



Comprendre le nanomonde quand on a cinq ou dix ans.

Pour les enseignants instituteurs !

Juillet 2007

M.-F. Wautelet-Debacker,
HERB, Département pédagogique
M. Wautelet,
UMH, Faculté des Sciences



Ce travail est effectué dans le cadre du projet Nanevol (DGTRE, Région wallonne)

Remerciements

Les étudiants et étudiantes de troisième normale pré-scolaire de la Haute École Roi Baudouin, promotion 2007, ont participé activement à cette recherche action. Qu'ils et elles en soient ici remerciés.

Notre gratitude s'adresse aussi à Madame Myriam Vandeville, maître de formation professionnelle, pour ses conseils avisés.

Enfin, merci aussi à Monsieur Christophe De Coninck, infographiste, pour la mise en page de ce travail.

Comprendre le nanomonde quand on a cinq ou dix ans

Pour les enseignants instituteurs !

Les nanosciences, un bon prétexte pour (re)mettre au goût du jour la géométrie et ce, dès la maternelle !

Les nanos, un bon prétexte pour jouer avec les formes, estimer les quantités découvrir des arrangements géométriques, saisir l'invisible et l'infiniment petit !

Cette proposition méthodologique sans prétention aucune, est particulièrement destinée aux enseignants du préscolaire, y compris et tout spécialement à ceux et celles qui ont la charge de la section petits.

Rien n'interdit aux instituteurs et institutrices du niveau primaire de venir y glaner des idées en vue de les adapter dans leurs classes.

Prologue

«Eh papa, c'est méga-giga-cool!» Dans leur langage les enfants rendent tout très grand et parlent «méga» et «giga»,. La communication publicitaire fait de même : les conditions sont « géantes» et les occasions « méga » Les chercheurs font exactement l'inverse. Après le monde du micro, ils se sont mis à explorer l'univers du nano. Pourtant, les enfants pourraient vite s'y engouffrer aussi ! Déjà ce mot commence à être à la mode, même si il est souvent utilisé à mauvais escient (par exemple, on propose aux enfants des nanocamions, en fait des camions miniatures, mais heureusement tout à fait visibles et prenables en mains ce qui ne serait pas possible s'ils étaient réellement conçus à l'échelle nanométrique)

Préparation au nanomonde

Le nanomonde est à nos portes ... On aura besoin de spécialistes aptes à cette technologie très particulière, car invisible à l'oeil nu. Il faudra des citoyens capables d'en comprendre les enjeux et d'en utiliser les applications à bon escient.

L'enseignant se trouve donc en première ligne dans ce domaine aussi, et ce dès le niveau fondamental.

Comment y préparer notre jeunesse ? Comment les aider à faire le lien entre le monde(post) industriel et le peut-être nanomonde ? La tâche est gigantesque et délicate.

Elle nécessite la rencontre de deux types de spécialistes et si, dans le secondaire surtout, on peut occasionnellement avoir recours à des scientifiques, ceux-ci ne sont pas là pour faire cours à la place de l'enseignant.

Il existe de nombreuses formes de médiation scientifique. Vu la grande nouveauté des nanotechnologies qui ont vraiment débuté, aux U.S.A à partir de 2001-2002, ce domaine n'est que peu ou pas abordé par les différents intervenants de la médiation scientifique (musées, conférences, spectacles scientifiques, clubs et associations scientifiques, ...) Cette thématique n'est pas non plus répertoriée dans les socles de compétences. Cette matière pourrait pourtant s'intégrer dans le volet « technologies ». A notre connaissance, peu, si pas aucun, enseignant ne se sent concerné avant le niveau supérieur.

Il n'est jamais trop tôt pour commencer. Spécialisés dans la formation d'enseignants du fondamental et en particulier les instituteurs préscolaires, nous avons voulu donner un modeste coup d'envoi à cette sensibilisation.

Est-il possible d'intéresser de jeunes enfants aux nouvelles applications qui découlent de la nanotechnologie ? Après tout, le nanomonde peut apparaître comme un domaine merveilleux, sous certains aspects. De toute façon, ce monde, enchanteur ou difficile, sera le leur.

Pour essayer d'y répondre, faisons d'abord référence à notre expérience précédente qui visait à intéresser de jeunes enfants aux nouvelles technologies. Nous y voyons un certain parallélisme au niveau de l'intérêt à la nouveauté.

Nous avons, en 1999 (soit quand même 6 ans après l'accès du public à l'internet, mais au tout début de l'apparition des webcams) initié des expériences de contacts scolaires entre classes maternelles montoise et québécoise via la visio-conférence. Avec grand succès auprès des jeunes élèves. L'objectif consistait à sensibiliser les enfants aux technologies de leur temps, à en découvrir l'intérêt et aussi les inconvénients et les difficultés, à apprendre à s'en servir en parallèle aux autres moyens de communication. Les enfants avaient aussi communiqué par fax, courriel, téléphone (seul moyen de découvrir l'accent si savoureux et étonnant de nos correspondants) courrier postal, colis postaux, et envois de vidéos. Toutes ces découvertes s'étaient réalisées dans le cours normal des activités scolaires, sans « ajout » de matière tant craint (et ce à juste raison) par les enseignants si sollicités à l'heure actuelle.

Nous avons donc continué, dans notre pratique quotidienne à encourager la prise en compte de « l'actualité » et même du « futur ». Par exemple, lors de la recherche documentaire à propos d'une thématique, nous encourageons nos étudiants instituteurs à explorer, non seulement les aspects actuels et passés mais aussi les tendances qui se dessinent pour le futur. Plus précisément par exemple, nous luttons pour que, dans les classes maternelles, on installe un coin « magasin » actualisé c-à-d, non pas le comptoir d'épicerie à l'ancienne, mais le supermarché avec ses outils modernes (scanneur de prix, ..., nous poussons même les enfants

à imaginer le magasin de demain (et à ce propos, il se pourrait que le petit magasin local retrouve un certain succès, vu l'épuisement des ressources d'énergie).

Nous sommes donc persuadés que la découverte des nouveautés et finalement de leur propre devenir captive au plus haut point les enfants, même très jeunes. Souvent, on intéresse les élèves au présent (découverte de l'environnement) et au passé proche, on oublie facilement le futur, qui les concerne pourtant directement. Ils s'engouffreront plus loin que nous dans le futur. Ils sont, d'un point de vue psychologique, intéressés au plus haut point par leur devenir, il n'est que de voir l'intérêt du petit enfant -et même du bébé- pour un autre enfant un peu plus « vieux » que lui ...

Bref, au vu de cet attrait et forts de notre expérience, nous faisons le pari de ne rater aucune occasion de faire découvrir l'existence du monde nanotechnologique à nos élèves et ce, dès la maternelle. par exemple, en comparant l'utilisation de boîtes de conservation antibactériennes (application nanotechnologique) avec boîtes « sans air » ou boîtes ordinaires.

Notre tâche est d'autant facilitée que les nanoparticules sont présentes dans la nature, depuis toujours ... Mais qui, jusqu'ici, a pensé à aborder le cas des feuilles « propres » du lotus ou du chou grâce à la présence de nanoparticules ? Bien sûr, des instituteurs, certainement ont découvert les lotus en même temps que la mare, mais ont-ils pensé à ajouter l'aspect « nanoparticules » : de superbes photos à l'échelle nanométrique et des explications simples peuvent pourtant se greffer . Des expériences toutes simples et des observations au microscope s'ajoutent facilement à la découverte classique .

D'autres exemples, en lien avec les lois physiques du nanomonde, comme celui de la mouche qui marche sur le plafond, sont aussi à mettre en évidence dans le domaine de l'éveil à l'environnement. (idem pour le minuscule insecte qui pousse une grosse « boule » dans Microcosmos)

Dans le secteur des applications industrielles, nous pourrions, tout aussi facilement, faire découvrir à nos petits élèves (et bien sûr aux grands) de nouveaux matériaux comme les fameuses vitres autonettoyantes, déjà sur le marché et « simples » copies de la nature (principe des nanoparticules de la feuille de lotus). On pourrait évoquer les études actuelles pour rendre le verre isolant. On visite bien une boulangerie, pourquoi pas une verrerie ? Ce pourrait d'ailleurs être l'occasion de découvrir la superbe évolution de la fabrication de cette matière. Commencer par la production actuelle, c-à-d par ce qui entoure directement l'élève d'aujourd'hui, nous paraît une bonne démarche didactique.

Découvrir, par une visite sur place de préférence, la maison du futur à Living Tomorrow 3, « la maternité de la vie du futur », ... est une superbe occasion de mettre l'accent aussi bien sur les applications nanotechnologiques que domotiques qui, demain peut-être, feront partie du quotidien... que ce soit à la maison, au bureau ou au magasin, puisque ces divers lieux y sont présentés.

Découvrir, dans un jeu de connaissances, les nombreuses applications des nanotechnologies déjà présentes dans notre environnement, dans nos maisons, ...

Aborder une telle thématique ne peut que favoriser la réflexion des enfants. Toutes ces nouveautés sont-elles nécessaires ? Y a-t-il plus d'avantages que d'inconvénients ?

Bref, ces sujets, outre le fait qu'ils sont très attrayants aux yeux des élèves, les introduisent dans leur avenir, développent leur esprit critique -si l'enseignant y veille- et plus spécifiquement leur ouvrent des perspectives « professionnelles » (quand je serai grand, je serai ingénieur pour...)

De plus, le fait d'aborder les technologies, via la vie quotidienne, devrait favoriser l'intérêt des filles, elles qui sont encore trop peu attirées par les métiers techniques, faute de savoir qu'on a besoin d'elles (tout comme on a besoin d'hommes dans l'enseignement : eux non plus ne savent guère qu'ils peuvent entreprendre ... et réussir des études d'instituteurs préscolaires par exemple)

Bref, pour peu qu'on y soit attentif, les occasions d'intégrer les nouveautés basées sur la nanotechnologie, sont nombreuses.

Le volet développé ci-dessus consiste à essayer d'introduire une dimension culturelle : tenir compte du développement des nanotechnologies, les reconnaître dès leur début, ne pas en nier l'existence mais au contraire apprendre à les découvrir . Pour mieux les maîtriser plus tard....

Outre cet aspect « d'initiation culturelle » à la découverte des nanosciences, domaines naturels et applications technologiques, il faudra, en parallèle, continuer -si pas accentuer- le travail des compétences transdisciplinaires développant le sens critique. En effet, les questions de choix éthiques et de responsabilités seront cruciaux dans le domaine des nanotechnologies.

De manière plus spécifique encore, si l'on veut que :

- les citoyens de demain possèdent un minimum de bases pour appréhender au moins le b-a-ba global qui sous-tend le développement de ces technologies non visibles, et éviter ainsi les jugements à l'emporte-pièces ;
- une partie de nos élèves choisissent de se diriger vers des études spécifiques aux nanotechnologies (des sections spécialisées ne devraient pas manquer de se créer) et s'y montrent aptes , ...

Il nous semble important de privilégier certaines démarches intellectuelles et mettre l'accent sur certaines matières. Et pourquoi pas, dès la maternelle.

C'est ce qui nous a incités à lancer une opération « défrichage » : une « recherche d'actions possibles » favorisant, selon nous, une préparation intellectuelle- certes très lointaine et modeste -aux nanosciences. En d'autres termes, former l'intelligence, l'exercer de telle manière qu'elle s'assouplisse et soit prête à aborder le domaine d'études, oh combien complexe, des nanotechnologies.

Une des difficultés des étudiants du supérieur, même universitaire, consiste à « voir dans l'espace » lorsqu'on aborde le domaine de la cristallographie, champ primordial puisque on pourrait définir la nanogéométrie comme l'étude des assemblages géométriques, souvent réguliers, des particules. Ils rencontrent parfois tellement de difficultés à « voir en trois dimensions » que des professeurs d'université en arrivent à apporter à leur cours le stock de briques légos oubliées par leur progéniture ; le but étant d'amener les étudiants à manipuler pour concrétiser leurs représentations abstraites défailantes.

La question est : ne pourrait-on mieux préparer nos élèves à cette souplesse d'esprit qui permet de « voir » sous différents angles, imaginer des parties non visibles, les prolonger, différencier les points de vues, ... ?

Pour amener plus tard à découvrir et entrer dans le monde des arrangements géométriques en nanoparticules, on pourrait introduire à des notions géométriques simples mais importantes comme :

- le pavage du plan, avec des formes géométriques différentes (ronds, triangles, carrés, hexagones)
- les notions de symétrie
- les arrangements en amas
- la géométrie dans l'espace à trois dimensions (sphères, briques diverses)
- les enroulements de plans pour former des tubes.

Toutes ces notions, issues de la géométrie classique, devraient favoriser la vision dans l'espace. Ces matières, sont, pour la plupart, au programme. Sont-elles pour autant pratiquées, à grande échelle ? En maternelle, en tout cas, et à notre grand étonnement, nous avons été interpellés par la surprise des titulaires qui semblaient (re)découvrir cette thématique via les séquences lancées par nos stagiaires.

Ces stagiaires en troisième année de formation d'instituteur/rice préscolaire ont donc, lors d'un stage réalisé à tous les niveaux du maternel (avec des enfants de 3 ans à peine jusque 5 ans) testé quelques activités censées faciliter à longue échéance (si l'effort se continue) la vision dans l'espace. En d'autres termes, on pourrait dire qu'e ces étudiants normaliens ont activé chez leurs élèves l'un des huit types d'intelligence actuellement reconnus, l'intelligence spatiale.

Trois aspects ont été choisis ou plutôt se sont imposés :

- le pavage du plan
- la géométrie en trois dimensions
- les changements d'échelle

Il ne s'agit que d'un coup de sonde, mais, selon nous et l'ensemble des participants à cette mini recherche-action, ce domaine d'action est prometteur... D'autant plus que ce travail, indépendamment même des objectifs centrés, à long terme, sur les nanos se révèle très riche, ne serait-ce que pour faire évoluer les enfants au niveau des problèmes de conservation (selon Piaget)

Sans avoir exigé une expression explicite de concepts géométriques, les jeunes élèves ont été amenés à manipuler dans le cadre de situations organisées. *« Assembler et construire sont des modalités d'une pensée géométrique qui se manifeste d'abord dans l'action ; il s'agit bien d'une pensée, car ces actions comptent des enchaînements que l'enfant maîtrise, adapte, garde en mémoire et peut répéter. Lorsque le langage apparaît, il fait plus qu'accompagner l'action : par son pouvoir d'évocation, il aide à concevoir et à corriger en cours de route. Cette évolution aboutit aux théorèmes qui fondent les constructions géométriques. »* (Rouche et Lisemont, cités par Bertotti)

En proposant aux enfants des situations de manipulations « problématisées » par opposition à des manipulations « guidées », on permet à l'enfant « *de triturer pour opérer des mouvements comme tourner, retourner, déplacer, ajuster, pivoter. Ces manipulations sont finalisées lorsque l'élève a pu éprouver ses propres procédures, les confronter à celles de ses pairs, identifier les procédures mobilisables pour construire et consolider ses connaissances.* » Justement, « *si certaines connaissances peuvent se transmettre d'une génération à l'autre, d'une personne à l'autre, d'un maître à un élève, d'autres demandent la construction ou la reconstruction d'opérations mentales et doivent se situer dans une réelle intention d'apprendre à travers d'actions finalisées* » Bertotti. C'est pourquoi nous situons nos activités dans le cadre de l'axe d'apprentissage, sous forme de défis et en situation d'ateliers.

Nous pensons nous situer dans le courant de la géométrie « naturelle », telle que décrite et expérimentée par Rouche, c-à-d « *une géométrie accessible à tout un chacun, ancrée dans le sens commun et qui ne recourt pas aux mesures.* »

Les objets étudiés en géométrie naturelle sont déplaçables et solides dans le sens où dans tous les déplacements physiques ou mentaux que nous leur faisons subir, ils conservent leur forme et leur grandeur.

C'est ce que nous avons tenté de pratiquer avec des tout-petits. Nous relatons ces essais ou propositions d'essais dans le nano catalogue d'idées qui suit. Avec l'espoir d'attirer de nombreux autres développements !

M.-F. Wautelet-Debacker

Nanosciences et nanotechnologies : une brève introduction.

Le XXIème siècle pourrait bien être celui d'une nouvelle ère industrielle : celle des technologies du petit, des nanotechnologies, basées sur les sciences du petit, les nanosciences.

Le préfixe "nano" vient du grec *nanos*, *nanus* en latin, qui désigne une personne de petite taille, un nain. Il est utilisé pour exprimer le milliardième de l'unité de base dans les unités de mesure : nanoseconde (ns), nanomètre (nm).

Un nanomètre (0,000 000 001 mètre), c'est environ 30 000 fois plus fin que l'épaisseur d'un cheveu. Le rayon d'un atome est typiquement de l'ordre de 0,1 nm.

Les nanotechnologies ont pour but d'exploiter les techniques de conception, caractérisation, production et application de systèmes de taille nanométrique.

Le nanomonde est très diversifié. Partant de l'atome isolé et allant jusqu'aux structures moléculaires plus grandes et plus complexes, la variété des systèmes composant le nanomonde est très grande.

La matière qui compose notre environnement (et nous-mêmes) existe sous la forme de trois états : solide, liquide ou gazeux.

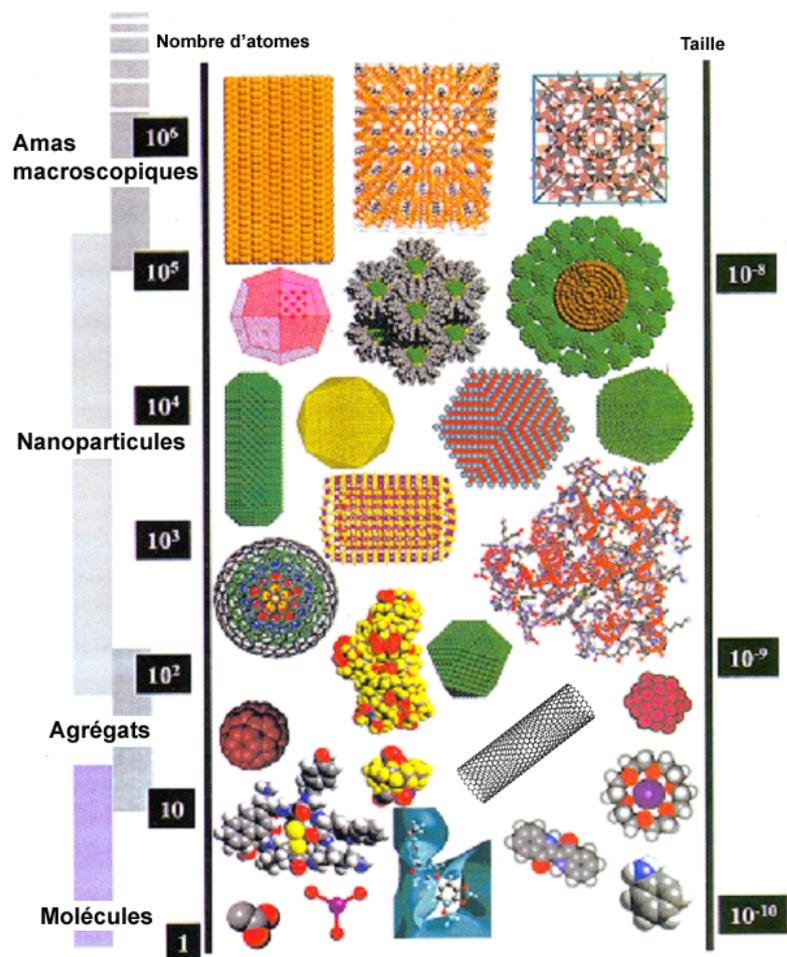
La matière résulte de l'assemblage d'atomes. La dimension typique des atomes est de quelques dixièmes de nm.

Selon la nature des atomes mis ensemble, on obtient des molécules de tailles variées. Les atomes peuvent aussi se mettre sous forme d'un assemblage compact d'atomes.

On rencontre aussi des structures creuses, comme le fullerène, qui a la forme d'un ballon de football, ou des nanotubes, des nanofils, etc...

Les agrégats et les particules colloïdales sont des édifices formés de quelques dizaines à quelques dizaines de milliers d'atomes. Leur diamètre varie typiquement de 1 à quelques dizaines de nm.

Pour des raisons de commodité, on utilise souvent, selon le contexte, différents termes parfois équivalents pour désigner ces édifices nanométriques : agrégats, particules colloïdales, nanoparticules, nano-objets, nanosystèmes.



Les nanoparticules ont souvent une forme ordonnée, régulière : les nanocristaux. Ils se présentent alors sous la forme de polyèdres réguliers.

Toutes les nanoparticules n'ont pas une forme régulière.

De nombreuses entités biologiques ont des dimensions de quelques nm. Ce sont des nanosystèmes biologiques : virus, cellules, etc...

Du monde macroscopique au nanomonde

Lorsque les dimensions caractéristiques diminuent du macroscopique au microscopique (quelques microns), des effets prépondérants à notre échelle deviennent négligeables, alors que d'autres, négligeables pour nous, deviennent très importants.

La mouche colle au plafond

Alors que les effets de la gravité terrestre sont importants à notre échelle, ils deviennent négligeables lorsque l'on descend à une échelle inférieure au millimètre. Ce sont alors les forces de tensions superficielles (ou d'interactions atomiques entre surfaces) qui sont de loin les plus intenses. C'est ce qui explique que les mouches peuvent s'accrocher au plafond ou sur une fenêtre. Les mouches sont très légères, mais l'aire de contact des poils de leurs pattes au plafond est telle que les forces d'adhésion sont plus importantes que leur poids.

L'air freine aussi bien que l'eau

Lorsque la taille des objets atteint quelques microns, l'air, par exemple, ne se comporte pas comme nous le ressentons. Vis-à-vis des objets de taille micrométrique, l'air se comporte comme de l'eau, et l'eau se comporte comme du sirop. Une roue de taille micrométrique roulant, dans l'air, sur une surface plane est très rapidement freinée, comme si, à notre échelle, elle se déplaçait dans de l'eau.

Lorsque notre intuition n'est pas fiable

Nos raisonnements « classiques », basés sur une expérience du monde macroscopique, doivent être modifiés. Notre intuition n'est plus fiable. La limite entre les effets macroscopiques et microscopiques n'est pas nette, mais se situe dans le domaine situé entre quelques centaines et quelques microns.

La compréhension des phénomènes ayant lieu à ces échelles demande le recours à la simulation numérique, autrement dit le recours aux calculs par ordinateurs.

Vers le nanomètre

Lorsque l'on diminue encore les dimensions pour atteindre le domaine des nanomètres, une autre frontière apparaît. Le nombre d'atomes en surface devient non négligeable vis-à-vis de ceux en volume. Le comportement de la matière donne lieu à de nouvelles propriétés physiques, chimiques, voire biologiques.

Pour comprendre les propriétés de ces particules, la physique classique n'est pas suffisante. Il faut faire appel à la mécanique quantique. Les théoriciens savent depuis longtemps calculer les propriétés des molécules. Mais cela demande des ordinateurs puissants, car les calculs sont longs et complexes. Et plus le nombre d'atomes est grand, plus les ordinateurs doivent être puissants.

Les nanosciences et nanotechnologies sont pluridisciplinaires

Il n'est pas possible de distinguer les propriétés physiques et chimiques des nanosystèmes. Lesquelles dépendent fortement de la manière dont on les synthétise, les arrange et les exploite. Les physiciens, chimistes, spécialistes des matériaux, ingénieurs, biologistes doivent travailler ensemble afin de comprendre et d'utiliser les propriétés de ces nanosystèmes. La réalisation de nanosystèmes pour leur étude expérimentale fondamentale requiert des appareillages complexes, qui sont du ressort de la science appliquée et de l'ingénieur. L'interaction entre sciences et technologies est forte. Les équipes travaillant sur les nanosciences et nanotechnologies se doivent d'être pluridisciplinaires.

M. Wautelet

Avertissement

Certaines propositions sont développées sous forme de fiches d'activités construites, d'autres sont simplement évoquées par un listing d'idées.

Les constats auxquels on suggère d'arriver sont très simples, car souvent destinés à des élèves dès la petite section du niveau maternel. Toutes les activités sont basées sur la manipulation et l'interdisciplinarité est de mise.

Rien n'empêche d'exploiter ce « nano » catalogue avec des élèves plus grands qui n'auraient jamais eu l'occasion de s'exercer à ces manipulations. Dans ce cas, l'enseignant peut lancer plusieurs ateliers en parallèle, accélérer le rythme, augmenter le niveau d'exigence ou adapter les procédés (par ex demander aux élèves de mettre eux-mêmes en place une manipulation pour prouver un constat donné) .

Chaque fiche propose un exercice qui peut se réaliser de manière isolée. Néanmoins, chacune de celles-ci s'intègre dans une courte séquence progressive. Il nous paraît donc plus intéressant de réaliser la série de manière à ce que l'enfant s'approprie vraiment le principe.

De nombreuses variantes et progressions peuvent être trouvées à partir de nos suggestions.

Introduction globale au nanomonde

Le nanomonde: qu'est-ce que c'est ?

But de l'animateur : amener de jeunes enfants qui n'ont pas encore acquis la notion de mesure ou ceux qui débutent à se faire quand même une idée qualitative des proportions relatives du nanomonde

Procédés proposés :

- sur une toise (ou un simple mètre de couturière) idéalement attachée sur un panneau en feutrine ou contre un mur recouvert de peinture tableau, l'enfant se mesure et, éventuellement, repère la mesure « 1m ».
- on lui demande ce qu'il connaît de beaucoup plus grand que lui, il dessine ces objets (ou écrit leur nom) sur la toise au « bon » endroit (selon l'ordre proportionnel)
ou/ et : l'enfant cherche parmi les images (ou étiquettes avec noms des objets) déjà préparés et les accroche sur le panneau.
- on lui demande ensuite ce qu'il connaît de plus petit que lui, puis de plus petit encore et ainsi de suite : on dessine (ou on accroche au velcro les images prévues pour aider si nécessaire) ...

note : si l'enfant maîtrise déjà les notions, affiner les classements (objets qui mesurent environ 10 cm, 1cm, 1mm , ...)

- rechercher ensuite quelque chose de si petit que l'on a besoin de lunettes, d'une loupe, (texte ou dessins tout petits) d'un microscope (petits animaux dans une goutte d'eau de la mare) (poux des cheveux) pour découvrir et observer cet élément. (Avoir préparé le matériel nécessaire : texte rétréci, boîtes loupes avec élément à observer, préparations et binoculaire)
- regarder une balle en frigolite à l'oeil nu, la jeter dans un bassin d'eau, se demander pourquoi elle flotte (faire de même avec une balle de ping-pong) ; la couper en tranches et regarder à l'oeil nu, à la loupe, au binoculaire, et enfin regarder une photo faite au microscope électronique



Renforcement : sur une longue bande de papier (par ex 21cm de hauteur (= largeur d'une feuille A4) et 1,80m de long (soit +- 6 feuilles A4 attachées les unes aux autres), dessiner ou coller (images déjà prêtes ou à découper) dans l'ordre régressif les représentations d'objets ; à réaliser idéalement en équipe pour susciter les échanges.

Application individuelle : poursuivre, la recherche de « classement du très grand au très petit » dans un petit fichier individuel (permet d'insérer de nouvelles images, photos, dessins et de revoir l'ordre ; à condition de réserver une page par objet).

note : on peut aussi constituer le fichier de la classe et l'alimenter au fil des découvertes individuelles.

Synthèses en termes d'enfants :

- le nanomonde, le nano objet c'est ce qu'on ne peut pas voir à l'oeil nu, ni avec une loupe , ni avec un microscope ordinaire, ... il faut un microscope très puissant
- le nanomètre est un milliard de fois plus petit que le mètre, un million de fois plus petit que le millimètre (avec les plus grands)
- l'univers des nanos peut s'imaginer comme des pommes qui recouvriraient toute la terre : il en faudrait beaucoup !

Progressions : - à partir de photos macroscopiques, essayer de deviner l'objet
- appairer images d'objets et agrandissements à l'échelle nano

Prolongements : - lire les albums *Plus grand que plus petit que* (cf. **mallette**) , réaliser ses propres « chaînes de grandeurs » et les afficher au mur
- jeu de la machine qui « rapetisse » ou, à l'inverse, « agrandit »
- visionner tout ou partie des vidéos « échelles 10 » ou autres du même type (cf. **mallette**)

Le nanomonde : comment y évoluer ?

But de l'animateur : amener les enfants à prendre conscience des difficultés relatives à la manipulation de très petits objets

Objectif de la tâche : construire des tours de cinq étages avec des briques de tailles différentes (cf. mallette : briques géantes, ... mini)

Situation d'apprentissage : parmi un choix de gants mis à disposition : de boxe, de ski, en laine, de « chirurgical », moufles, mitaines (cf. mallette) choisir ceux qui conviennent le mieux pour construire les tours demandées.



Variantes : attribuer gants et taille de brique/ rechercher le type de gants qui convient au plus grand nombre de situations/ concours , ... (motivation : les maçons ne peuvent travailler mains nues)

Synthèse en termes d'enfants : les outils doivent être adaptés à la taille des objets à manipuler

Information à donner aux enfants : dans le monde « nanos » , on ne dispose pas encore de tous les outils adaptés pour manipuler les nanoparticules. C'est comme si l'on manipulait les toutes petites briques avec des gants de boxe



Arrangements en amas et géométrie dans l'espace

- *première séquence : du grand vers le petit*

Première séquence « du grand vers le petit »

Le premier axe d'études des nanosciences consiste à partir de ce qui est « grand » pour en découvrir la composition de plus en plus petite ...

atelier 1

On peut remplir une grande forme vide avec des plus petites formes

Et pas l'inverse !

Dimension « nanos » : les objets sont composés d'éléments plus petits, les molécules et nanoparticules

Pré-requis : lors de séances psychomotrices, jouer à se cacher dans de grandes boîtes (emballages d'électroménagers de grandeurs différentes de telle manière qu'on puisse ou non s'y tenir à deux, debout, se cacher en partie seulement, ...)

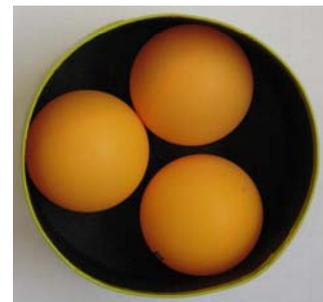
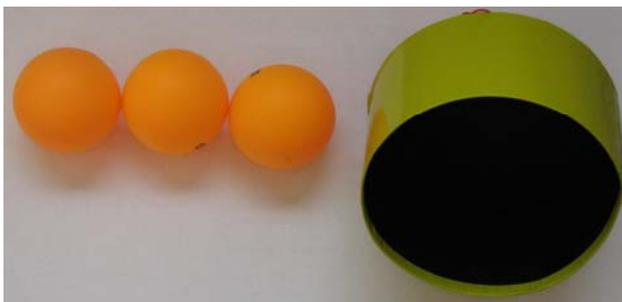
Phase de contagion : jeux libres de remplissages avec divers contenants et objets au bac à sable, à graines, à eau et sur table ; en fin de phase, proposer de manière isolée, le matériel qui sera utilisé dans l'atelier « problématisé » décrit ci-dessous

Situation mobilisatrice : jeux de rangements : des cubes et briquettes de toutes formes et grandeurs et des boîtes de grandeurs et formes diverses (ranger la maison de Barbie par exemple ou ranger le coin jeux de construction)

Matériel : boîtes si possible transparentes et briques de type Légo

Objectif de la tâche : tout ranger le mieux possible /mettre tout dans une ou plusieurs boîtes

Consignes : - quelles boîtes choisir pour ranger ?
- laquelle choisir pour tout ranger en une seule boîte ? (ou est-il possible de n'utiliser qu'une seule boîte pour tout ranger ?)
- combien de boîtes peut-on remplir entièrement ? A moitié ?



Phase d'apprentissage :

- laisser agir par essais et erreurs et demander de verbaliser les constats
- aider les enfants à organiser la situation ou, mieux, mettre en évidence les procédés intéressants trouvés par les élèves :

par ex

- . disposer d'un côté les contenants et de l'autre les futurs « contenus » (ce qu'on doit mettre dedans)
- . observer, faire appel aux souvenirs de manipulations préalables (étape de contagion)
- . imaginer les transvasements, au besoin faire les gestes « à vide »
- exprimer le choix et expérimenter celui-ci
- évaluer verbalement la réussite ou « l'échec » (il est permis de se tromper)
- dessiner ou compléter sur une feuille d'observation rédigée au préalable par l'enseignant ; une variante , en section petits consiste à proposer une fiche d'observation avec photos du matériel réellement utilisé

Constats :

- on ne sait pas ranger un très gros cube dans une toute petite boîte (usage de la négation)
- certaines boîtes sont « tout juste » pour contenir tel gros cube (préciser les critères : plein, rempli)
- d'autres boîtes sont grandes et peuvent contenir deux (ou plus) gros cubes
- certaines boîtes, très grandes, ne sont pas entièrement remplies avec les briquettes dont on dispose.

Note : si, dans certains cas, il reste des « vides » entre les briquettes (par ex briquettes cubiques ou parallélépipédiques (?) dans une boîte ronde) : ne pas insister ou, si les enfants sont intrigués, proposer tout de suite l'atelier N°2

Synthèse en termes d'enfants : les petits objets vont dans des boîtes plus grandes qu'eux (ou juste aussi grandes)

Progression :

- trouver des boîtes de formes différentes, mais qui permettent de ranger la même quantité de briquettes (même volume).
- pour le niveau petits, donner d'office des tas identiques de briquettes - nombre, forme et grandeur- et commencer par deux rangements.

Constat : c'est la grandeur (le volume) qui importe , pas nécessairement la forme du contenant.

Renforcement : transvaser le contenu d'une grande boîte dans plusieurs petites

atelier 2

Plus les formes sont « collées » les unes aux autres, moins elles prennent de la place

Et donc, plus on peut remplir la boîte ...

Dimension « nano » : les molécules s'arrangent toujours dans l'espace pour occuper le moins de place ou se collent toujours au maximum

Remarque : cette constatation, très intéressante d'un point de vue « nano » risque bien de se présenter spontanément si, comme préconisé plus haut, on donne aux enfants la latitude de manipuler à volonté. Si ce n'était pas le cas, ou en guise de renforcement, on peut proposer l'atelier ci-dessous

Activité 1 : avec objets de formes variées

Situation mobilisatrice : ranger les gros blocs en mousse utilisés en séance psychomotrice dans leur housse de rangement en vue de passer le sac à une autre classe.

Objectif de la tâche : (re)mettre tous les blocs de mousse dans la housse (la seule façon de les mettre tous étant de les disposer côte à côte, selon un agencement à trouver)

Phase d'apprentissage :

- se mettre d'accord sur la consigne « mettre tous les blocs dans la housse de protection : « il faut savoir fermer la fermeture éclair »
- recherche libre par manipulations.
- en cours de route : compter le nombre de blocs déjà rangés et ceux qui ne le sont pas encore ou ceux que l'on ne sait pas ranger (où y en a-t-il le plus ou le moins ?).
- indice supplémentaire : montrer la photo de l'emballage d'origine (vue latérale grandeur nature) pour aider les élèves.
- l'enseignant peut avoir multiplié les prises de vues (par le dessus ... et proposer aussi des vues plus petites ...).

Variantes, multiplications des expériences en situations fonctionnelle ou de jeu :

- ranger les courses dans le bac de transport (situation fonctionnelle réelle avec achats pour le goûter d'aboutissement de projet ou situation de jeu de magasin avec modèles miniatures ou boîtes vides). Dans les deux cas, il s'agit toujours de ranger des objets de formes différentes.
- le même type de situations de rangements peut enfin être proposé au niveau du représenté : images d'objets à ranger dans un contenant en les orientant de manière à pouvoir les mettre toutes -sans superposer- dans le contenant représenté lui aussi.

Note : les diverses situations décrites peuvent être vécues par des groupes différents d'enfants au fil des circonstances, chacun fait appel à sa propre expérience lors de la recherche.

Activité(s) 2 : avec objets de même forme

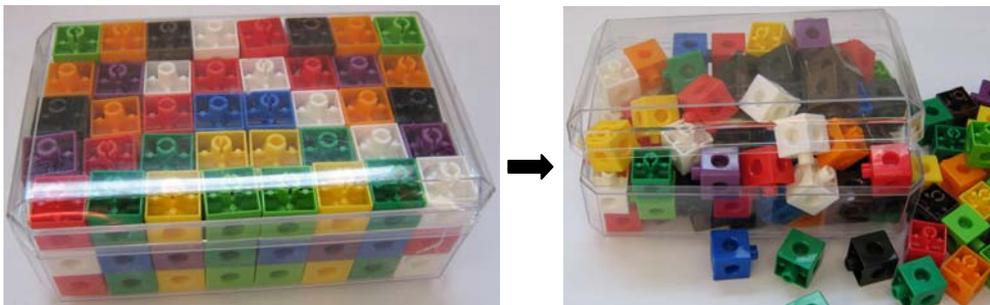
Situation mobilisatrice : - soit une boîte (si possible transparente et avec couvercle) et la quantité « juste » de briquettes (toutes de la même forme) que l'on peut y ranger.

Notes : 1. éviter de choisir une boîte ayant la même forme que les briquettes.
2. éviter de proposer le rangement de billes, balles, qui se placent d'office.

Objectif de la tâche : disposer toutes les briquettes dans la boîte, la seule façon de les mettre toutes étant de les disposer avec régularité et non de les jeter pèle-mêle

Phase d'apprentissage : -se mettre d'accord sur la consigne « mettre toutes les briquettes dans la boîte » . Peut-on dépasser le niveau du bord supérieur ? Faut-il fermer le couvercle ?
- émettre des hypothèses : est-ce ou non possible ? Comment s'y prendre ?
- agir.
- avec l'aide de l'instituteur, constater : on a mis des rangées (lignes et colonnes) qui comportent toutes le même nombre de briquettes.
- choisir une briquette sur un « mur extérieur » (mettre une gomette) et constater qu'elle touche « 4 voisins », répéter l'opération à plusieurs reprises ; choisir ensuite une briquette au-dessus des tranches et s'apercevoir qu'elle a aussi un « voisin » juste en dessous d'elle ; choisir ensuite une briquette située au cœur de la boîte et se rendre compte qu'elle a encore « un voisin » de plus .

Trace : - photographier la boîte remplie, la vider et photographier les briquettes en vrac.
- compléter une fiche d'observation : dessiner ou compléter les deux situations.
- dessiner une briquette « ciblée » dans l'ensemble de la construction et l'entourer de ses voisines selon l'endroit où elle se trouve.



Variante : peut aussi se vivre « en situation de « concours :

- au sein d'un groupe, chaque élève reçoit -par les soins d'un condisciple- le même nombre de briquettes (distribution par appariement : ne nécessite pas le comptage/ le M donne -ou pas- le nombre « exact » pour le partage).
- plusieurs boîtes sont proposées, dont plusieurs bonnes solutions (même volume mais formes différentes).
- dans ce cas aussi se mettre d'accord sur les conditions de remplissage : « remplir à raz bord » par ex.

Synthèses possibles en termes d'enfants :

- pour prendre le moins de place possible, les objets doivent se toucher le plus possible
- si on aligne convenablement/range convenablement nos briquettes, plutôt que de les « jeter » en vrac, on gagne de la place. et on peut en ranger plus /on peut tout ranger

Progression : - proposer une quantité de briquettes plus importante que ce qu'on pourra ranger dans la boîte ;

- la consigne devient : « rechercher le nombre maximum de briquettes que l'on peut ranger ».
- implique du comptage : nombre de briquettes contenues dans la boîte, pour ceux qui sont capables de compter cette quantité ou/et nombre -moins important- de briquettes restantes pour les autres
 - . langage et mathématiques : « il ne reste que »
- **cas des billes, balles ou boules diverses** : est-il utile de les déposer une par une pour bien les ranger ? (jeu : rangement par équipes ou dyades de la même quantité de cubes et de boules : qui ira le plus vite ?)

Renforcement : - proposer le même type de situations défis avec des briquettes de formes différentes, avec de grandes ou de petites quantités, avec des boîtes de même volume mais de formes différentes ; veiller dans tous les cas à ne faire varier qu'un seul critère par rapport à l'expérience précédente.

- dessiner les différentes manipulations
- d'après situations dessinées, estimer et réaliser en concret et plus tard uniquement sur feuille (contrôle)

Note : ce genre de situations défis est surtout intéressant si l'on suit de près les idées des élèves pour proposer les relances en fonction des initiatives.

atelier 3

Estimation et mesure de quantités

Plus une forme « vide » est grande, plus il faut des petits objets pour la remplir ou il faut beaucoup de petites formes pour en remplir une grande

Situation mobilisatrice : - briquettes de forme et grandeur identiques (nombre exact pour remplir les deux boîtes ou surplus : au choix).
- deux boîtes de forme identique mais de grandeurs différentes (différence bien marquée, par ex boîte 1 kg et ½ kg pralines).
- disposer les boîtes et les briquettes sur deux tables séparées
- si, par ex, on utilise des boîtes à pralines, les briquettes deviennent, aux yeux des enfants, les pralines.

Note : les boîtes transparentes ne sont plus obligatoires, surtout si l'on veut entraîner l'enfant à imaginer ce qui n'est pas directement visible (**dimension « nanos : les nanoparticules ne sont pas visibles à l'œil nu**).

Objectif de la tâche : ranger les briquettes dans les boîtes (éventuellement, en utilisant une pince, ou en en prenant deux-ou trois- à la fois, ... : dextérité manuelle, manipulation fine)

Phase d'apprentissage : - jeu d'estimation, recherche : aura t-on assez des deux boîtes pour ranger toutes nos briquettes ? Les boîtes seront-elles remplies ? (attention, préciser le critère de remplissage ou se référer aux critères déjà déterminés auparavant) Restera t-il des briquettes ?

- jeu d'estimation, essai :
. aller chercher la quantité estimée de briquettes pour remplir la petite boîte (en se déplaçant une seule fois/ deux fois/ autant de fois que nécessaire/seul / à plusieurs/)
. idem pour la grande boîte
. disposer les tas de briquettes tout près/derrière/à côté/ à gauche/...) des contenants respectifs
. où y a t-il le plus de briquettes? Est-ce normal ?

- remplir les deux boîtes :
. transférer les briquettes préparées en les disposant de manière ordonnée, « pour qu'elles se touchent le plus possible » et donc, pour en mettre le plus possible (en référence à l'atelier N°2, si nécessaire, se référer à affiche collective de synthèse de l'atelier 2)
. utiliser (ou pas) une pince

Constats : - où a t-on mis le plus de briquettes ?

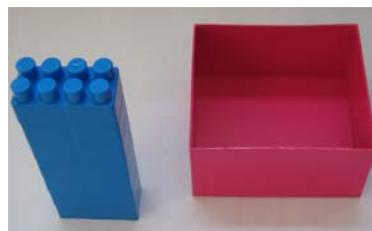
- vérifier en vidant les boîtes à bonne distance l'une de l'autre et en estimant de nouveau la grandeur des tas (on peut aussi se contenter de revoir les dessins faits au préalable ou les photos prises)
- avec les plus grands, compter les étages ou couches, les rangées, ...
- verbaliser les observations : amener les enfants à centrer leur observation sur une briquette en particulier (mettre une gomette) et décrire son entourage (rappel de l'atelier précédent)
- selon les boîtes : compter les rangées verticalement et horizontalement, déterminer le nombre de briquettes par rangée, ...
- faire dessiner la représentation

Synthèses possibles en termes d'enfants :

- dans une grande boîte, on met beaucoup de briquettes ; dans une petite boîte (de même forme), on en met moins.
- il faut beaucoup de briquettes pour remplir une grande forme
- il faut plus de briquettes pour remplir la grande boîte que la petite
- il faut moins de briquettes pour remplir une petite boîte

- Notes :**
- importance d'avoir choisi des boîtes de grandeurs bien différenciées
 - garder une trace des résultats (photo, dessin, matériel exposé en vitrine)

- Renforcement :**
- proposer exactement les mêmes manipulations « encore et encore » autant de fois que l'enfant le souhaite, dans le cadre de l'axe de logique de choix.
 - proposer des manipulations identiques avec un matériel similaire et varié : petites et grandes boules, à ranger dans des boîtes cylindriques, carrées ou rectangulaires,
 - ...
 - compléter une fiche d'observation : dessiner les briquettes (ou coller les gomettes) ou entourer/colorier)



atelier 4

Estimation et mesure de quantités

Plus les objets sont petits, plus il en faut pour remplir une grande forme

Note : idéalement, cette deuxième situation se réalise aussitôt après l'atelier 3, de manière à ce que les élèves mettent les deux manipulations en parallèle (respect de la méthode scientifique en isolant et traitant un critère à la fois)

Situation mobilisatrice : - briquettes de formes identiques (choisir par ex des cubes) mais en deux grandeurs
- deux boîtes identiques (forme et grandeur), si possible transparentes et avec couvercle (choisir de préférence des parallélépipèdes : l'important étant que contenu et contenant n'aient pas la même forme. Bien que l'exercice soit tout aussi valable si c'était le cas, le but est ici de ménager des effets de surprise aux yeux des enfants et d'isoler chaque critère)

Objectif de la tâche : remplir chacune des boîtes avec une sorte de briquettes (on ne peut pas mélanger les petites et grandes briquettes).

Note : les mettre une par une avec une pince peut aider à ressentir la différence de travail et donc de quantité, puisque avec les élèves de petite section, on ne dénombre pas ou peu).

Phase d'apprentissage : - jeu d'estimation : si on travaille à deux, chacun remplissant une boîte, qui devrait utiliser le moins de briquettes pour remplir sa boîte ?
- jeu de remplissage : . chacun remplit sa boîte avec une seule grandeur de briquettes
. au signal (tambourin, métronome), prendre une briquette à la fois et la ranger (utiliser une pince est encore plus ludique)
- qui a terminé le plus tôt? Faudra t-il encore beaucoup de trajets pour remplir la boîte des petites briquettes ?

Traces : dessiner, photographier, verbaliser ou compléter une fiche d'observation

Progression : achever de remplir et, avec les plus grands, compter le nombre de briquettes par couche dans chacune des boîtes ; sur dessin, écrire la « litanie » (par rangée pour limiter la difficulté).

Synthèses possibles en termes d'enfants :
--

- pour remplir une forme, il faut plus de briquettes si elles sont petites
- il faut plus de petites briquettes que de grandes pour remplir une forme /boîte (donnée)

Progression : avec les grands, associer les deux constats établis après l'atelier 3 et l'atelier 4 pour aboutir à :

Plus les petites formes sont petites et plus la grande forme « vide » est grande, plus il faut des petites formes pour remplir la grande

atelier 5

Découvrir une propriété du nanomonde

Effet de taille

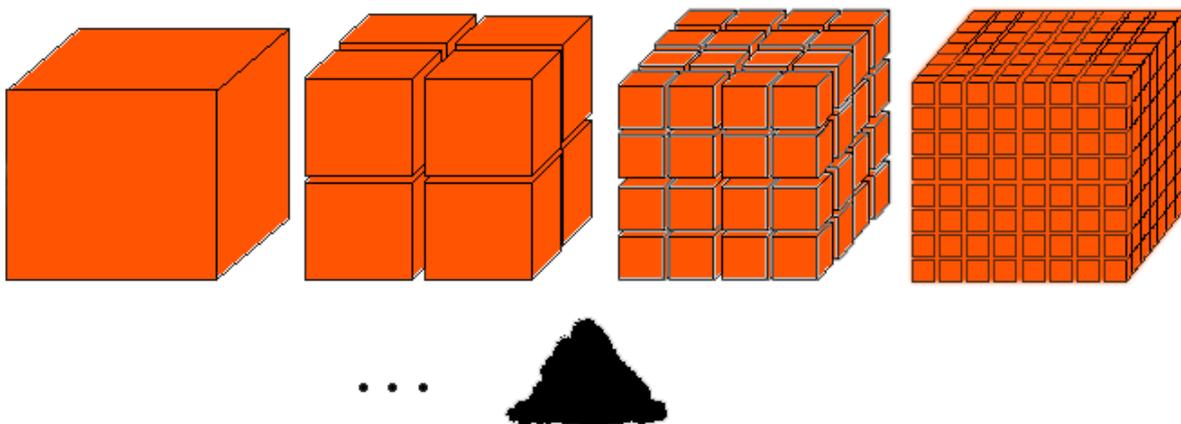
A volume donné, plus les particules constituant une poudre sont petites, plus l'aire totale est grande

1. Activité rapide de type « animation » : jeu du cube fractionné

But de l'animateur : amener les enfants à observer par eux-mêmes les effets successifs de la division d'un objet sur la superficie totale.

Phase de découverte :

- proposer un « gros » cube formé par l'assemblage de, par ex, 64 cubes.
- appréhender la surface extérieure totale (selon âge : compter les rangées, calculer directement, observer et toucher chaque paroi, ...).
- demander de scinder le « gros » cube en cubes de plus en plus petits et comparer ou calculer à chaque étape la superficie totale (retenir ou noter).
- imaginer que l'on puisse continuer à découper les éléments jusqu'à obtenir de la poudre.
- dessiner des morceaux de plus en plus petits (trois stades par ex) et en conclure que l'on finit par obtenir de la poudre.
- montrer le tas de sciure obtenu en pressant un cube.
- imaginer que l'on continue à scinder jusqu'à obtenir des nanoparticules.



Synthèse en termes d'enfants : plus on divise, plus la surface totale devient grande

Information aux enfants : les médicaments sont souvent préparés sous forme de poudre, ainsi les réactions qui se déroulent souvent à la surface sont plus nombreuses

2. Activité d'apprentissage de type scolaire : jeu de l'emballage

Pré-requis : conservation de la matière (quantité)

Pour stocker la même quantité de produit (du sable par ex, on peut utiliser un grande boîte ou plusieurs petites, même de formes variées

Phase de contagion ou pré-requis : il s'agit de s'assurer que l'enfant a acquis le concept de conservation de la matière, par ex ici : une même quantité peut être contenue dans un seul contenant ou dans plusieurs petits

1ère étape : *approche globale avec objets de la vie courante* pour partir des observations spontanées que pourraient déjà avoir fait les enfants (lorsqu'ils jouent au bac à sable ou à eau) pour peu que l'enseignant ait organisé la situation)

- vider entièrement l'eau d'une grande bouteille dans toutes sortes d'autres récipients variés au choix (sans référence aux mesures)
- refaire le même exercice avec une bouteille identique, mais d'autres récipients :
 - les petits contenant peuvent tous avoir des formes et dimensions différentes
 - les petits contenants peuvent avoir tous la même forme que le grand
- constater que la quantité (volume) reste la même qu'elle soit stockée dans un seul grand flacon (par ex.) ou dans plusieurs petits (au besoin, transférer des petits vers le grand pour vérifier).

2ème étape :

Situation mobilisatrice : on disait que c'était du parfum et que c'était un cadeau ... on veut donc emballer,

Objectif de la tâche : on doit se débrouiller avec le peu de papier cadeau disponible (ou on doit être le plus possible économe en papier d'emballage).

Phase d'apprentissage :

- défi : chercher la solution la plus économique en papier
- rechercher faire l'essai avec une grande feuille de papier : emballer le grand flacon et les petits;
 - permet de faire une estimation « grossière » : proposer par ex plusieurs feuillets de papier d'emballage « cadeau » (récupération) ou des feuilles de papier journal (même format), garder un feuillet inutilisé comme référence / emballer et déballer, remettre à plat pour estimer les quantités / se mettre d'accord sur les critères d'emballages : ex : faire un seul tour et coller avec papier collant)
- constater : il faudra moins de papier si l'on a un seul grand flacon que si on en a plusieurs petits

3ème étape : progression avec approche plus précise et matériel structuré

Phase de contagion :

- soit deux cubes identiques en carton de 12 cm de côté par ex (à fabriquer soi-même ou cf. mallette) ; y faire dans chacun un petit trou permettant d'y mettre du sable fin
- observer que l'on peut mettre exactement la même quantité dans les deux (prendre un critère/ point de référence : remplir à raz bord : utiliser un mesureur témoin sur lequel on marque le niveau)
- proposer deux séries de quatre « petits » cubes (fabriqués dans la même matière et selon la même méthode) « équivalents » au cube de départ, comme si on avait découpé le grand en quatre ; percer un petit trou pour savoir les remplir (éventuellement utiliser un petit entonnoir)
- se demander si l'on pourra transférer le contenu du grand dans les petits
- vérifier et constater

Variante ou réinvestissement : on décide de peindre, colorier ou recouvrir le « gros » cube et les petits (pour que ce soit plus beau, pour que l'on ne puisse plus voir à l'intérieur, ...)

situation problème : faudra t-il la même quantité de peinture ou de papier (ou aura t-on plus de travail à colorier, usera t-on plus le crayon de couleur) pour le « gros » et pour les petits ? Les enfants peuvent discuter : si on colle les petits cubes entre eux, on ne devra peindre ou recouvrir que exactement la même surface dans les deux cas ; mais on ne peut pas coller les « petits » cubes, donc il y aura plus de côtés à peindre ou à recouvrir, il faudra plus de peinture : le faire, verbaliser

Synthèse possible en termes d'enfants : le volume reste pareil (d'ailleurs on peut toujours rassembler les petits cubes) , mais la surface « à colorier » devient de plus en plus grande

deuxième situation problème : les copains ne nous croient pas quand on leur dit qu'il faudra plus de peinture ou plus de papier pour recouvrir les petits cubes. Comment le leur prouver ?

solution : défaire/ouvrir les cubes : les petits et le grand (si les enfants ne trouvent pas, les mettre sur la piste en montrant que l'on peut « défaire » les cubes) pour mettre à plat leur développement : on constate de manière « globale » que la superficie occupée par les quatre « petits cubes » est plus grande que celle occupée par le grand cube ; pour plus de précision, on peut découper le développement de chaque cube selon ses surfaces « côtés » (suivre les lignes de pliage) et on rassemble le tout sur deux feuilles quadrillées séparées (le grand sur une feuille, les quatre petits alignés séparément mais côte à côte sur l'autre feuille au format identique : comparer ; on peut aussi superposer les « grands » carrés du grand cube déplié sur les petits carrés des 4 petits cubes et constater que l'on n'en a pas assez pour tout recouvrir (on peut aussi compter de part et d'autre le nombre de carrés identiques en reconstituant des grands ...)

Verbaliser et se demander ce qui se passerait si l'on découpait /décomposait encore plus les cubes.

Synthèse possible en termes d'enfants : plus on découpe une forme en tous petits morceaux, plus la surface extérieure / de contact devient grande alors que le volume / quantité ne bouge pas

Information à donner aux enfants :

- Expliquer aux plus grands que cette technique est parfois utilisée pour une meilleure efficacité des produits, en particulier les médicaments : ils « touchent plus » les cibles à atteindre, ils interagissent plus ou diffusent plus leur action.
- Des applications biologiques peuvent aussi être mises en évidence (replis de l'intestin pour augmenter la surface de contacts et d'échanges)

Arrangements en amas et géométrie dans l'espace

- *deuxième séquence : du petit vers le grand*

Deuxième séquence « *du petit vers le grand* »

atelier 1

Un des buts de la nanotechnologie est de réorganiser les nanoparticules qui ont été isolées pour constituer de nouveaux matériaux : du petit vers le grand .

En assemblant des objets de formes identiques on peut en construire un grand de même forme

ou une forme peut rester pareille même si elle grandit.

Dimension « nano » : les nanoparticules, éléments de base des nanotechnologies, sont des assemblages géométriquement réguliers d'atomes.

1. Au niveau psychomoteur

- disposer (ou faire disposer) dans la cour de récréation ou dans la salle de psychomotricité une série de carrés confectionnés avec des bâtons ; espacer ces constructions
- proposer divers jeux spatiaux : se mettre dedans, dehors, sur les côtés, aux quatre coins, ...
- donner un défi : avec les « petits » carrés, en faire un grand et se placer autour, aux quatre coins, ...
- Idem : former un petit cercle, un plus grand, encore plus grand, ...

2. Dans le plan, en grand (les enfants doivent se déplacer)

- donner ensuite des grands carrés de feutre (ou papier kraft, ou ...) et de nouveau, demander de former le plus grand carré possible
 - progressions: -augmenter le nombre de carrés
 - imposer un espace dans lequel composer la forme géante (carré de départ au milieu de l'espace disponible ou sur un coin ou sur un bord : contraintes).

3. Dans le plan, avec petites formes

Situation mobilisatrice : peindre

Objectif de la tâche : réaliser un grand panneau décoratif ensemble

Phase d'apprentissage :

- peindre de petits carrés de papier selon la technique du camaïeu
- coller (avec velcro) son petit carré sur un grand damier de forme carrée préparé au préalable par l'enseignant
- constater : « *avec des petites formes identiques, on peut en former une plus grande qui a la même forme* »
- rechercher et dessiner toutes sortes de carrés : lancer une fléchette sur un petit carré au hasard et reformer des formes carrées à partir de la cible
- garder une trace et ajouter à la collection
- se demander quelles autres formes on pourrait faire avec les mêmes petits carrés (par ex un grand rectangle)

Progression : reconnaître parmi des photos couleurs ou noir/blanc (ou des montages réels ou des dessins) les constructions composées de petites formes identiques à la grande et toutes pareilles (ne choisir que des pavages parfaits (un rectangle pavé de petits carrés, ou de petits rectangles, un carré pavé de petits rectangles, ...)).

Renforcement :

- composer soi-même toutes sortes de grandes formes identiques aux petites que l'on possède en de nombreux exemplaires.
- avec des formes plates telles que mouchoirs ou serviettes en papier
- en contournant et reportant des gabarits (fabriqués par l'enseignant)
- avec des éléments choisis dans divers jeux de construction disponibles dans la classe (blocs Diènes, réglettes Cuisenaire, ...).

Au hasard des essais, les enfants feront différents constats :

- par ex si l'on utilise des triangles isocèles, ce sera possible, mais il faudra les disposer « tête bêche » si l'on veut tout remplir ;
- avec des disques à plat sur une table, avec des boules de cotillons : observer , il sera impossible d'en faire un grand sans vides ou sans superposition, ...
- en mêlant ou pas les couleurs (de manière à aider progressivement l'enfant à faire abstraction de la couleur au profit de la forme) (faire une photo en noir et blanc)
- en travaillant avec peu ou beaucoup de matériel
- en essayant diverses formes, par ex, former un grand rectangle avec une série de petits

Note : l'important, d'un point de vue didactique, sera de multiplier les expériences personnelles de manipulation et de garder des traces individuelles ou communes à la classe (référentiels « concrets ou/et photographiés « grandeur nature » pour les petits (ce qui permet pour les constructions plates dont nous parlons ici de superposer les blocs concrets sur la représentation photographique)

4. Extension aux jeux de pavages

- découvrir la définition du pavage (absence de superposition, absence de vides)
- tri des formes qui conviennent ou pas
- jeux divers de pavages et mosaïques

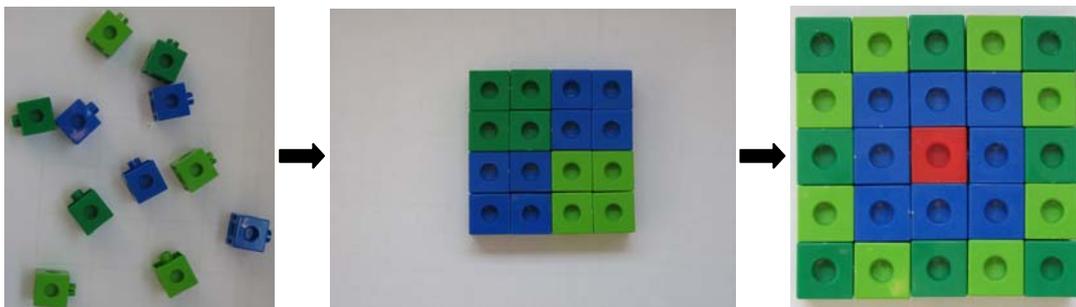
Note : ces jeux et exercices étant faciles à trouver, nous ne les détaillons pas dans le cadre de ce fichier, mais nous reconnaissons toute leur importance dans l'optique d'une préparation globale à la compréhension des nanosciences. Vu sous l'angle de la nanogéométrie, l'important est d'amener les élèves à réaliser d'abord, anticiper ensuite la régularité des arrangements.

5. Avec des objets à trois dimensions

Note : si précédemment, on a, par ex utilisé des briquettes «cubiques » et que l'on a rempli des boîtes cubiques elles aussi, les enfants pourraient être déjà arrivés au constat. Mais il valait mieux ne pas choisir ce cas particulier, de manière à bien isoler chaque constat. Par contre, à ce stade, on peut pour opérer une transition, représenter l'un ou l'autre exercice déjà évoqué mais, justement en proposant un contenant de même forme que les éléments à contenir.

Situation mobilisatrice : - petits cubes de même dimension en quantité importante (en bois ou plastique lisse ou, mieux cubes qui s'accrochent)
- deux boîtes cubiques identiques.

Objectif de la tâche : à l'aide des petites formes, constituer des objets de formes identiques (à la petite) mais de plus en plus grandes.



- remplir deux boîtes cubiques identiques avec des petits cubes
- « déboîter » de ces deux boîtes chaque masse construite (retirer délicatement en poussant)
- constater : « on avait beaucoup de petits cubes (ou formes) tous identiques, c'est comme si on avait maintenant deux fois un grand cube (la même forme mais en grand) »

Défi : avec d'autres petits cubes, et sans utiliser de boîte, construire un cube encore plus grand, et puis un autre encore plus grand et ainsi de suite, jusqu'à épuisement du matériel

- dessiner les différentes réalisations

Renforcement : refaire le même type d'exercices avec des « carrés de sucre » (cubes) (pour une fois, un peu de nourriture serait détournée à des fins didactiques : l'intérêt étant qu'il est possible de « coller les différentes constructions en sucre avec un liant ») Mais on peut aussi utiliser certains blocs qui s'agrippent les uns aux autres.

Progressions : - former des formes identiques de plus en plus grandes avec des briquettes parallélépipèdes, ou
- proposer aux enfants une série et demander d'intercaler « la » grandeur manquante.
- proposer une « grande » forme et demander d'en réaliser deux plus petites pour compléter la série

Synthèses possibles en termes d'enfants :

- avec beaucoup de petites formes, on peut en former une plus grande identique
- plus on veut une grande forme, plus il en faut des petites

Corollaire : ce n'est pas possible pour toutes les formes !

atelier 2

Avec un nombre déterminé de formes identiques, on peut construire un nombre déterminé d'assemblages différents

Dimension « nanos » : évidente ! Les molécules s'assemblent de différentes manières pour former des amas.

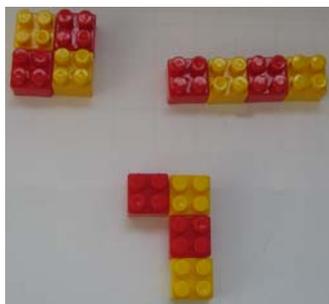
Situation mobilisatrice : défi.

Objectif de la tâche : avec des cubes, rechercher toutes les « maisons » de trois, quatre, ...
Il s'agit en fait de rechercher toutes les possibilités d'assemblages d'un nombre donné d'éléments.

Phase d'apprentissage :

- avec un nombre déterminé (selon le niveau des élèves) de cubes lisses d'abord, puis « autoagrippants », rechercher différentes façons de les assembler ;
 - consignes possibles : . « avec x cubes » créer une construction, les cubes doivent se toucher » au moins par un côté
 - . avec, à chaque fois le même nombre de cubes, créer autant de constructions différentes que possible (peut se faire en groupe, chacun trouvant une idée) (les élèves peuvent d'abord distribuer autant de petits tas de cubes -le même nombre – que de constructions escomptées
- photographier (sous différents angles et échelles) et reproduire (sa propre production, celle du voisin).
- sur une feuille quadrillée, faire une empreinte de la construction, ou (progression) dessiner ces différentes constructions (passage du volume au plan).
- exposer toutes les constructions et les empreintes et retrouver les paires.
- à partir d'une empreinte, reconstituer la ou les constructions adéquates.

note : l'intérêt est de travailler par groupe ou individuellement et de mettre en commun les trouvailles. En constatant les nombreuses redites, les élèves comprendront d'autant mieux la limite des possibilités de combinaisons.



Variante : pour les petits, donner ensuite une ou plusieurs boîtes contenant le même nombre de cubes et demander de faire une construction différente par boîte (à disposer dans le couvercle).

Variantes au niveau des procédés : - un enfant construit, l'autre reproduit (copie), puis représente (en plan avec matériel ou par dessin)
- distribuer des boîtes contenant chacune le même nombre de cubes, réaliser une construction différente par boîte, la disposer par ex sur le couvercle retourné (trouver ensuite le nombre de boîtes nécessaires pour avoir une construction de chaque

Synthèses possibles en termes d'enfants :

- .avec trois cubes, on peut construire ... formes différentes
- . avec quatre,
- . etc ...

Notes : - ce type d'activités convient bien pour le travail en ateliers, pour la pédagogie du défi, pour insérer dans l'axe de logique de choix.
- le fait de « capturer » les réalisations des enfants en réalisant une photo relance l'intérêt et la motivation (plus apports didactiques).
- les différentes étapes doivent idéalement se vivre au jour le jour, éviter les coupures trop longues ou garder des traces ; les séances doivent être courtes mais multiples.
- si on utilise des briques de type Légos, on pourra classer les constructions selon qu'il y a collage de toute la surface ou demi collages.

atelier 3

Un assemblage (objet) garde sa forme quelle que soit sa position

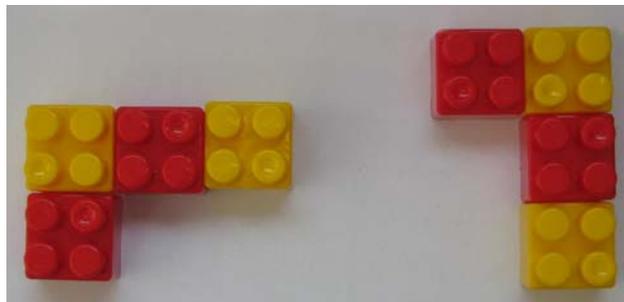
ou : une forme (solide) se maintient quelle que soit sa position dans l'espace

Situation mobilisatrice : réaliser un coin exposition avec nos constructions précédentes.

Objectif de la tâche : parmi toutes les réalisations précédentes : comparer, éliminer les doublons pour notre coin « expo » en vue d' établir la « collection » de tous les possibles avec un nombre déterminé de briquettes.

Phase d'apprentissage :

- transporter les constructions pour les déposer sur l'étagère d'exposition.
- constater que, lors de la manipulation, certaines sont finalement « pareilles » une fois retournées par inadvertance (elles semblaient différentes telles que présentées sur la table, mais une fois prises en main et reposées autrement).
- pour se mettre d'accord à propos des doublons, il faudra établir des critères de différenciation faciles : « deux constructions sont les mêmes si on peut les placer l'une à côté de l'autre pour les voir de la même façon » (Rouche).
- on peut aussi s'amuser à présenter des séries de montages identiques mais positionnés différemment



Synthèse en termes d'enfants : selon leur position, des formes peuvent paraître différentes, mais quand on les déplace l'une contre l'autre (l'une sur l'autre), on voit qu'elles sont pareilles

atelier 4

Une forme se maintient quelle que soit sa couleur

Dimension nano : apprendre à abstraire une composition, extraire la forme, la structure au-delà des détails.

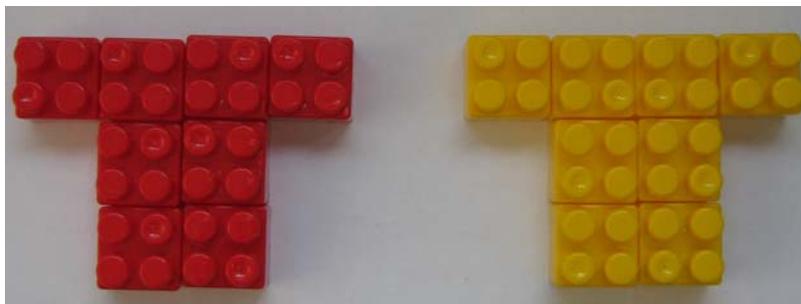
Pré-requis : être capable de trier par couleurs

Situation mobilisatrice : *jeu du maçon* : chaque enfant est responsable d'une couleur (il est le spécialiste du rouge ou du bleu/ il ne sait construire qu'en jaune/ ...)

Objectif de la tâche : réaliser des constructions identiques au niveau de l'assemblage

Phase d'apprentissage : par ateliers de 4 élèves :

- distribuer aux enfants (ou faire distribuer ou proposer de prendre) 8 briquettes de forme identique et d'une seule couleur ; chaque enfant doit choisir une couleur différente
- construire la forme de son choix avec les 8 briquettes (si possible « en secret »)
- comparer ce que chacun a réalisé : il est possible que deux enfants aient fait la même construction, mais dans des couleurs différentes : le constater
- si nécessaire, se concerter au sein du groupe pour obtenir quatre constructions différentes



Note : à partir d'ici on peut -si le niveau le permet- continuer à rechercher encore d'autres constructions (en piochant à chaque fois 8 briquettes de la couleur attribuée) et épuiser toutes les possibilités ou axer directement sur l'objectif annoncé, soit :

- demander à chaque élève du groupe de « copier » la construction de son vis-à-vis, mais dans « sa propre couleur » ; changer de vis-à-vis jusqu'à ce qu'on obtienne quatre versions « couleurs » de chaque construction (variantes d'organisations possibles, par ex : laisser les 4 constructions sur la table et proposer à un deuxième groupe une copie dans une autre couleur, bien disposer « ensemble » les productions et appeler un 3ème puis un 4ème groupe ; ranger le mieux possible par forme et ensuite couleur)
- regrouper les constructions identiques : les « coller » les unes contre les autres, ... et verbaliser ce que l'on voit
- déposer une des constructions « à plat /couchée) sur une feuille de papier quadrillé et entourer sa forme avec un marqueur (passage au plan) ; y déposer successivement chacune des autres constructions et constater

(on peut aussi utiliser un marqueur de la couleur de chaque forme et « superposer » les traits)

ou: déposer les quatre formes sur quatre feuilles de papier, les entourer chacune d'un trait au marqueur noir, découper ensuite les quatre formes et les superposer, constater

Variante : jeu des constructions en chaîne : le premier enfant réalise « en secret » une construction ; le second doit la copier dans une autre couleur, le troisième doit faire de même en n'utilisant pas les couleurs choisies par les deux précédents, et ainsi de suite ... à la fin : vérifier la forme

Prolongement : reprendre les modèles précédents et les recopier avec deux couleurs, trois, ou avec toutes les couleurs disponibles ou avec « toutes les couleurs disponibles sauf celle du modèle » ou « toutes les couleurs disponibles sauf deux, « en multicolore », ...

Renforcement : copier une construction de 12 briquettes proposée par l'institutrice (modèle concret ou photo) en respectant des consignes variées : « refais exactement la même chose », « refais la même forme » « refais la même construction mais change de couleur », « refais la même chose, mais en utilisant deux couleurs, »

Synthèse en termes d'enfants : avec le même nombre de briquettes (identiques) , on peut construire une même forme, quelles que soient les couleurs utilisées

Changements d'échelles

- *emboîtements*
- *conversions d'échelles*

atelier 1

En emboîtant des formes gigognes, on peut « remplir »/ « constituer » une seule grande forme

Dimension nano : Il faut imaginer la réalité, tout en ayant la possibilité de faire des allers-retours entre le caché et le visible. L'enfant voit « disparaître les plus petites figures au fur et à mesure qu'elles sont emboîtées par une plus grande. Il doit retenir, garder en mémoire les figures dissimulées à sa vue. En exerçant son imagination (se représenter ce qui existe mais est caché, ici momentanément, l'enfant exerce son intelligence spatiale. On peut dire qu'il se prépare à longue échéance, à jongler avec les représentations des structures cristallographiques.

1. Animation ou phase de découverte avec très jeunes enfants : jeu de la valise¹

- présenter les boîtes ikéa mélangées (12) sans leur couvercle ainsi qu'une valisette de poupées (ou boîte bien choisie au niveau dimensions : toutes les boîtes ne doivent pas nécessairement être emboîtées pour tenir dans la valisette)
- le défi : ranger toutes les boîtes dans la valisette (il faut savoir la fermer)

Note : le but recherché est que l'enfant découvre par lui-même que les boîtes peuvent s'emboîter.

Surtout, ne pas montrer les boîtes emboîtées ni même rangées par ordre de grandeur .

- proposer le même défi, mais avec une valisette encore plus petite : toutes les boîtes doivent cette fois être emboîtées
- entraînement : idem avec les couvercles uniquement

2. Apprentissage : jeu des matriochkas

Situation mobilisatrice : découverte surprise d'une matriochka (cf. mallette) avec apports culturels (origine Japon: souvenir des enfants morts / Russie : symbole : famille, succession des générations ...)

- faire apparaître la plus petite matriochka et, en racontant une histoire, réaliser 2 ou 3 emboîtements (7 sont possibles avec l'exemplaire de la mallette)



¹ source : *A la maternelle, découvrir le monde avec les math, petite et moyenne section*, D.Valentin, Hatier 2004

Phase d'apprentissage :

- demander à l'enfant de dessiner par transparence la poupée ou, variante, lui proposer de superposer les silhouettes correspondantes qui ont été préparées (autant que d'emboîtements possibles)
- présenter les poupées restantes (en désordre) et
 - soit, les réinsérer directement dans le montage et demander de compléter le dessin (avec une autre couleur)
 - soit, anticiper par dessin et, ensuite réaliser le montage

- défaire lentement la mastriochka complète et demander aux enfants de dessiner ou d'aligner les silhouettes prédécoupées au fur et à mesure ; idem dans le sens de la reconstruction tout défaire, disposer les poupées en désordre, proposer diverses « radiographies » (par ex deux emboîtements) et demander de réaliser toutes sortes d'emboîtements qui correspondent au « plan » ; plusieurs enfants peuvent travailler en même temps.

Note : pour aider les enfants à imaginer « par transparence », on peut présenter une série de boîtes gigognes transparentes et, avec eux, coller des gommettes de couleur

Phase d'entraînement : installer un atelier (permanent) d'emboîtements avec matériel varié de séries mélangées d'objets emboîtables les uns dans les autres : jeux de boîtes colis postaux, jouets de bébés encastrables, jeu de boîtes pralines, boîtes ikéa et mégaprix, boîtes style tupperware, sachets à pain, ... (cf. matériel mallette) ; ajouter à ce matériel (ou le faire réaliser par les enfants) des « ordres » d'emboîtements

Note : le cas des boîtes type mégaprix ou ikéa permet un emboîtement qui reste visible si on n'utilise pas les couvercles

3. Animation : jeu de l'étalagiste

Objectif de la tâche : rechercher toutes les possibilités de présenter les séries de boîtes : empilement en hauteur/ rangement horizontal/ emboîtement (si possible avoir plusieurs jeux du même type type de boîtes : cf. mallette).

Situation mobilisatrice : faire un bel étalage

Phase d'apprentissage :

- recherches libres
- constats : quelles sont les présentations qui prennent le moins de place ? Au sol, en hauteur... ?
- dessiner les différentes façons de présenter un même jeu d'objets
- répondre à différentes consignes :
 - ranger tous les éléments pour qu'ils prennent le moins de place possible
 - proposer différentes bandelettes sur lesquelles ranger : (ex : 20 cm x1m / 20cm x20cm / ...
 - ranger pour que le « client » qui regarde la vitrine découvre ou pas la caractéristique de l'objet

Variantes : - par équipes de deux : un enfant dispose, l'autre dessine

- dessiner la « radiographie » de la « grosse » boîte
- biffer ou colorier les dessins au fur et à mesure qu'ils sont emboîtés

Progression : « oublier » un ou plusieurs éléments à la série « emboîtée », se souvenir desquels pour modifier le dessin.

Renforcement : à partir d'un dessin (ou photo) d'emboîtements des couvercles (boîtes Ikéa) , reconstituer l'emboîtement des boîtes.

Synthèses possibles en termes d'enfants :

- la plus grande forme peut contenir un exemplaire de plusieurs autres plus petites qu'elle, même si on ne les voit pas, une fois qu'elles sont impliquées
- une forme se maintient malgré l'échelle et même si on ne la voit plus

atelier 2

Changements d'échelle

Dimension nano :

- entrer dans une réalité de plus en plus petite, parfois jusque dans « l'invisible à oeil nu » et donc comprendre /admettre que nos sens seuls ne nous permettent pas de « tout » voir (par ex de quoi est composée notre peau)
- passer facilement d'une échelle à l'autre, se décentrer, prendre du recul, changer de point de vue, ...
- jongler avec les changements d'échelle, passer de l'une à l'autre est un atout indéniable pour entrer dans le nanomonde, reconnaître son existence et se préparer à en maîtriser les lois .

Toutes aptitudes qui ne pourront qu'être utiles lorsqu'il faudra imaginer à l'échelle nanométrique et « transférer »

1. Exercices divers de « réduction ou agrandissement d'objets ou images» : à intégrer, par ex dans des ateliers autonomes, d'attente ou dans des contrats individuels

- reproduire à l'identique, mais en tout petit, aussi petit que possible, un pavage (difficulté du pavage à adapter selon le niveau) ; le modèle présenté est de taille identique à celle des cubes ou beaucoup plus grand , ...
- utiliser la fonction « réduction » ou « agrandissement » d'une photocopieuse à plusieurs reprises ; coller les résultats les uns à la suite des autres.
- faire l'exercice inverse : du petit au très grand ; proposer l'utilisation d'une loupe pour « lire » le modèle.
- partir d'un modèle et le copier (une fois ou plus) en plus grand et en plus petit (une fois ou plus) ; compléter des séries diverses (le monde des géants copie le monde des nains , ...).
- jeu des machines qui transforment (la machine qui transforme la grandeur une fois : on introduit par ex un gros cube et on en ressort un plus petit; on réintroduit celui-ci et on en sort un encore un plus petit ; la machine qui transforme la grandeur 2 fois, ...).



2. Exercices de changements de points de vues

Dimension nanos : - voir avec un angle de plus en plus grand ou de plus en plus petit (puisque les diaporamas refont le chemin en sens inverse)

- «entrer» dans la matière pour « voir » ce qu'il y a à l'intérieur, ce que nous ne pouvons voir habituellement (diaporamas qui nous emmènent sous la peau jusque dans les cellules)

- si possible, au départ, profiter d'une expérience concrète :
 - ce que je vois de la fenêtre du rez de chaussée d'un immeuble ou ce que je vois au bas d'une tour (par ex le beffroi de Mons)
 - ce que je vois de la fenêtre du dernier étage de cet immeuble ou du haut de la tour ;
 - constater que lorsqu'on « monte », on découvre une plus grande étendue de paysage ;
 - constater que lorsqu'on « monte », on voit ce qui est en bas en plus petit (par ex, les gens qui circulent à pied et les autos nous semblent beaucoup plus petites si l'on est en haut d'une tour)
- imaginer ce que l'on verrait si on s'envolait dans une mongolfière (au sol au pied du château: plus haut, on voit le toit du château et tous les gens en tout petit)
- imaginer ou voir (vidéo) ce qu'un oiseau qui vole voit, ce que le pilote ou le passager de l'avion voit au fur et à mesure que l'avion monte
- découvrir, dans le cadre de l'activité « lecture d'images » les excellents diaporamas vidéos « puissance 10 » références qui partent par ex de la vision d'une famille occupée à pique-niquer dans un pré et qui «prend de la hauteur progressivement (on les voit tout petits, puis juste un point, puis le paysage vu de plus en plus haut jusqu'à lce qu'on ne distingue plus que la terre vue de l'espace / avec des petits : se limiter, même si le dia va encore plus loin)
- découvrir avec « earth.google.fr » son école et sa maison « vue du ciel » ; suivre le chemin que l'on emprunte habituellement pour se rendre de l'école à la piscine
- regarder de beaux livres d'images « la terre vue du ciel » (ou calendriers avec photos de ce type)
- lire les albums pour enfants exploitant la technique du zoom selon la réalité logique ou de manière fantaisiste (cf mallette)
- classer des photos selon la prise de vue de plus en plus haute (ou l'inverse)
- réaliser soi-même des photos (appareil numérique) en variant les points de vue (une pile vue du dessus, , ...)

Autres idées

Pistes d'activités

Outre les points spécifiques cités plus haut et en partie développés dans notre catalogue d'idées, nous proposons d'autres types d'activités ou jeux comme :

- l'utilisation de microscopes pour entrer dans le monde de l'infiniment petit (cf. mallettes pédagogiques de la HERB « *Les loupes* » et « *Le Hainaut : Jules Bordet, utilisation du microscopie* » et fichier pédagogique « *Les sciences à la portée des petites mains, Optique*, Davoine, Debacker, Wautelet éd. Erasme). Les activités scientifiques présentées dans ces outils sont proposées sous forme de séquences interdisciplinaires
- des lectures d'images fixes centrées sur le macro et le micro : découvrir une belle photo d'insecte, de fleur, goutte d'eau, réalisée avec un objectif macro ou s'émerveiller face à une photographie réalisée à l'aide d'un microscope électronique, à échelle nano
- des récits, contes ou documentaires axés sur le très petit, le très grand ou les transformations : revisiter nos contes traditionnels et notre folklore : le petit Poucet, Alice au pays des merveilles, les nains, les géants, découvrir (avec les plus grands) certains romans de SF basés sur les nanos (« L'âge de diamant » ou des contes modernes qui commencent à apparaître de ci, de là
- des ateliers d'écriture, comme cela se fait déjà au Québec par ex, sur des thématiques du nanomonde : « *laissez votre imagination plonger dans l'infiniment petit des nanoparticules, des nanorobots, des nanoréparateurs du corps ou des nannodépollueurs de l'environnement. Entrez dans le monde si miniaturisé que les fourmis pourraient avoir des téléphones cellulaires et écrivez des micro nouvelles* (vu sur le net; à adapter aux plus petits)
- jeux autour des mots : nano, mini, micro, ... : les mots « petits »
méga, macro, giga, ... : les mots « grands »
 - en faire des collections (affiches, cahiers, ...
 - les appairer en les opposant
 - les illustrer
 - en faire des mots valises ou des mots composés
 - les retrouver (lecture reconnaissance) dans des écrits...et donc en comprendre les significations

- des expériences ponctuelles intégrant, chaque fois que possible, des nanomatériaux . Lors du test relativement classique à propos de la conservation du pain par ex (à l'air libre, dans une boîte, au frigo, ... l'enseignant branché « nano », pensera à introduire deux versions de la boîte tupperware (la courante et la « antibactérienne » conçue en nanomatériau (attention : pour l'instant non disponible en Belgique) ... histoire de faire constater un effet de l'amélioration de certains matériaux grâce aux nanotechnologies. Idem pour les expériences non moins classiques réalisées à propos de la perméabilité des matériaux: joindre aux échantillons de matériaux des bouts de tissus traités à l'imperméabilisant « nanos », des feuilles de lotus ou de choux ou d'achillée qui laissent perler l'eau. Une façon comme une autre d'anticiper les usages.
- des découvertes ponctuelles : grain de riz sculpté (observer au microscope), observer des grains de sable séparés (en regarder un seul au microscope, puis un tas)
- proposer deux formes identiques en papier de couleur ; demander d'en découper une en un maximum de petites formes identiques (dessiner d'abord au crayon) et ensuite découper en vue de reconstituer la forme de départ
- démonter et remonter des objets et s'exercer « à voir » l'intérieur, même lorsqu'il est dissimulé à notre vue
- jeu de dominos « nombre 4 »* (prises de vues variées des différentes constructions de 4)
- jeu de découverte sur affiche des interventions « nanos » dans une maison* (en construction)

* Matériel présent dans la mallette

Matériel intéressant

Certains jeux éducatifs et matériels déjà présents dans les classes sont à privilégier pour, à longue échéance, développer la vision dans l'espace. En voici une liste non exhaustive, la présence d'un astérisque signifie que ce matériel figure dans la mallette « nanos » de la HERB.

- blocs Diénes
- boîtes diverses qui s'emboîtent, par ex. *boîtes carrées ikéa* * (12 emboîtements), *boîtes hexagonales ikéa*² (X emboîtements), *boîtes rondes mégaprix* * (12 emboîtements)
- briques style légos géantes *, standard, moyennes et petites
- cubes autogrippants * (maxytoys)
- briques nopper
- multicubes *
- réglottes Cuisenaire
- carnets et jeux divers d'exercices de pavages, tangrams
- jeu Tetris
- jeux avec boules aimantées * (pour construire les squelettes de solides)
- poupées russes (matriochkas) (7 emboîtements)
- boîtes pralines emboîtables *
- jeux de symétrie avec miroirs (cf mallette miroirs)
- triominos
- jeux de mosaïques
- jeu dominos 4 * (modèle artisanal, différents points de vue)
- Jeu (cf. M. Wautelet)

Albums enfants

- La nature du plus près au plus loin, René Mettler Gallimard jeunesse, 2004
- Zoom, Isabelle Pelissier, Archimède, 1993
- Zoom, Istvan banyai, Circonflexe, 1995
- Du haut du ciel, Steve Jenkins, Circonflexe, 1995
- Le sourire du loup, Anne Brouillard, Dessain 1992

* Matériel présent dans la mallette

Documentaires enfants

- à notre connaissance, aucun en français
- en allemand : *Nano?!Die Tecchnik des 21. Jahrhunderts,berlin, Rowohlt, 2004. ISBN 3-87134-488-5*

Livres didactiques

- André Deldicq, *Jeux de symétrie*, ACL, Les éditions du kangourou*
- Dominique Valentin , *A la maternelle, découvrir le monde avec les math, situations pour la petite et la moyenne section* , Hatier 2004

Romans

- Eric Drexler, *Enginesof Creation*, 1986
- Greg Bear, *La reine des anges*
- Neal Stephenson, traduit de l'américain par Jean Bonnefoy, *L'Âge de diamant*, éd. Le livre de poche, coll « Science fiction, 1998

Films

- Le silence des nanos, sortie 01/06, durée 70 minutes, France
- Microcosmos
- Chérie j'ai rétréci les gosses
- King Kong

Œuvre d'art

- Francis Olin, Sans titre, quatre relief en lois peint (in Art / W20, 1978 un 20^e siècle d'art en wallonie. S.Goyens de Heusch, La renaissance du livre 2001

Visites

- La maison du futur, Vilvorde

Expositions

- NANO technologies -MEGA défis, au-delà du micron, la science du XXIème siècle, expo itinérante, UMH, région wallonne (www. nanoexpo.be) région wallonne
- Nanoart , Grenoble (www.cesti-grenoble.org)

* Matériel présent dans la mallette

CD ROMS

- Michel Demal, Danielle Popeler, Géométrie des transformations pour la classe maternelle
- idem pour 1ère, 2ème et 3ème primaire* (<http://www.uvgt.net>)
- A la découverte du nanomonde (cf. M. Wautelet) (<http://www.france5.fr/education/nanmonde>)

Mallettes pédagogiques

- Les nanos HERB (www.mallettes.be)
- Les loupes, HERB (www.mallettes.be)
- Le Hainaut (chapitre réservé à Jules Bordet et à l'utilisation du microscope)HERB (www.mallettes.be)

Sites internet (listing en date du 20/07/07)

- <http://psychobranche.free.fr/nouvelles> : histoires sur la thématique des nanotechnologies : « Il était une fois l'homme » Carole Drouhot , Romarin Gatelet conte nanos Psychobranche 2004.
 - www.immoscancorporate.be
 - www.futura-sciences.com
 - www.futura-sciences.com/news-maison-futur-nanotechnologies_9674.php : « la maison du futur et les nanotechnologies »
 - www.internetactu.net/?p=6524
 - www.exploratorium.edu/nanoscope/index.html : en anglais
 - www.futura.sciences.com/news-nanotechnologies-212produits-meilleur-pire_8999.php : exemples de produits comprenant des nanoparticules
 - www.internetactu.net/?p=6656: -« jouer avec les atomes », jeu en trois dimensions
-minis vidéos, ex : agrandissements au microscope électronique procédure et exemple*
 - <http://trianglacolrier.free.fr> : pavages
 - <http://etab.ac-orleans-tours.fr/clg-mpagnol-vernouillet/Les%20pavages.htm> : pavages
 - www.mouscron.be/cercledetudes/travaux/evstech_mater.pdf : symétries
 - www.google.earth.fr
-

- www.poupees-russes.com : historique, symbolique et images de matriochkas

Bibliographie

- Outre les références citées plus haut, les sources livresques suivantes ont été consultées pour la rédaction de ce fichier :
- « *Correspondance entre classes maternelles belge et canadienne à l'aide de moyens de communication actuels*, Concetta Bellavia, TFE juin 1999 HERB
- *Espace et géométrie de l'école maternelle au C2*, Anne Bertotto, CPC circonscription Morangis
- Nicolas Rouche in « *La géométrie naturelle, une géométrie de sens commun* » CREM le point sur la recherche en éducation, décembre 2002
- Nicolas Rouche et Luc Lismont, *Construire et représenter un aspect de la géométrie de la maternelle jusqu'à 18 ans*, Le point sur la recherche N°12, Octobre 99
- Michel Wautelet, *Nanotechnologies, mégas défis, au-delà du micron, la science du XXIème siècle**, région wallonne 2007
- *Nano-nenni », les nanotechnologies et leur importance pour la santé et l'environnement**, brochure d'information publifocus (téléchargeable sur www.ta_swiss.ch)
- Livret bien illustré (cf. M. Wautelet)