits de façon identique et manipulables. Il est à l'abri de toute poussière.

L'unité de température n'est plus le degré Celsius depuis 1954 mais le kelvin qui mesure une grandeur physique liée à l'agitation moléculaire. 0°K indique que les molécules de la matière dont on veut mesurer l'agitation ne bougent plus. Cela correspond à - 273,16 °C. Cette échelle de « température » permet de n'avoir que des nombres positifs, mais chaque degré respecte l'échelle de Celsius, 0 °C valant donc 273,16 K. Cela permet aux astronomes de dire que le fond diffus de l'Univers a une température de 3 kelvins.

Les mesures et leurs unités ont bien une histoire liée aux avancées scientifiques.

Les unités du système international ont l'avantage d'être simples et d'être liées dans un système décimal compréhensible. Si on utilise une seule unité par grandeur, l'utilisation des formules et les calculs deviennent plus aisés.

Il ne reste que les unités de capacités (1 litre = 1 dm³) qui peuvent prêter à confusion. Alors, hormis leur caractère historique, pourquoi continuer à enseigner les mm³, cm³, dm³...

3. Éclairage pédagogique

« La notion de mesure d'une grandeur consiste à associer, une unité étant choisie, un nombre (entier ou non) à la grandeur considérée. » (*programmes du cycle 3 de l'école élémentaire, Bulletin officiel spécial n° 11 du 26 novembre 2015*)

Avant d'évoquer la notion de mesure, il faut maîtriser la notion de grandeur : lorsqu'elle est abordée trop tôt ou trop rapidement, la mesure s'érige en obstacle à la perception de la grandeur qu'elle est censée représenter.

Une grandeur est un concept difficile à définir : il s'agit d'une caractéristique physique, chimique ou biologique qui est mesurée ou repérée. Quelques exemples : la longueur, l'aire,

le volume, la capacité, la masse, la durée, la vitesse, l'accélération, l'angle, la température, l'intensité d'un courant, la date, l'altitude...

Il existe deux types de grandeurs :

- les **grandeurs repérables** sont des grandeurs pour lesquelles on peut constater l'égalité et que l'on peut ordonner (exemples : la température, la date, l'altitude...);
- les **grandeurs mesurables** sont des grandeurs qui possèdent les propriétés des grandeurs repérables et que l'on peut additionner et multiplier par un nombre (exemples : la longueur, la masse, l'aire, le volume, la durée...).

Pourquoi la température n'est-elle pas une grandeur mesurable ?

Si on ajoute 1 litre d'eau dans un récipient qui contient déjà 2 litres, on obtient 3 litres d'eau. Mais si on mélange 1 litre d'eau à 10 °C avec 1 litre d'eau à 20 °C, on n'obtient évidemment pas 2 litres d'eau à 30 °C. La température est donc une grandeur repérable mais non mesurable.

Il existe 7 grandeurs de base pour lesquelles le système international d'unités (SI) définit 7 unités de base :

Grandeur	Nom de l'unité de base	Symbole de l'unité
Longueur	mètre	m
Masse	kilogramme	kg
Temps	seconde	s
Température thermodynamique	kelvin	K
Intensité lumineuse	candela	cd
Intensité de courant électrique	ampère	A
Quantité de matière	mole	mol

Les grandeurs dérivées mettent en jeu au moins deux grandeurs de base.

Exemples : aire, volume, angle, vitesse, pression...

Le concept de grandeur s'acquiert en résolvant des problèmes posés à partir de situations vécues par les élèves.

Il s'agit donc de diversifier les approches et d'introduire une progressivité pour l'appropriation d'une grandeur : comparaison directe, indirecte, mesurage, recours aux étalons, le tout en plaçant les élèves dans une démarche de résolution de problèmes.

C'est pourquoi cet ouvrage propose d'étudier chacune des grandeurs à partir de problèmes nécessitant le recours à la manipulation.

Les élèves découvriront dans un premier temps la grandeur, puis la nécessité d'une unité, l'unité légale, l'histoire de cette unité, les unités dérivées. Ils construiront ensuite un instrument de mesure qu'ils utiliseront.

Dans un second temps, ils exploreront la grandeur étudiée à partir de mises en situation « pluridisciplinaires » et étudieront ainsi la grandeur sous l'angle historique, géographique et scientifique.

4. Grandeurs et mesures dans les programmes

Extraits du Bulletin officiel spécial n° 11 du 26 novembre 2015

Le cycle 3 installe également tous les éléments qui permettent de décrire, observer, caractériser les objets qui nous entourent : formes géométriques, attributs caractéristiques, grandeurs attachées et nombres qui permettent de mesurer ces grandeurs.

D'une façon plus spécifique, l'élève va acquérir les bases de langages scientifiques qui lui permettent de formuler et de résoudre des problèmes, de traiter des données. Il est formé à utiliser des représentations variées d'objets, d'expériences, de phénomènes naturels (schémas, dessins d'observation, maquettes...) et à organiser des données de nature variée à l'aide de tableaux, graphiques, ou diagrammes qu'il est capable de produire et d'exploiter.

● Contributions essentielles des différents enseignements au socle commun

Domaine 1 / Les langages pour penser et communiquer

Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques

Les mathématiques, les sciences et la technologie contribuent principalement à l'acquisition des langages scientifiques. En mathématiques, ils permettent la construction du système de numération et l'acquisition des quatre opérations sur les nombres, mobilisées dans la résolution de problèmes, ainsi que la description, l'observation et la caractérisation des objets qui nous entourent (formes géométriques, attributs caractéristiques, grandeurs attachées et nombres qui permettent de mesurer ces grandeurs).

Domaine 4 / Les systèmes naturels et les systèmes techniques

Les **mathématiques** permettent de mieux appréhender ce que sont les grandeurs (longueur, masse, volume, durée...) associées aux objets de la vie courante. En utilisant les grands nombres (entiers) et les nombres décimaux pour exprimer ou estimer des mesures de grandeur (estimation de grandes distances, de populations, de durées, de périodes de l'histoire...), elles construisent une représentation de certains aspects du monde. Les élèves sont graduellement initiés à fréquenter différents types de raisonnement. Les recherches libres (tâtonnements, essais-erreurs) et l'utilisation des outils numériques les forment à la démarche de résolution de problèmes. L'étude des figures géométriques du plan et de l'espace à partir d'objets réels apprend à exercer un contrôle des caractéristiques d'une figure pour en établir la nature grâce aux outils de géométrie et non plus simplement par la reconnaissance de forme.

● Mathématiques

Les situations sur lesquelles portent les problèmes sont, le plus souvent, issues d'autres enseignements, de la vie de classe ou de la vie courante. Les élèves fréquentent également des problèmes issus d'un contexte interne aux mathématiques. La mise en perspective historique de certaines connaissances (numération de position, apparition des nombres décimaux, du système métrique, etc.) contribue à enrichir la culture scientifique des élèves. On veille aussi à proposer aux élèves des problèmes pour apprendre à chercher qui ne soient pas directement reliés à la notion en cours d'étude, qui ne comportent pas forcément une seule solution, qui ne se résolvent pas uniquement avec une ou plusieurs opérations mais par un raisonnement et des recherches par tâtonnements.

Grandeurs et mesures

Au cycle 3, les connaissances des grandeurs déjà fréquentées au cycle 2 (longueur, masse, contenance, durée, prix) sont complétées et structurées, en particulier à travers la maîtrise des unités légales du Système international d'unités (numération décimale ou sexagésimale) et de leurs relations. Un des enjeux est d'enrichir la notion de grandeur en abordant la notion d'aire d'une surface et en la distinguant clairement de celle de périmètre. Les élèves approchent la notion d'angle et se familiarisent avec la notion de volume en la liant tout d'abord à celle de contenance.

La notion de mesure d'une grandeur consiste à associer, une unité étant choisie, un nombre (entier ou non) à la grandeur considérée. Il s'agit de déterminer combien d'unités ou de fractionnements de l'unité sont contenus dans la grandeur à mesurer. Les opérations sur les grandeurs permettent également d'aborder les opérations sur leurs mesures. Les notions de grandeur et de mesure de la grandeur se construisent dialectiquement, en résolvant des problèmes faisant appel à différents types de tâches (comparer, estimer, mesurer). Dans le cadre des grandeurs, la proportionnalité sera mise en évidence et convoquée pour résoudre des problèmes dans différents contextes.

Dans la continuité du cycle 2, le travail sur l'estimation participe à la validation de résultats et permet de donner du sens à ces grandeurs et à leur mesure (estimer en prenant appui sur des références déjà construites : longueurs et aire d'un terrain de basket, aire d'un timbre, masse d'un trombone, masse et volume d'une bouteille de lait...).

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	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<p>Comparer, estimer, mesurer des grandeurs géométriques avec des nombres entiers et des nombres décimaux : longueur (périmètre), aire, volume, angle.</p> <p>Utiliser le lexique, les unités, les instruments de mesures spécifiques de ces grandeurs.</p>	
<p>– Comparer des périmètres avec ou sans recours à la mesure.</p> <p>– Mesurer des périmètres en reportant des unités et des fractions d'unités, ou en utilisant une formule.</p> <p>Notion de longueur : cas particulier du périmètre</p> <p>– Formule du périmètre d'un carré, d'un rectangle.</p> <p>– Formule de la longueur d'un cercle.</p> <p>– Unités relatives aux longueurs : relations entre les unités de longueur et les unités de numération (grands nombres, nombres décimaux).</p>	<p>– Utiliser des instruments de mesure : décamètre, pied à coulisse, visée laser (télémètre), applications numériques diverses.</p> <p>– Adapter le choix de l'unité, de l'instrument en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée.</p> <p>– Aborder la notion de distance comme plus court chemin entre deux points, entre un point et une droite.</p>
<p>– Comparer, classer et ranger des surfaces selon leurs aires sans avoir recours à la mesure.</p> <p>– Différencier aire et périmètre d'une surface.</p> <p>– Déterminer la mesure de l'aire d'une surface à partir d'un pavage simple ou en utilisant une formule.</p> <p>– Estimer la mesure d'une aire par différentes procédures.</p> <p>– Unités usuelles d'aire : multiples et sous-multiples du m² et leurs relations, are et hectare.</p> <p>– Formules de l'aire d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque.</p>	<p>– Situations amenant les élèves à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • superposer, découper, recoller des surfaces ; • utiliser des pavages afin de mieux comprendre l'action de mesurer une aire. <p>– Adapter le choix de l'unité en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée ou en fonction du domaine numérique considéré.</p>

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
<ul style="list-style-type: none"> – Relier les unités de volume et de contenance. – Estimer la mesure d'un volume par différentes procédures. – Unités usuelles de contenance (multiples et sous-multiples du litre). – Unités usuelles de volume (cm^3, dm^3, m^3), relations entre les unités. – Déterminer le volume d'un pavé droit en se rapportant à un dénombrement d'unités ou en utilisant une formule. – Formule du volume d'un cube, d'un pavé droit. 	<ul style="list-style-type: none"> – Comparer ou mesurer des contenance (ou volumes intérieurs d'un récipient) sans avoir recours à la mesure ou en se rapportant à un dénombrement. <p>Par exemple, trouver le nombre de cubes de 1 cm d'arête nécessaires pour remplir un pavé droit.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Adapter le choix de l'unité en fonction de l'objet (ordre de grandeur) ou en fonction de la précision souhaitée.
<ul style="list-style-type: none"> – Identifier des angles dans une figure géométrique. – Comparer des angles. – Reproduire un angle donné en utilisant un gabarit. – Reconnaître qu'un angle est droit, aigu ou obtus. – Estimer la mesure d'un angle. – Estimer et vérifier qu'un angle est droit, aigu ou obtus. – Utiliser un instrument de mesure (le rapporteur) et une unité de mesure (le degré) pour : <ul style="list-style-type: none"> • déterminer la mesure en degré d'un angle ; • construire un angle de mesure donnée en degrés. <p>Notion d'angle</p> <ul style="list-style-type: none"> – Lexique associé aux angles : angle droit, aigu, obtus. – Mesure en degré d'un angle. 	<p>Avant le travail sur les mesures, établir des relations entre des angles (sommets, partages, référence aux angles du triangle équilatéral, du triangle rectangle isocèle). Comparer des angles sans avoir recours à leur mesure (par superposition, avec un calque).</p> <p>Différencier angles aigus et angles obtus. Estimer la mesure d'un angle, par exemple à 10° près, et vérifier à l'aide du rapporteur. Utiliser des gabarits d'angles, l'équerre, le rapporteur. Le rapporteur est un nouvel instrument de mesure qu'il convient d'introduire à l'occasion de la construction et de l'étude des figures.</p>

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Résoudre des problèmes impliquant des grandeurs (géométriques, physiques, économiques) en utilisant des nombres entiers et des nombres décimaux	
<ul style="list-style-type: none"> – Résoudre des problèmes de comparaison avec et sans recours à la mesure. – Résoudre des problèmes dont la résolution mobilise simultanément des unités différentes de mesure et/ou des conversions. 	Situations amenant les élèves à compléter les unités de grandeur (longueur, masse, contenance, durée) et à mettre en évidence les relations entre elles.
<ul style="list-style-type: none"> – Calculer des périmètres, des aires ou des volumes, en mobilisant ou non, selon les cas, des formules. – Formules donnant : <ul style="list-style-type: none"> • le périmètre d'un carré, d'un rectangle ; • la longueur d'un cercle ; • l'aire d'un carré, d'un rectangle, d'un triangle, d'un disque ; • le volume d'un cube, d'un pavé droit. 	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser les unités de mesure des durées et leurs relations. – Exploiter des ressources variées : <ul style="list-style-type: none"> • tableaux d'horaires ou de réservation de transport ; • tableaux d'horaires de marées, d'activités sportives ; • programmes de cinéma, de théâtre, programmes télévisés. Ces différentes ressources sont utilisées sur un support papier ou un support numérique en ligne.
<ul style="list-style-type: none"> – Calculer la durée écoulée entre deux instants donnés. – Déterminer un instant à partir de la connaissance d'un instant et d'une durée. – Unités de mesures usuelles : jour, semaine, heure, minute, seconde, dixième de seconde, mois, année, siècle, millénaire. 	Comparer distance parcourue et temps écoulé, quantité d'essence consommée et distance parcourue, quantité de liquide écoulé et temps écoulé, etc.
<p>Proportionnalité</p> <ul style="list-style-type: none"> – Identifier une situation de proportionnalité entre deux grandeurs. – Graphiques représentant des variations entre deux grandeurs. 	

Repères de progressivité

Il est possible, lors de la résolution de problèmes, d'aller avec certains élèves ou avec toute la classe au-delà des repères de progressivité identifiés pour chaque niveau.

L'étude d'une grandeur nécessite des activités ayant pour but de définir la grandeur (comparaison directe ou indirecte, ou recours à la mesure), d'explorer les unités du système international d'unités correspondant, de faire usage des instruments de mesure de cette grandeur, de calculer des mesures avec ou sans formule. Toutefois, selon la grandeur ou selon la fréquentation de celle-ci au cours du cycle précédent, les comparaisons directes ou indirectes de grandeurs (longueur, masse et durée) ne seront pas reprises systématiquement.

Les longueurs : En 6^e, le travail sur les longueurs permet en particulier de consolider la notion de périmètre et d'établir la notion de distance entre deux points, entre un point et une droite. L'usage du compas permet de comparer et reporter des longueurs, de comprendre la définition du cercle (comme ensemble des points à égale distance du centre). La construction et l'utilisation des formules du périmètre du carré et du rectangle interviennent progressivement au cours du cycle. La formule donnant la longueur d'un cercle est utilisée en 6^e.

Les durées : Un travail de consolidation de la lecture de l'heure, de l'utilisation des unités de mesure des durées et de leurs relations ainsi que des instruments de mesure des durées est mené en CM1 et en CM2. Tout au long du cycle, la résolution de problèmes s'articule autour de deux types de tâches : calculer une durée à partir de la donnée de l'instant initial et de l'instant final, déterminer un instant à partir de la connaissance d'un instant et d'une durée. La maîtrise des unités de mesure de durées et de leurs relations permet d'organiser la progressivité de ces problèmes.

Les aires : Tout au long du cycle, il convient de choisir la procédure adaptée pour comparer les aires de deux surfaces, pour déterminer la mesure d'une aire avec ou sans recours aux formules. Dès le CM1, on compare et on classe des surfaces selon leur aire. La mesure ou l'estimation de l'aire d'une surface à l'aide d'une surface de référence ou d'un réseau quadrillé est ensuite abordée. Une fois ces notions stabilisées, on découvre et on utilise les unités d'aire usuelles et leurs relations. On peut alors construire et utiliser les formules pour calculer l'aire d'un carré, d'un rectangle, puis, en 6^e, calculer l'aire d'un triangle rectangle, d'un triangle quelconque dont une hauteur est connue, d'un disque.

Contenance et volume : En continuité avec le cycle 2, la notion de volume sera vue d'abord comme une contenance. Au primaire, on compare des contenances sans les mesurer et on mesure la contenance d'un récipient par un dénombrement d'unités, en particulier en utilisant les unités usuelles (L, dL, cL, mL) et leurs relations. Au collège, ce travail est poursuivi en déterminant le volume d'un pavé droit. On relie alors les unités de volume et de contenance ($1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$; $1 \text{ 000 L} = 1 \text{ m}^3$).

Les angles : Au primaire, il s'agit d'estimer et de vérifier, en utilisant l'équerre si nécessaire, qu'un angle est droit, aigu ou obtus, de comparer les angles d'une figure puis de reproduire un angle, en utilisant un gabarit. Ce travail est poursuivi au collège, où l'on introduira une unité de mesure des angles et l'utilisation d'un outil de mesure (le rapporteur).

Pour comprendre l'importance des unités de mesure

Une erreur de mesure peut coûter 193 millions de dollars

Objectifs :	Lire et comprendre un texte scientifique.
Durée :	30 min.
Organisation :	Travail individuel.
Matériel :	 Texte à reproduire 

Nous utilisons les mesures quotidiennement, les kg comme les km, les litres comme les minutes. Ces manières de compter les longueurs, le temps qui passe ou le poids d'un objet nous sont tellement familières qu'on pourrait penser qu'elles sont naturelles. Ce n'est évidemment pas le cas. Non seulement leur origine est souvent incertaine ou approximative mais même aujourd'hui, tous les humains n'utilisent pas les mêmes unités. Le texte qui suit en est une belle illustration.

Lecture et compréhension du texte

Distribuer le texte.

Laisser lire les élèves. Expliquer rapidement les mots difficiles.

S'assurer de la bonne compréhension du texte par tous les élèves.

Demander aux élèves ce qu'ils ont compris en dessinant ce qui s'est passé.

Une erreur de mesure peut coûter 193 millions de dollars

En 1999, après un voyage de 280 jours, le sondage Mars Climate Orbiter se désintègre en entrant dans l'atmosphère martienne.

Que s'était-il passé ?

En s'approchant de Mars, le sondage spatial devait être ralentie pour pouvoir se stabiliser autour de la planète. Les ingénieurs ont écrit erronement deux conversions à la main pour désintégrer un programme informatique qui doit tenir compte de la vitesse de la sonde et de son altitude.

Un avion bien équipé que Mars Climate Orbiter était un peu plus bas qu'il n'avait fallu. Au lieu des 293 km d'altitude prévue, la sonde se trouva à 148 km, ce qui fut considéré de la faute à ne pas franchir, soit 85 km.

La sonde se trouva et le moteur principal se détacha pour ralentir la sonde qui se déplaça à plus de 15 000 km/h. Le moteur doit fonctionner pendant exactement 16 min et 21 s. La sonde devait se trouver dans le ciel à cet instant, les communications sont interrompues et la sonde est rapidement considérée comme perdue.

L'experte a été très rapide. C'est une erreur grave.

L'experte qui dirigeait la sonde utilisait des mesures anglo-saxonnes pour régler la puissance du moteur (en livres-force par seconde), alors que le moteur de la sonde avait été réglé par une autre équipe en nouvelles par seconde. L'unité manquait. Quand les ingénieurs furent mentionnés en détail, la sonde était alors fonctionnant sur mesure 4,57 fois plus fort que ce que pensent ne s'en aperçoivent.

Mars Climate Orbiter a donc volé sans beaucoup trop d'air. Au lieu de se trouver à 400 km d'altitude pour commencer à tourner autour de la planète, la sonde se trouva plus qu'à 25 km. Résultat : trop bas ! Elle était entrée dans l'atmosphère de Mars avec une vitesse trop élevée. Comme une météorite sur la Terre, la sonde a complètement brûlé dans l'atmosphère martienne. 193 millions de dollars vont donc disparaître à cause d'une erreur d'unité.

I. Les longueurs



1. Découvrons les longueurs

Je découvre une grandeur : Des ficelles aux affiches

Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> – Comprendre l'importance du point initial d'une mesure : le « zéro ». – Comprendre la nécessité d'un étalon lorsqu'une comparaison directe n'est pas possible.
Durée :	30 min.
Organisation :	Groupes.
Matériel :	<ul style="list-style-type: none"> – Une série de 7 ficelles de différentes longueurs (A : 1 m / B : 1 m 95 / C : 0,9 m / D : 1 m 50 / E : 2 m / F : 0,85 m / G : 1 m 50) pour chaque groupe. – Au moins deux affiches accrochées sur deux murs distincts à des hauteurs différentes mais proches.

● Déroulement

Recherche 1

Distribuer à chaque groupe une série de ficelles.

Demander aux élèves de ranger les ficelles de la plus courte à la plus longue.

Laisser manipuler les élèves (réponse attendue : $F < C < A < D = G < B < E$).

Questionner les élèves sur la procédure :

- il faut un même « point de départ » pour comparer : le « zéro » ;
- les ficelles doivent être parallèles et tendues ;
- les ficelles D et G sont de même longueur.

Conclusion

Pour comparer des longueurs, il faut un même point initial : « le zéro ».

Recherche 2

Montrer aux élèves deux affiches disposées sur deux murs différents.

Leur demander laquelle des deux affiches se trouve en position la plus haute.

Faire reformuler afin de déduire que l'on cherche à comparer la longueur séparant l'affiche du sol.

Les affiches ne pouvant être déplacées, demander aux élèves de répondre à la question à l'aide des ficelles.

Laisser manipuler les élèves, puis valider collectivement.

Conclusion

Lorsque l'on ne peut pas comparer « directement » deux longueurs, on utilise un étalon.

Il me faut une unité : Mesurer la longueur de la classe avec son corps

Objectifs :	Découvrir que pour mesurer, il faut utiliser une unité. Cette unité doit être commune à tous.
Durée :	30 min.
Organisation :	Groupes de 3.
Matériel :	– Le cahier d'expériences. – Le tableau de la classe.

● Déroulement

Introduction

Expliquer aux élèves que l'activité va consister à mesurer la longueur de la classe en utilisant des parties de son corps.

Choisir collectivement les unités retenues (au moins 3, par exemple la main, le pied, l'avant-bras...).

Répartir les élèves en groupes de 3.

Laisser les élèves effectuer les mesures et les relever sur leur cahier d'expériences.

Relever tous les résultats obtenus au tableau.

Recherche 1

Faire constater les différences, les approximations (exemple : 25 pieds et la moitié d'un pied...). Demander pourquoi on n'obtient pas des mesures semblables.

Demander comment on pourrait obtenir un même résultat pour tous les groupes.

Réponse attendue : il faut prendre comme unité un seul élève.

Choisir dans les réponses un résultat.

Exemple : La longueur de la classe est égale à 90 mains de Léa.

Recherche 2

Proposer aux élèves de faire connaître, à une classe éloignée (des correspondants, par exemple), la longueur de la classe. Leur écrire la phrase : *La longueur de la classe est égale à 90 mains de Léa.*

Demander si la classe des correspondants va être capable de comparer la longueur de la classe avec la longueur de leur propre classe. La réponse va être : « Non ».

Quand les élèves auront mis en évidence que ce n'est pas possible parce qu'ils ne connaissent pas la taille de la main de Léa, demander comment on pourrait faire pour les aider.

Réponse attendue : il faut au moins leur envoyer le dessin de la main de Léa (qui servira de mesure étalon ou de mesure unité).

Conclusion

Pour comparer des longueurs, il faut que tout le monde ait la même unité.

J'utilise une unité légale : Mesurer la longueur de la classe avec des instruments

Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> – Utiliser des instruments de mesure de longueur. – Utiliser les unités usuelles de mesure de longueur. – Comparer.
Durée :	45 min.
Organisation :	Groupes.
Matériel :	Un double décimètre, un mètre pliant, un mètre de couturière, un mètre à ruban (en métal, de 2 à 5 m), une règle à tableau, un décimètre, un compas, un mètre-laser.

● Déroulement

Introduction

Rappeler aux élèves les précédentes activités et les conclusions énoncées (pour mesurer, il faut un point-origine – le zéro –, il faut utiliser une même unité...).

Demander quelle est l'unité usuelle de longueur. Les élèves vont répondre : « le millimètre, le centimètre, le mètre, le km... ». Expliquer que ce sont toutes des unités, qu'on a décidé que l'unité légale était le mètre et que les autres unités étaient plus petites ou plus grandes que le mètre.

Tracer un tableau précisant l'ordre des unités et rappeler que chacune vaut 10 fois l'unité précédente. Il n'est pas obligatoire à ce moment de l'activité de préciser des termes comme multiples, sous-multiples ou d'écrire les unités non usuelles (dm, dam, hm).

Recherche

Expliquer aux élèves que l'activité va consister une nouvelle fois à mesurer la longueur de la classe, mais cette fois-ci avec des instruments de mesure.

Présenter ces instruments.

Faire des groupes d'élèves. Demander à chaque groupe d'utiliser au moins trois instruments différents.

Regrouper au tableau l'ensemble des résultats.

Faire remarquer les différences.

Demander pour quelles raisons on a obtenu ces différences :

- confusion entre les unités (cm et m) ;
- mauvaise utilisation de l'instrument (le point zéro a été confondu avec le bord de l'instrument) ;
- non-respect d'un relevé rectiligne (prise des mesures en « zigzag » ou non-respect de la perpendicularité par rapport au mur de départ) ;
- mesure approximative ;
- choix d'un instrument trop petit générant un risque d'erreur plus grand ;
- erreur de calcul (mauvaise addition ou multiplication).

Reprendre la mesure de la longueur de la classe par un élève ou un groupe d'élèves sous la surveillance de tous afin d'obtenir un résultat qui sera validé par la classe.

Comparer ce résultat avec les précédents.

Montrer que si la classe a pu comparer les propositions de chaque groupe, c'est parce qu'on a utilisé une unité commune : le mètre.

Conclusion

Pour mesurer des longueurs, on utilise une unité qui s'appelle le mètre.

Je teste mes connaissances : Des ordres de grandeur dans la vie quotidienne (les longueurs)

Objectifs : – Vérifier les connaissances préalables des élèves.
 – Entrer dans le thème.
 – Comparer les connaissances avant et après les activités.

Durée : 30 min.

Organisation : Classe entière.

Matériel : ▶ Questionnaire 

Je construis un instrument : La croix de bucheron

Objectifs : Fabriquer un instrument permettant de mesurer un élément haut (arbre, bâtiment...).

Durée : 30 min.

Organisation : Groupes.

Matériel (pour chaque groupe) :

- 2 tubes de 30 cm type IRL (Ø16 mm) (environ 0,70 € pour 2 m).
- 1 raccord en « T » (Ø16 mm) (environ 1 € pièce).

(compter environ 18 € pour 15 dispositifs).

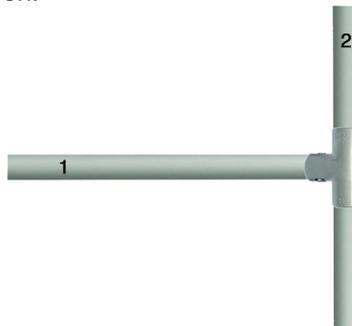
● Déroulement

Fabrication de la croix de bucheron

Distribuer à chaque groupe le matériel.



Assembler la croix de bucheron.



Utilisation de la croix de bucheron

- Le tube 1 doit être disposé horizontalement près de l'œil de l'opérateur.
- Le tube 2 doit être disposé verticalement.

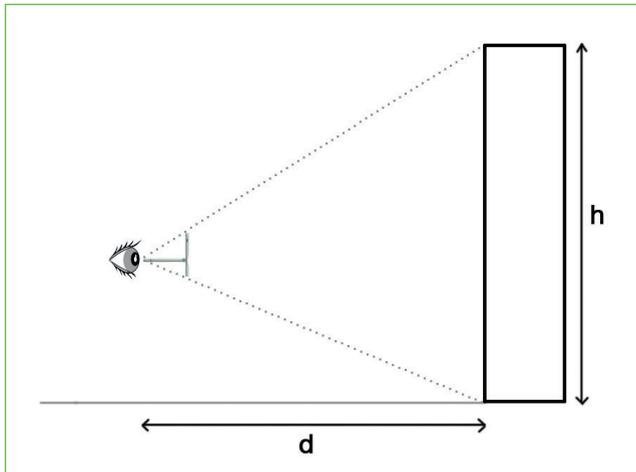
– Il faut parvenir à faire coïncider parfaitement le haut et le bas du tube 2 avec le haut et le bas de l'objet dont on souhaite connaître la hauteur.

Pour cela :

- on peut faire coulisser le tube 2 à l'intérieur du té en gardant le tube 1 bien horizontal ;
- on peut se rapprocher ou s'éloigner de l'objet dont on souhaite connaître la hauteur.

Lorsque haut et bas de l'objet coïncident avec le haut et le bas du tube 2, la hauteur de l'objet (h) est égale à la distance (d) entre l'opérateur et ce même objet.

L'utilisation de la croix de bucheron repose sur le théorème de Thalès, qui n'est pas au programme de l'école primaire. On se contentera d'expliquer l'utilisation de la croix de bucheron.



J'utilise cet instrument : Utiliser une croix de bucheron

Objectifs :	Utiliser un instrument permettant de mesurer un élément haut (arbre, bâtiment...).
Durée :	30 min.
Organisation :	Groupes.
Matériel (pour chaque groupe) :	– 1 croix de bucheron. – 1 décimètre.

● Déroutement

Mesurer un élément de grande hauteur

Rappeler la séance précédente : fabrication de la croix de bucheron.
Demander à un élève de montrer comment on utilise cet instrument.

I. Les longueurs

Choisir un élément de grande hauteur : un bâtiment, un arbre... (dans la suite du déroulement, on conservera l'exemple de l'arbre).

Demander à chaque groupe de donner la hauteur de l'arbre choisi à l'aide de la croix de bucheron. Chaque mesure devra être répétée deux fois en deux endroits différents.

Recueil des résultats

De retour en classe, recueillir les résultats obtenus au tableau.

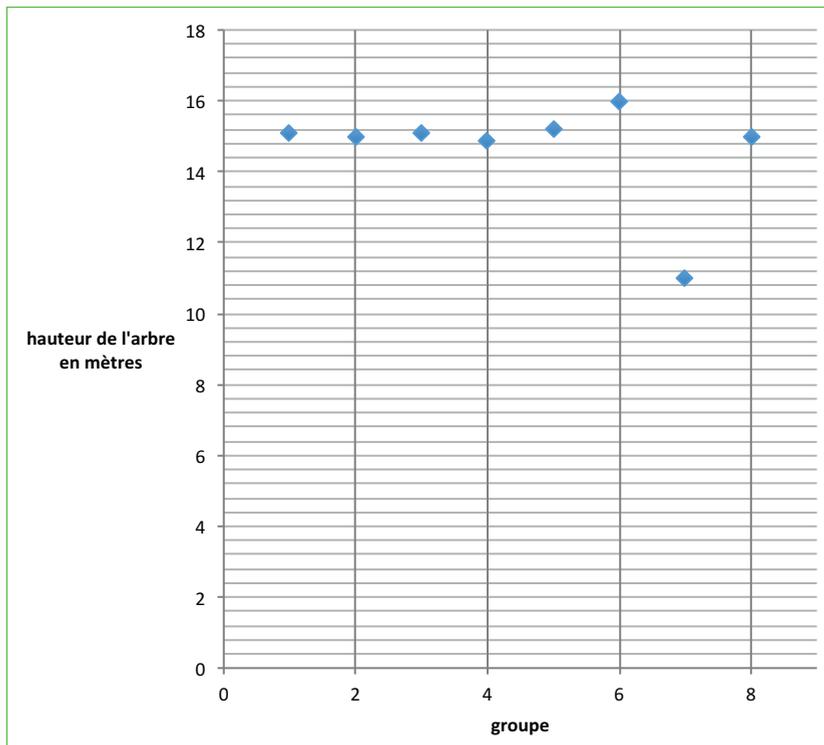
Collectivement, discuter des résultats obtenus, des écarts observés entre les groupes.

Demander quelle peut être l'origine de ces écarts :

- L'élève n'a pas fait coïncider précisément le haut et le bas de l'arbre avec le haut et le bas de la croix de bucheron.
- Horizontalité de la croix de bucheron non respectée.
- Mesure de la distance entre l'objet et l'opérateur imprécise.

Conclusion

Une représentation graphique des résultats obtenus pourra être réalisée (voir ci-dessous).



Certains résultats pourront être exclus car aberrants (groupe 7 dans l'exemple ci-dessous), une moyenne des autres résultats pourra alors être calculée.