

DOCUMENT DE RECHERCHES

Table des matières

Avertissement
Mindmaps4
Recherches détaillées5
Les fluides5
Nancy Wood - Lava Flow7
Le réseau8
L'énergie18
La circulation21
Archétype pêche aux canards22
Archétype toboggan24
Archétype train électrique28
James Turrel35
Astérismes / constellations
Sarkis
Les rhizomes40
Les fourmis41
Recherches de Direction Artistique43

Historique de l'évolution de la direction artistique	43
Recherches graphiques - Shader	56
Recherches de Sound Design	60
Recherches de Level Design	.61

Avertissement

Ce document est divisé en trois parties distinctes : une partie de recherches "mindmaps", une partie décrivant toutes les recherches thématiques détaillées et une partie sur les différentes pistes de direction artistique explorées pendant ces 4 mois :

- La partie de recherches "mindmap" correspond aux premières recherches globales que nous avons menées en amont de la production, afin d'abreuver notre réflexion au début du projet,
- La partie de recherches détaillées liste l'intégralité des recherches générales, liées aux sujets de la "relativité" et de la "lumière",
- Enfin, la section sur les recherches de direction artistique correspond à l'évolution de la direction artistique à travers les différentes itérations effectuées pendant la phase de production de notre projet.

Nonobstant, cette partie permet de voir l'évolution de l'aspect visuel du projet au cours de son développement.

En conséquence, de nombreux passages peuvent sembler détachés de la réalité actuelle du projet, étant donné qu'ils correspondent à une réflexion menée sur des itérations précédentes.

Mindmaps

"Relativité"

Afin d'ouvrir le champ des possibles pour trouver des axes d'exploitation en rapport avec notre thématique, nous avons créé une première mindmap, dans laquelle nous avons recensé les mots clefs qui nous semblaient les plus adéquats, sur cinq niveaux de hiérarchie, pour avoir une vaste base de réflexion et pouvoir ensuite trier les mots clefs qui nous paraissaient les plus pertinents et effectuer une passe de recherches dessus.

"Bending Light"

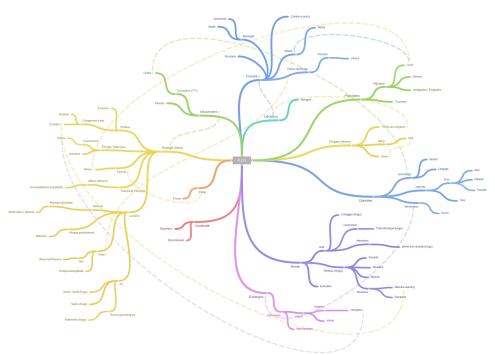
Après avoir effectué un premier tri, nous avons décidés de créer trois prototypes, basés sur les trois axes que nous avons trouvés les plus intéressants à traiter pour notre projet.

La mindmap ci-contre, orientée sur la lumière, est celle du prototype que nous avons gardé pour poursuivre notre projet et aboutir à notre prototype actuel.

"Flux"

Une fois le premier prototype validé, nous avons effectué une dernière mindmap liée à l'élément principal de notre core gameplay : le flux.

Cette mindmap nous a permis de faire des recherches plus centrées sur notre prototype.



Dézoom de la mindmap «Flux»

Recherches détaillées

Les fluides

Relation avec le projet

La base de notre projet porte sur le déplacement d'entités grâce à un courant, dont la nature nous était inconnue.

Afin de déterminer les éléments qui définissent un fluide, sur ses propriétés, ses états et les façons de le représenter, nous avons effectuer des recherches dessus afin d'en extirper d'éventuels informations essentielles pour la création de notre projet.

Définition

Le fluide est un milieu matériel parfaitement déformable.

On regroupe plusieurs types de fluides, on peut discerner trois grands états :

Eau solide	Eau liquide	Vapeur d'eau	
		. •	

Il existe différents types de fluides, et différents sciences pour les étudier :

- Etat fluide
- Fluide biologique
- Fluide considérés en fonction de leurs comportements rhéologique*
- Mécanique des fluides
- Fluides considérés en fonction de leur usage technique

Définition *rhéologie*: "est l'étude de la déformation et de l'écoulement de la matière sous l'effet d'une contrainte appliquée."

Les gaz

Un gaz est un ensemble d'atomes ou de molécules très faiblement liés et quasi indépendants. Dans l'état gazeux, la matière n'a pas de forme propre ni de volume propre : un gaz tend à occuper tout le volume disponible.

Les liquides

La forme liquide est un état de la matière facilement déformable mais peu compressible. Les molécules y sont faiblement liés à l'inverse d'un gaz où elles ne sont pas liées.

Les molécules dans un milieu matériel à l'état liquide ne peuvent pas s'éloigner trop les unes des autres. Malgré tout les molécules restent très proches les unes des autres ce qui rend le flux difficilement compressible.

Les solides

L'état solide est un des états de la matière caractérisé par l'absence de liberté entre les molécules/ions*.

Ces différents états s'obtiennent par variation de température, de pression ou encore de volume du fluide. Il existe d'autres états plus rares, comme:

- Le plasma, on l'obtient à très haute température, ou soumis à un champs magnétique très fort.
- Le fluide supercritique, état se trouvant entre le gaz et le liquide.

Principe de cisaillement: On parle de cisaillement quand les différentes parties d'un même fluide ne s'écoule pas à la même vitesse de par les forces extérieurs qui lui sont appliqués.

Exemple: Dans un tuyau, l'eau qui circule au centre va plus vite que l'eau qui longe la parois du tuyau. Cette différence de vitesse entre les deux endroits provoque comme un glissement relatif des deux endroits; il existe une variation de vitesse entre les deux endroits.

Les fluides non newtoniens

Il existe des fluides dit non newtoniens, ils ont la caractéristique de pouvoir changer de propriétés selon le temps et les contraintes mécaniques qui lui sont appliqués.

On distingue plusieurs types de comportement non-newtonien :

Les fluides antithixotropes

On dit qu'un fluide est antithixotrope s'il devient plus solide après qu'on lui ai donné de l'énergie par mouvement mécanique.

Les fluides rhéoépaississants

Il s'agit d'un fluide dont la viscosité* augmente instantanément lors

de l'application d'une pression ou mouvement mécanique.

Les fluides thixotropes :

On dit qu'un fluide est thixotrope s'il devient plus liquide après qu'on





Le yaourt : Avant application d'une force

Après l'application de cette force

Les fluides rhéofluidifiants

Il s'agit d'un fluide dont la viscosité* diminue instantanément lorsque l'on n'applique plus de pression ou de mouvement mécanique dessus.

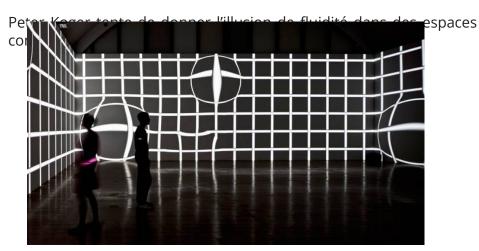
Principe de frottement dans un fluide

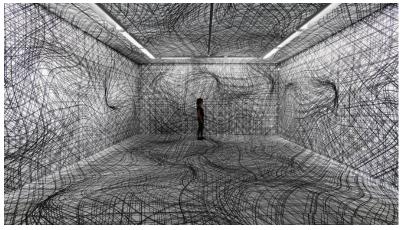
Un frottement fluide est une force qui s'exerce sur un objet qui se déplace dans un fluide.

Cette force dépend du rapport entre la vitesse relative de l'objet et du fluide.

Exemple : Une bille tombe dans un liquide visqueux : plus sa vitesse est grande, plus la force de frottement fluide qui s'exerce sur elle est importante car proportionnelle à la vitesse, jusqu'à ce que soit atteint un régime d'équilibre où la force de frottement compense exactement la force de gravitation : la vitesse de la bille devient alors constante.

Les fluides dans l'art :





Œuvres de Peter Kogler - l'illusion d'espace fluide

On peut voir ici que l'artiste parvient à déformer notre perception de l'espace en créant des formes par segmentation non rectiligne de la surface. La première œuvre nous intéresse tout particulièrement de par la nécessité de représenter la déformation des rayons.

Peinture fluide:

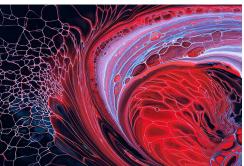
La peinture fluide est un art pictural qui consiste à mélanger préalablement des couleurs dans un récipient et ensuite renverser la peinture sur la toile de différentes manières.

Cette technique de peinture permet d'obtenir des rendus organiques, on peut remarquer aussi l'apparition naturelle de réseaux ou cellules

ntéresse particulièrement quant fluide.







Nancy Wood - Hubblescape



Nancy Wood - Lava Flow

Les formes obtenues dépendent de la surface, du mélange initial et avec quelles conditions le fluide est versé. La couleur ici sert de témoin des dynamiques de dispersion des fluides entre eux.

Le réseau

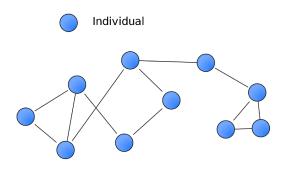
Relation avec le projet :

La dynamique principale de notre projet est la construction de réseau à partir d'éléments simples.

Pour trouver des moyens de construire, contrôler ou dévier un réseau, d'en comprendre les spécificités et les diverses nuances, il a été essentiel d'en étudier les différents aspects.

Définition:

"Réseau" vient du mot latin « retiolus » diminutif de retis, qui signifie « filet ».



Le "Social Network" - Un exemple de réseau reliant des individus

Un réseau désigne au sens concret « un ensemble de lignes entrelacées» et au figuré « un ensemble de relations ».

Par extension, il désigne un ensemble interconnecté, fait de composants et de leurs interrelations, autorisant la circulation en mode continu ou discontinu de flux (eau, air, huile...) ou d'éléments finis (marchandises, informations, personnes...).

Le réseau peut être « matériel » (comme le réseau électrique, le réseau routier, le réseau sanguin ou le réseau lymphatique), « immatériel» (comme le réseau social), « abstrait, symbolique ou normalisé » (comme le réseau de tâches de certaines méthodes de gestion de projet).

Le réseau se définit comme une « trame ou une structure composée d'éléments ou de points, souvent qualifiés de nœuds ou de sommets, reliés entre eux par des liens ou liaisons, assurant leur interconnexion ou leur interaction et dont les variations obéissent à certaines règles de fonctionnement »

Science des réseaux :

La « rétistique » est un néologisme créé par Gabriel Dupuy en 1991 pour développer une vision réticulaire de l'espace et son aménagement.

L'ensemble des notions caractérisant le concept de réseaux peut être décliné selon différentes représentations :

- Représentation dans l'espace-temps d'une réalité logique : le réseau est une forme ou structure particulièrement pertinente pour décrire à la fois la structure et le fonctionnement d'un ensemble où règne une division et/ou une répartition des tâches et des rôles. Ainsi l'organisation du vivant ou celle des organismes où les composantsorganes ou acteurs coopèrent au service d'une finalité,
- Représentation du caractère systémique : l'emploi d'une description sous forme logique facilite la compréhension des interactions réciproques unissant les composants concernés. La causalité, la hiérarchie et la fréquence des relations constatées dans et par le réseau donnent la mesure de sa cohérence et de sa consistance,
- Émergence et compréhension de fonctions spécifiques au réseau : le fait d'être en réseau peut induire une fonction que ses sous-parties ne possèdent pas. On qualifie d'émergence le processus d'apparition de cette fonction . Ainsi la conscience par exemple serait l'émergence

du réseau neuronal.

Vulnérabilités du réseau :

Selon sa nature, sa robustesse et sa résilience, un réseau est plus ou moins vulnérable aux défaillances de certaines de ses parties.

On peut déterminer un degré de vulnérabilité des réseaux, face aux catastrophes naturelles et/ou technologiques notamment ou à d'autres risques (pandémie, malveillance, etc.)

Le Hacking fait partie des menaces humaines les plus importantes concernant le bon fonctionnement d'un réseau.

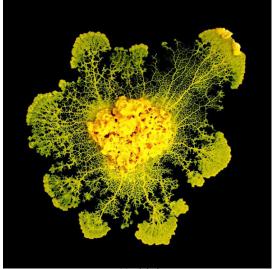
Ainsi, un réseau électrique américain a fait appel a des hackers pour tester la sécurité de son réseau... qui a été piraté en seulement 3 jours.

Le Blob:

Elle s'appelle Physarum polycephalum, mais on l'appelle généralement «blob»

Cette moisissure, qui vit en zone fraîche et humide, défie les lois de la biologie.

Cet être inclassable prend la forme d'une mousse jaune, étrange et gluante. Elle n'est composée que d'une seule cellule, se nourrit de champignons, mais n'est pas nocive ou dangereuse.



Un blob

Pas de cerveau mais une capacité d'apprentissage

Bien qu'on ne puisse retrouver aucun système nerveux ni cerveau dans la composition du blob, étant donné que celui-ci est un

organisme unicellulaire, il est néanmoins capable d'apprendre et de résoudre des problèmes complexes comme des labyrinthes».

Cet organisme est également capable de transmettre ce qu'il a appris en fusionnant avec ses semblables».

Le blob est également capable de se nourrir de manière optimale et pertinente : une étude a révélée que si on proposait aux blobs différents repas, ces derniers se dirigeaient vers ceux dont la teneur en protéines était la plus élevée.

Résistances multiples à l'environnement

Le blob ne craint ni l'eau, ni le feu.

Le blob cicatrise en quelques minutes.

Un blob coupé en morceaux devient autant de blobs individuels et complètement identiques, mais ceux-ci peuvent collaborer pour fusionner à nouveau afin de redevenir un spécimen plus important.

Régénération

Pour régénérer un blob, il suffit de le sécher au bout de quelques moi: il perd alors 70% de ses protéines et redevient alors dans un état neuf.

Reproduction

Le blob se reproduit par spores, comme un champignon.

De plus, la composition génétique permettant de déterminer le "sexe" d'un spore permet de définir 720 sexes différents, permettant la reproduction de deux spores dans 719 cas sur 720.

Déplacement

Le déplacement du blob est lié à un courant cytoplasmique appelé « shuttle streaming » en anglais, évoquant le va-et-vient d'une navette.

La vitesse de déplacement du blob varie de 1cm/h en temps normal, jusqu'à 4cm/h quand le blob est affamé

Le blob créé un réseau de veines pour s'étendre, qui est d'une optimisation impressionnante (aussi optimisé que les réseaux de métros créés par l'être humain).

Le blob secrète un mucus qui le protège contre le dessèchement, mais a aussi un rôle répulsif qui lui évite d'explorer deux fois la même piste.

Le blob doté d'une personnalité?

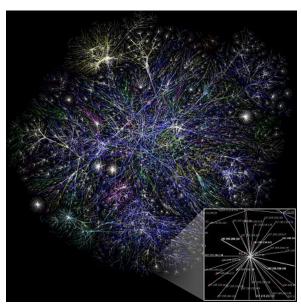
Comme l'explique Audrey Dussutour dans son ouvrage, l'Américain est plutôt «agressif», tandis que l'Australien paraît plus «pacifique». Le Japonais aurait même une «tendance à la procrastination».

Réseau informatique

Un réseau informatique est un ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations. Par analogie avec un filet (un réseau est un « petit rets », c'est-à-dire un petit filet), on appelle nœud l'extrémité d'une connexion, qui peut être une intersection de plusieurs connexions ou équipements (un ordinateur, un routeur, un concentrateur, un commutateur, etc).

Histoire

Dans les années 1960, les premiers réseaux informatiques étaient de portée limitée (quelques dizaines de mètres avec par exemple l'HP-IB, l'HP-IL, etc.) et servaient à la communication entre micro-ordinateurs et des instruments de mesure ou des périphériques (imprimantes, table traçante, etc.).



Carte partielle d'internet - chaque nœud a une adresse IP

Infrastructure

Les infrastructures ou supports peuvent être sur des câbles dans lesquels circulent des signaux électriques, l'atmosphère (ou le vide spatial) où circulent des ondes radio, ou des fibres optiques qui propagent des ondes lumineuses. Elles permettent de relier « physiquement » des équipements assurant l'interconnexion des moyens physiques qui sont définis par des protocoles. Les équipements d'un réseau sont connectés directement ou non entre eux.

Étendue du réseau

On peut distinguer deux types de réseaux :

- Les réseaux Locaux (LAN), qui relient les ordinateurs ou postes téléphoniques situés dans la même pièce ou dans le même bâtiment
- Les réseaux en ligne, qui relient les ordinateurs ou autres équipements informatiques avec d'autres postes à travers le monde, en passant par de nombreux équipements intermédiaires (baies de brassages, Modem, Serveurs, etc...).

Réseau électrique

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.

Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques.



Réseau électrique d'Amérique du nord

Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs.

Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production - transport - consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble.

Infrastructure et gestion de tensions

Un grand réseau électrique possède de multiples niveaux de tension.

Chaque niveau de tension est conçu pour une plage d'utilisation bien spécifique. Des tensions légèrement trop élevées conduisent à une usure prématurée du matériel, puis si elles sont franchement trop élevées à un « claquage » de l'isolant (cas des câbles souterrains, des câbles domestiques, ou des isolateurs des lignes électriques).

Les surtensions très élevées (par exemple causées par la foudre) sur des conducteurs « nus » (c'est-à-dire sans isolant, ce qui est le cas des lignes électriques) peuvent conduire à des amorçages avec des objets proches, par exemple des arbres.

A contrario, des tensions trop basses par rapport à la plage spécifiée conduisent à un mauvais fonctionnement de beaucoup d'installations, (mauvais fonctionnement des protections). De plus, des tensions basses sur les réseaux de transport d'électricité ont été la cause de grands incidents qui ont été responsables de la coupure de plusieurs millions de foyers (ex. du blackout grec le 12 juillet 2004 ou du 12 janvier 1987 en France).

Réseau de transport d'éléments finis (pipeline)

Un pipeline est un mode de transport des matières fluides réalisé au moyen de conduites constituant généralement un réseau. Les produits généralement transportés par un pipeline sont le pétrole et autres hydrocarbures liquides, le gaz naturel et autres gaz combustibles, ainsi que certains produits chimiques.





Pipelines de pétrole

Infrastructure

Les réseaux de transport par canalisation sont composés de tronçons de conduites et d'ouvrages connexes, remplissant des fonctions précises :

- les stations d'injection ou de départ constituent les points d'entrée du réseau de transport,
- les stations de compression (pour les gaz) ou stations de pompage (pour les liquides) sont réparties régulièrement le long des réseaux de transport pour maintenir la pression et la vitesse du fluide dans les canalisations,
- les postes de livraison permettent de mettre la matière transportée à disposition des destinataires intermédiaires ou finaux,
- les postes de sectionnement permettent d'isoler un tronçon de canalisation afin d'assurer sa maintenance ou de limiter les conséquences néfastes en cas de fuite.

Fluides particuliers transportés

- Hydrogène :L'hydrogène est un gaz très inflammable et très léger; cela rend ses conditions de confinement particulièrement délicates,
- Eau,
- Saumure : La saumure est une solution aqueuse d'un sel. Elle est utilisée notamment comme conservateur pour les aliments ou encore comme fluide caloporteur,
- Bière : Les bars du fameux stade de football du Veltins-Arena sont interconnectés par une canalisation de transport de bière longue de 5 km.

Réseau routier

Le réseau routier est l'ensemble des voies de circulation terrestres permettant le transport par véhicules routiers, et en particulier, les véhicules motorisés.

Certaines portions sont accessibles à tous types de véhicules, d'autres n'autorisent (pour des raisons de limitations physiques (ponts) ou de sécurité (vitesse) que certains types de véhicules, bénéficiants de certaines caractéristiques particulières.



Réseau routier de Miami

Types de voies

Suivant la taille et les règles de conduite imposées dans un certains tronçon de route, on peut identifier plusieurs types de voies :

- routes,
- voies express : voie dont les croisements sont réduits, supprimés ou aménagés afin d'éviter les arrêts de circulation,
- autoroutes : voie comportant deux chaussées à sens unique, séparées par un terre-plein central ou une double glissière de sécurité, ce qui rend très improbables les chocs frontaux. (Par analogie, on parle d'autoroutes de l'information pour qualifier les réseaux de communication à haut débit qui permettent l'échange de données entre systèmes informatiques).



Route en lacets (Trollstigen road, Norvège)

Législation

Pour circuler sur des routes internationales, un véhicule doit avoir une largeur inférieur à 2 m 50 ou 8 pieds 20 et une hauteur inférieure à 3 m 80 ou 12 pieds 50.

Des normes ont été instaurées pour les réseaux routiers internationaux, afin que l'intégralité des pays qui en font partis suivent les mêmes règles de conduite, pour éviter tout problèmes techniques et de sécurité vis-a-vis des conducteurs.

Elements secondaires des réseaux

Poteaux indicateurs : Il s'agit de poteaux équipés d'un ou plusieurs bras sur lesquels figurent les noms des directions à suivre.

Borne kilométriques : Elles portent un nombre qui indique la distance en milliers de toises depuis le point d'origine situé sur le parvis de Notre-Dame.

Réseau sanguin

Le réseau sanguin est un type de système circulatoire en circuit fermé qui assure le transport du sang du cœur vers les extrémités et les divers organes, et en retour de ceux-ci vers le cœur.

La circulation du sang permet le transport et l'échange interne d'une grande variété de substances biochimiques aux cellules de l'organisme, ainsi que la collecte des déchets métaboliques des cellules.

Histoire

Les Égyptiens avaient identifié le sang comme source de vie et siège de l'âme.

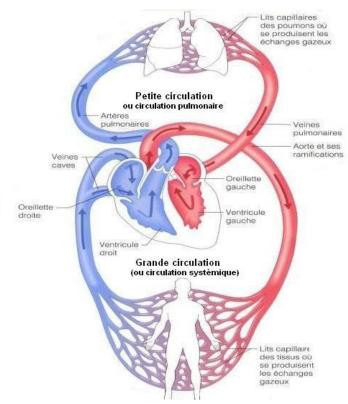
Grande et petite circulation

La circulation systémique (grande circulation), à pour rôle de recharger les muscles et organes en dioxygène et en nutriments.

La circulation pulmonaire (petite circulation) à pour rôle d'assurer la ré-oxygénation du sang par les poumons et l'élimination par ceux-ci du dioxyde de carbone (hématose).

Sens de circulation du sang

Les veines profondes et superficielles sont équipées de valvules. Ces « clapets », disposés tous les quatre à cinq centimètres, imposent un sens unique de circulation du sang, et empêchent le reflux.



Circulation du sang et de l'oxygène

L'insuffisance veineuse

L'insuffisance veineuse est un terme qui sert à désigner un déficit circulatoire veineux des membres inférieurs. Les valvules n'assurant plus leur fonction anti-reflux, le sang s'accumule dans les jambes qui deviennent lourdes

La gêne au retour sanguin veineux peut être provoqué par un obstacle (compression), une incontinence valvulaire autorisant un reflux sanguin, une dilatation importante du réseau veineux (varices), ou une dysfonction de la pompe musculo-veineuse.

Réseau social

Un réseau social représente un groupement qui a un sens : la famille, les collègues, un groupe d'amis, une communauté, etc. Il s'agit d'un agencement de liens entre des individus et/ou des organisations.

Règle des 150

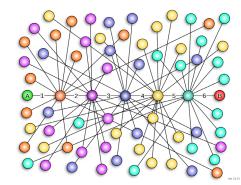
La psychologie évolutionniste forme l'hypothèse qu'il existe un nombre maximal de personnes qu'un individu puisse reconnaître et dont il puisse interpréter les réactions.

Selon l'anthropologue britannique Robin Dunbar, un être humain peut entretenir une relation humaine stable avec au plus 148 personnes, un nombre généralement arrondi à 150. Au delà de ce nombre, limité par les capacités et l'organisation cérébrales, des institutions structurées par des règles doivent intervenir.

La « règle de 150 », aussi appelée « nombre de Dunbar » limite la taille d'un réseau social. Si le groupe est plus nombreux, la relation de confiance s'en trouve affectée.

Six degrés de séparation

Les six degrés de séparation est une théorie établie par le Hongrois Frigyes Karinthy en 1929 qui évoque la possibilité que toute personne sur le globe peut être reliée à n'importe quelle autre, au travers d'une chaîne de relations individuelles comprenant au plus six maillons.



Visualisation artistique du principe des six degrés de séparation

Réseau de Bravais (cristallographie)

Un réseau de Bravais est une distribution régulière de points – appelés nœuds – dans l'espace qui représente la périodicité de la distribution atomique d'un cristal.

Dans un réseau, le groupe orthogonal est toujours fini et dispose d'une structure de groupe. C'est-à-dire qu'il existe un élément neutre, celui qui ne bouge aucun point du réseau, que l'application réciproque d'une isométrie est encore une isométrie et que la loi de composition des applications linéaires est associative.

Élucider la structure du groupe orthogonal d'un réseau de dimension 2 est relativement aisé. Il n'existe que 4 groupes finis possibles et ils sont tous de petits cardinaux : 2, 4, 8 ou 12.

Aucun outil sophistiqué n'est nécessaire, il suffit d'utiliser quelques matrices 2x2 pour arriver à ses fins. En dimension 3, la question se corse un petit peu.

Le groupe le plus vaste contient 48 éléments.

Mode de réseau Système	Primit if P	centré I	Bases centrées C	Faces centrées	Eléments de symétrie
Cubique a=b=c α=β=γ=90°					3C ₄ , 4C ₃ , 6C ₂ i , 9σ
Rhomboédrique a=b=c c=β=y?90°					1C₃, 3C₂, i 3σ
Hexagona I a=b?c α=β=90° γ=120°					1C ₆ , 6C _{2,} i 7σ
Quadratique a=b?c α=β=γ=90°					1C₄, 4C_{2,} i 5 σ
Orthorhom bique a ?b? c α=β=γ=90°					3 <i>C</i> ₂,i 3σ
Monoclinique a?b?c α=γ=90° β					1 c _{2,} i 1σ
Triclinique a?b?c αβγ90					i

Les 14 réseaux de Bravais

L'énergie

Relation avec le projet

Notre projet, quelle que soit son évolution, implique un élément communicateur d'énergie (le flux) et un élément receveur d'énergie (les entités).

L'action est celle d'imposer le mouvement du flux des entités, la résistance de cette action correspondant à la différence entre ce mouvement imposé et au mouvement naturel du rayon. Ainsi, le flux "dépense" une certaine quantité d'énergie pour soumettre les entités à son propre mouvement (qu'il possède de l'énergie en quantité finie ou non).

Le flux est un moyen de transfert d'énergie, et se transfère s'accompagne de la génération d'entropie. On peut voir l'activité du joueur comme une sorte de maintien de l'intégrité de la structure, permettant la néguentropie du système (et donc sa vie ?)

Ce point prend énormément de sens si l'on passe d'un système où le flux dispose d'une quantité d'énergie illimitée à un système où le flux consomme de l'énergie pour être actif. On peut même voir que l'énergie que le flux récupère de son environnement, vient peut être des échanges d'énergies imparfaits qui se font en son sein (comme les êtres vivants émettent de la chaleur, qui va éventuellement "leur revenir" sous une autre forme).

Définition générale

L'énergie est un concept à mettre en relation avec ceux d'action, de force et de durée. Que ce soit une énergie physique ou une énergie spirituelle, on peut considérer que l'énergie est la quantité de force à appliquer pendant un certain temps pour accomplir une action. Ainsi, toute action offrant une résistance possède un certain "coût" en énergie.

On peut donc voir l'énergie comme une "monnaie d'échange", une ressource qui est consommée pour changer l'état d'un objet. Cette vision est à mettre en relation avec le concept de ressource énergétique tel qu'il existe en économie.

Énergie physique

En science physique, l'énergie mesure la capacité d'un système à modifier un état, effectuer un travail. Ce travail peut entraîner : un mouvement, un rayonnement électromagnétique ou de la chaleur. L'énergie en physique s'exprime en Joules, une Joule valant 1 N*m soit 1kg*m²*s-1.

Thermodynamique

La thermodynamique est la science de la chaleur et des machines thermiques. C'est aussi la science des grands ensembles en équilibre.

Les principes de la thermodynamique permettent d'étudier les échanges d'énergie d'un point de vue thermique. Il en existe cinq mais le Premier et le Second sont les plus importants :

- Principe zéro de la thermodynamique : la température est une grandeur repérable
- Premier principe de la thermodynamique : principe de conservation d'énergie. La somme totale de l'énergie d'un système isolé reste constante (Lavoisier Rien ne se perd, rien ne se crée).
- Second principe de la thermodynamique : La conversion d'énergie n'est jamais complète, une partie de l'énergie convertie se dissipe dans le système sous la forme d'une énergie désordonnée. La conséquence de ce principe est que l'entropie (le désordre) d'un système fermé ne peut qu'augmenter ou se maintenir (dans le cas où les échanges énergétiques sont nuls).
- Troisième principe de la thermodynamique : L'entropie d'un corps pur à 0 K est nulle. Cette loi permet d'avoir une valeur déterminée de

l'entropie.

Catégories d'énergie physique

- Énergie cinétique : énergie du mouvement

- Énergie thermique : énergie de la chaleur

- Énergie électrique : liée à la quantité d'électricité

- Énergies potentielles : énergie pouvant être libéré quasiment sans travail (sans dépense d'énergie). Un système instable se transforme en un système plus stable (le plus stable ayant une énergie moins importante)

- mécanique
- chimique
- gravitationnelle
- électromagnétique

Économie de l'énergie

L'énergie, en tant que secteur de l'économie (activité humaine consistant en la production, la distribution, l'échange et la consommation de biens et de services) comprend la production, le transport, la transformation, la distribution et la commercialisation des diverses sources d'énergies.

On considère que la production d'énergie primaire est suivie par une production d'énergie secondaire (production de produits pétroliers par raffinage)

Énergies primaires

Les ressources énergétiques primaires principales sont :

- Les énergies fossiles (gaz naturel, charbon, pétrole, etc)

- L'énergie nucléaire
- Les énergies renouvelables (hydroélectricité, éoliennes, etc.)

Énergie finale

Le terme d'énergie finale est utilisé lorsque l'on considère l'énergie au stade final de la chaîne de transformation. Les formes d'énergies finales sont variées :

- Énergie mécanique : utilisée pour l'industrie, l'agriculture, les transports, divers usages domestiques
- Énergie électrique : utilisée pour l'industrie (informatique), l'éclairage, la réfrigération, divers équipements domestiques...
- Énergie thermique : utilisée dans l'industrie, l'agriculture, pour le chauffage, la réfrigération, la climatisation...

Énergie spirituelle

L'imagerie populaire représente parfois l'énergie comme un fluide passant d'un objet à l'autre au cours de ses transformations.

Dans L'énergie spirituelle, recueil de conférences d'Henri Bergson, paru en 1919, l'auteur développe l'idée qu'il existe une énergie spirituelle qui ne peut se réduire à l'énergie physique et biologique. En effet, Bergson réfute la thèse du parallélisme psycho-physique.

Cette thèse considère en effet qu'il existe une correspondance entre état mental/psychique et état cérébral. Bergson s'oppose à toute recherche neuro-biologique qui ne peut que décrire des mouvements moléculaires et cérébraux sans pouvoir expliquer des opérations de la conscience, comme la pensée, le rêve, ou l'interprétation.

La conscience considérée comme mémoire et le cerveau comme organe de ce qui nous adapte à la vie permet d'avancer l'idée originale que l'homme conscient, l'homme d'action est en réalité un rêveur empêché et remis sur le droit chemin de la vie « qu'il faut bien vivre ».

Vitalisme

Dans la tradition philosophique du vitalisme, le vivant n'est pas réductible aux lois physico-chimiques. Selon cette philosophie, la vie est de la matière animée par une sorte de "force vitale", force qui s'ajouterai pour les êtres vivants, aux lois de la matière.

Selon André Lalande le vitalisme est une "doctrine d'après laquelle il existe en chaque être vivant un «principe vital», distinct à la fois de l'âme pensante et des propriétés physico-chimiques du corps, gouvernant les phénomènes de la vie".

En philosophie, le Vitalisme s'oppose au mécanisme, tout étant différent de l'animisme (le Vitalisme subordonne la matière à la vie, l'animisme subordonne non seulement la matière à la vie, mais aussi la vie à la pensée).

Biologie

Comme tout le monde physique, les êtres vivants sont soumis au deuxième principe de la thermodynamique (l'entropie) qui veut que le désordre au sein d'un système qui comporte des échanges d'énergie interne ne peut qu'augmenter. C'est donc un paradoxe que les êtres vivants parviennent à se maintenir structurés alors que l'entropie en leur sein devrait augmenter. Ce paradoxe, étudié par le prix Nobel Erwin Schrödinger, a poussé ce dernier à développer le principe de néguentropie.

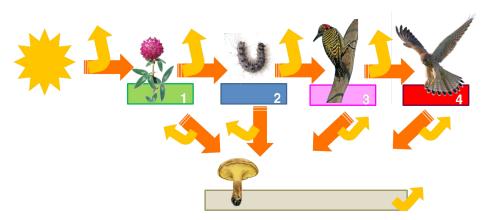
La néguentropie

La néguentropie est le facteur d'organisation d'un système physique, qui s'oppose à la tendance naturelle à l'entropie, telle qu'elle est exprimée par la seconde loi de la thermodynamique (voir plus haut). Selon ce principe, les êtres vivants fonctionnent comme des systèmes dits "dissipatifs ouverts", autrement dit :

- Leur intégrité dépend en permanence d'un flux d'énergie entrant

- Cette énergie est utilisée pour construire des structures ordonnées, ce qui correspond à une baisse, ou un maintien de l'entropie interne.
- En contrepartie ils rejettent de la chaleur dans leur environnement, ce qui induit une hausse de l'entropie externe

On peut dire que la vie en soi est une forme de néguentropie. Une cellule tend à conserver son organisation, sa structure et son fonctionnement grâce à la consommation d'énergie venant de l'extérieur. Une cellule morte est une cellule qui n'entretient plus de néguentropie, donc elle se désagrège.



La néguantropie transposée à la chaine alimentaire

Du point de vue de la Théorie de l'Information, la néguentropie peut se voir comme étant permise par des voies de communication sélectives entre le système dont il est question et son environnement : si une cellule perd cette capacité de sélection dans ses échanges avec son environnement, elle meurt rapidement, notamment sous l'effet de toxines dont elle ne peut plus se protéger.

La circulation

Relation avec le projet

Notre projet comporte une multitude d'agents qui parcourent le même réseau, créant ainsi une circulation.

La circulation peut avoir bien des états grâce à de multiples paramètres, il est important d'analyser de quoi est constitué un réseau pour connaître les leviers sur lesquels nous pouvons nous appuyer pour contrôler les enjeux de circulation qui se trouvent au coeur de notre projet, et de pouvoir les moduler si nécessaire.

Définitions générales :

- Marche continue et successivement renouvelée d'un fluide
- Mouvement continu du sang dans les veines et les artères
- Mouvement des véhicules et piétons sur les voies de communication
- Action d'aller d'un lieu à l'autre, d'aller et venir
- Fait d'être diffusé, publié, passé de main en main, propagé...

En biologie

Déplacement permanent d'un liquide à l'intérieur d'un organisme animal ou végétal pluricellulaire, assurant les échanges respiratoires, alimentaires et excrétoires d'une cellule à l'autre ou entre l'organisme et le milieu qui l'entoure. (Toute circulation, qu'elle mette en mouvement la sève [plantes] ou le sang [animaux], suppose un appareil circulatoire.)

En économie

Ensemble des structures et des mécanismes grâce auxquels les facteurs de la production, les produits et les services sont mis à la portée des utilisateurs et se déplacent sur les divers marchés.

En thermodynamique

Déplacement d'un fluide dans un circuit fermé.

On retrouve souvent cette idée de circuit fermé, de piste. Il y a aussi une notion de transport (de marchandises, de personnes, de nutriments pour les organes, de data...) ainsi que de continuité du mouvement.

Circulation sanguine

On distingue chez l'humain deux types de circulation sanguine: la petite (circulation pulmonaire, assurant les échanges de O2/CO2 entre le sang et les poumons) et la grande (circulation systémique, assurant les apports en O2 et autres nutriments aux muscles et organes).

Le système sanguin constitue un vaste réseau qui est également un circuit fermé et à sens unique. En effet, grâce aux valvules (sortes de clapets disposés dans les veines tous les 5 centimètres) le sang ne peut circuler que dans un seul sens.

La continuité du flux sanguin est assurée par l'élasticité de l'aorte. En gros, le coeur envoie un flux sanguin discontinu (du ventricule gauche vers l'aorte pour la grande circulation) et l'aorte, grâce à sa grande élasticité, peut se comprimer et décomprimer afin de donner à l'afflux sanguin un débit continu.

Le système sanguin comporte 2 sens de circulation. Pour chaque branche qui part du coeur et va vers une partie du corps, il y a une branche qui fait le chemin inverse afin de ramener le sang au coeur. On a donc une circulation continue dans les deux sens, le système constituant ainsi un circuit fermé.

Archétype pêche aux canards

Relation avec le projet

Tout comme notre projet, la pêche au canard comporte un flux dans lequel gravitent des entités. Ces recherches nous ont servit à identifier les points sur lesquels s'appuyent les forains pour gérer, entre autre, la difficulté de ce jeu, pour nous en servir au travers de notre projet.

Définition

Dans une pêche aux canards, les canards flottent sur un bassin empli d'eau, généralement animée par un courant pour éviter que ces objets flottants ne soient statiques.

Les canards en plastique moulé creux sont lestés pour assurer leur stabilité et doté d'un anneau de métal fixé à la tête. Les figurines sont souvent numérotées par dessous.



Pêche au canards traditionnelle

Au bout de chaque ligne de pêche est situé un crochet qui permet de saisir l'anneau dépassant du canard.

Selon le nombre de canards pêchés, ou de la valeur des points écrits au-dessous, les enfants obtiennent un lot en récompense.

Bassin

Le bassin de forme ovoïde comme une piste d'athlétisme est doté de deux pompes à air, posées au début de chaque ligne droite, faisant office de booster pour les canards.

La vitesse des canards décroît ensuite à l'intérieur de la ligne droite, pour atteindre une valeur quasi nulle une fois arrivé au point de virage.

Flux de canards

Plus il y a de canards dans le bassin et moins ils se déplaceront rapidement.

Ainsi, une plus grosse concentration de canards occasionnera, par phénomène physique de collisionnement, des bouchons, et donc une déccélaration des canards, facilitant ainsi leur prise par les pêcheurs.

Etat des canards

Les canards peuvent avoir des états différents, en fonction de leur indice de flottaison (tout canard plongé dans l'eau se voit repoussé par une force proportionnelle au volume de canard immergé). Pour parer à ce phénomène, les canards sont donc affublées d'une massette de forme cylindrique. Cependant, il arrive qu'un mauvais lestage fasse perdre l'équilibre à certains canards, ceux-ci se retrouvent alors à frotter contre le fond du bassin, freinant leur mouvement, représentant de ce fait une proie parfaite pour les pêcheurs.

Modulations

Il existe des variations de la pêche aux canards, comme la photo cicontre, où les joueurs sont embarqués sur des bouées mobiles, ce qui rend la pêche plus complexe, cependant les joueurs sont pourvus d'outils plus efficaces (ici, une d'épuisette) pour compenser cette difficulté supplémentaire.



Un enfant embarqué sur le bassin des canards

Variante : les ours et la pêche aux poissons

Tout comme la pêche aux canards, où le but est d'attraper des entités qui naviguent dans un flux, la pêche aux saumons dans les torrents est plus complexe.

Etant donné que la force du courant et la profondeur de l'eau sont grandes pour que les ours puissent y pêcher dans les meilleurs conditions (mais aussi parce que ce sont de grosses feignasses), ceux-ci attendent au niveau des cascades ou chutes d'eau pour y attendre les saumons.



Un saumon qui remonte un torrent, où attendent deux ours

Cette technique pousse le concept de la pêche aux canards à un état plus complexe, de par plusieurs aspects :

- Flux (torrent) large
- Temps de réaction court : entités (saumons) rapides
- Zone de pêche restreinte et comportant des dangers (chutes, courant, ...)
- Compétiteurs nombreux et affamés

Cependant, le nombre de saumons est relativement important et permet un grand nombre d'itérations pour parvenir à obtenir une prise.

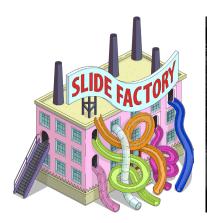
Archétype toboggan

Relation avec le projet

En partant du postulat qu'un toboggan est, au même titre qu'un flux, un parcours de largeur et taille définit, qui émet une force aux éléments qui se situent en son sein (gravité, eau, etc...), le toboggan est une piste de recherche qui nous ouvre de nouvelles voies sur les possibilitées que nous pouvons dégagés des flux présents dans notre projet.

Piste ou structure tubulaire descendante

Un toboggan (en Europe) est une structure qui permet de descendre en glissant d'un point à un autre. Cette structure peut être constituée de diverses matières (plastique, bois, métal), et destinée à des usages divers, tels que le jeu, l'évacuation d'urgence de personnes ou le transport de matériaux.



Slide Factory - The Simpsons



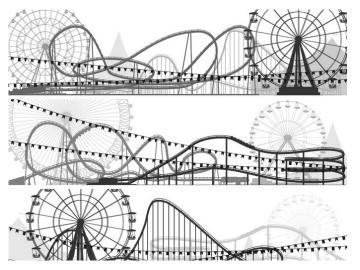
Pollin's fusion waterslides

Montagnes russes

Les montagnes russes sont des attractions composées de véhicules parcourant rapidement des trajets sur des pentes sinueuses dans le but de créer des airtimes et propulsions comme dans toute attraction, amenant à des sensations de peur et d'amusement procurant de l'adrénaline chez les passagers.

Les parcours, dontle trajet ne forme pas nécessairement un circuit fermé, sont constitués de rails ou guides tubulaires, évoluant en hauteur selon des schémas spécifiques comportant des forts dénivelés dont parfois quelques retournements dont le plus commun est le looping.

En 1995, Disneyland Paris fut l'un des pionniers des montagnes russes lancées, le démarrage propulsant subitement les passagers à grande vitesse, avec Space Mountain, inspiré du départ de la fusée imaginée par Jules Verne sur son roman «De la Terre à la Lune», avec une propulsion vers le haut sur une rampe inclinée à 30°.



Roller Coaster - WorldArt

Toboggan aquatique

Un toboggan aquatique est un type de toboggan dont la forme est conçue pour être utilisée avec de l'eau.

Le parcours est constamment alimenté par un système de pompe recyclant l'eau, permettant de simplement humidifier la surface ou de créer un réel courant.

Les frottements sont réduits par aquaplaning grâce à la poussée de l'eau améliorant les accélérations, mais pouvant à l'inverse effectuer un freinage à grande vitesse.

Chaque toboggan peut être rectiligne ou jalonné de plusieurs bosses et sinuosités possédant un tracé étudié pour accentuer les accélérations verticales. Comme pour une attraction, ils peuvent être équipés de dispositifs se déclenchant par surprise au passage des personnes: brumisation, lumière laser dans le tube, etc.

Les toboggans multi-pistes parallèles

Formés de 4 à 8 pistes parallèles permettant éventuellement d'effectuer la course entre amis ou famille,



Un toboggan "multipistes parallèles"

Toboggans tubulaires

Ces toboggans prennent la forme de tubes, comme leur nom l'indique. Ils peuvent également se présenter sous forme de demis-tubes, ou encore, alterner les deux éléments durant le parcours. Ces toboggans ont la particularité de pouvoir aisément accueillir plusieurs courbes, et ce sans risque de voir les personnes passer par-dessus les glissières.

Les toboggans en « entonnoir »

La personne se met à tourner et finit par chuter par l'embouchure, menant soit à la suite du parcours, soit à un plongeon final dans l'eau.



Le plus haut toboggan "en entonnoir" du monde - Chine

Les" Lazy River"

Les Torrent River et Wave River, peuvent être également classifiés comme attractions sur bouées associées aux toboggans, bien qu'il s'agisse cette fois d'un circuit progressif en boucle fermée.



Un toboggan "Lazy River"

Toboggan d'évacuation

Un toboggan d'évacuation est un dispositif gonflable utilisé pour évacuer un avion rapidement en cas d'incident. La plupart des avions de ligne affichent des temps de déploiement d'environ cinq secondes.



Un toboggan d'évacuation

Toboggan / radeau

Un toboggan / radeau permet également l'évacuation des passagers sur la terre ferme, mais permet aussi d'éloigner les passagers de la zone de crash en se servant d'eux comme de radeaux. Les toboggans / radeaux peuvent être éloignés de l'appareil en cas d'amerrissage.

Autopont

Un autopont est un pont construit pour améliorer la circulation routière et emprunté uniquement par des véhicules à moteur.

La vitesse y est limitée, le plus souvent à 50 km/h.

Il est très rare que des poids lourds, et plus encore cyclistes ou piétons puissent emprunter ce type d'ouvrage.



Un autopont - Bordeaux

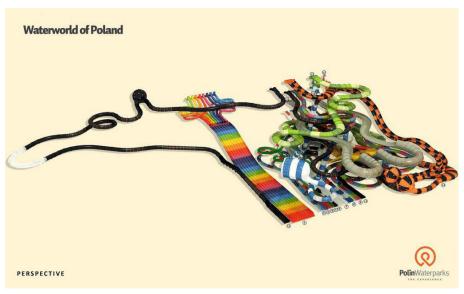
Visuels de toboggans particuliers



Jamie Bard - Longest Slide in the World (Wales)



Parcs aquatiques - côte de la mer Noire



Waterworld of Poland



Hotel Atlantis - Dubai

Archétype train électrique

Relation avec le projet

Une ligne de train tient de certains aspects en commun avec notre prototype, par la gestion des courbes constituant le flux ou de la gestion de l'espace, il est donc interessant de faire des recherches dessus pour étudier comment ces aspects sont traités dans ce domaine, afin de les traiter de manière cohérente dans notre prototype si besoin.

Locomotive électrique

Une locomotive électrique est mue par des moteurs électriques.

Ceux-ci sont alimentés soit, cas le plus général, par une ligne de contact aérienne, soit par un troisième rail (notamment dans les métros), ou parfois par des accumulateurs de bord.

Les locomotives électriques actuelles vont de petites machines à piles utilisées dans les mines à de puissantes locomotives de ligne de six MégaWatt ou plus.



Locomotive électrique

Rame automotrice

Définition

Une rame automotrice désigne un ensemble cohérent de véhicules ferroviaires attelés entre eux, qui assure seule sa propulsion. Un tel ensemble ne nécessite donc pas d'être tiré ou poussé par une locomotive indépendante. Une rame automotrice dispose d'une cabine de conduite à chaque extrémité et est donc parfaitement réversible ce qui permet d'éviter toute manœuvre au terminus.



Rame automotrice - Intercité

Avantages

- Couplage : Une rame automotrice peut, le plus souvent, être jumelée à une ou plusieurs autres rames identiques. Le nombre de véhicules qui composent une automotrice peut varier selon les types, depuis un seul, pour des automotrices qui assurent des relations locales sur des lignes à faible trafic, et jusqu'à seize véhicules.

- Traction : Les performances de traction sont régulières quelle que soit la composition : une automotrice tractionnera exactement de la même façon que deux, trois, quatre...

Inconvénients

- Couplage : Une avarie à une voiture peut entraîner l'immobilisation de tout le véhicule.

Lorsqu'on accouple deux ou plusieurs de ces véhicules, la présence des cabines de conduite intermédiaires empêchent l'inter-circulation de bout en bout à l'intérieur de ceux-ci.

- Utilisation : Il s'agit de véhicules spécialisés dans un unique type de service (par exemple, le transport de voyageurs sur une ligne de banlieue) et ils ne peuvent servir à autre chose lorsque ce service est interrompu (par exemple, la nuit), étant généralement incapables de déplacer autre chose qu'eux-mêmes.

Train miniatures

Définition

La dénomination « train électrique » désigne un train jouet à échelle réduite.

le train électrique et ses accessoires sont le plus souvent regroupés dans un coffret dit « de départ », comprenant :

- une locomotive propulsée par un moteur électrique,
- des voitures et des wagons,
- des éléments leur permettant de rouler : la voie et l'alimentation électrique.

Anecdote

Dès 1887, un train électrique miniature est envisagé pour le service de table.



Coffret de train électrique

Autres modèles

Il existe des trains miniatures non-alimentés par l'électricité : ces derniers peuvent être à vapeur vive, ainsi que, plus rarement, à propulsion mécanique (ressort, friction) ou poussés à la main.

Ce simple jeu avec un train miniature ou du fait de jouer au train électrique connaît une évolution: le modélisme ferroviaire : son but est de constituer une maquette réaliste sur laquelle les trains seront le sujet central. Le modélisme ferroviaire consiste alors, pour la plupart de ses pratiquants, à construire un réseau (parfois improprement appelé « circuit ») aménagé et décoré, sur lequel le modéliste fera circuler ses trains en s'inspirant de la réalité du monde ferroviaire.

Modélisme ferroviaire

Définition

Le modélisme ferroviaire est une activité de modélisme concernant les trains et le monde ferroviaire, et tout particulièrement leur reproduction suivant une échelle et un thème définis, ainsi que leur exploitation.

Trains de jardin à vapeur vive

Ces modèles sont majoritairement des reproductions de locomotives à vapeur, alimentées en charbon ou en gaz, et sont parfois capables de tirer plusieurs centaines de kilogrammes.



Locomotive à l'échelle 1:8 alimentée au propane.

Réseau

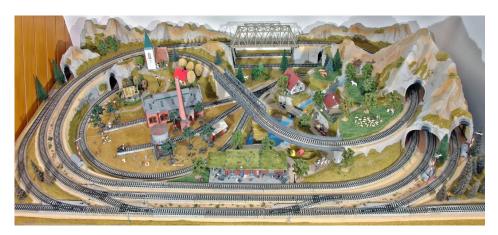
Tous les réseaux ferroviaires miniature ont un point commun : faire rouler des trains.

Le réseau est donc souvent conçu et optimisé pour avoir un maximum de possibilités de roulement. Dans le cas de la reproduction d'une gare, d'une desserte, d'un embranchement ou d'un quelconque site ferroviaire remarquable, celui-ci est souvent choisi pour ses possibilités de jeu.

Il existe plusieurs manières pour exploiter un réseau miniature : fiches horaires, contraintes aléatoires... Une « coulisse » attenante peut faciliter le stockage des trains, en évoquant un « ailleurs ».

Certains réseaux ont des voies étudiées afin d'amener des contraintes d'exploitation supplémentaires, comme des voies trop courtes pour manœuvrer une rame complète. C'est souvent le cas des microréseaux.

À l'inverse, dans le réseau «spaghetti», le rail tient le rôle principal, au travers d'un enchevêtrement de voies visant à utiliser tout l'espace disponible. Les installations sont condensées pour faciliter le jeu et l'exploitation, au détriment du réalisme et, pour certains, du plaisir du jeu. Souvent présenté par les industriels comme un idéal à atteindre, ce genre de réseau est souvent celui souhaité par les débutants dont le but est avant tout de faire rouler des trains sur un maximum de voies.



Un réseau « spaghetti » des années 1950

Mondes imaginaires

Il existe des réalisations modélistes sortant complètement de l'aspect reproduction de la réalité au sens strict. Ces réseaux possèdent alors leur propre univers avec ses règles, ses habitudes, ses histoires, ses habitants... Le train y est souvent présenté comme un vecteur social important, pour ne pas dire majeur : la maquette représente alors une utopie ferroviaire avec tous les détails habituellement mis en œuvre pour suggérer l'impression de vie,



La ReFeRe66, un monde imaginaire dominé par les trains.

Micro-réseaux

Un micro-réseau est un type de structure de réseau qui se distingue des réseaux conventionnels par une surface très réduite, et une exploitation faisant place au maximum de manœuvres possibles.

On ajoute parfois à ces signes distinctifs une structure inusitée (par exemple le shoe-box layout, réseau conçu dans une boîte à

chaussures), une forme particulière, un tracé de voie connu, ou extrêmement compliqué et retors pour les manœuvres.



Un micro-réseau, dans une malette de 32 cm sur 42 cm

Conception d'un réseau

C'est là que vont se rencontrer :

- le thème choisi (lieu, époque),
- le système d'alimentation voulu,
- les spécificités liées aux trains qui circuleront,
- l'échelle choisie,
- la taille du réseau

Un certain nombre de règles existent pour la conception d'un réseau, elles sont d'ordre technique, comme la création de rampes et de pentes, la conception de rampes hélicoïdales, les gabarits de passage des trains ou la mise en application du type d'alimentation choisie.

Les voies obéissent également à des règles techniques pour éviter les erreurs de tracé ou les déraillements.

L'autre aspect est plus esthétique et ludique, et va permettre de réaliser un réseau qui soit agréable à exploiter et à observer, avec un bon équilibre entre voies et décor.

Cela peut se traduire par le choix des rayons de courbe larges pour que la circulation du train soit visuellement plaisante, la mise en place d'artifices pour camoufler le passage d'un train quand il ne doit plus être vu (passage derrière une rangée de bâtiments, une forêt, sous un pont, etc.) ou la mise en place des éclairages permettant de souligner un point particulier de la maquette. Au niveau du tracé, le modéliste cherchera à ce que l'agencement des gares, des garages et des coulisses rende le jeu ferroviaire intéressant.

Tracé des voies

L'ovale de voie, le plus utilisé, permet au train de «tourner en rond». Ce type de tracé est souvent décrié du fait que le train passera immanquablement plusieurs fois au même endroit, et que le décor semble cerné par la voie. Équipé d'une coulisse et d'un fond de décor, ou fortement agrandi et déformé, ce type de tracé reste cependant une bonne base pour s'amuser.

Le point à point entraîne les trains d'un point à l'autre du réseau, chaque extrémité étant une impasse. Cela peut correspondre à deux gares, ou à une gare et une coulisse. Dans la plupart des cas, les trains doivent manœuvrer pour repartir dans l'autre sens. Une variante est le point à boucle (point to loop), et permet de tourner le train dans la boucle, qui correspond la plupart du temps à la coulisse, avant de le faire revenir à son point de départ.

L'os de chien, composé de deux boucles, reliées par les voies, ce qui donne une forme analogue à un os de chien et le réseau de manœuvres, créé uniquement pour manœuvrer les trains. Il peut alors s'agir d'un dépôt, d'une usine ou de toute autre place où les trains sont contraints à de nombreux mouvements.

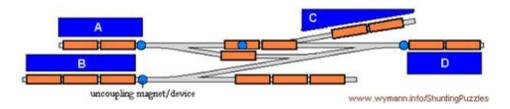
Aspect pédagogique

Certains réseaux, majoritairement en Amérique du Nord, sont conçus pour respecter des règles d'exploitation précises, contraintes par des consignes automatiques et des horaires, ou en mettant en place un jeu consistant à reproduire l'expédition de wagons.

Chaque rame et chaque wagon possède une fiche indiquant son point de départ et d'arrivée. L'exploitation du réseau se fait suivant des contraintes proches du chemin de fer réel : respect des horaires, manœuvres de desserte, voire incidents simulés.

Le tracé, par des voies limitées en longueur ou sections inaccessibles par un type de matériel, permettent de pimenter le jeu ferroviaire.

Il existe ainsi de véritables casse-tête ferroviaires, tel que le Timesaver, casse-tête ferroviaire célèbre, créé par John Allen.



Un exemple de Timesaver

Les trains miniatures peuvent également servir à un apprentissage professionnel dans le monde des chemins de fer. La représentation de la marche d'un train et de ses interactions avec la signalisation et les dispositifs de sécurité, en situation réelle parmi les autres convois, peut être mise en place sur un réseau miniature. Elle peut alors servir à la démonstration des règles de sécurité et à l'apprentissage des futurs cheminots, notamment pour les futurs régulateurs.



Apprentissage de la signalisation grâce à un réseau miniature - Dresde, 1975

Réseaux à taille humaine

Réseau composé de modules FREMO assemblés entre eux pour créer un seul et unique réseau.



Réseau d'exposition australien, constitué de modules présentés en show-case

Train train électrique (Mario Party 8)

Il s'agit d'un des nombreux mini-jeux de mario party 8 :

Les joueurs doivent pointer leur curseur sur leurs trains, afin qu'ils ne percutent pas les ballons de leur couleur.

Si un train s'approche d'un ballon, sa sirène s'éteindra.

Les joueurs doivent concourir jusqu'à ce que l'un d'entre eux ai perdu trois de ses ballons, ce qui entraîne une victoire pour l'adversaire.

Un train s'arrête momentanément de bouger lorsqu'il entre en contact avec un ballon.



Mini-jeu «Train train électrique» (Mario Party 8)

Chemin de fer électrifié (Open TTD)

Les chemins de fer électrifiés sont une nouvelle fonctionnalité du jeu OpenTTD 0.5.0 qui permet aux locomotives électriques de ne rouler que sur une voie électrifiée.

Les chemins de fer électrifiés peuvent être construits comme des voies normales, et peuvent aussi croiser des voies normales. Cependant, les trains électrifiés ne voyageront pas sur une voie normale. Les voies normales peuvent être converties en voie électrifiée par l'outil de conversion de voie.

Il faut faire très attention lors de la mise à jour d'une voie ordinaire en voie électrifiée, car il est très difficile d'apercevoir de petites zones de voie non électrifiée que l'on aurait oubliées.

Tout train électrique s'arrêtera et fera demi-tour en rencontrant une de ces sections, ce qui amènera des encombrements majeurs dans le réseau.



Une section de rails électrifiés

James Turrel

James Turrell est un artiste américain dont les principaux média d'expression sont la lumière et l'espace. Turrell revendique pour sa démarche artistique la double appartenance à la culture scientifique et technique, et à la culture atlantique et pacifique.

Relation avec le projet

Les médias mis en valeurs par James Turrel concordent avec le premier prototype que nous avons développés, qui était basé sur une zone de jeu limitée et qui comportait des rayons lumineux. Ces notions de lumière et d'espace ont ensuite été reprises partiellement dans d'autres itérations de notre projet.

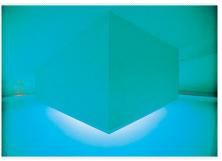


Afrum (White) - 1967



Alta Blue - 1968





Heavy Water - 1991









The sky's color changes

Astérismes / constellations

Relation avec le projet

L'aspect visuel des réseaux de notre projet a longtemps été aparenté à des constellations. C'est de ce constat que des recherches sur les constellations et les astérismes ont été faites, pour identifier les éléments qu'il était possible de tirer de cette référence.

Définition Astérisme

En astronomie, un astérisme est une figure remarquable dessinée par des étoiles particulièrement brillantes. En général, ces étoiles ne sont liées ni par une interaction gravitationnelle significative, ni par une gestation commune, ce qui fait d'un astérisme un objet céleste plutôt arbitraire et subjectif.

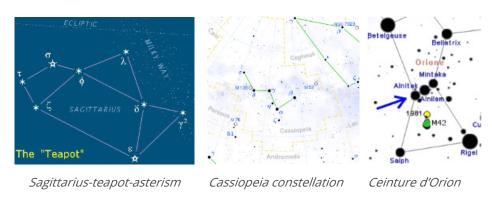
Un astérisme peut occuper une région suffisamment vaste du ciel pour être bien identifiable à l'œil nu.



Le Triangle d'été, est l'un des plus grands astérismes de l'hémisphère nord.

Astérismes chinois

Le ciel visible depuis les latitudes de l'empire chinois a été subdivisé en plusieurs régions, de taille moindre de celle des constellations occidentales. On compte ainsi près de 300 astérismes utilisés par les astronomes chinois des temps anciens.



Définition constellation

Une constellation est un ensemble d'étoiles dont les projections sur la voûte céleste sont suffisamment proches pour qu'une civilisation les relie par des lignes imaginaires pour créer une forme quelconque.

Les constellations ont été utilisées au cours de l'histoire pour :

- le repérage céleste et terrestre,
- comme représentations mythologiques

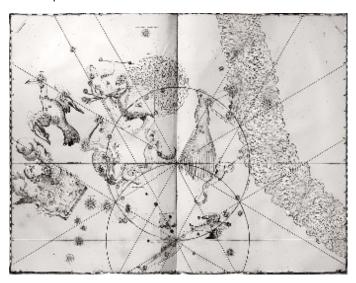
Les constellations paraissent être regroupées dans le ciel nocturne, mais elles sont ordinairement très dispersées dans l'espace tridimensionnel.



Vue d'artiste de la constellation de la Grande Ourse

Actuellement, l'Union astronomique internationale divise le ciel en 88 constellations avec des frontières précises, pour que tout point du ciel appartienne à une constellation et à une seule.

Elles sont regroupées en deux parties, divisant le ciel en suivant plus ou moins les deux hémisphères terrestres : le ciel austral pour le sud et le ciel boréal pour le nord.



Les constellations australes, dessinée par Johann Bayer, 1603

Les Grecs anciens divisaient le ciel en deux parties : les constellations et les espaces entre celles-ci qui étaient censés n'appartenir à aucune. Johann Bayer, en produisant une carte du ciel pour chaque constellation, commence à rattacher tout point du ciel à une constellation donnée.

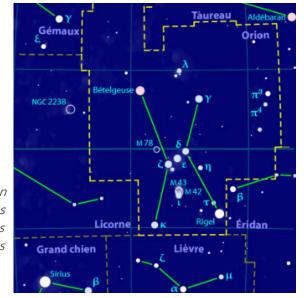
Constellations de l'UAI

Dans les années 1920, l'Union astronomique internationale décide de mettre de l'ordre dans les constellations et d'en définir rigoureusement les limites.

Le tracé est fait de manière à respecter les appartenances des différentes étoiles brillantes à leur constellation traditionnelle. Dans la mesure du possible, le rattachement d'étoiles ou d'objets célestes plus faibles, qui avaient été cités dans la littérature scientifique, est également respecté.

De ce fait, ces limites sont parfois très tortueuses, poussées d'un côté ou de l'autre pour inclure telle étoile et laisser telle autre dans la

constellation voisine.



La constellation d'Orion schématisée, ses étoiles principales et ses limites actuelles

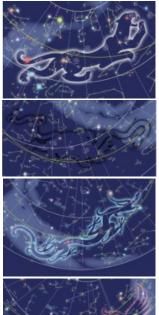
Constellations chinoises

Les astronomes chinois ont regroupé certaines étoiles en constellations.

Les vingt-huit constellations de la zone écliptique sont appelées maisons lunaires.

Elles sont divisées en quatre zones de sept constellations, correspondant aux quatre animaux de la symbolique chinoise (Dragon azur à l'est, Oiseau vermillon au sud, Tortue noire au nord et Tigre blanc à l'ouest).





Constellations des 4 animaux célestes

Les 4 animaux célestes

Contrairement au zodiaque, ces astérismes sont de taille extrêmement variable. Leur origine est à l'heure actuelle inconnue.

L'origine des maisons lunaires est très ancienne. Leur antériorité manifeste sur le reste du ciel chinois est vraisemblablement due à leur nécessité pour établir un calendrier, la place du Soleil dans ces astérismes étant un moyen de repérer le cycle des saisons.

Mouvement et position

La rotation terrestre entraîne un mouvement des constellations autour des pôles nord et sud célestes, alignés avec l'axe de rotation terrestre.

Dans l'hémisphère nord, le pôle coïncide avec la position de l'étoile polaire et dans l'hémisphère sud, avec σ Octantis. C'est pourquoi sur les cartes célestes de l'hémisphère nord, l'étoile polaire figure au centre.

Les constellations disparues

On les appelle constellations disparues ou obsolètes car elles ne sont plus observables isolément, parce qu'elles ont été fusionnées à d'autres constellations.

Certaines d'entre elles ont vu une ou plusieurs de leurs étoiles disparaître.

Sarkis

Sarkis, de son vrai nom Zabunyan, né à Istanbul (Turquie), le 26 septembre 1938, est un artiste contemporain turc d'origine arménienne.

Relation avec le projet

Les créations de Sarkis qui nous ont interessées pour nos recherches sont celles qui ont pour élément principal la lumière et les formes qui peuvent rappeler les rayons dont nos flux sont constitués, pour agrandir le spectre artistique de notre projet.



Rainbow - 2013



Respiro - 2015



Istanbul Biennale - 2011



Landscape Forever - 2008



Trésors de la mémoire - 2012

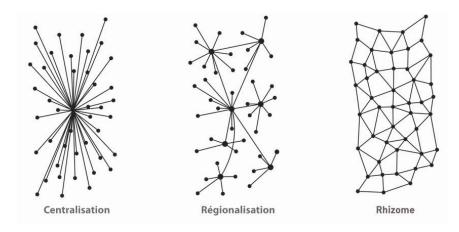
Les rhizomes

Relation avec le projet

Les rhizomes s'apparentent aux réseaux que l'on trouvent dans notre projet par ces caractéristiques principales, à savoir :

- Une structure qui a des embranchement de tailles similaires,
- Une structure interne qui sert principalement d'organe de réserve (stockant par exemple de l'amidon ou de l'inuline),
- Une capacité à se multiplier à partir d'une partie séparée de sa plante d'origine.

Ces similitudes nous ont poussés à nous y interresser.



Réseaux centralisé, décentralisé, et en rhizome

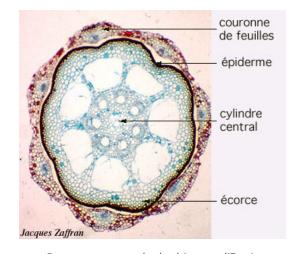
Apport visuel

Une propriété également intéressante qui lie les rhizomes à notre projet se situe sur le plan esthétique.

En effet, lorsque l'on observe un rhizome en coupe transversale, on peut y discerner plusieurs strates, visuellement comparables à des cellules organiques, de part leurs formes ondulée.

Les différentes strates possèdent leurs tailles, couleurs et granularités propres.

Cette esthétique est une base interessante sur laquelle effectuer des tests sur notre shader et voir si les résultats obtenus sont utilisables ou non pour notre direction artistique.



Coupe transversale de rhizome d'Equisetum

Les fourmis

Relation avec le projet

En plus de l'évidente corrélation que les réseaux des fourmis ont avec les structures en réseau que comporte notre projet, d'autres léments sont également interessants à constater chez les fourmis :

- L'esthétique toute particulière des structures crées par les fourmis.
- Une fourmillière est un réseau gigantesque d'individus organisés et vit sous le concept de superorganisme où chaque individu seul ne peut pas survivre, mais c'est finalement l'ensemble de tous les individus qui crée un grand individu autonome. (On peut retrouver une partie de ce phénomène d'un point de vue visuel, où c'est l'ensemble de toutes les entités qui forme l'esthétique visuele propre à notre jouet).
- Avoir une source unique ou presque à la création d'individus pour toute une société (On retrouve d'ailleurs ce phénomène de «recover» dans le design notre projet).
- La création du flux d'entités et leur méthode d'optimisation des trajectoires.
- Les différences morphologiques entre les individus définissent leur rôle dans la colonie.

Ces éléments sont tous des points d'entrés pour essayer d'ajouter de nouveaux éléments ou de modifier le design de notre projet, d'un point de vue d'une colonie dans un réseau vivant.

Définition fourmis

Les fourmis sont des insectes dit eusociaux, il s'agit d'un mode d'organisation social par castes fertiles et infertiles.

Les individus fertiles sont chargés de la reproduction tandis que les autres vont chercher la nourriture pour la ramener à la fourmilière ou encore défendre la colonie.

Les fourmilières ou colonie forment des galeries contenant parfois plusieurs millions d'individus.

Les fourmis aménage leur fourmilière de manière à protéger la reine et stocker la nourriture à des endroits stratégiques.

La reine est une fourmi unique dans toute la colonie, elle est la seule à pouvoir procréer et ainsi garantir la pérennité de toute la colonie, il existe cependant certaines espèces qui ont plusieurs reines, ou encore qui fusionne avec une autre colonie.



Supercolonie déterrée après avoir coulé du ciment à l'intérieur

Communication

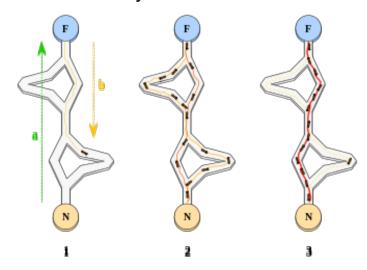
Les fourmis ont besoin de communiquer afin de se repérer dans l'espace et optimiser leurs trajectoires.

Pour cela elles ont principalement recours à des phéromones qu'elles déposent sur leur passage.

Elles créent des "pistes" olfactives destinées à guider les fourmis vers des sources de nourriture.

Avec ce même procédé elles peuvent aussi savoir quelle fourmi appartient à quel groupe de travail. De manière analogue, une fourmi écrasée ou attaquée produira une phéromone d'alerte dont la concentration élevée provoque une frénésie agressive chez les congénères à proximité ou dont une concentration plus faible suffit à les attirer.

Algorithme de colonies de fourmis



1) La première fourmi trouve la source de nourriture (F), via un chemin quelconque (a), puis revient au nid (N) en laissant derrière

elle une piste de phéromone (b).

- 2) les fourmis empruntent indifféremment les quatre chemins possibles, mais le renforcement de la piste rend plus attractif le chemin le plus court.
- 3) les fourmis empruntent le chemin le plus court, les portions longues des autres chemins perdent leur piste de phéromones.

Morphologies et rôles

Les fourmis sont polymorphes, elles ont des différences de morphologiques au sein de la même colonie, cela va déterminer leur rôle dans la colonie.

Une même fourmi passe par plusieurs spécialisations au cours de son existence : s'occuper des larves, activités domestiques au sein du nid, garde à l'entrée du nid et enfin la recherche de nourriture.

Ce système d'éléments spécialisés a pu nous faire réfléchir sur la possibilité d'avoir des entités de formes, tailles et caractéristiques différentes à l'intérieur d'un même réseau.

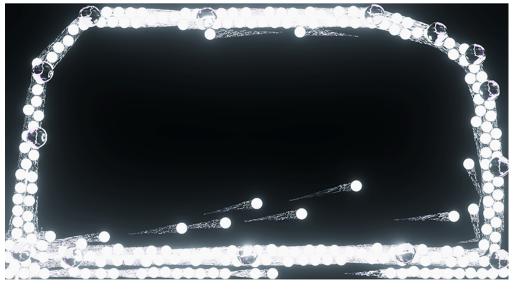


Exemple de différences morphologiques au sein d'une même colonie

Recherches de Direction Artistique

Historique de l'évolution de la direction artistique

Nous aborderons dans cette section les différentes étapes par lesquelles nous sommes passées afin d'atteindre le résultat final présent actuellement dans le prototype. Nous présenterons aussi les différentes itérations et recherches correspondant à chacune de ces étapes.



La première itération du jeu était basé sur la déviation de la lumière. Le flux était représenté par un rayon lumineux et les nodes venait distordre ce rayon. Les entités étaient alors considérés comme des photons.

Premiers prototypes et définition d'intentions:

L'espace de jeu du jouet était clos. Il était limité aux bords de la caméra. Bien que cette configuration n'ait pas été conservée, elle a permis de mettre en exergue un point important qui va guider un certain nombre de nos choix par la suite. Lorsque l'on créait une boucle, les entités qui étaient dans le flux entraînaient avec elles les entités qui étaient à l'extérieur. Ainsi, on observait des mouvements de masses qui nous ont fait penser à des bancs de poissons. Nos recherches se sont donc dirigées vers des animaux ayant des comportement de déplacement en groupe et plus spécifiquemet l'univers aquatique.

Ce game concept ayant été imaginé à partir d'une idée de déviation de lumière par des objets massifs, la piste des trous noirs et lentilles gravitationnelles restait envisagée. Cependant, elle ne sera finalement pas retenue car elle allait à l'encontre de ces mouvements d'entités fluides et groupés, de par l'aspect rigide et rectiligne des rayons lumineux.

La fluidité des mouvements restera dans nos intentions durant toute la durée du développement.

Recherches sur la fluidité et les comportements en bancs

Suite à l'analyse du prototype précédent, nous avions la volonté d'avoir un grand nombre d'entités qui, ensemble, se comportent comme un fluide. Nous avons donc effectué des recherches et des tests de matériaux afin de mieux comprendre le comportement des fluides. Notamment, nous avons fait de nombreux tests avec de la peinture et de l'encre de Chine dans de l'eau ainsi qu'avec de la fumée.



Encre de Chine diluée dans une fine couche d'eau

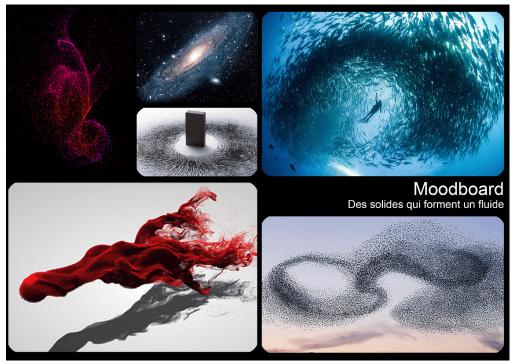
Quelques gouttes d'encre de Chine remontant le long d'un filet d'eau par capillarité





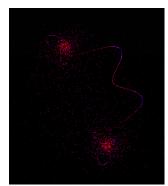
Volutes de fumée «coulant» sur une surface plane

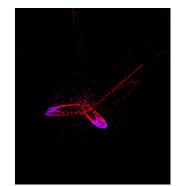




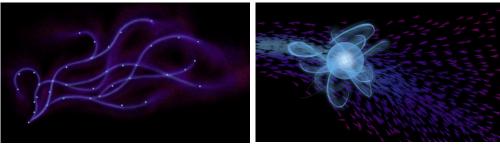
Pour cette partie de nos recherches, l'application mobile *Particle Flow* nous fut très utile. Elle consiste à observer un système de particules réagir à un ou plusieurs points de gravité créés par les inputs du joueur sur son écran tactile.





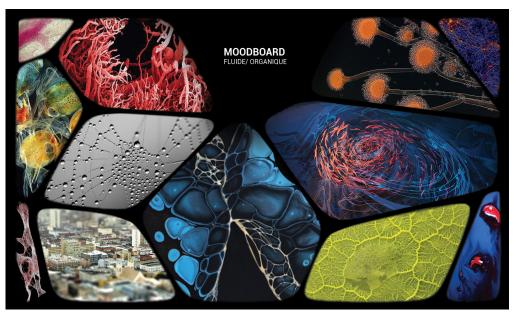


Captures d'écran de l'application ParticleFlow

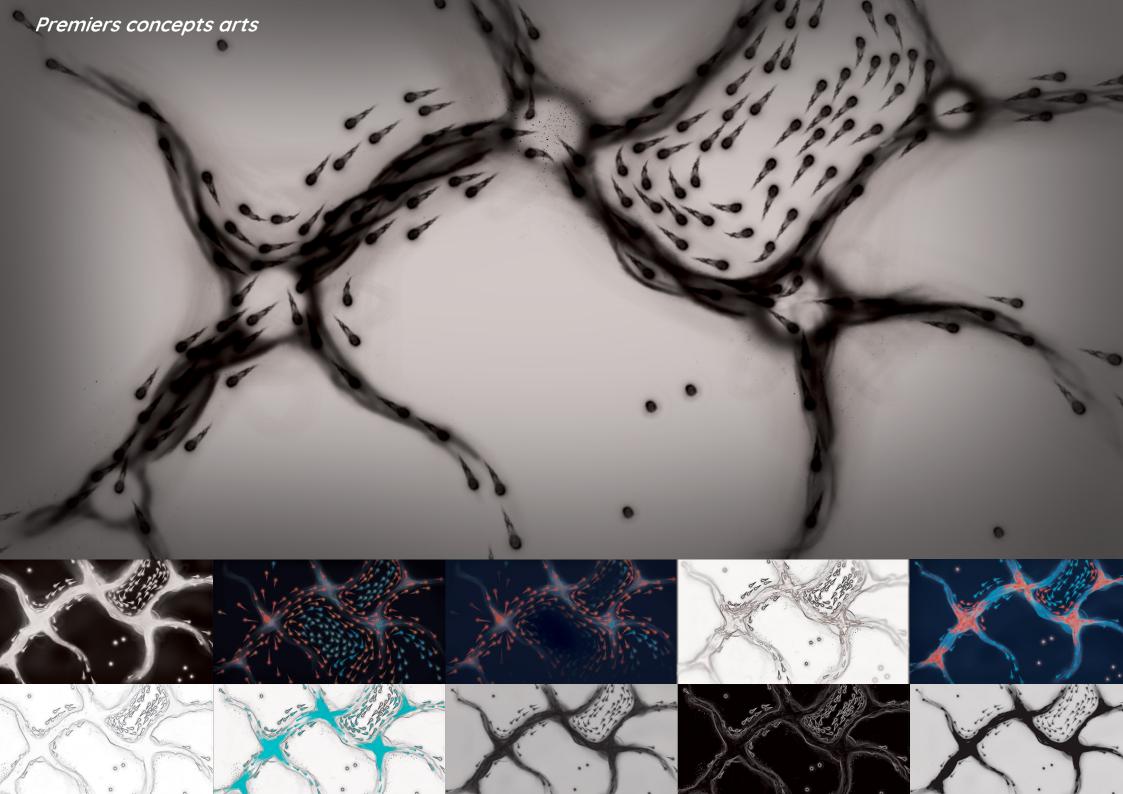


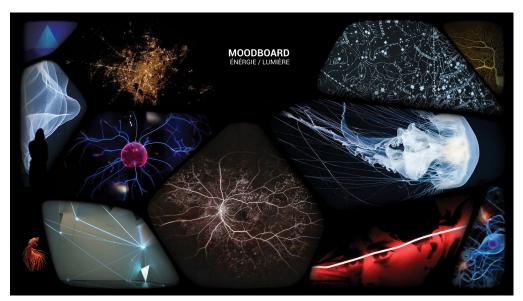
Concept Arts

Ces concept arts visaient à représenter le réseau à différentes échelles. A grande distance, les entités pourraient être perçu comme un amas de particules, tel un gaz.



Moodboard sur les fluides et les formes organiques



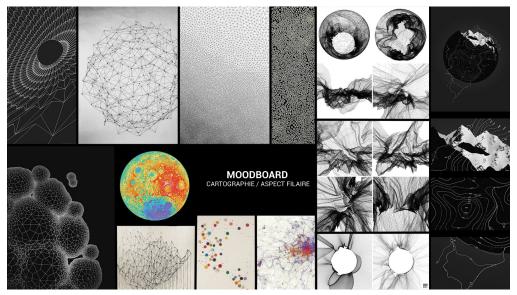


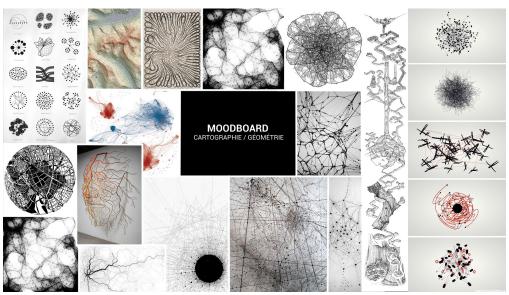
Moodboard sur les fluides et les formes organiques

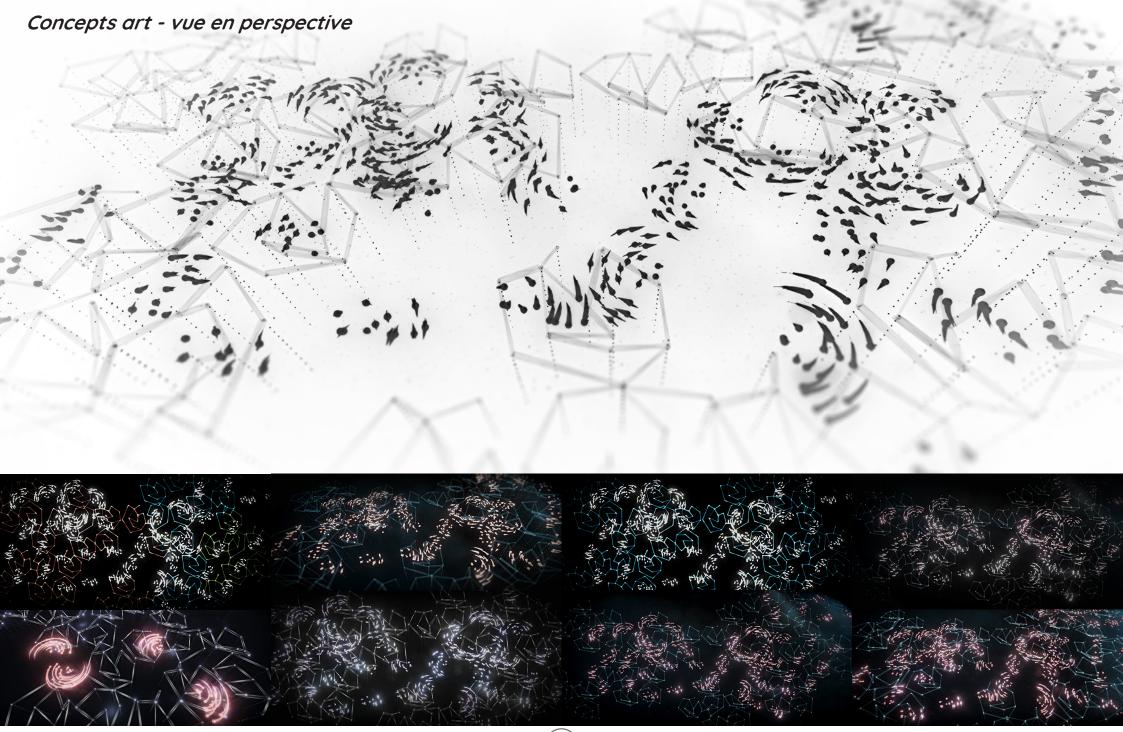
La notion de réseau étant très présente dans notre projet, nous avons également effectué des recherches sur les représentations graphiques du réseau.

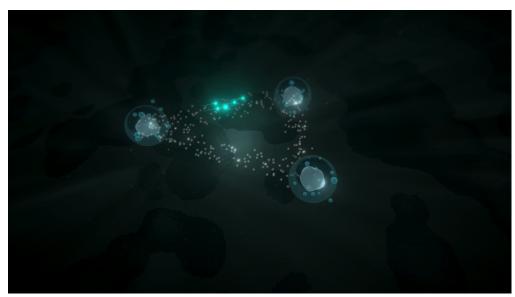
Ces recherches de textures nous ont menés à l'élaboration de plusieurs moodboards et concept arts explorant différentes pistes de thématique et de traitement graphique.

Nous voulions modifier l'apparence des entités lorsqu'elles entrent en mouvement afin de représenter l'énérgie du mouvement. Des recherches ont donc été menées dans cette direction.









Mock-up 3D réalisé sur Unity

Choix de la thématique: les fonds marins

Après recherches, moodboards et concept arts, nous avons décidé de choisir une thématique abyssale. En effet ce thème répondait aux problématiques du game design et nous donnait une ligne directrice claire tout en nous laissant une forte liberté créative quand au traitement graphique.

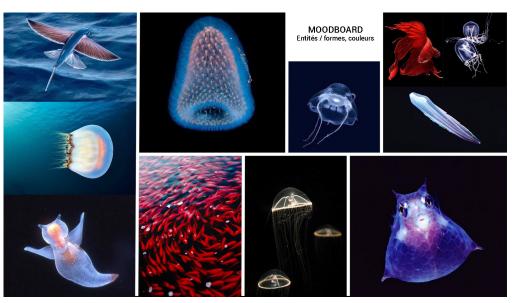
Nous avons alors itéré sur ce thème avec des concept arts et d'autres moodboards.

La caméra légèrement inclinée, testée dans certains concept arts,

offre une profondeur supplémentaire très intéressante. Nous avons décidé de conserver cet aspect à ce stade.

Afin de nous affranchir des règles de physique et de biologie inhérentes à ce milieu dans le monde réel, nous avons opté pour un univers fictif. Notre jouet prend place dans un environnement sousmarin avec une dimension fantastique. La plupart des éléments sont reconnaissables, mais ne sont pas nécessairement contraints au réalisme. L'environnement dispose de ses propres règles

Afin de créer un fort contraste entre les entités et l'environnement, nous nous sommes penchés sur la bioluminescence. Ce phénomène biologique est très présent dans le milieu abyssal et nous permet de mettre facilement en avant l'idée d'accumulation d'énergie des entités lorsqu'elles se mettent en mouvement.

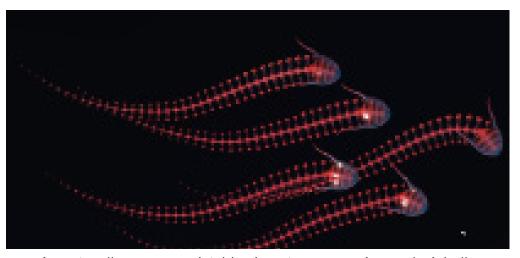


Moodboard sur le design des entités



Vint alors la question du design des entités. L'enjeu était de définir le niveau de détail souhaitable pour ces éléments. En effet, leur position centrale dans le système de jeu implique la nécesité d'un design fort et reconnaissable. Cependant leur grand nombre nécessite également qu'elles ne prennent pas trop d'importance individuellement dans l'espace visuel. Nous avons alors itéré sur plusieurs formes possibles, avec des niveaux de détails différents.

De plus, le joueur ayant la possibilité de zoomer et dézoomer, un enjeu supplémentaire se trouvait dans le fait que les entités devaient



être visuellement appréciables à petite comme à grande échelle. *Itération sur les entités - niveau de détail important*

Le design de la «tête» de ces entités était trop agressif. Les tentacules sur les côtés, n'étant pas animés, ressemblaient trop à des cornes.



L'emission rouge-orangée venait appuyer cet aspect agressif. *Planche d'itérations sur la tête des entités - niveau de détail important*

Ces essais furent peu concluants. En effet, l'idée de départ était que le niveau de détail important augmenterait la qualité visuelle des entités à petite échelle, et que ces détails se fondraient les uns avec les autres pour ne pas surcharger l'espace visuel à grande échelle. L'effet recherchait ne fonctionnait pas dans le prototype, les entités avec beaucoup de détails freinaient significativement la lisibilité. De plus, les détails n'étant pas parfaitement visibles à grande échelle, la compréhension de la forme des entités était difficile.

Pour ces raisons, nous avons choisi de nous diriger vers un design plus épuré.

Design de l'environnement

A ce stade de développement, nous avons décidé d'introduire des obstacles dans l'espace de jeu, matérialisés par des rochers sur le sol abyssal. Ces obstacles devaient pouvoir «s'activer». Lors du passage d'entités à proximité, de la végétation aquatique devait apparaître avec de petites créatures et les rochers devaient se mettre à léviter et se placer en équilibre.





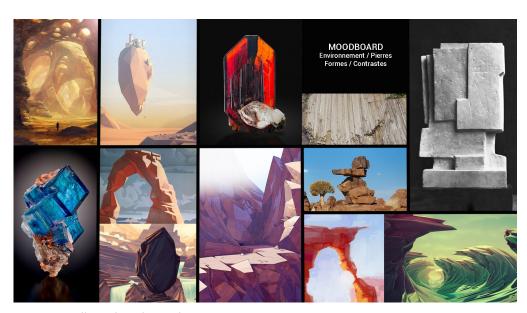




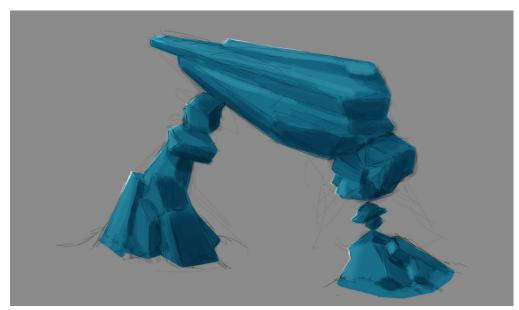
Le recueil de photographies Gravity Glue de Michael Grab nous a inspiré l'idée des rochers en équilibre. Cela donne un aspect surnaturel, presque onirique, hors du temps et du contrôle des règles de la physique.

De plus, cela peut raconter une histoire, servir d'éventuel élément de narration en posant des questions : comment ces pierres tiennent-elles en équilibre? Qui les a placées ainsi? Quand? Comment? Pourquoi? ...

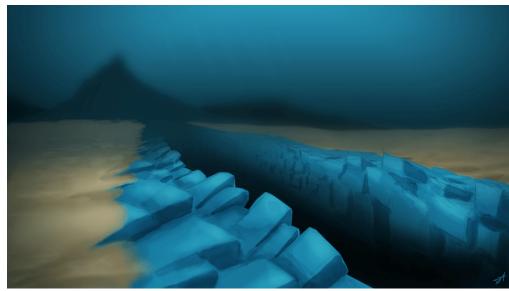
Nous voulions également styliser ces rochers, faire que leur traitement graphique les rende facilement reconnaissables et les démarque des autres jeux à la thématique similaire. Notre idée fut de leur donner des formes géométriques un peu destructurées.



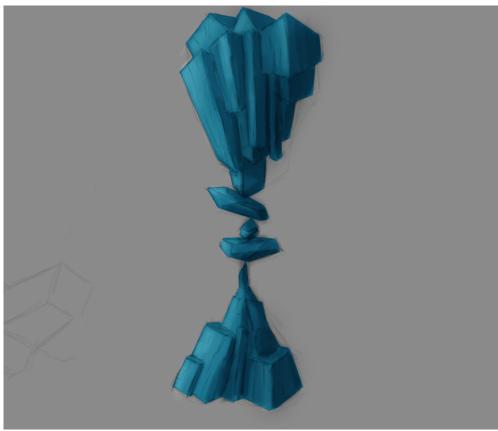
Moodboard sur les rochers



Croquis - rocher



Concept art - rochers géométriques



Croquis - Rocher en équilibre

Nuancier de rocher



Nuancier général



Le nuancier comprennait deux grandes couleurs :

Le bleu : Etait utilisé pour représenter la perspective atmosphérique, pour représenter l'eau et les roches, il est grandement majoritaire à l'écran.

Signification psychologique: Le bleu est une couleur liée au rêve mais aussi à la sérénité. Cette couleur venait appuyer notre intention de créer un jouet proposant une expérience relaxante et favorisant l'expression.

Exploitation: Le bleu utilisé à outrance apporte une dimension oppressante à l'atmosphère, l'environnement quasi uniquement composé de bleu à son origine, le joueur éprouvera un soulagement à réanimer son environnement en ajoutant des tons chauds à l'environnement.

Le rouge: Utilisé pour représenter la faune et la flore, l'environnement dans son état actif.

Signification psychologique: Le rouge a une dimension rassurante

et chaleureuse, il rappel également le sang, le danger. Il fait référence dans les deux cas à la vie.

Exploitation: Le rouge dans notre projet signifiiait davantage quelque chose de rassurant car il vient contraster avec l'impression d'étouffement dûe à l'utilisation abondante de la couleur bleu et du manque de visibilité.

Le rouge venait enrichir et dynamiser l'image en étendant le nuancier du bleu foncé au rouge vif afin de mettre en avant l'idée de mouvement induit par notre mécanique de flux. Cela venait également appuyer l'idée de réanimation de l'environnement. L'objectif était que le joueur éprouve un sentiment de soulagement et un certain plaisir à manipuler le jouet en ajoutant de par son action, des couleurs fortement contrastées des couleurs initialement présentes dans l'environnement.

Nous conservons cependant la volonté d'avoir une dualité chaud froid dans l'avenir du projet.



Moodboard - Sable



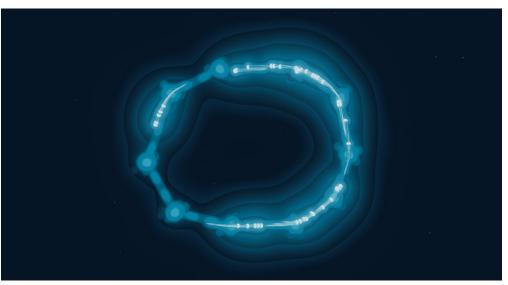


Épuration de l'environnement et nouvelles mécaniques

Des playtests et analyses de notre jouet nous ont fait remettre en question la pertinence des obstacles. En effet ceux-ci allaient à l'encontre de notre intention d'expression en bridant l'espace de jeu du joueur. Les éléments d'environnement auxquels le joueur pouvait redonner vie étaient des points d'intérêt qui poussaient le joueur à utiliser son réseau uniquement pour emmener ses entités à un endroit précis. Cela allait à l'encontre d'une autre de nos intentions qui est de motiver le joueur à expérimenter.

Nous avons donc décidé de retirer ces obstacles et d'opter pour un traitement plus épuré, laissant au joueur une toile vierge infinie sur laquelle il aura une totale liberté d'expression.

Une nouvelle mécanique a été implémentée pour aider le joueur dans sa progression en lui donnant la possibilité de récupérer plus d'entités. Régulièrement, des sacs d'entités apparaissent près du réseau du joueur. Pour les récupérer, il doit emmener suffisamment



Screenshot du prototype actuel

d'entités à proximité, ce qui finira par faire exploser le sac et libérer les entités qu'il contenait.

La nouvelle direction prise reprend les points dévellopés durant nos précédentes ittérations appuyant le mieux nos intentions de notre jouet. Nous avons évacué ce qui allait à l'encontre de l'exprésivité comme la surcharge visuelle et les éléments non créés par le joueur et bloquants, ainsi que le point de vue.

Nous avons également homogénéisé les différentes partie du réseau et augmenté la qualité des contrastes. La lisbilité est meilleure qu'auparavant et les dynamiques des entités à l'intérieur du flux sont plus compréhensible, notament grâce à une vue du dessus plus radicale.

L'ensemble des règles régissant les éléments graphiques vise maintenant à mettre en valeur les mouvement d'entités et l'aspect fluide et organique de la structure.

Recherches graphiques - Shader

Tests et visuels

Notre shader est l'élément essentiel qui caractérise le visuel de notre projet, en lui apportant son aspect organique et fluide.

Ce shader est paramètrable et nous as ainsi permis de faire de nombreuses itérations.

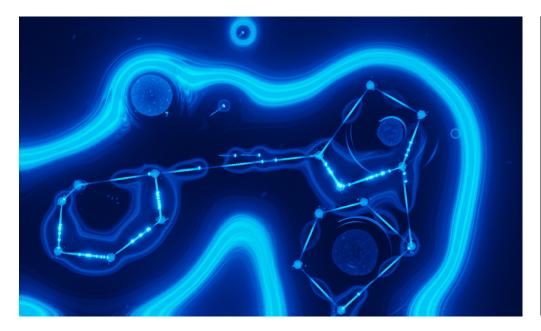
Les différents résultats obtenus, bien qu'intéressants, ne permettent pas tous une jouabilité satisfaisante, cependant, ils nous ont permis de mieux cerner ce que nous avions et pourrons aussi être utilisés à l'avenir, si nous décidons de créer des variations, qu'elles soient locales ou globales.

Les image qui suivent présentent les tests qui nous ont le plus attirés :





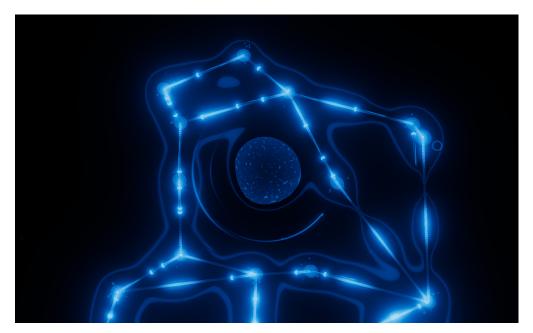
56





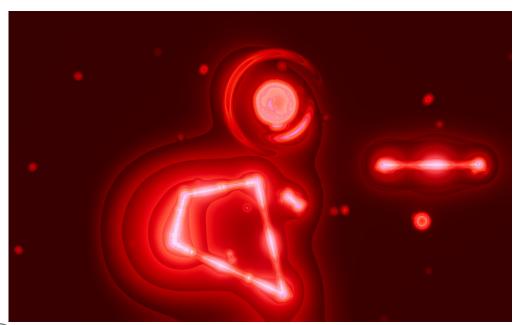




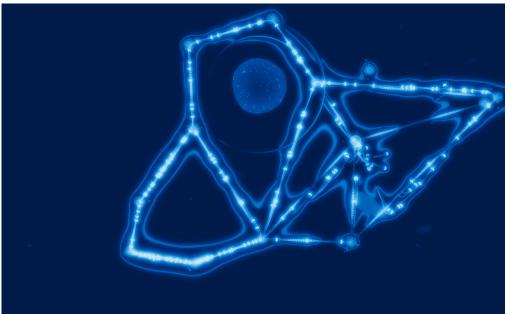


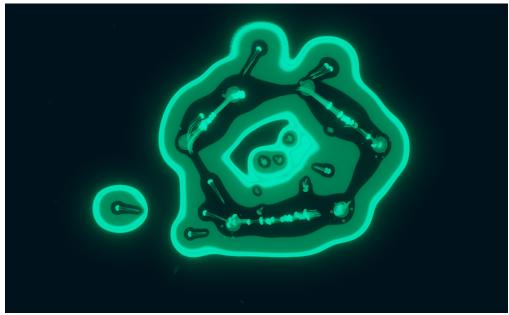












Recherches de Sound Design

Prise de référence pour les pistes audio

Afin d'identifier les différentes pistes sonores qu'il serait possible d'implémenter dans notre jouet, j'ai décidé d'analyser deux jeux que j'ai pris comme références principales : Lumini et Pikmin.

Ces deux jeux mettent l'accent sur un comportement de groupe de plusieurs entités, au travers de FX sonores en relation avec le gameplay (mort, apparition, actions multiples...) ou purement d'ambiance (chants).

J'ai listé tous les sons (FX + Ambiances) que ces deux jeux comportaient (voir tableau ci-contre), afin de partir d'une base fonctionnelle, que j'ai pu ensuite triée pour ne laisser que les sons en adéquation avec nos gameplays et aux dynamiques que nous voulons insuffler dans notre jouet.

Cependant, un soucis à été mis en lumière grâce à cette analyse : ces deux jeux prit comme références sont limités à une centaine d'entités maximum dans l'espace de jeu et lesdites entités sont soumises à beaucoup moins d'actions au cours d'une session de jeu que les entités de notre projet.

Etant donné que notre prototype se retrouve vite avec plusieurs centaines d'entités, l'intégration de FX liés aux entités a rapidement été mis en évidence comme un problème d'incohérence, au vue de nos intentions d'ambiance sonore axée sur la contemplation et du besoin d'absence de sons qui puissent sortir le joueur de son activité.

Placer des sons sur les entités, aussi doux soient-ils, aurait fini par surcharger auditivement la scène et devenir des feedbacks inutiles, voir destabilisants pour l'expérience de jeu.

Ainsi, la piste concernant les entités à été abandonnée, cependant les sons relatifs aux autres éléments ont été conservés.

Élément	Lumini	Pikmin	Omneo	
	Active un élément de l'environnement	Découvre un collectible	Active un sac d'entités	
	Frotte contre un mur	/	/	
	Cris joués aléatoirement	Cris joués aléatoirement	Cris joués aléatoirement	
	Entité morte	Entité morte	Entité morte	
	Utilisation du pouvoir de l'entité	/	/	
	/	Graine plantée dans le sol	/	
Entités	Création d'entité	Pikmin extirpé du sol	/	
	/	Pikmin tape un obstacle	Entité tape un obstacle	
	/	Pikmin rappelé dans le groupe	Entité intégrée dans le flux	
	/	Pikmin lancé	Entité lancée hors du flux	
	/	Pikmin porte un objet	/	
	/	Pikmin boit du miel	/	
	/	Pikmin évolue	/	
	/	Pikmin se noie	/	
	/	/	Création de node	
Nodes	/	/	Déplacement de node	
	/	/	Destruction de node	
Flux	/	/	Destruction de flux	
Sac	/	/	Sac grossit	
Sac	/	/	Sac éclate	

Recherches de Level Design

Durant le développement de notre projet, nous avons implémenter différents obstacles et des éléments interactifs dans notre environnement (voir section "historique de la D.A. - design de l'environnement"), qui ont ajoutés des enjeux de gestion de l'espace dans notre gameplay.

Cette gestion de l'espace modifie la façon dont le joueur créer son réseau et dynamise l'environnement de jeu.

Afin d'offrir des challenges intéressants et une expérience de jeu optimale pour le joueur, le level design a été désigné de la manière suivante :

- une première phase de conception
- une phase d'intégration
- une phase de tests (non effectuée)

Conception

La façon dont le level design a été réfléchi s'est fait sur la base des éléments de l'environnement que nous souhaitons implémenter dans notre prototype.

Les dynamiques de jeu engendrées par ces éléments sont les suivantes :

Les obstacles

contribuent au caractère contemplatif de notre jouet et apportent une diversité visuelle à l'environnement et un désir de découverte de celui-ci

bloquent les possibilitées de construction du joueur et freine son expression et le caractère émergeant du projet

peuvent être létaux pour les entités (oursins) et réduisent le potentiel visuel du flux, relatif aux entités.

Les élément interactifs

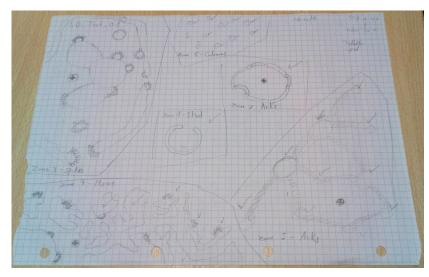
attirent l'oeil du joueur et le pousse à se diriger vers eux pour les mettre en mouvement

Attractions

Les différentes attractions qui ont été désignées ont toutes pour vocation à créer des dynamiques particulières dans la façon dont le joueur va penser et construire son flux.

Ces attractions ont été placées les unes à côté des autres, pour tester les dynamiques qui en résultent séparément.

Par la suite, ces attractions simples auraient été fusionnées pour créer des attractions plus complexes.



Croquis des différentes attractions

Emplacement de départ

Cette zone a pour rôle d'offrir une première zone dans laquelle le joueur va pouvoir expérimenter la construction de flux et analyser le comportement des entités à l'intérieur de celui-ci.

Etant donné que le joueur ne connais pas de façon de créer de flux qui puisse conserver les entités en son sein au début d'une session, cette zone est délimitée par des rochers, qui empêchent les entités de s'éparpiller dans l'environnement.

Autel

Cette zone met en valeur son élément central interactif : l'autel.

Elle est lumineuse, perceptible comme sécurisante pour les entités.

Oursins

Cette zone est remplie d'éléments létaux, les structures construites à l'intérieur de cette zone sont soumis à plus de réflexion, car les entités qui s'en échappe ont de grandes chances de mourir en se dirigeant sur un élément létal.

Labyrinthe

Cette zone est plutôt dangereuse pour la création de flux, car elles ne permet que très peu de structure non-linéaires et des structures fermées de petites tailles, qui vont rapidement être saturées par les entités.

Arches

Les arches qui composent cette zone poussent le joueur à faire slalomer les entités entre elles et à créer des structure fermées autour d'elles. De plus, les arches cachent les éléments qui se situent derrière et poussent le joueur à plus de mouvements de caméra pour visualiser correctement son environnement.

Colonnes

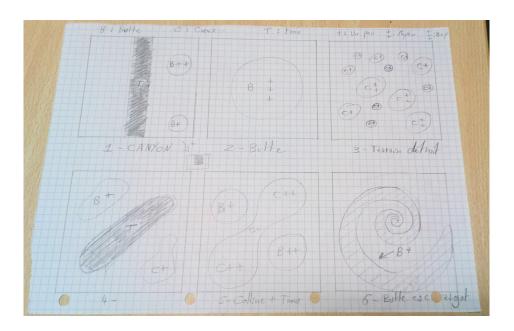
Les colonnes, tout comme les arches, poussent le joueur à créer des structures fermées autour d'elles et cachent une partie, bien que plus petite, de l'environnement et des entités qui se situent derrière.

Gabarits

En plus des gabarits d'objets créés pour construire nos différentes attractions, des gabarits topographiques ont également été réalisés, pour offrir un environnement plus naturel, une diversité visuelle, des zones bloquantes (crevasses) et des flux plus nuancés, qui s'adapteraient aux topographies sur lesquels ils auraient été construits.

Ces gabarits ont été désignés avec deux paramètrages de base :

- La hauteur de la topographie : butte, creux, trou.
- La force de la topographie : léger (moins de 3 unité Unity), moyen (de 3 à 5 unités Unity), forte (à partir de 5 unités Unity).



Canyon

Le canyon empêche la construction de flux au dessus de lui, il permet néanmoins de faire passer des entités par au-dessus, grâce à des "canons à entités".

Butte et creux

Les buttes et les creux offrent des modifications de topographies sur lesquelles le joueur peut s'amuser à personnaliser son flux sur la troisième dimension.

Paramètrage des attractions

Bien que la piste de l'environnement ait été annulée avant d'avoir pu faire un série de tests permettant d'affiner le paramétrage du level design, un processus de test/analyse a été pensé, en vue d'améliorations futures :

Paramètres principaux

Afin de parvenir à gérer la difficulté des challenges auxquels le joueur est confronté avec ces obstacles et éléments interactifs, il a été nécessaire d'identifier les paramètres clefs sur lesquels nous appuyer et réussir à les paramétrer de manière idéale, pour offrir une expérience de jeu optimale pour le joueur.

A partir du RGD établi, les paramètres essentiels pour l'implémentation de l'environnement dans notre environnement ont été identifiés comme suit :

- Vitesse des entités
- Taille des colliders des entités
- Nombre d'entités dans l'espace de jeu
- Pourcentage d'espace parcourable par les entités dans la zone* = 100% (facile) / 50% (intermédiaire) / 10% (difficile) / 0% (impossible)
- Nombre d'obstacles dans la zone* = 0 (facile) / 10 (intermédiaire) / 20 (difficile) / 500 (impossible)
- Létalité des obstacles = non-létal (facile) / létal (difficile)

Il est ensuite primordial d'étudier chacun de ces paramètres afin de visualiser son importance sur la difficulté des challenges du joueur.

Les paliers de difficultés pour chaque paramètres sont à étudier à travers une série de tests du prototype (10 tests pour chaque granularité de chaque paramètre).

Pour chaque test, la condition de réussite ou échec d'une situation sera la suivante :

- Réussite : création d'une boucle fermée, sans perte d'entité pendant la création
- Echec : perte d'au moins une entité pendant la création de la boucle

Pour chaque série de tests, les paramètres autres que celui sur lequel se déroule la série ont toujours la même valeur, pour éviter des résultats illogiques.

Les résultats de chaque test seront rentrés dans un tableau différent.

Le tableaux ci-dessous représente un exemple de valeurs récupérées pour une série de tests, basée en fonction du paramètre "vitesse des entités" :

Numéro du test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vitesse des entités	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% de réussite	100	100	100	90	80	70	30	20	0	0

Série de tests effectués sur le paramètre "vitesse des entités"

^{*[}Une zone est un espace carré de 50 um² (Unity meters)]

Une fois la série de tests terminée, nous pourrons visualiser les pics d'échecs qui seront alors nos valeurs étalons pour nos différents degrés de difficulté (voir tableau ci-dessous) :

Numéro du test	Too Easy/ Boring	Easy	Medium	Hars	5
Vitesse des entités	3-5	6-7	8	9-10	11+
Taille des colliders	8+	7-6	5-4	3	2-
Nombre d'entités	1-10	11-30	31-100	101-400	401+
Etc	-	-	-	-	-

[&]quot;Impossible" = valeur minimale à laquelle la totalité des tests ont été des échecs

Fusion des résultats

Une dernière phase constitue ensuite à classer ces différents paramètres par poids, afin de déterminer quels sont ceux qui nécessitent un paramétrage plus précis pour moduler nos challenges.

Une fois cette phase terminée, nous posséderions un tableau qui nous permettrait de moduler les valeurs de nos paramètres, pour créer des challenges plus ou moins difficiles pour le joueur.