Pré-programme muséographique

Balades

Mathématiques et informatique à l'air libre



Maison des Mathématiques et de l'Informatique - Octobre 2026

Sommaire

I. Cadre de la prestation scénographique..... 2
La Maison des Mathématiques et de l'Informatique..... 2
Le projet de l'exposition « Balades »..... 2
Comité scientifique et coordination..... 3
Objet de la prestation..... 4
II. Contexte de l'exposition..... 6
Fil rouge..... 6
Objectifs..... 7
Public visé..... 7
Expérience de visite proposée..... 8
Ambiance scénographique souhaitée..... 8
Points de vigilance..... 9
III. Scénario de l'exposition..... 10
Description générale..... 10
Zone « Point de départ »..... 12
Balade 1 : Balade en ville..... 13
Stand Ville 1 – « Point de rendez-vous »..... 13
Stand Ville 2 – « Le chemin le plus court »..... 16
Stand Ville 3 – « Embouteillages »..... 19
Balade 2 : Balade en mer..... 21
Stand Île 1 – « Mesure de côtes »..... 21
Stand Île 2 – « Au fond de la mer »..... 26
Stand Île 3 – « Génération d'arbres »..... 31
Balade 3 : Balade en montagne..... 39
Stand Montagne 1 – « Sac à dos »..... 39
Stand Montagne 2 – « Pique-nique »..... 42
Stand Montagne 3 – « Spot photo »..... 44
Balade 4 : Balade de nuit..... 48
Stand Nuit 1 – « Les lucioles »..... 48
Stand Nuit 2 – « Sciences sans les yeux »..... 50

I. Cadre de la prestation scénographique

La Maison des Mathématiques et de l'Informatique

La Maison des Mathématiques et de l'Informatique (MMI) de Lyon est un lieu de diffusion de ces deux sciences créé en 2012. Elle accueille, sur 400 m², environ 250 classes (du CM1 à la Terminale) et 5000 visiteurs et visiteuses grand public par an. Ses activités sont nombreuses et variées : ateliers, visites d'exposition, contes mathématiques, stages de vacances, etc. Nous renvoyons au site https://mmi.universite-lyon.fr/ pour plus de détails.

Les expositions colorent les saisons de la MMI. Nous alternons entre sujets de société et sujets plus inattendus. Les dernières expositions étaient :

- *Sous la surface, les maths* (sur les jeux vidéos et l'infographie, 2019 - 2021).
- *Entrez dans le monde de l'IA* (sur l'intelligence artificielle, 2021 - 2023).
- *Dans ma cuisine – Les mathématiques et l'informatique se mettent à table* (sur les liens entre cuisine, mathématiques et informatique, 2023 - 2025). Il est possible de consulter le dossier de présentation de cette exposition en ligne. Le coût global de cette exposition (scénographie, matériel, applications numériques, ...) était de 98000 € TTC.
- *Ça résonne !* (sur le son, 2025 - 2027). Il est possible de consulter le dossier de présentation de cette exposition en ligne. Le coût global de cette exposition (scénographie, matériel, applications numériques, ...) était de 121000 € TTC.

L'exposition « Balades – Mathématiques et informatique à l'air libre » sera présentée à la MMI entre septembre 2027 et juin 2029. Celle-ci sera accompagnée de nombreuses activités, ateliers, manifestations autour du thème de l'extérieur et des promenades. Elle se situe dans la catégorie des sujets plus décalés et inattendus, et traitera une variété de sujets scientifiques différents.

Le projet de l'exposition « Balades »

L'exposition sera installée à la MMI en septembre 2027. Elle sera ouverte au public de septembre 2027 à juin 2029.

Cette exposition doit être itinérante. Après deux années à la MMI, elle sera utilisée par d'autres lieux partenaires (Genève Évasions Mathématiques (GEM), Musée Fermat, Maison Poincaré...). Il s'agit de :

- Pouvoir démonter et monter l'exposition en temps raisonnable (1 à 2 jours à chaque fois) ;
- Avoir une scénographie adaptable à différents lieux ;
- S'assurer que l'exposition une fois démontée est transportable dans un utilitaire ou camion de taille raisonnable.

Comité scientifique et coordination

Les commissaires scientifiques de l'exposition sont :

- **Eric Duchêne**, professeur des universités en informatique à l'Université Lyon 1 et au laboratoire LIRIS, directeur adjoint de la MMI ;
- **Aline Parreau,** chargée de recherche au CNRS, rattachée à l'Université Lyon 1 et au laboratoire LIRIS.

La commissaire de l'exposition est **Camille Beaudou**, chargée de médiation et d'animation à la MMI.

Le synopsis d'exposition a été imaginé par les trois commissaires, le directeur et l'équipe de médiation de la MMI (**Olivier Druet, Charlotte Avellaneda** et **Nina Gasking**).

Le comité scientifique de l'exposition est composé de chercheurs et chercheuses en mathématiques et informatique :

- **Jean-Baptiste Aubin**, maître de conférences en statistiques à l'INSA-Lyon et membre du laboratoire ICJ ;
- **Jim Délitroz**, doctorant à la HES-SO Valais/Wallis et rattaché à l'EPFZ (Suisse) ;
- **Sébastien Designolle**, chercheur INRIA, membre du laboratoire LIP ;
- **Olivier Druet**, directeur de recherche au CNRS, membre du laboratoire ICJ, directeur de la MMI ;
- **Hélène Léman**, chargée de recherche à INRIA et membre du laboratoire UMPA ;
- **Olga Paris-Romaskevitch,** chargée de recherche au CNRS, membre du laboratoire ICJ ;
- **Paolo Pistone**, chaire professeur junior à l'Université Lyon 1 et membre du laboratoire LIP.

Objet de la prestation

Au total, l'exposition contient 11 stands et un espace servant de point de départ. Cela représente :

- 11 manipulations (6 physiques, 3 numériques, 1 semi-numérique et 1 mêlant physique et numérique) ;
- 9 panneaux de 800 signes ;
- 1 panneau d'introduction ;
- 1 ours ;
- 8 consignes.

Tout est détaillé dans la suite de ce pré-programme, mais voici le récapitulatif stand par stand de ce qui fait l'objet de la prestation de scénographie :

Zone de départ : mobilier.

Balade 1 : Balade en ville

Stand Ville 1 : panneau de 800 signes, mobilier, manipulation physique, consigne.
Stand Ville 2 : panneau de 800 signes, mobilier, manipulation physique, consigne.
Stand Ville 3 : panneau de 800 signes, mobilier.

Balade 2 : Balade en mer

Stand Île 1 : panneau de 800 signes, mobilier, manipulation physique, consigne.
Stand Île 2 : panneau de 800 signes, mobilier, manipulation physique, consigne.
Stand Île 3 : panneau de 800 signes, mobilier, manipulation physique, consigne.

Balade 3 : Balade en montagne

Stand Montagne 1 : panneau de 800 signes, mobilier, manipulation physique, consigne.
Stand Montagne 2 : panneau de 800 signes, mobilier.
Stand Montagne 3 : panneau de 800 signes, mobilier, manipulation physique, consigne.

Balade 4 : Balade de nuit

Stand Nuit 1 : mobilier, vidéoprojecteur, espace de projection.
Stand Nuit 2 : mobilier, manipulation semi-numérique, casques audio.

Le prestataire sera chargé :

- de la conception et la réalisation de l'exposition ;
- du graphisme, de la réalisation de l'affiche et de l'identité visuelle, de la recherche iconographique, de l'intégration de manipulations et de multimédias ;

- de la fourniture d'un kit de communication comprenant une affiche et des éléments graphiques indépendants et réutilisables ;
- du montage de l'exposition et de la fourniture d'une notice de montage/démontage ;
- de l'intégration du matériel informatique (écrans, tablettes, ordinateurs) au mobilier et à l'exposition en général, en collaboration avec l'équipe chargée du développement des applications.

Le prestataire ne sera pas chargé :

- de l'écriture des textes (panneaux, consignes, cartels) ;
- du développement des applications numériques qui se trouvent dans le deuxième lot (voir ci-dessous pour détails), ni de l'achat du matériel informatique nécessaire à ces applications (écrans, tablettes, ordinateurs) ;
- du contenu scientifique précis des manipulations physiques.

Il est demandé aux prestataires d'avoir l'usage le plus limité possible des outils d'intelligence artificielle (LLM et IA générative). Notamment, **aucun élément visuel final ne devra être généré par des outils d'intelligence artificielle** (même partiellement).

Pour toute question ou pour organiser une visite de la MMI, vous pouvez contacter Camille Beaudou (camille.beaudou@universite-lyon.fr).

II. Contexte de l'exposition

Fil rouge

L'exposition « Balades » invitera le public à poser un regard mathématique ou informatique sur le monde extérieur. Que peut-on y comprendre grâce aux mathématiques ou à l'informatique ? Quels phénomènes du monde extérieur peut-on expliquer grâce à ces disciplines ? Y a-t-il des parallèles entre certains éléments de l'extérieur et des questions mathématiques ou informatiques ?
L'exposition regroupera des thèmes scientifiques variés : statistiques, optimisation, géométrie, algorithmique, modélisation, analyse… Nous souhaitons susciter la curiosité du public sur les mathématiques, l'informatique, et/ou des éléments du monde extérieur. Un autre objectif sera de montrer que ces disciplines scientifiques existent hors-les-murs, en dehors des salles de classe ou des laboratoires.

L'exposition se découpera en quatre balades explorant des univers différents (la ville, la montagne, la mer…). Chaque balade, composée de plusieurs stands, proposera au public de poser un regard mathématique ou informatique sur des éléments liés à l'univers choisi. Nous souhaitons que chaque univers soit plaisant et invite à l'imagination (« je pars en balade dans tel lieu, je vais y découvrir tel élément »). Chaque balade aura une identité marquée le différenciant clairement des balades voisines, tout en gardant une cohérence garantissant l'unité de l'exposition.

Les balades sont les suivantes :

- ★ **Balade en ville** – Un groupe d'amis et amies se donne rendez-vous en ville pour aller se promener ensemble, en passant par des lieux qu'ils et elles apprécient.
- ★ **Balade en mer** – Un trésor est caché au large d'une mystérieuse île. La carte indique son emplacement, mais elle n'est pas très précise…
- ★ **Balade en montagne** – Ce week-end, il fait beau. L'occasion de profiter de la montagne, pour y prendre des photos et partager un pique-nique.
- ★ **Balade de nuit** – Quelles surprises nous réserve une balade dans le noir ? Nous partons à la découverte d'un groupe de lucioles au comportement presque magique. En chemin, des chercheurs et chercheuses nous parlent de mathématiques et d'informatique les yeux fermés.

Chaque balade regroupera deux ou trois stands, traitant d'un sujet scientifique distinct. A chaque stand, une activité de manipulation accompagnera la présentation du sujet et permettra de le découvrir et de mieux l'appréhender. Certaines manipulations seront entièrement physiques (pas d'écran), d'autres prendront la forme d'applications

numériques. Expérimenter est au cœur des principes de médiation de la MMI. En effet, la MMI aime à voir les mathématiques et l'informatique comme des sciences expérimentales où l'essai, l'erreur, le tâtonnement, sont fondamentaux pour avancer dans la compréhension, loin des images figées, froides et implacables de la rigueur et des démonstrations.

Objectifs

Les objectifs de l'exposition sont les suivants :

- Montrer les mathématiques et l'informatique autrement en donnant une grande place à la **manipulation**. Notamment, on souhaite présenter ces sciences comme des **disciplines vivantes et en mouvement**, pouvant aussi s'exercer à l'extérieur, et liées au monde qui nous entoure (sans pour autant être uniquement utilitaires).
- Montrer et faire faire des mathématiques et de l'informatique dans **un contexte plaisant, sollicitant l'imagination** et y prendre autant de plaisir que lorsque l'on (se) raconte une histoire ou que l'on part en promenade.
- De surprendre le public et d'éveiller la **curiosité scientifique** à partir d'éléments venant de l'extérieur.
- Montrer la **diversité** des mathématiques et de l'informatique.
- En dehors des mathématiques et de l'informatique : **faire voyager** le public dans des lieux qu'il ne côtoie pas forcément au quotidien (par exemple, la mer pour les personnes vivant en ville).

Il conviendra de faire ressortir ces objectifs ou au moins quelques-uns d'entre eux dans la scénographie.

Public visé

Le public visé est à la fois un **public scolaire (de la cinquième à la Terminale) et un public familial (à partir de 10 ans)**. Le ton sera pensé pour des jeunes adolescents et adolescentes. Cependant, certains stands auront un contenu scientifique adressé à des élèves de fin de lycée : ils et elles devront donc également se sentir à leur place dans l'exposition.

Il convient de noter qu'à la MMI, trois à quatre fois plus de scolaires que de grand public viennent visiter l'exposition.

Expérience de visite proposée

L'exposition est conçue pour être visitée **avec un médiateur ou une médiatrice**. Les différents espaces (balades) doivent être compréhensibles et utilisables en autonomie mais il y aura toujours une médiation humaine. Le médiateur ou la médiatrice pourra aider pour les manipulations, apporter plus d'explications sur les stands, répondre aux questions du public, etc.

Dans l'exposition, le public est **mis en activité** par l'intermédiaire de manipulations (physiques ou numériques). La plupart des manipulations sont accompagnées de panneaux explicatifs, et d'une consigne.

Deux types de visites sont proposés :

- Pour les scolaires, beaucoup de visites ont lieu sur un temps d'1 h 15 en demi-classe pendant que l'autre demi-classe participe à un atelier ;
- Les visites guidées standard dirent environ 1 h 30 et peuvent accueillir soit du grand public, soit une classe entière (rarement).

Une visite type sera organisée ainsi :

- Une présentation générale (en groupe) de l'exposition, et un focus sur l'un des stands avec des explications scientifiques plus poussées (le stand sera choisi en fonction du public présent), pendant environ 30 minutes ;
- une visite libre de 45 minutes environ avec présence d'un médiateur ou d'une médiatrice.

Un créneau de visite de l'exposition accueille généralement entre 15 et 20 personnes. Dans des cas plus rares, ce nombre peut monter jusqu'à une trentaine de personnes.

Ambiance scénographique souhaitée

La scénographie devra refléter l'ambiance voulue : une série de balades mathématico-informatiques dans des univers bien identifiés. **Chaque balade devra avoir une identité propre ; sans pour autant impacter la cohérence scénographique générale.** En effet, la cohérence de l'exposition est liée à l'univers choisi (des balades à l'extérieur), et non au contenu scientifique : il est donc essentiel que cela transparaisse dans la scénographie.
Les manipulations de chaque stand sont centrales et doivent être mises en valeur.
Les panneaux explicatifs seront pensés pour pouvoir être lus indépendamment de la manipulation.

Points de vigilance

Inclusivité des mathématiques et de l'informatique :

L'idée que les mathématiques et l'informatique sont des disciplines « masculines » est malheureusement toujours répandue. L'exposition ne doit pas être marquée par des codes masculins ou féminins. Si un ou des personnages apparaissent dans les illustrations, ceux-ci devront être le plus divers possible (genre, couleur de peau, style vestimentaire...).

Inclusivité géographique :

Certaines balades prennent place dans un univers éloigné d'une partie du public visitant l'exposition (par exemple des enfants vivant en ville et n'ayant pas ou très peu l'occasion de partir en vacances). Il s'agira de limiter autant que possible l'impression d'inaccessibilité des univers choisis (par exemple, pour la montagne, ne pas présenter un massif sur un autre continent, à l'ascension très difficile).

L'histoire ne doit pas prendre place dans des lieux réels (par exemple pour la balade en ville), car l'exposition a vocation à être exposée, à terme, ailleurs qu'à Lyon.

Ambiance :

Nous ne voulons pas d'une ambiance scolaire, qui associe trop fortement mathématiques et bancs d'école.

Thématique :

Il n'y a pas de cohérence thématique au niveau scientifique dans l'exposition. Plusieurs thèmes mathématiques et informatiques sont abordés. La cohérence se retrouve dans le fil rouge autour des balades et de l'extérieur.

III. Scénario de l'exposition

Description générale

L'exposition est composée de 5 espaces :

- **Une zone « Point de départ ».** Elle n'a pas vocation à être un espace de manipulation, mais plutôt à aider à la cohérence scénographique de l'exposition. Il s'agit donc uniquement de mobilier.
- **Une « balade en ville »**, constituée de 3 stands (dont une manipulation numérique et une en partie numérique).
- **Une « balade en mer »**, constituée de 3 stands.
- **Une « balade en montagne »**, constituée de 3 stands (dont une manipulation numérique).
- **Une « balade de nuit »**, constituée de 2 stands (dont une manipulation numérique et une manipulation semi-numérique).

Certains stands seront accompagnés :

- **d'un panneau d'environ 800 signes**, constitué d'un titre et d'un texte apportant des éléments scientifiques liés à la manipulation. On pourra rajouter à cela une phrase pour lier le stand à la balade dans lequel il s'insère. Les panneaux doivent pouvoir être lus et compris indépendamment des manipulations qui leur sont associées.
- **d'un cartel (de taille variable)** permettant d'indiquer la consigne de la manipulation.

Il faudra également prévoir un panneau d'entrée et un panneau pour l'ours.

Il n'y a pas de sens de parcours pour la visite : tous les stands peuvent être visités indépendamment les uns des autres, et dans n'importe quel ordre.

Nous souhaitons qu'au moins deux stands soient munis d'assises, afin de permettre des temps de pause aux personnes visitant l'exposition.

Dans ce qui suit :

- Le contexte scientifique n'est pas un texte de panneau mais donne une idée du thème mathématique ou informatique abordé. Tous les textes définitifs de panneau seront écrits par la MMI suite au choix scénographique.
- La manipulation est à chaque fois essentielle et, hormis les détails techniques de mise en œuvre, ne sera que peu modifiée dans son esprit.

- Les dessins accompagnant certaines descriptions de la manipulation ne sont qu'indicatifs et ne sont que des supports pour comprendre le déroulé de l'activité. Ils ne sont en rien des demandes scénographiques.
- Les titres des stands ne sont ni définitifs ni pensés pour être écrits tels quels dans l'exposition. Les titres des balades pourront être repensés si besoin, pour correspondre aux contraintes scénographiques éventuelles.

Zone « Point de départ »

Cet espace est pensé comme un point central des autres espaces, permettant de souligner le fil rouge choisi (l'extérieur et les balades) et d'aider à la cohérence scénographique de l'exposition. Il pourra également servir d'emplacement où regrouper le public pour introduire rapidement l'exposition au début des visites guidées.

C'est un espace qui ne contient ni manipulation, ni élément scientifique : il s'agit donc uniquement de mobilier et/ou de panneaux, éventuellement de texte et d'illustrations. Sa vocation est purement scénographique : c'est l'occasion de souligner l'identité et la cohérence de l'exposition. Il n'est pas essentiel à la compréhension de l'exposition, et ne devra donc pas être trop conséquent (notamment en termes de place prise et de coût).

Balade 1 : Balade en ville

Un groupe d'amis et amies se donne rendez-vous en ville pour aller se promener ensemble, en passant par des lieux qu'ils et elles apprécient.

Cet espace contient 3 stands, chacun accompagné d'un panneau.

Stand Ville 1 – « Point de rendez-vous »

L'histoire : *Mes proches et moi habitons dans différents quartiers de la ville. Nous cherchons le meilleur endroit pour nous retrouver.*

Contenu

- ★ Mobilier ;
- ★ Un écran tactile (24" ou 27") et un ordinateur *(qui ne sont pas à la charge de la scénographie car inclus dans le lot « Applications numériques ») ;*
- ★ Une manipulation physique avec un système de vote : des urnes et jetons par exemple (une centaine de jetons) ;
- ★ Une consigne ;
- ★ Un panneau explicatif (800 signes).

Contexte scientifique rapide

Dans ce stand, on propose de réfléchir à la définition de centre pour un ensemble de points. Comme assez souvent en mathématiques, il n'y a pas une seule définition possible mais plusieurs en fonction des critères que l'on considère et de notre objectif. Dans le cas du centre, beaucoup de définitions sont possibles. Certains ont par exemple plus d'utilité en statistiques, d'autres sont plus faciles à calculer et sont utilisés pour cela.

Dans la manipulation, on se place dans la situation suivante : un groupe de personnes, partant de différents endroits, cherche un point « central » pour se retrouver. On va se concentrer sur trois définitions du centre :

- **Le centre minimax** : c'est le centre du plus petit cercle contenant tous les points. Autrement dit, c'est l'endroit qui minimise la plus grande distance séparant le centre du point le plus éloigné. Ici, peu importe qu'il y ait beaucoup de points à un endroit : ce qui compte, c'est de ne pas avoir de points trop éloignés du centre. L'inconvénient

de ce centre est qu'il est très influencé par un point éloigné, même si tous les autres sont regroupés au même endroit.

- **Le centre médian** : c'est celui qui minimise la somme des distances entre le centre et les points autour. Il a tendance à se rapprocher des gros groupes de points.
- **Le centre de gravité** : formellement, il minimise la somme des distances au carré entre le centre et les points autour. Cela signifie qu'un point éloigné aura plus de poids qu'un point proche, mais que beaucoup de points au même endroit rapprochent le centre. Ce centre n'est pas trop influencé par un seul point s'il y a beaucoup de points.

Objectifs

★ Découvrir qu'en mathématiques, il peut y avoir plusieurs définitions valides pour une même notion. Souvent, on choisit la définition selon le problème que l'on regarde et notre objectif.
★ Découvrir quelques définitions possibles pour la notion de centre, leurs intérêts et caractéristiques.

Manipulation

Ce stand est composé de deux manipulations : une manipulation physique et une manipulation numérique.

Manipulation physique

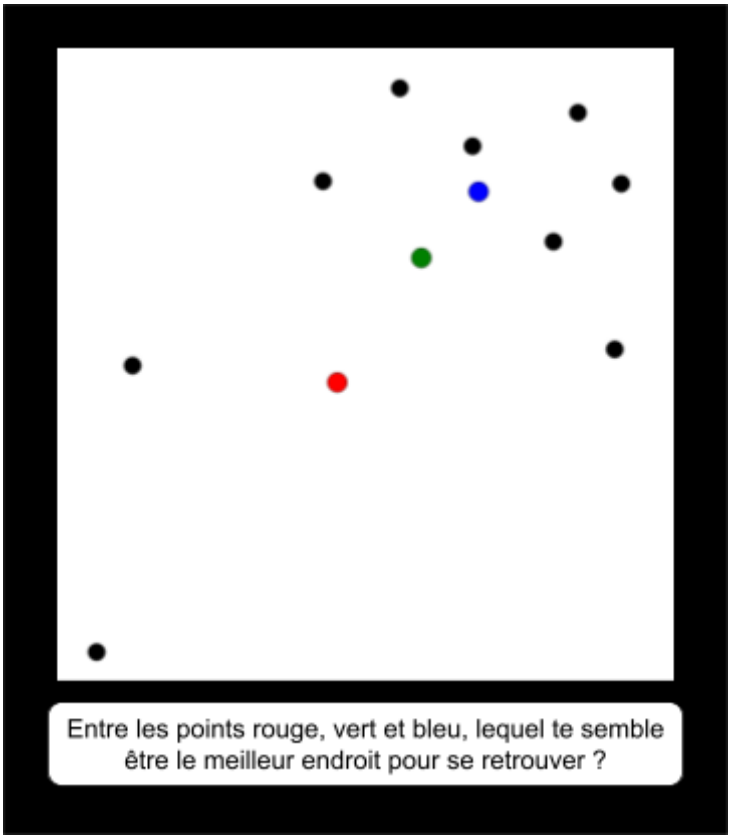
Le but de la manipulation physique est à la fois d'être un support pour le médiateur ou la médiatrice lors de la visite groupée de l'exposition, et d'être une introduction à la problématique scientifique de ce stand (qu'est-ce que le milieu d'un nuage de points ? Sommes-nous tous et toutes d'accord sur ce que cela signifie ?).

La manipulation physique est un système de vote. Celui-ci a pour objectif de montrer que toutes les personnes ne vont pas répondre la même chose à la question « Quel est le milieu de ce nuage de points ? ». Les personnes devront choisir une réponse parmi trois options (sur l'image ci-dessous, les points rouge, vert et bleu). Le système de vote devra pouvoir rendre visible les résultats (on peut imaginer par exemple trois urnes transparentes, avec une urne par centre possible).

La manipulation est donc composée des éléments suivants :

- Un système de vote (par exemple 3 urnes et des jetons), qui devra permettre au public de visualiser les résultats. Il devra être possible pour les médiateurs ou médiatrices d'ouvrir les urnes pour les vider ;
- Une consigne, située à proximité des urnes ;

- Un visuel avec un nuage de points, situé à proximité des urnes. La plupart des points sont d'une même couleur (noir, par exemple), et représentent la position des « amis » qui cherchent à se retrouver. Trois autres points, représentant les lieux de rendez-vous possibles, sont de trois couleurs différentes. Ce visuel pourra être combiné avec le panneau explicatif, selon les choix scénographiques faits. L'image ci-dessous illustre à quoi pourrait ressembler le nuage de points.



À charge de la MMI

- L'écriture du panneau et de la consigne ;
- La position des points et des centres pour le vote.

Manipulation numérique

Le développement de l'application numérique n'est pas à la charge de la scénographie mais fait partie du lot « Applications numériques ».

Stand Ville 2 – « Le chemin le plus court »

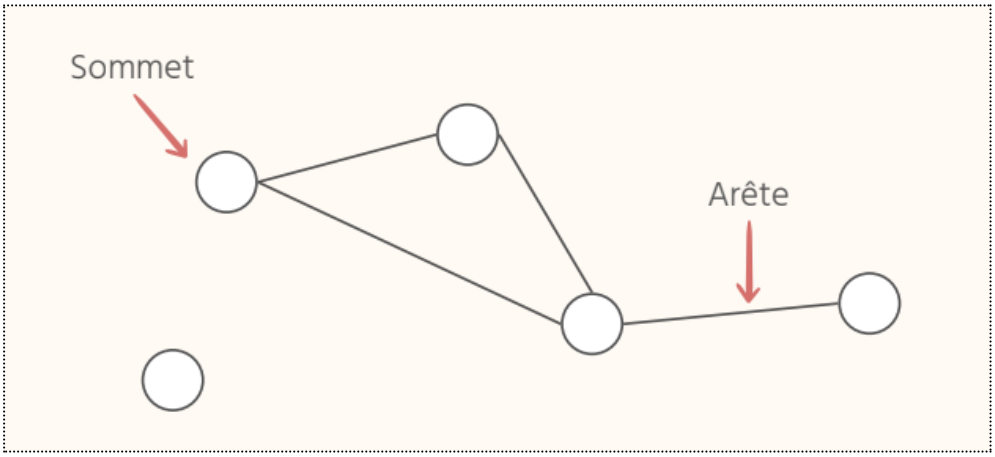
L'histoire : *On souhaite visiter différents endroits répartis sur un plan, mais sans trop marcher ! Quel trajet faire ?*

Contenu

- ★ Mobilier ;
- ★ Une manipulation physique comprenant :
  - ○ un plan ;
  - ○ 60 pièces « chemin » pour indiquer le chemin choisi, à positionner sur la carte (40 utilisées dans la manipulation, et 20 de supplément en cas de casse ou de perte) ;
  - ○ 32 pièces « sommet » numérotées, à positionner sur la carte (16 pour la manipulation, et 16 de supplément). Idéalement, ces pièces auront un côté numéroté, et l'autre neutre, afin de pouvoir être utilisées avec et sans les numéros ;
  - ○ des espaces de rangement des pièces ;
  - ○ 5 fiches rigides avec des défis.
- ★ Une consigne ;
- ★ Un panneau (800 signes).

Contexte scientifique rapide

Ce stand porte sur les algorithmes de transport sur un graphe. Un graphe est un objet mathématique composé de sommets, qui peuvent être reliés par des traits (appelés arêtes). Dans la manipulation, le graphe représente le plan d'une ville, avec des points d'intérêt (les sommets) et des routes (les arêtes). Des valeurs numériques peuvent être présentes sur les arêtes d'un graphe : dans la manipulation, elles indiqueront les durées pour aller d'un sommet à l'autre.



On va chercher à aller d'un point A à un point B en suivant le plus court chemin possible sur le graphe. Pour cela, il existe plusieurs algorithmes. Le plus connu est l'algorithme de Dijkstra, qui permet de calculer ce plus court chemin en un temps raisonnable, même pour un graphe avec beaucoup de sommets et d'arêtes.

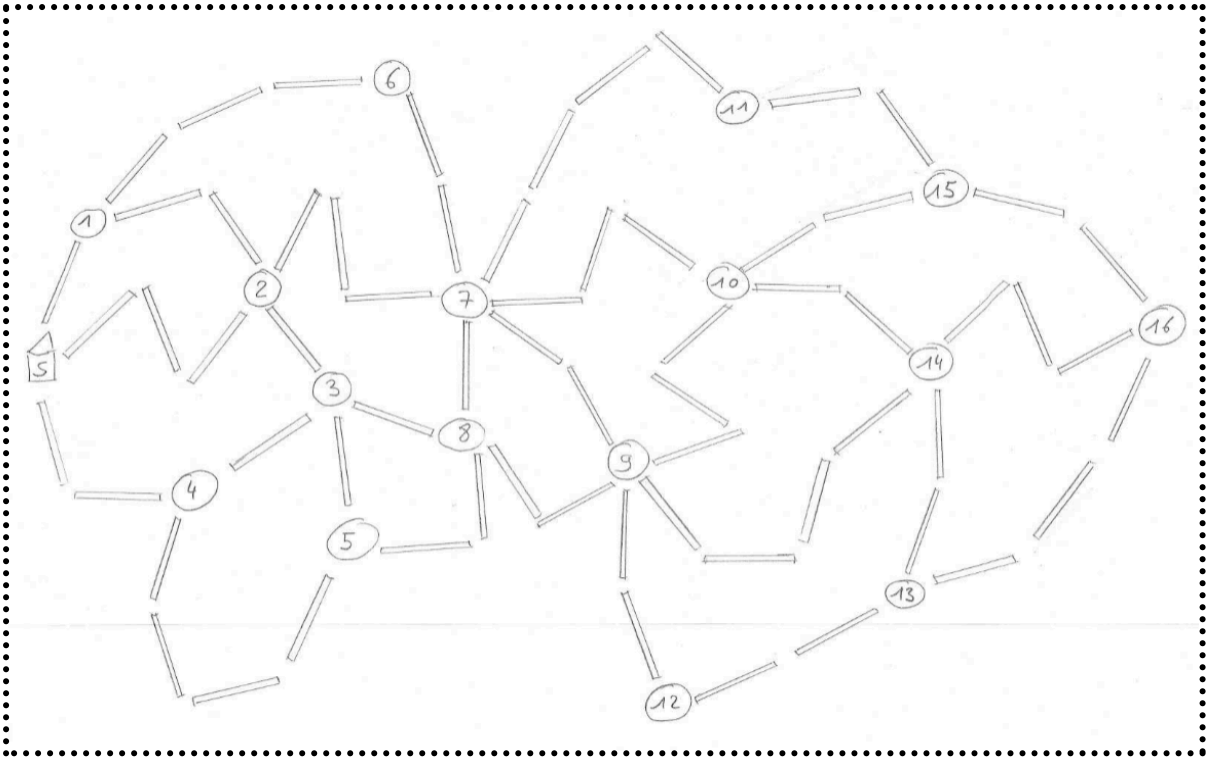
On peut aussi rajouter des étapes sur le parcours, par lesquelles il faut passer (sans ordre prédéfini) avant de rallier l'arrivée. S'il faut passer par tous les sommets, le problème est dit du « voyageur de commerce ». Le but est alors de trouver le chemin le plus court qui passe par tous les sommets du graphe.
Contrairement au problème précédent (sans étapes intermédiaires), celui-ci est très difficile : on ne connaît aucune technique permettant de le résoudre optimalement et à tous les coups dans un temps raisonnable. Dans beaucoup de situations, il est aussi très difficile de vérifier que l'on a trouvé la meilleure solution. Ainsi, dès que le nombre de sommets grandit (même légèrement), un ordinateur n'est plus capable de trouver le plus court chemin. Le problème du « voyageur de commerce », par sa difficulté, appartient à la même « famille » que celui du sac à dos présenté dans une autre manipulation.

Objectifs

- ★ Découvrir quelques méthodes permettant de trouver, sur une carte, le plus court chemin entre deux points.
- ★ Découvrir deux problèmes de difficulté différente (celui du plus court chemin et celui du voyageur de commerce), dont l'un est très difficile.

Manipulation

L'élément principal de la manipulation est un plateau sur lequel est imprimé un plan, qui pourra ressembler à l'image ci-dessous. Sur l'exemple, un tronçon de route représente une unité de temps. Ainsi, dans notre exemple, aller du point S au point 1 ne prend qu'une unité de temps, alors qu'aller du point S au point 2 demande trois unités du temps. Les différences de longueur entre les différents chemins devront apparaître clairement.
Chaque sommet représente un point d'intérêt de la ville (logement d'un personnage, parc, magasin, monument, terrain de sport…).



Des pièces « chemin » permettent de matérialiser le chemin choisi par le public pour résoudre le défi. Une pièce « chemin » représente une unité de temps. Un système qui permet d'éviter que les pièces ne bougent trop facilement (avec des aimants, gravure de la carte…) serait bienvenu. Les aller-retours sont autorisés : dans ce cas, il faut poser deux pièces « chemin ».

La manipulation est découpée en 5 défis de difficulté croissante. Les deux premiers traitent du problème du plus court chemin (relier un point A à un point B sans intermédiaire obligatoire), et les trois suivants se rapprochent du problème du voyageur de commerce (plusieurs points intermédiaires avant de rejoindre l'arrivée). Sur les défis, on reproduit a minima le plan de la ville (le même que celui qui est imprimé sur le plateau), en indiquant les points de départ, d'arrivée, et les points de passage intermédiaires (dans le cas des trois derniers défis).

Le public utilise le même matériel pour tous les défis : le plan imprimé sur le plateau, et les pièces « chemin » et les pièces « sommet ». Ces dernières ont vocation à être une aide dans la réflexion, et/ou une aide pour la médiation (pour accompagner visuellement la recherche de solution).

Déroulé de l'activité
Les consignes sont du type : « Va du point S au point 16, en passant par les sommets 5, 6, 10 et 12. Il faut utiliser le moins de pièces chemin possible ! »

Les personnes résolvent les défis, en utilisant les pièces « chemin » qu'elles placent sur le plan en passant par les sommets indiqués. Les réponses ne sont pas indiquées, on imagine donc que les personnes peuvent essayer plusieurs solutions pour chaque défi ou réfléchir à un argument pour se convaincre qu'elles ont trouvé la meilleure solution.
Si elles le souhaitent, les personnes peuvent s'aider des pièces « sommet » pour matérialiser les sommets qui leur paraissent intéressants (en point intermédiaire par exemple), ou pour définir un ordre de passage pour les défis 3, 4 et 5.

À charge de la MMI

- Le choix de la carte avec les routes possibles ;
- L'écriture du panneau et de la consigne ;
- Le contenu des défis.

Stand Ville 3 – « Embouteillages »

L'histoire : *Qui dit grande ville dit embouteillages ! Bloquée dans les bouchons, je me demande si cela aurait pu être évité en organisant les routes autrement.*

Contenu

★ Mobilier pouvant intégrer l'écran, l'ordinateur et un espace de rangement pour la manette ;
★ Un écran (24" ou 27") non-tactile, un ordinateur et 1 manette de jeu vidéo (*qui ne sont pas à la charge de la scénographie car inclus dans le lot « Applications numériques ») ;*
★ Panneau explicatif (800 signes).

Contexte scientifique rapide

Dans de nombreux contextes, des choix individuels rationnels (d'optimisation individuelle) ne mènent pas à une optimisation collective. Une des situations les plus connues est le dilemme du prisonnier : deux suspects sont interrogés et ils peuvent soit dénoncer l'autre, soit se taire. S'ils se taisent tous les deux, ils sont condamnés à 2 ans de prison. Si l'un dénonce l'autre alors que l'autre se tait, celui qui a dénoncé ne fait pas de prison, l'autre est

condamné à 10 ans. S'ils se dénoncent mutuellement, ils vont tous les deux 4 ans en prison. Quelle que soit la façon dont je retourne le problème, j'ai intérêt à dénoncer. Car quoi que fasse l'autre, ce sera meilleur pour moi :

- s'il me dénonce aussi, je fais 4 ans de prison alors que j'en aurais fait 10 si je ne l'avais pas dénoncé ;
- s'il ne me dénonce pas, je ne vais pas en prison alors que j'aurais fait deux ans de prison si je ne l'avais pas dénoncé.

Et, pourtant, globalement, les deux suspects feraient mieux de se mettre d'accord et de ne pas se dénoncer puisqu'ils feraient deux ans de prison, au lieu des quatre lorsqu'ils se dénoncent mutuellement. Même si cette situation n'est pas très réaliste, elle est le modèle type du choix individuel rationnel entraînant un choix collectif catastrophique.

Dans cette manipulation, on va voir une autre situation, plus réaliste, où ce même phénomène se produit. Imaginons que, sur un réseau routier, chaque automobiliste suive une application d'optimisation du temps de transport (comme Waze, par exemple). À chaque carrefour, l'application indique la route la plus courte pour arriver à destination, et la personne suit la recommandation. C'est ce que nous faisons toutes et tous !

Or, le paradoxe de Braess donne des situations où, si l'on considère des trajets allant de A à B, construire une route qui rend le trajet individuel plus court peut mener à une perte de temps collective. Autrement dit, le temps de trajet moyen devient plus grand que si la route était absente. Chaque automobiliste cherche à optimiser son temps de trajet mais, globalement, en utilisant cette route, on la sature et on perd du temps.
Comme tout paradoxe, c'est assez contre-intuitif mais cela montre qu'une régulation peut être bénéfique collectivement.

Objectifs

★ Découvrir un exemple de modélisation mathématique d'une situation (le flux de circulation).
★ Mettre en lumière que des choix individuels optimaux ne mènent pas toujours à un choix collectif optimal et montrer qu'une régulation peut améliorer le choix collectif.

Manipulation

Cette manipulation fait partie du lot « Applications numériques ». Elle n'est pas à la charge de la scénographie.

À charge de la MMI

- Le texte du panneau.

Balade 2 : Balade en mer

Je pars à la recherche d'un trésor caché au large d'une île mystérieuse.

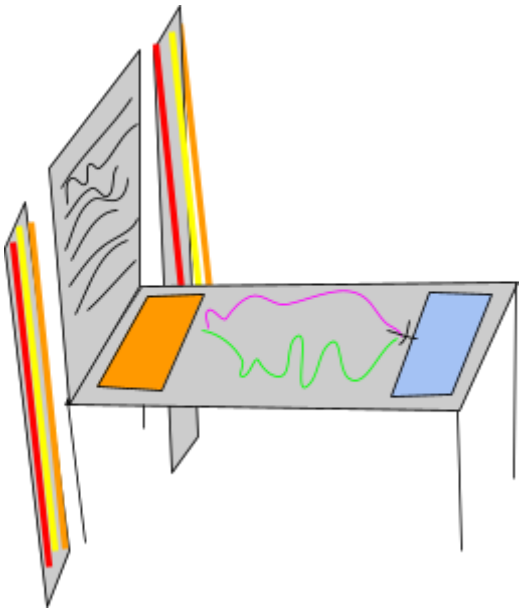
Cet espace contient 3 stands, chacun accompagné d'un panneau explicatif.

Stand Île 1 – « Mesure de côtes »

L'histoire : *Nous sommes à l'extrémité d'une île, au milieu de laquelle se trouve une forêt menaçante. Un trésor est enterré de l'autre côté de l'île. Nous nous demandons quel chemin il vaut mieux emprunter pour avoir le moins de distance à parcourir.*

Contenu

- ★ Mobilier ;
- ★ Une manipulation physique, composée des éléments suivants :
  - un plateau sur lequel est imprimée une carte comportant deux courbes, qui représentent deux chemins (en rose et vert sur le dessin). La distance entre le point de départ et le point d'arrivée des 2 courbes est d'environ 60 cm ;
  - un aide mémoire (quadrilatère bleu sur le dessin) ;
  - des réglettes graduées : 9 réglettes au total, réparties en 3 types différents (sur le dessin, traits rouges, oranges et jaunes). 6 réglettes seront utilisées pour la manipulation (2 de chaque type), et 3 (une de chaque type) pourront servir en cas de casse. Le réglettes devront mesurer environ 80 cm ;
  - un espace de rangement pour les réglettes (tiroir, rangement vertical…) ;
- ★ Consigne (quadrilatère orange sur le dessin) ;
- ★ Panneau (environ 800 signes).



Contexte scientifique rapide

La question que l'on se pose est la suivante : comment mesurer une courbe correctement ? En mathématiques, une façon de faire est de mettre des points à intervalles réguliers le long de la courbe, et de calculer la longueur de la ligne brisée qui passe par ces points. Problème : plus on met de points (autrement dit, plus les points sont proches), plus cette longueur augmente. Dans certains cas, la longueur s'approche d'une taille limite, qu'elle ne dépassera jamais. Cette taille limite est alors la longueur de la courbe. Dans d'autres cas, la longueur ne converge pas et la courbe peut être aussi grande que l'on veut ! C'est par exemple le cas avec certaines courbes fractales : quand on zoome, des détails apparaissent, la courbe est toujours aussi complexe et sa longueur augmente à l'infini.
Cette question a des applications en géographie, discipline où l'on est souvent amené à mesurer des courbes biscornues (longueur d'un fleuve, d'une frontière...). Ainsi, l'Espagne et le Portugal ont longtemps été en désaccord (sans le savoir) sur la taille de leur frontière commune. Jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle, le Portugal pensait que celle-ci était longue de 987 km, alors qu'elle mesurait 1 214 km pour l'Espagne !

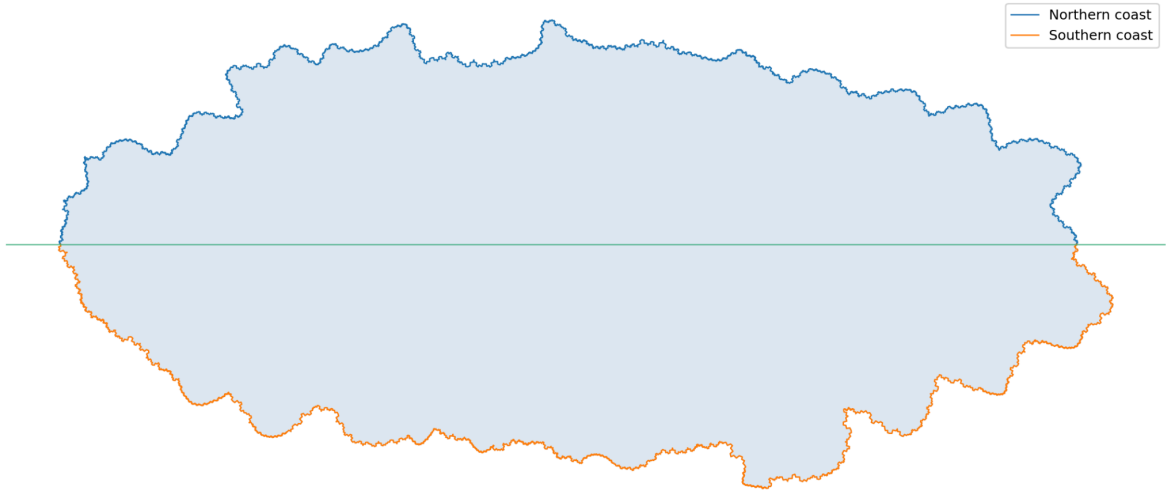
Objectifs

- ★ Voir que la mesure de courbes (frontières, côtes...) n'est pas si facile qu'elle en a l'air, et qu'il faut se mettre d'accord sur la précision utilisée.
- ★ Pour les élèves de fin de lycée et les adultes, découvrir un exemple pour appréhender la notion d'infini.

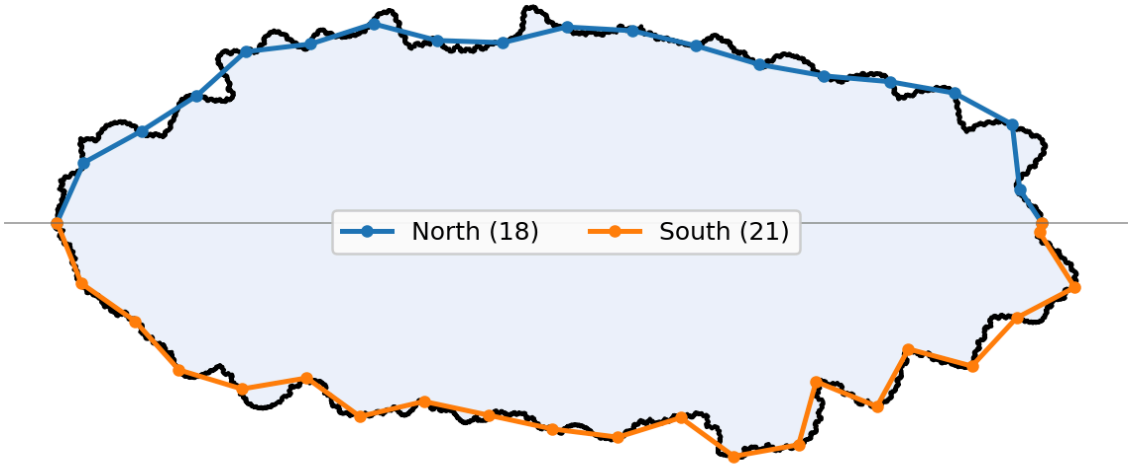
Manipulation

Sur le plateau du meuble, on peut voir le dessin de l'île, et notamment le tracé de son contour. Il faut pouvoir se positionner de part et d'autre du dessin, pour mesurer confortablement les deux côtés de l'île grâce aux réglettes. L'illustration doit être sur une surface lisse pour permettre la mesure.

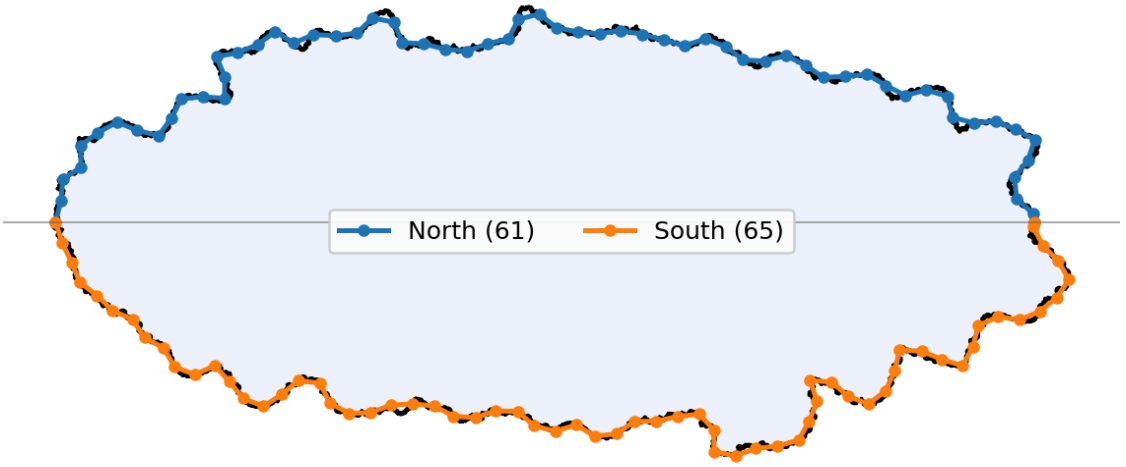
Pour que la manipulation fonctionne et soit cohérente scientifiquement, il faut que le public positionne les réglettes sur la courbe de façon à ce que les extrémités des segments de la réglettes soient sur la courbe (voir les exemples plus bas).
Les courbes étant longues, il faut que la réglette reste en place sur les segments déjà positionnés, même si elle continue à être manipulée pour le placement des segments suivants. On peut par exemple imaginer un système d'aimantation (le long de la courbe, et à l'extrémité des segments des réglettes).



Les contours de l'île (non définitifs), sans réglette de mesure
La ligne verte mesure ~ 60 cm entre le point de départ et d'arrivée des deux courbes.



Mesure avec la 1ère réglette (avec les segments les plus longs)



Mesure avec la 3ème réglette (avec les segments les plus courts)

Un aide mémoire permet de ne pas oublier les résultats obtenus avec les autres réglettes.

Le rangement des réglettes doit pouvoir être fait facilement par une personne seule, y compris un enfant d'une dizaine d'années.

Les graduations des réglettes ne correspondent à aucune unité de mesure connue, mais servent uniquement à la comparaison. Par ailleurs, il faut que l'on ne puisse pas avoir d'intuition de la taille de ces courbes. C'est-à-dire qu'aucun point de référence humain ne doit apparaître : pas d'arbres clairs, pas d'humains… Cela permet d'avoir un discours pour le médiateur ou la médiatrice : peut être qu'il s'agit de centaines de kilomètres et qu'en zoomant on a encore des nouveaux petits virages. Comment faire alors pour mesurer ?

Déroulé de l'activité

On peut jouer à 1 ou à 2 personnes.

La consigne indique : « Vous devez rejoindre le trésor représenté par un X sur la carte. Deux chemins permettent d'y accéder. La carte ne donne pas l'échelle. À votre avis, quel chemin est le plus court ? »

Pour comparer la longueur des deux courbes, le public dispose de réglettes. L'idée est d'utiliser les réglettes les unes après les autres (d'abord avec celle qui a les segments unité les plus longs, puis les moyens, puis les petits) pour mesurer les deux courbes. Pour comparer les mesures, on regarde la valeur indiquée sur la réglette.

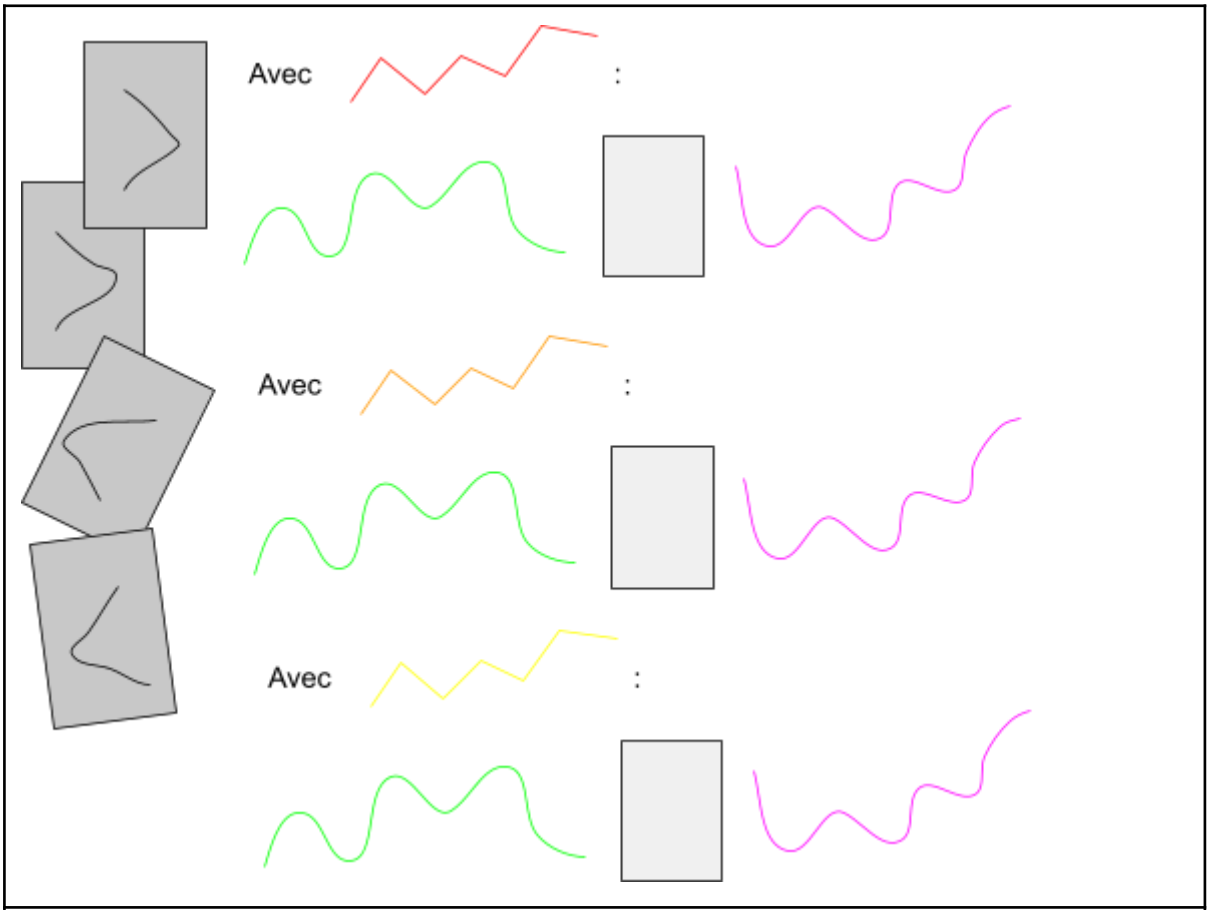
1 personne : La personne mesure les deux courbes avec chacune des 3 réglettes.
2 personnes : On peut envisager que chaque personne se place d'un côté de la manipulation. Les mesures sont réalisées en parallèle et comparées au fur et à mesure. Deux sets de réglettes sont donc disponibles.

Les résultats obtenus après les mesures sont :

- Avec la première réglette (R1), on observe que la courbe rose est plus longue que la courbe verte (R > V).
- Avec la deuxième réglette (R2), on observe que la courbe verte est plus longue que la courbe rose (V > R).
- Avec la troisième réglette (R3), on observe à nouveau que la courbe rose est plus longue que la courbe verte (R > V).

On ne sait donc pas quel chemin emprunter ! Il n'y a pas de bonne réponse.

A chaque mesure, le public peut noter le résultat obtenu grâce à l'aide mémoire. Cette zone pourrait ressembler à ceci :



Lecture : « Avec [réglette rouge] : [courbe verte] est plus grande / plus petite que [courbe rose] ». De même avec les réglettes orange et jaune.
Le public dispose de petites fiches portant les symboles > et <, qu'il place au bon endroit (matérialisé par les 3 rectangles gris vides sur le schéma) pour indiquer le résultat observé.

À charge de la MMI

- Textes du panneau et des consignes ;
- Le tracé des contours de l'île ;
- Le choix de taille finale des réglettes, et leur graduation.

Contraintes techniques identifiées

- L'impression de la carte doit être très protégée pour éviter le frottement avec les réglettes.
- Les réglettes doivent être à la fois robustes et manipulables.

Stand Île 2 – « Au fond de la mer »

L'histoire : *Nous voilà au point du rivage indiqué sur la carte ! Le trésor se trouve au large de cet emplacement, enterré sous l'eau à l'endroit le plus profond.*

Contenu

- ★ Mobilier ;
- ★ Une manipulation physique, composée de :
  - Une maquette (invisible pour le public) ;
  - Un plateau quadrillé et percé ;
  - Un ou des outils de mesure, et un espace de rangement pour ceux-ci ;
  - Éventuellement : un aide-mémoire.
- ★ Une consigne ;
- ★ Un panneau explicatif (800 signes).

Contexte scientifique rapide

La descente de gradient est une méthode très souvent utilisée en informatique et en mathématiques mais également suivie par la nature elle-même. L'objectif est de réussir à trouver, par exemple, un minimum d'altitude dans un paysage, mais sans voir le paysage en entier. Un ballon qui roule sur une route va ainsi suivre un algorithme de descente de gradient. Il va en quelque sorte aller chercher le point le plus bas du paysage sans avoir connaissance du paysage : il se contente de descendre. En mathématiques et en informatique, parfois, le paysage est immense et on ne peut pas en avoir la connaissance globale.
L'idée de la descente de gradient est la suivante : lorsque je suis à un endroit donné, j'ai la connaissance de mon altitude et des altitudes autour de moi, j'ai donc une connaissance d'un tout petit morceau du paysage. Je vais alors aller dans la direction qui descend le plus, en espérant que cela me mène, à la fin, au point d'altitude minimale.

Objectif

- ★ Comprendre comment à partir d'informations purement locales, successives, on peut obtenir une information globale.

Manipulation

Déroulé de l'activité

Le but du jeu est de trouver le point le plus profond d'une maquette qu'on ne peut pas voir (on imagine que c'est le fond de la mer). Pour cela, la personne s'aide d'un outil de mesure, qui lui donne des informations de profondeur d'un emplacement choisi, et la pente dans toutes les directions autour de celui-ci. A chaque tour, la personne décide quel endroit de la maquette elle souhaite explorer, et utilise l'outil mis à disposition pour obtenir les informations.

C'est le joueur ou la joueuse qui décide quand s'arrêter : il faut en quelque sorte « parier » sur l'emplacement qu'on pense être le plus profond. Le but est bien sûr de le trouver avec le moins de coups possibles !

Il n'y aura pas de validation automatique, ni d'affichage de la bonne réponse.

Description du dispositif

Les éléments composant le dispositif sont les suivants :

- Un meuble, muni d'un plateau percé et quadrillé, d'une consigne, d'un espace de rangement ;
- Une maquette, invisible pour le public ;
- 5 outils de mesure ou, à défaut, un outil de mesure et un aide-mémoire permettant de se rappeler les informations récupérées à chaque coup. Dans tous les cas, il faudra prévoir quelques éléments de supplément en cas de casse.

On imagine une maquette cachée dans un meuble fermé. Le plateau du meuble est percé pour permettre d'aller récupérer les informations (la profondeur et la pente). Il faudra aussi prévoir un espace de rangement pour le ou les outils de mesure, ainsi qu'un espace de consigne.

En fonction des contraintes techniques (de conception, de place et de coût notamment), on pourra envisager de doubler cette manipulation, pour permettre à deux personnes de jouer simultanément. Dans ce cas, nous souhaiterions deux maquettes différentes, pour augmenter la rejouabilité à la manipulation.

- **Les outils de mesure** – L'objectif de l'outil de mesure est de récupérer des informations sur une case choisie de la maquette. Les informations à récupérer sont : la profondeur du point central (une mesure), et la pente autour de ce point (de quel côté « ça monte » ou « ça descend », est-ce que « ça monte/descend fort » ou pas…).

  Contraintes identifiées :

  - Dans l'idéal, l'outil devrait apporter toutes ces informations en un seul coup. On peut imaginer cependant, si la contrainte est trop forte, d'avoir deux

outils distincts : un pour la mesure de profondeur du point central, un autre pour la pente.

- L'outil devra être facilement maniable par une personne seule, y compris un enfant d'une dizaine d'années.
- Le ou les élément(s) indiquant la pente ne devront pas gêner la lisibilité de la mesure de profondeur du point central.
- La longueur de l'outil est une contrainte forte, puisqu'il devra rester maniable et d'une taille raisonnable, tout en étant suffisamment long pour dépasser du meuble de plusieurs centimètres (car un outil trop proche du plateau donne un gros indice sur le point le plus bas !). Cette contrainte est bien sûr à prendre en compte en vis-à-vis de la taille de la maquette envisagée.
- L'outil devra descendre droit dans la maquette pour aller se poser sur le bon point, et ne pas partir en biais.

Les tests d'outils réalisés par l'équipe de la MMI s'inspiraient des copieurs de formes et des jouets « pin art », avec une série de tiges descendant « dans » la maquette, pour reporter les hauteurs des différents points. Les schémas et photos ci-dessous représentent les essais effectués. Cependant, toute autre solution technique sera la bienvenue.

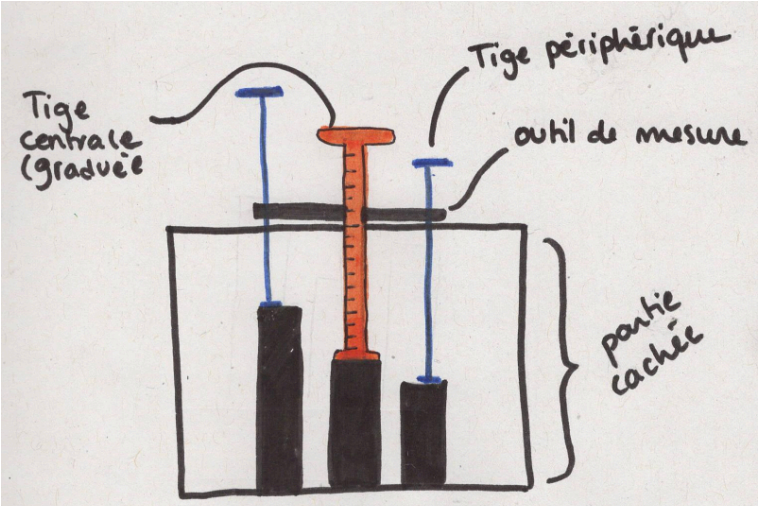


Schéma de l'outil testé vu « en coupe » : les tiges sont posées sur la maquette cachée dans le meuble.

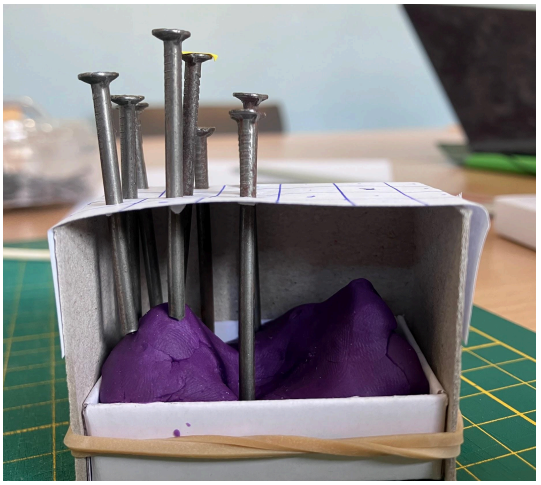


Photo de l'outil testé, avec une petite maquette de paysage en dessous.

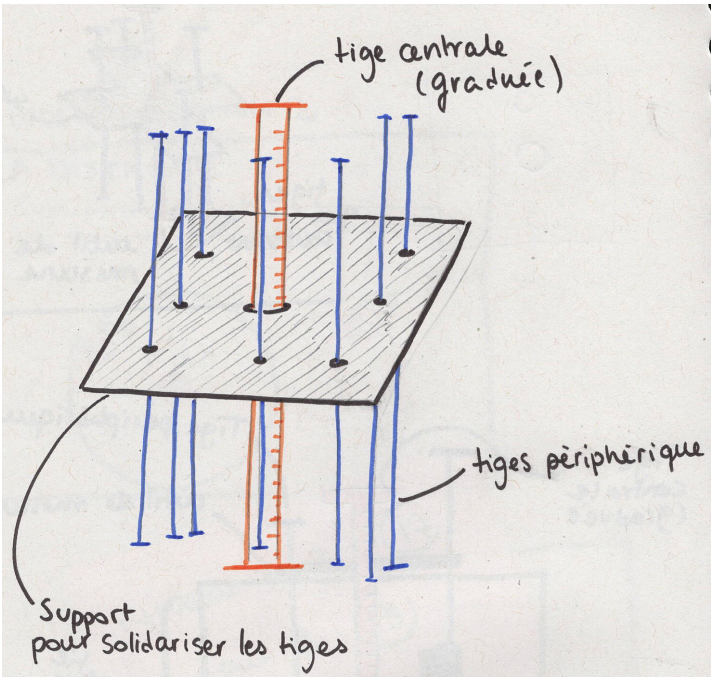
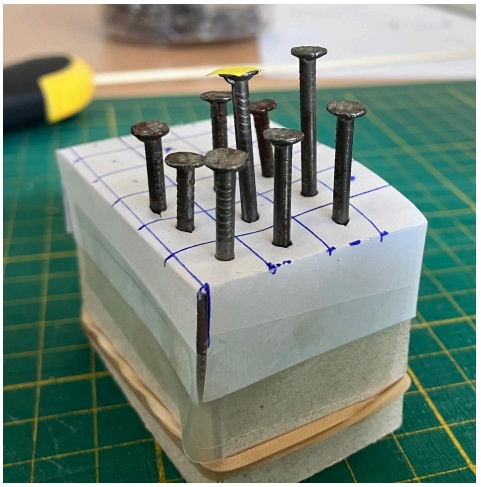


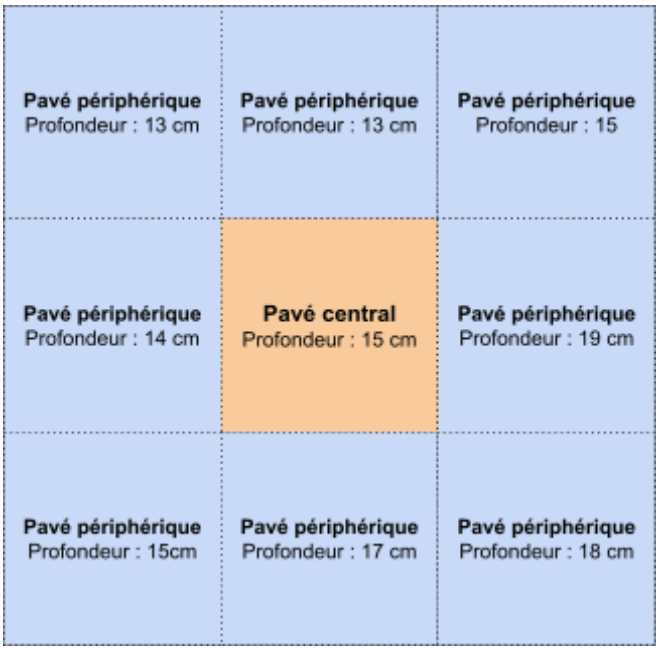
Schéma de l'outil testé, avec une tige centrale et 8 tiges périphériques.



Ce que voit la personne une fois l'outil positionné : on devine l'allure de la maquette en dessous.

- **La maquette (invisible pour le public)** – Celle-ci est cachée dans le meuble, il n'est donc pas nécessaire qu'elle soit esthétique (elle peut être par exemple composée de plusieurs pavés droits de hauteurs variables, disposés les uns à côté des autres).
  La maquette est de forme carrée, qui ne devra pas dépasser environ 1m de côté.
  Elle est découpée en plusieurs cases. Le nombre de cases sera compris entre 100 (10x10) et 225 (15x15), et dépendra des contraintes techniques de fabrication.

  L'outil permettra, pour chaque case de mesurer : la profondeur du point et la pente. Par exemple, avec l'outil proposé plus haut, on peut imaginer qu'une case de la maquette est découpée en 9 pavés comme ci-dessous : un pavé central (en orange) et 8 pavés périphériques (en bleu). La position des tiges se posant sur les pavés périphériques donne la pente autour du point central



Une case de la maquette vue du dessus. La case est découpée en 9 pavés d'altitude différente.

.

- **Le plateau du meuble (visible par le public)** – Le dessus du meuble est quadrillé (le quadrillage correspondant à la maquette en dessous), et percé (le perçage dépendant de l'outil de mesure).
  Le schéma ci-dessous montre un perçage possible, correspondant aux exemples d'outil et de maquette donnés plus haut. Idéalement, le perçage empêche de passer la tige centrale de l'outil par les points périphériques (en bleu).

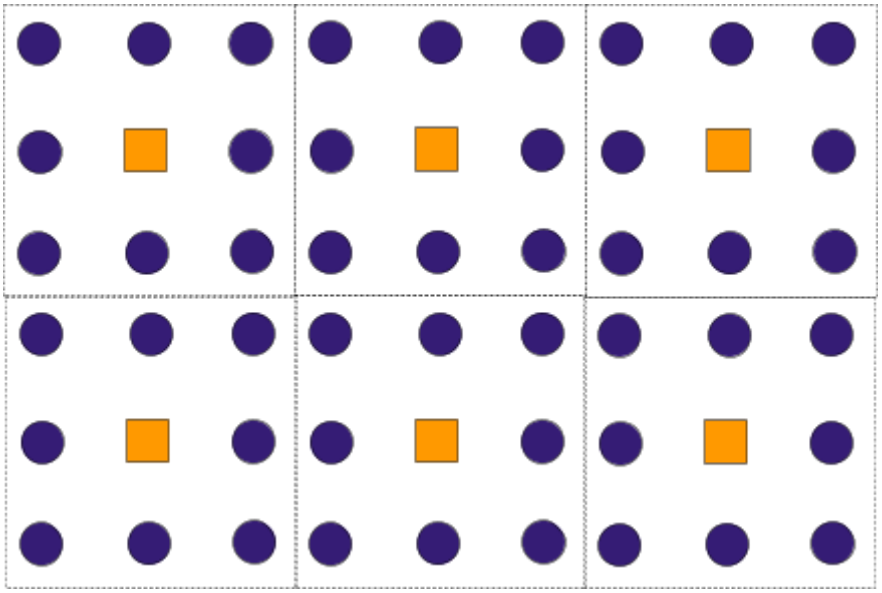


Schéma du meuble vu du dessus (exemple) : 6 cases avec les positions des perçages. Le trou central est en orange, les trous périphériques en bleu. L'outil de mesure permet de passer des tiges (ou autre) dans les 9 trous de chaque case.

- **Aide mémoire :** on souhaite que les personnes puissent se rappeler des informations récupérées lors des coups précédents (altitude et pente). Cela peut être fait par exemple grâce à une aide mémoire, ou en fournissant plusieurs outils de mesure pouvant être laissés en place à chaque coup.

A charge de la MMI

- Les altitudes et pentes de tous les points de la maquette ;
- Les textes de la consigne et du panneau explicatif.

Stand Île 3 – « Génération d'arbres »

L'histoire : *Au milieu de l'île se trouve une drôle de forêt. Elle semble trop menaçante pour s'y aventurer, mais on peut s'étonner devant les drôles d'arbres qui la composent.*

Contenu

★ Mobilier ;

★ Une manipulation physique comprenant :

- 3 fiches rigides avec un algorithme différent sur chaque fiche, doublées (pour avoir des suppléments en cas de casse);
- Un espace de rangement pour les algorithmes ;

- Des pièces de construction des arbres (fournies par la MMI) ;
- 5 bacs de rangement pour les pièces des arbres ;
- 2 arbres déjà construits et non démontables (fournis par la MMI) ;
- Deux socles avec un tronc, pour la construction des arbres (fournis par la MMI) ;
- Un affichage de la grammaire à utiliser pour construire les arbres.

★ Une consigne ;
★ Un panneau (800 signes).

Contexte scientifique rapide

A l'école, la grammaire est un ensemble de règles qui nous permet de construire des phrases : sujet, verbe, complément… En informatique graphique, le terme a été repris pour construire des objets ou des formes parfois complexes à partir de règles simples. C'est aussi ce qui est utilisé pour définir les langages informatiques comme Python ou Scratch.

Les règles d'une grammaire sont souvent définies sous la forme « A → A B C », où l'on génère une séquence en remplaçant une lettre par une autre séquence de lettres (par exemple A remplacé par A B C). Il peut y avoir beaucoup de règles différentes, et à partir d'une lettre de départ (par exemple A), on regarde toutes les séquences que l'on peut obtenir en appliquant les règles successivement dans un certain ordre et un certain nombre de fois.
En 1968, le biologiste Aristid Lindenmayer cherche à décrire la croissance de petites algues filamenteuses. Il imagine une grammaire d'un genre nouveau : les L-systèmes. Cette grammaire a comme particularité qu'à chaque génération, toutes les règles s'appliquent en même temps.
À partir d'un L-système, en remplaçant les lettres par des actions de dessin élémentaires (dessiner un trait, faire pivoter le crayon…), on arrive à générer des flocons, des fougères, des arbres… Ces modèles sont très utiles en botanique ou en biologie pour modéliser la croissance de végétaux et ainsi mieux comprendre leur comportement.
En ce qui concerne l'informatique, les chercheurs et chercheuses utilisent ces techniques pour générer automatiquement certains décors à partir de grammaires (pour des jeux vidéos ou en architecture par exemple). C'est le cas notamment pour construire des forêts, des paysages ou encore des villes.
L'intérêt est qu'à partir d'une même grammaire, on peut produire une très grande quantité de paysages ou d'objets différents, avec un rendu visuel très réaliste.

Objectifs

★ Voir qu'à partir d'une même grammaire, on peut générer une grande variété d'objets, parfois très différents les uns des autres.

★ Comprendre comment les règles d'une grammaire informatique s'appliquent.
★ Lire et appliquer un algorithme de construction.

Manipulation

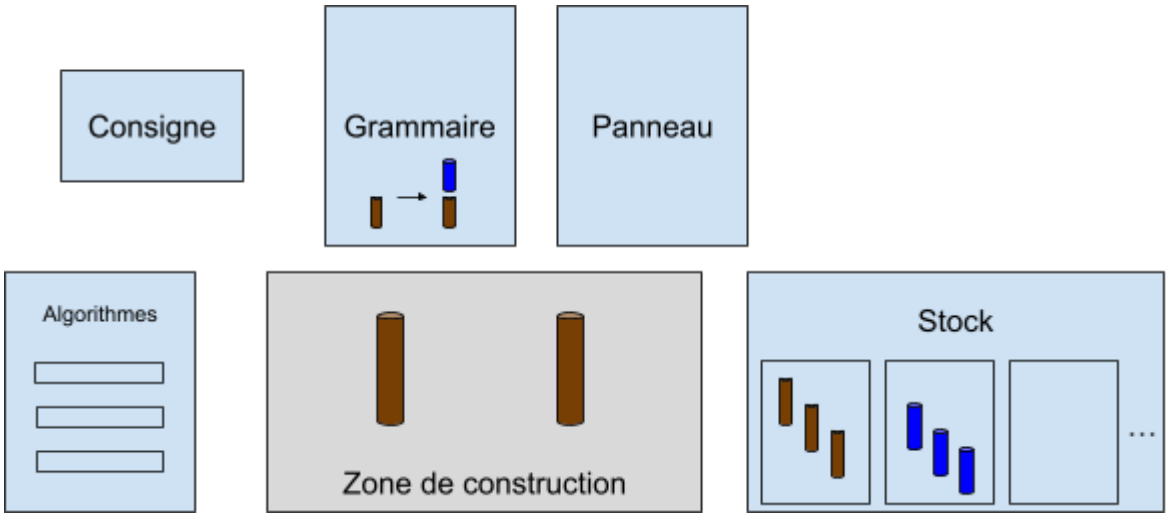
Principe de la manipulation

Le public dispose de différentes pièces permettant de construire des arbres, ainsi que d'une grammaire représentée graphiquement. En suivant les règles de cette grammaire, les personnes peuvent assembler les pièces pour créer leur propre arbre.

La manipulation est conçue pour permettre plusieurs niveaux d'interaction : construction libre, application d'algorithmes puis échange avec un médiateur ou une médiatrice autour des arbres construits et leurs applications.

Description du dispositif

Le public découvre un dispositif ressemblant à celui-ci (visuel non contractuel, uniquement pour illustrer notre vision) :

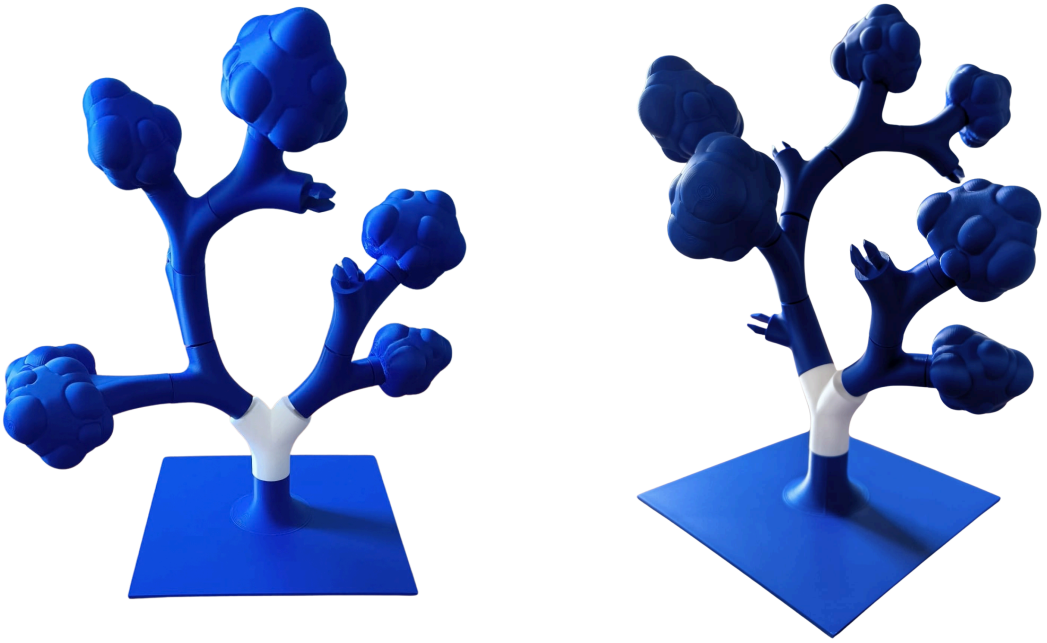


On y retrouve :

- Une zone de construction avec deux troncs fixés qui servent de base pour construire les arbres ;
- Une zone de stockage avec 5 bacs de rangement permettant de trier les différentes pièces par type ;
- Une grammaire affichée sous forme de dessin, permettant de comprendre les règles de construction ;
- Des fiches algorithme au format A5, cachées au départ et accessible dans un second temps ;
- Une consigne expliquant la construction des arbres avec et sans algorithmes ;

- Un panneau explicatif, pensé pour être lu indépendamment et dans un second temps ;
- Deux arbres déjà construits et non-démontables, servant à la fois d'éléments de décor et de supports de discussion.

Une illustration du format d'arbre qui sera construit :



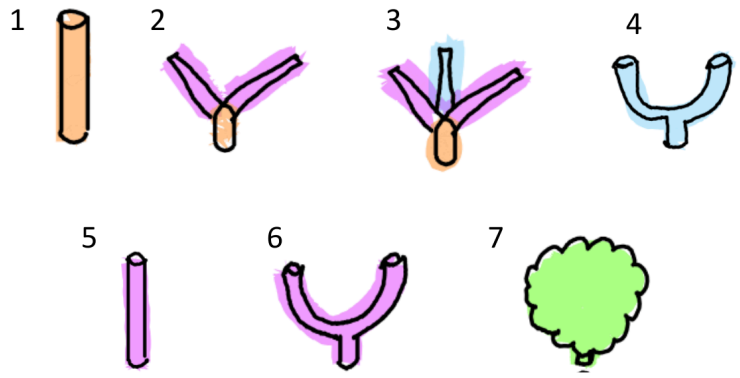
Hauteur de l'arbre : environ 50 cm

Remarque : toutes les couleurs utilisées dans les prototypes et dans les illustrations ne sont pas définitives. Le choix des couleurs sera fait avec le ou la scénographe ainsi que le ou la graphiste.

Les pièces

Les différentes pièces permettant de construire les arbres seront produites en impression 3D par l'équipe de la MMI.

Il y a au total 7 types de pièces, qui auront ces formes :



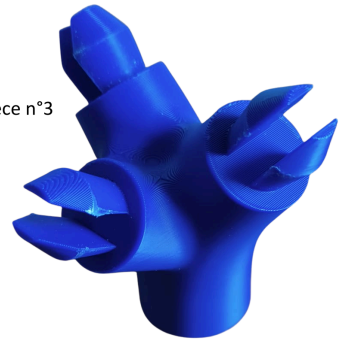
Il y a des troncs (en orange), différentes fourches (en rose, bleu et orange), des branches (en rose) et des feuillages (en vert).

Les prototypes de certaines pièces sont les suivants :

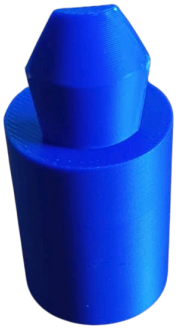
Pièce n°2



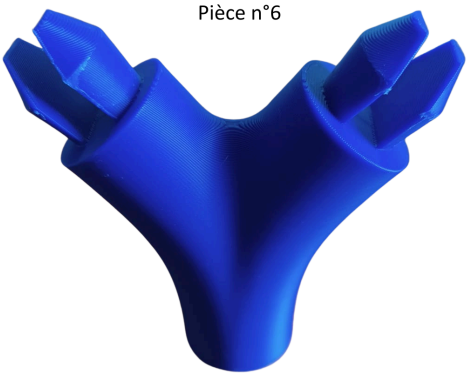
Pièce n°3



Pièce n°5



Pièce n°6



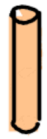
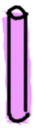
Pièce n°7



Hauteur moyenne d'une pièce : 8 cm

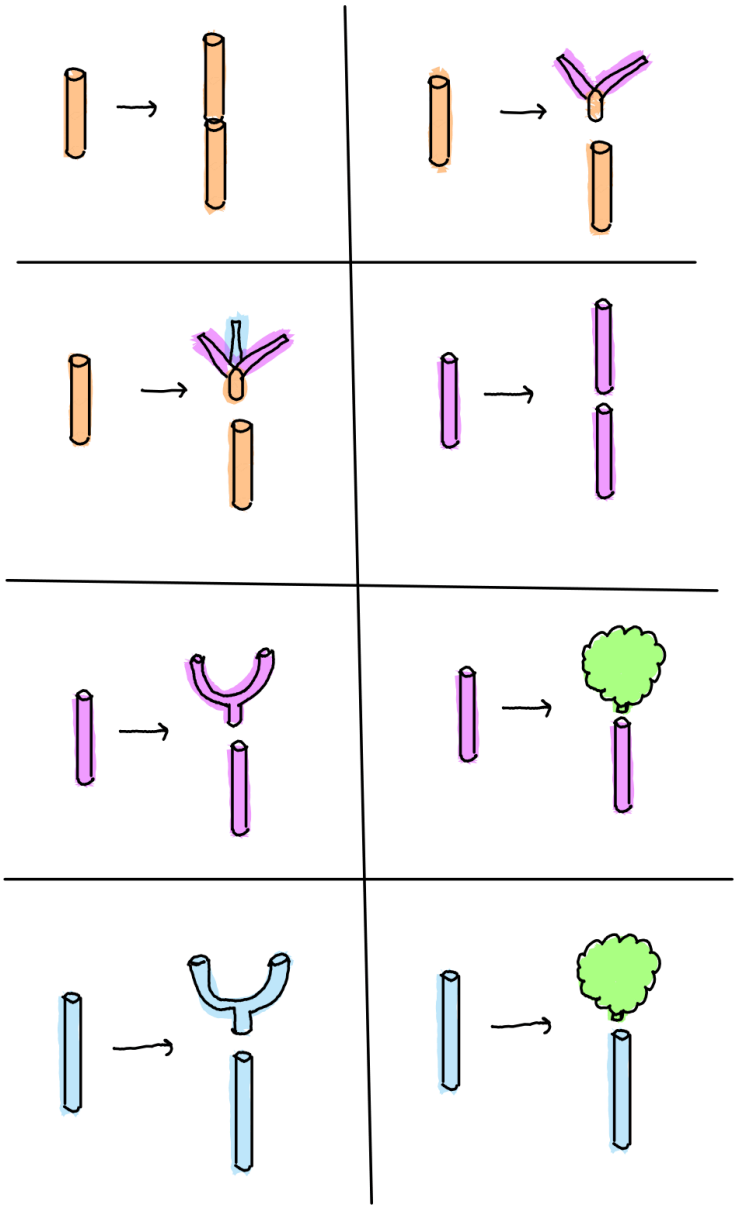
Rangement des pièces

Nous imaginons ranger les pièces par type dans 5 bacs au total (les pièces en petit nombre seront mises ensemble). Voici les répartitions envisagées :

Pièce	Nombre d'exemplaires	Numéro du bac
1 	12 à 15 pièces	Bac n°1
2 	4 pièces	Bac n°1
3 	4 pièces	Bac n°1
4 	20 pièces	Bac n°2
5 	30 à 40 pièces	Bac n°3
6 	20 à 30 pièces	Bac n°4
7 	50 pièces	Bac n°5

La grammaire

La grammaire sera présentée sous forme graphique inspirée de :



Le graphisme et la mise en forme pour permettre une bonne compréhension de la grammaire seront travaillés avec le ou la graphiste.

Les bases des arbres à construire

Deux bases seront installées dans la zone de construction : il s'agit d'un tronc fixe sur lequel on peut continuer à empiler d'autres pièces. Cette base est nécessaire pour que les arbres tiennent. La MMI peut fournir une base carrée (comme dans l'image d'exemple d'arbre ci-dessus). La taille du carré peut être ajustée au besoin de la scénographie (elle ne peut être trop petite pour que l'arbre tienne). Il faudra simplement la fixer au mobilier (par

exemple, des trous peuvent être pensés dans l'impression 3D pour permettre de visser le dispositif).

Déroulé de l'activité

Cette manipulation est pensée pour être utilisée en plusieurs temps, en fonction de l'envie du public. Les temps sont indépendants et peuvent être réalisés dans n'importe quel ordre.

Temps 1 : construire librement
Dans un premier temps, le public découvre le principe de la grammaire et peut construire librement un arbre. Les différentes pièces sont disponibles dans les bacs de rangement. Le public choisit les pièces dont il a besoin et les assemble en suivant les règles de la grammaire. Les deux bases de construction permettent à deux personnes de construire simultanément.

Temps 2 : suivre un algorithme
Dans un deuxième temps, le public peut aller plus loin en découvrant des algorithmes de construction. Un algorithme est ici une suite d'instructions permettant de construire un arbre particulier. Trois algorithmes seront proposés, avec des niveaux de difficulté croissants. Une illustration d'arbre pourra être présente sur le verso de la fiche algorithme. Afin de ne pas surcharger le dispositif d'informations dès le départ, les fiches seront cachées et découvertes uniquement si le public souhaite poursuivre l'expérience. Le public choisit un algorithme puis suit les instructions pour construire l'arbre correspondant. Il n'y aura pas de système de vérification automatique.

Temps 3 : observer et échanger
Deux arbres déjà construits sont présentés sur le dispositif. Les arbres doivent être soit protégés pour que le public ne cherche pas à les démonter ou placés de sorte à ce que le public comprenne qu'il ne peut pas les modifier (par exemple en hauteur).
Le panneau explicatif présente également le lien entre la manipulation et les L-systèmes, ainsi que leurs différentes applications. Le panneau et les arbres fixes sont cependant indépendants.

À charge de la MMI

- Les règles de la grammaire ;
- Les algorithmes ;
- Les textes de la consigne et du panneau explicatif ;
- Les pièces des arbres et les socles.

Balade 3 : Balade en montagne

Je pars profiter de la montagne pendant une journée.

Cet espace contient 3 stands, chacun accompagné d'un panneau explicatif.

Stand Montagne 1 – « Sac à dos »

L'histoire : *Deux personnes préparent leur sac pour partir en promenade. Elles aimeraient emporter beaucoup de choses, mais les sacs à dos ont une capacité limitée. Comment choisir ?*

Contenu

- ★ Mobilier ;
- ★ Une manipulation physique composée de :
  - 3 espaces représentant les sacs à dos ;
  - 3 caisses de rangement des pièces (une par sac à dos). Les deux premières devront accueillir 10 pièces, et la troisième 20 pièces ;
  - 60 pièces (représentant les éléments à mettre dans les sacs à dos) : 40 pièces pour la manipulation, et 20 pièces de supplément en cas de perte ou casse.
- ★ Une consigne ;
- ★ Un panneau explicatif (800 signes).

Contexte scientifique rapide

Le problème du sac à dos est un problème historique en algorithmique et en informatique théorique. La situation est la suivante : on a un sac à dos d'un volume maximal fixé (par exemple 30 L), et une série d'objets à mettre dans ce sac. Les objets ont tous une valeur (par exemple : 1 €, 15 €, 100 €...) et un volume (par exemple : 1 L, 500 mL, 3 L...). L'objectif est de décider quels objets on met dans le sac à dos pour maximiser la valeur transportée (sans dépasser sa capacité maximale). C'est l'un des problèmes les plus difficiles en informatique : on ne connaît aucune technique permettant de le résoudre optimalement à tous les coups dans un temps raisonnable. Dans beaucoup de situations, il est très difficile de vérifier que l'on a trouvé la meilleure solution. Le problème du « sac à dos », par sa difficulté, appartient à la même « famille » que celui du voyageur de commerce, présenté dans une autre manipulation.

Pour se faire une idée, on peut jouer sur une application numérique en ligne illustrant ce problème : https://interstices.info/le-probleme-du-sac-a-dos/

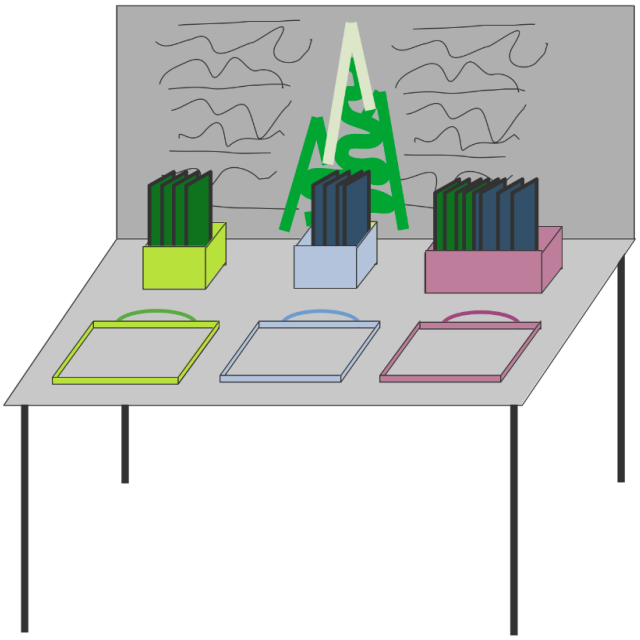
Objectifs

- ★ Découvrir et mettre en oeuvre certains algorithmes de résolution (pas optimaux).
- ★ Découvrir que ces algorithmes ne fonctionnent pas pour toutes les situations.
- ★ Découvrir une catégorie de problèmes très difficiles en informatique.
- ★ Aborder la notion de solution optimale, de maximum.

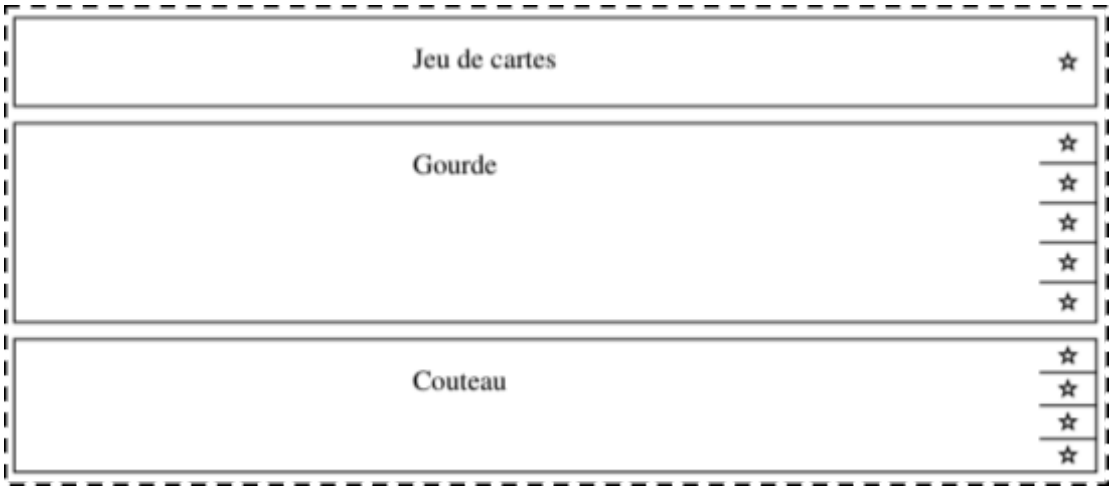
Manipulation

Il s'agit d'une manipulation en 3 niveaux de difficulté croissante. Un sac à dos correspond à un niveau de difficulté. Pour simplifier l'activité, au lieu de considérer des volumes en 3D, on considère un sac rectangulaire et des objets qui font tous la même largeur. Ainsi seulement la hauteur des objets et du sac est à prendre en compte.

Les trois sacs sont de même taille, mais les objets associés changent à chaque niveau.
Les bacs représentant les sacs à dos seront de forme carrée ou rectangulaire. Ils ont une bordure matérialisée (par exemple, ils sont creusés dans le plateau du meuble), afin de s'assurer que l'on ne « déborde » pas lors du placement des objets.
Chaque sac à dos va avec son bac de rangement et sa série d'objets. On a 10 objets pour le niveau 1 (objets verts sur le dessin), 10 objets pour le niveau 2 (objets bleus sur le dessin) et 20 objets pour le niveau 3 (bac rose sur le dessin). A noter que la série d'objets du niveau 3 est en fait l'association de tous les objets du niveau 1 et du niveau 2 .



Les pièces représentant les objets sont de forme rectangulaire. Elles doivent pouvoir être placées et retirées facilement des sacs à dos. Les éléments à indiquer sur ces pièces sont : le nom de l'objet, une illustration éventuelle et la valeur de l'objet (sous forme d'étoiles par exemple). La valeur de l'objet est indiquée sur l'un des côtés de la pièce, comme sur l'illustration ci-dessous, afin de pouvoir comparer le ratio valeur / hauteur de chaque objet (sur l'exemple, on peut se dire que le jeu de carte « vaut moins le coup » que la gourde, car une étoile du jeu de carte « prend plus de place » qu'une étoile de la gourde).



A proximité des sacs à dos seront indiquées des indications courtes de type « Peux-tu mettre plus de 10 étoiles dans ce sac ? Peux-tu mettre plus de 13 étoiles ? », qui permettront d'encourager le public à chercher la meilleure solution possible.

Déroulé de l'activité

Le public dispose de 3 sacs à dos (1 par niveau de difficulté), chacun avec son ensemble d'objets. L'objectif est de trouver quels objets il faut mettre dans chaque sac à dos pour maximiser la valeur contenue par le sac.
Pour cela, les personnes peuvent regarder les différents objets pour les comparer les uns aux autres, les mettre dans le sac pour tester différentes possibilités. A chaque fois, les personnes essaient de se convaincre qu'elles ont trouvé la meilleure solution possible.

La meilleure solution pour le niveau 1 est trouvée en mettant d'abord les objets avec le plus d'étoiles, jusqu'à ce que le sac soit plein.
La meilleure solution pour le niveau 2 est trouvée en comparant la hauteur « utilisée » par chaque étoile. On met ensuite en priorité les objets avec le meilleur ratio étoile / hauteur.

Le médiateur ou la médiatrice pourra discuter avec le public des différents algorithmes possibles, notamment ceux à utiliser pour les niveaux 1 et 2 (appelés algorithmes gloutons).

Pour le niveau 3, ces algorithmes « faciles » ne fonctionnent pas, il est difficile de se convaincre qu'on a la meilleure solution.

À charge de la MMI

- La liste des objets, leur valeur et leur hauteur ;
- La hauteur des sacs à dos ;
- La rédaction des textes (consigne et panneau).

Stand Montagne 2 – « Pique-nique »

L'histoire : *C'est bientôt l'heure du pique-nique ! Je cherche le meilleur endroit pour le repas, sans sortir du chemin ou revenir sur mes pas. Faut-il s'arrêter ici, ou bien y aura-t-il beaucoup mieux un peu plus loin ?*

Contenu

★ Mobilier
★ 2 tablettes de 13'' ou 14'' *(qui ne sont pas à la charge de la scénographie car inclus dans le lot « Applications numériques »)*
★ Panneau explicatif

Contexte scientifique rapide

Le jeu présenté s'inspire d'un problème connu en mathématiques sous le nom de « problème des secrétaires », ou « problème du recrutement immédiat ». Le principe est le suivant : je dois choisir un élément (dans notre histoire, ce sont des lieux où pique-niquer) parmi une série de 10 (par exemple). Je ne sais pas quel est le « pire », ni quel est le « meilleur » élément, et n'ai aucune échelle de classement. Tous les candidats présentés sont différents, et leur ordre est aléatoire. Les candidats sont présentés successivement : à chaque fois, je dois décider si je le garde ou non. Si je choisis de le garder, alors le jeu s'arrête. Si je décide de ne pas le garder, alors on me présente l'élément suivant. Il n'est pas possible de revenir en arrière. Le but du jeu est évidemment d'avoir le meilleur élément de la série à la fin.

Malgré le côté aléatoire du jeu, il existe une stratégie qui permet de maximiser la probabilité d'avoir le meilleur élément à la fin. Cette stratégie varie légèrement selon le nombre d'éléments de la série, mais elle consiste toujours à laisser passer une certaine quantité de candidats, sans jamais les choisir. Puis, une fois cette quantité passée, il faut prendre le premier qui est meilleur que tous les précédents.

Objectif

★ Découvrir que, dans certains cas, on peut avoir une stratégie dans un jeu reposant sur le hasard.
★ Découvrir le dilemme « exploitation vs exploration » : vaut-il mieux choisir la meilleure option à partir de la connaissance partielle que l'on a déjà de la situation (exploitation), ou bien continuer à tester de nouvelles options en espérant qu'elles apportent une meilleure solution, et prendre le risque de « perdre » une solution que l'on a déjà ?

Manipulation

La manipulation est un jeu à deux joueurs ou joueuses, qui s'affrontent pour obtenir le meilleur score. Les deux personnes ne doivent pas voir l'écran de l'adversaire, ni les choix qu'il ou elle fait.

Cependant, pour la partie explicatif qui suit le jeu, les deux personnes regarderont la même tablette (l'autre écran sera mis « en attente »).

Le développement de l'application numérique n'est pas à la charge de la scénographie mais fait partie du lot « Applications numériques ».

À charge de la MMI

- Le texte du panneau.

Stand Montagne 3 – « Spot photo »

L'histoire : *J'aimerais retrouver les endroits d'où ont été prises des photos que j'aime beaucoup.*

Contenu

- ★ Mobilier ;
- ★ Une manipulation physique composée de :
  - une maquette circulaire, en 3 dimensions, représentant un paysage montagneux et comportant des emplacements pour y déposer des pions. Cette maquette fera entre 1,20 m et 1,30 m de diamètre ;
  - Des pions (1 ou 3 pour la manipulation selon les choix scénographiques et techniques, et quelques-uns de surplus en cas de casse ou perte) ;
  - 3 images représentant la maquette depuis un certain point de vue (dessin ou photographie) ;
  - un système de validation des réponses ;
  - une tige ou réglette rigide ;
  - des espaces de rangement pour les images, les pions et la tige rigide.
- ★ Une consigne ;
- ★ Un panneau explicatif (800 signes).

Contexte scientifique rapide

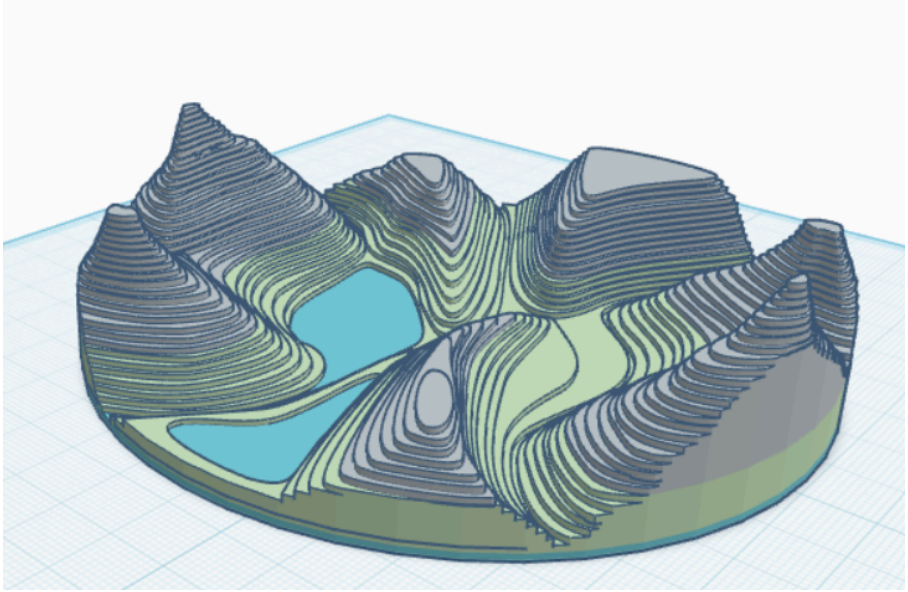
On découvre ici la notion de « problème inverse ». En sciences, nous avons généralement l'habitude des problèmes directs : une cause implique des effets. Par exemple, lorsque deux plaques tectoniques se chevauchent, cela crée un séisme. Au contraire, un problème inverse va partir de l'observation des effets pour en déterminer la cause. Dans l'exemple des séismes, cela va consister à trouver l'épicentre à partir des données sismiques récoltées dans différentes stations réparties sur le globe.
Dans notre situation, nous allons chercher le lieu exact de prise de vue de photos souvenirs sur une maquette : on passe d'une projection 2D pour trouver un point de vue sur une maquette en 3D.

Objectifs

- ★ Travailler des compétences transverses telles que la visualisation, l'orientation, le passage de la 2D à la 3D.

Manipulation

On dispose d'une maquette physique circulaire, représentant un paysage montagneux : sommets de différentes altitudes, lacs, vallées. Il faut pouvoir tourner autour et avoir accès facilement au centre (aussi bien pour des adultes, que pour des enfants d'une dizaine d'années ou des personnes en fauteuil roulant).
Cette maquette est constituée de plusieurs planches superposées pour créer le relief. Le point culminant de la maquette sera situé entre 25 et 35 cm de haut. Il est nécessaire que la maquette soit colorée d'au moins 3 couleurs différentes. Cette maquette se veut sans beaucoup de détails, mais il est important que celle-ci possède des endroits facilement identifiables comme le lac dans l'exemple ci-dessous :



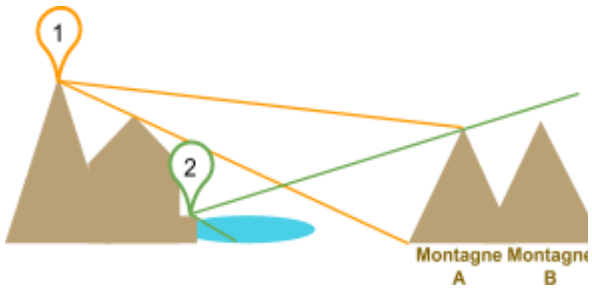
Le public dispose de 3 images de la maquette, représentant 3 niveaux de difficulté. Le but du jeu : retrouver le lieu de la prise de vue de chacune de ces photos.

Un système de validation automatique permettra au public de savoir si la position trouvée est correcte (sans prendre en compte l'orientation). Dans l'idéal, nous imaginons que le public devra placer le pion correspondant à la photo choisie au bon endroit sur la maquette, mais d'autres solutions peuvent être proposées. Seule la position (et non l'orientation) est à prendre en compte pour cette validation. Le système de validation peut être physique (trous dans la maquette avec détrompeurs par exemple), électrique ou électronique (électro-aimants par exemple). Dans le cas d'emplacements sur la maquette, il faudra en prévoir suffisamment pour dissuader le plus possible les personnes de simplement tester tous les emplacements (nous imaginons une trentaine ou plus). Autrement dit, il faudra

prévoir plusieurs positions possibles (mais une seule correcte pour chaque photo) où placer le pion.

Sur l'une des photos, il sera question de la hauteur du point de vue. Pour que le public puisse se rendre compte de ce qui est visible ou non depuis une certaine hauteur, le médiateur ou la médiatrice pourra mettre à disposition une tige rigide. Celle-ci matérialise la ligne de visée : posée à hauteur d'œil au-dessus d'un emplacement et dirigée vers un élément du paysage, elle montre si cet élément est visible (la tige l'atteint librement) ou caché (elle bute sur le relief placé devant).

Par exemple sur le schéma suivant :



1. Sur le point de vue numéro 1, on voit la montagne A et la montagne B, mais pas le lac.
2. Sur le point de vue numéro 2, on voit le lac et la montagne A, mais pas la montagne B.

Cette tige ne sera pas librement disponible pour le public, mais sera un outil de médiation supplémentaire, donné par la personne animant la visite de l'exposition en cas de besoin.

Déroulé de l'activité

Le public choisit une image, et essaie de retrouver la position du personnage qui aurait pris la photographie. La personne peut, si elle en a besoin, s'aider de la tige rigide. Elle place ensuite le pion à l'emplacement qu'elle pense correct. Il faudra pouvoir identifier très facilement quelle photo va avec quel pion.
Le système de validation permet au public de savoir, en toute autonomie, si la réponse proposée était correcte ou non. Le public peut ainsi jouer une, deux ou trois fois.

À charge de la MMI

- Textes du panneau et des consignes ;
- Les emplacements et orientations pour les 3 images ;
- Les plans de la maquette (les fichiers des différentes pièces seront fournies en svg pour découpe laser ou fraiseuse numérique). La maquette est constituée de plusieurs planches superposées pour créer le relief : les plans donnés seront ceux de chaque planche, individuellement.

Contraintes techniques identifiées

- Le matériau de la maquette, et en particulier la coloration, devra supporter les multiples manipulations.
- Les différentes couches devront être parfaitement collées, les bords de la maquette pas trop saillants pour ne pas s'accrocher ou se blesser en disposant son pion.
- Les pions ne devront pas représenter un personnage humain : en effet, il ne sera pas possible de respecter les dimensions (notamment le rapport taille humaine / taille d'une montagne).
- La validation des emplacements devra permettre une précision de 2cm ou moins.

Balade 4 : Balade de nuit

Il y a de jolies choses à voir à l'extérieur, même la nuit. Et si on profitait de la pleine lune pour aller se promener ?

Cet espace contient 2 stands, sans panneau explicatif.

Stand Nuit 1 – « Les lucioles »

L'histoire : *Je pars à la découverte d'un endroit où des lucioles ont la réputation d'avoir un comportement presque magique. Elles clignotent en rythme, et de façon synchronisée.*

Contenu

- ★ Mobilier pouvant intégrer la tablette ;
- ★ Une tablette de 13'' ou 14'' (*qui n'est pas à la charge de la scénographie car incluse dans le lot « Applications numériques ») ;*
- ★ Un vidéoprojecteur et son support ;
- ★ Un écran pour la projection ;
- ★ Un panneau ou élément permettant d'isoler un peu la projection ;
- ★ Éventuellement, un cartel.

Nous ne souhaitons pas d'assises sur cette manipulation.

Contexte scientifique rapide

Certaines rares espèces de lucioles, vivant en Asie et en Amérique du Nord, ont la particularité de synchroniser leurs clignotements lorsque certaines conditions sont réunies (population suffisante, positionnement adéquat des individus...). Plusieurs vidéos, comme celle-ci de National Geographic, montrent le phénomène observé dans la nature. L'idée générale est que les lucioles vont clignoter individuellement à un certain rythme, toujours le même. Lorsque l'une d'entre elle « flashe », elle va influencer ses voisines (si elles sont suffisamment proches), qui vont faire un petit « saut » dans leur cycle. Leur clignotement arrivera donc plus tôt que prévu. Ainsi, petit à petit, un groupe peut finir par se synchroniser parfaitement.
Cela peut être modélisé avec des outils mathématiques, en utilisant la notion d'oscillateurs couplés. Les modèles mathématiques représentant cela permettent de faire varier plusieurs paramètres, et de voir l'influence sur le groupe de lucioles observé : vont-elles se synchroniser plus ou moins vite, ou pas du tout, etc.

Objectifs

★ Découvrir un exemple de modélisation mathématique d'un phénomène naturel.
★ Découvrir que le comportement d'un individu (ici, une luciole) peut être très simple à comprendre et à modéliser, mais que cela devient très compliqué dès qu'on essaie de comprendre le phénomène d'ensemble.
★ Passer un bon moment à observer ce qu'il se passe, éveiller sa curiosité.

Manipulation

Il s'agit d'une manipulation numérique, pour laquelle le public naviguera entre deux éléments : une tablette et une projection en grand.
Le public pourra interagir avec l'application (notamment tester quelques paramètres de la modélisation) grâce à une tablette. Le résultat sera projeté, en grand, sur un écran blanc, grâce à un vidéoprojecteur.

Les éléments physiques à intégrer sont les suivants :

- **Le mobilier** : a tablette devra être complètement fixée, le public ne pourra pas la déplacer. Les boutons pour l'allumer et l'éteindre seront accessibles discrètement. Le mobilier devra permettre à plusieurs personnes de regarder la tablette en même temps.
- **Un vidéoprojecteur**, ainsi qu'un écran pour projeter. Le vidéoprojecteur ne pourra pas être fixé au plafond, il faudra donc prévoir une structure adaptée. Les dimensions de la projection devront être adaptées au reste de l'exposition et aux autres manipulations.
- **Un système permettant d'isoler visuellement la projection** du reste de l'exposition (en partie seulement), afin d'éviter d'être trop « happé » par cette manipulation lorsque l'on est ailleurs dans l'exposition. Pour autant, on ne souhaite pas que cet espace soit complètement clos.
- **Éventuellement**, **un cartel** avec deux ou trois phrases permettant d'introduire le phénomène. Le choix de mettre ou non ce cartel n'est pas encore arrêté, et pourra être discuté avec l'équipe de scénographie. On pourrait y écrire, par exemple : *« Certaines espèces de lucioles sont capables de synchroniser leurs clignotements. On peut passer des heures à les observer… et peut-être tenter de comprendre comment ce phénomène est possible. »*

Le développement de l'application numérique n'est pas à la charge de la scénographie mais fait partie du lot « Applications numériques ». Pour se faire une idée, on peut regarder cette application en ligne, sur le même sujet scientifique.

À charge de la MMI :

- Le texte du cartel éventuel.

Stand Nuit 2 – « Sciences sans les yeux »

L'histoire : *Nous découvrons une drôle de collection d'objets mais… dans le noir.*

Contenu

★ Mobilier ;
★ Une manipulation semi-numérique (majoritairement physique mais avec une partie numérique où le public écoute : possibilité de stocker des sons et de les appeler par des boutons) ;
★ Casques audio (selon les choix scénographiques : au minimum 2, au maximum 6) ;
★ Une consigne.

Contexte scientifique rapide

Certains objets étonnants ont des particularités mathématiques ou informatiques intéressantes ou amusantes. Le but de ce stand est de montrer quelques-uns de ces objets, en donnant la parole à des chercheurs et chercheuses qui les affectionnent, et qui pourront raconter quelques éléments à leur sujet.
A titre d'exemple, on peut penser au « rulpidon » et à des « surfaces hyperboliques » en crochet ou en tissu.

	
Un rulpidon (en bois) Photo Sylvie Benzoni-Gavage	**Une surface hyperbolique (en crochet)** Photo Eric Le Roux

Objectifs

★ Découvrir des objets amusants liés aux mathématiques ou à l'informatique.
★ Découvrir ces objets « à l'aveugle », en utilisant uniquement le toucher et l'ouïe.
★ Donner la parole à des chercheurs et chercheuses autour d'objets qui les surprennent, qu'ils et elles affectionnent, pour partager cet émerveillement avec le grand public.

Manipulation

La manipulation présentera 6 objets, chacun décrit par un chercheur ou une chercheuse.

On imagine le dispositif comme un meuble creux, dans lequel seront disposés 6 objets. Ceux-ci seront cachés, mais un système de perçage permettra, pour chaque objet, de glisser les deux mains pour le manipuler.
Un bouton permettra de déclencher l'enregistrement associé à l'objet.

Dans l'idéal, il est impossible pour le public de sortir l'objet de son emplacement. Cependant, il est important que le personnel de la MMI puisse accéder aux objets (pour les nettoyer ou les remplacer, par exemple).

En plus de la consigne, les informations suivantes devront apparaître : les noms, postes et affiliations des chercheurs et chercheuses ; ainsi que le nom des objets.

Concernant la quantité de casques audio : on souhaite, dans l'idéal, un casque par objet (donc 6 casques au total). Cependant, d'autres configurations sont possibles, selon les choix scénographiques. Par exemple, séparer les objets en deux groupes de 3 et avoir un meuble marquant clairement cette séparation, avec un casque par groupe de 3 objets (un casque de chaque côté du meuble par exemple). Dans tous les cas, deux personnes ne pourront pas manipuler le même objet en même temps. Le minimum de casques souhaité est de deux.

Selon les choix scénographiques, on pourra proposer des assises pour cette manipulation.

Déroulé de l'activité
La personne choisit l'objet qu'elle souhaite. Elle déclenche l'enregistrement, et peut alors l'écouter tout en manipulant l'objet.

À charge de la MMI

- Les textes des consignes ;

- Les objets ;
- Les enregistrements des chercheurs et chercheuses.

Contraintes techniques identifiées

- Les casques audio seront beaucoup manipulés, notamment par des élèves pas toujours précautionneux et précautionneuses, ils doivent donc être résistants.
- Le choix des 6 objets, et donc leur taille, n'est pas encore arrêté. Cependant, tous les objets pourront être tenus dans les mains, ce qui permet d'avoir une indication de leur taille.