



## - Livret de l'animateur -





*Proposer une vision des sens comme un système complexe, dont les différentes composantes sont en constante interaction.*

*Mais aussi : Prise de conscience de son capital sensoriel pour mieux l'éduquer, le préserver...*

## « SIX SENS »

*L'équilibre peut être considéré comme un sens à part entière, puisque l'ensemble de ses mécanismes sont équivalents à ceux mis en place par tous les autres sens.*

### Description

Dédié à la découverte des différents systèmes sensoriels et de leur fonctionnement, cet espace est également un lieu de rencontre, d'animations et de débats

Cet espace est constitué de six portants (ou porte, chacune représentant un sens comme une ouverture sur le monde), un module comprenant des boîtes aveugles (interactifs) à double face et de deux livrets sur supports à poser sur une table.





### Les portes

Les portes sont donc l'espace obligé d'entrée, la face extérieure (celle avec le nom du sens, face à l'entrée).

Ces portes ont été conçues de façon à présenter une harmonie de couleurs, mais il n'existe pas d'ordre de présentation des sens. Ainsi :

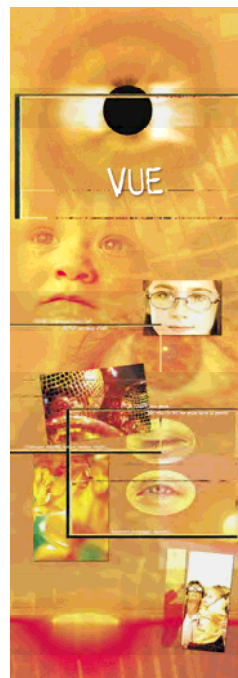
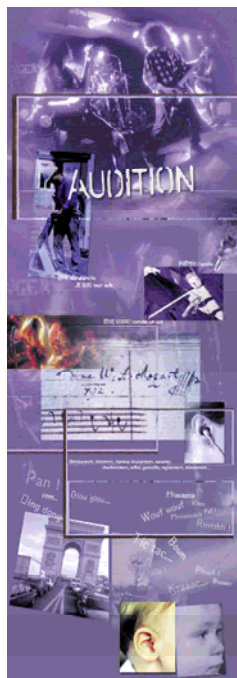
- Toucher bleu
- Audition violet
- Equilibre rouge
- Vue orange
- Olfaction jaune
- Goût vert

Néanmoins, il est intéressant que les portes rouge et violettes soient présentées à proximité, ainsi que les portes jaunes et vertes.

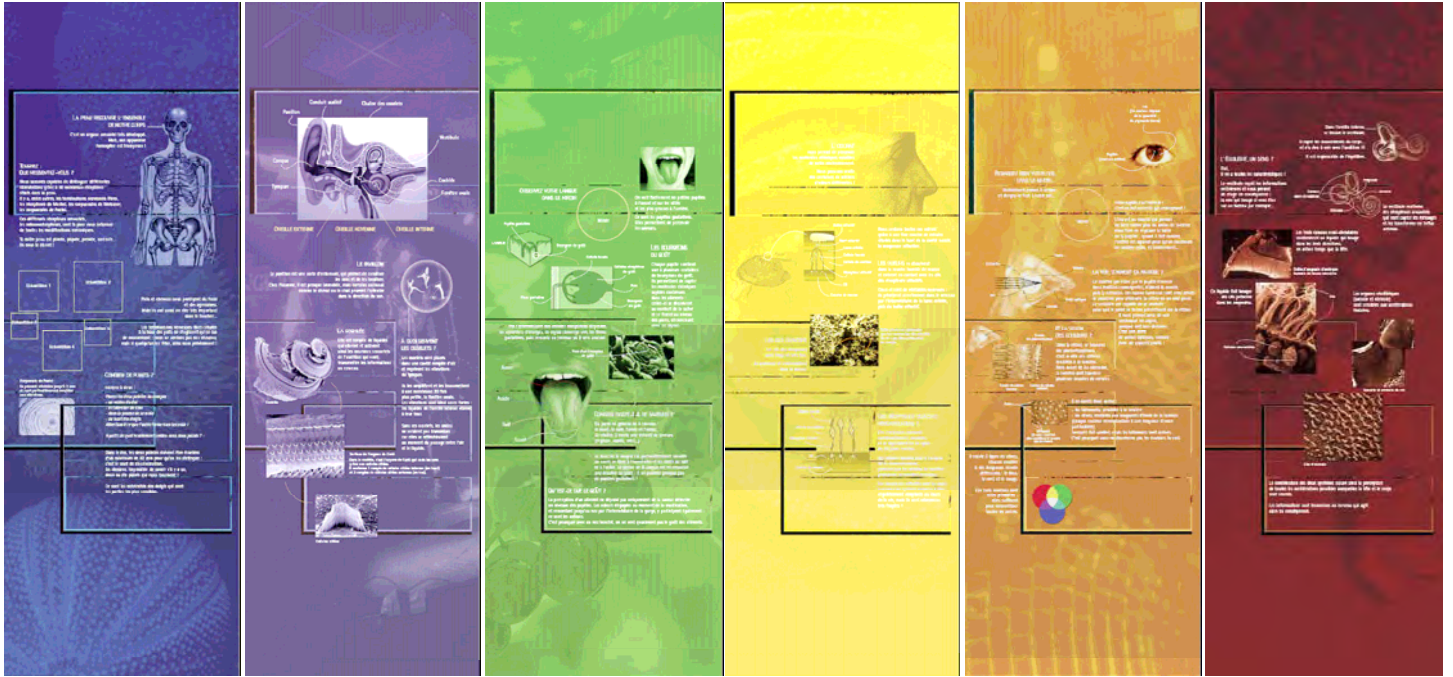
- Des boîtes aveugles
- Un livret « Quel est le rôle du cerveau »
- Un livret « Transmission »

Chacun des portants est consacré à un sens :

- sur une face les stimulus,

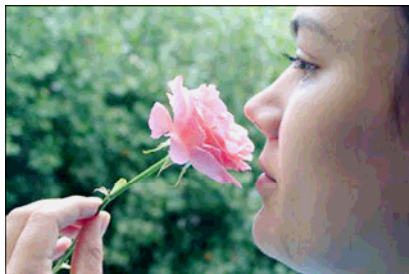


- sur l'autre face, les récepteurs sensoriels



Notre environnement est constitué de multiples stimulus et il évolue constamment. Nos sens sont là pour les capter, les coder et les transmettre à notre cerveau. Les sens nous permettent ainsi d'agir en conséquence, c'est à-dire survivre !

**Qu'est-ce qu'un sens ?**

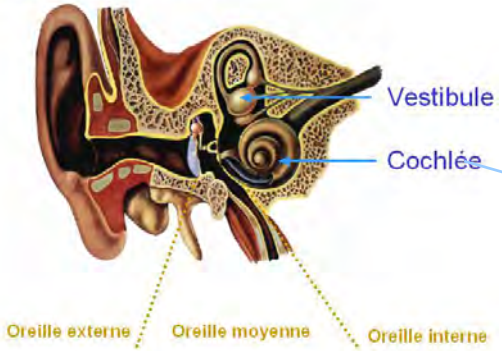


*Les stimulus*

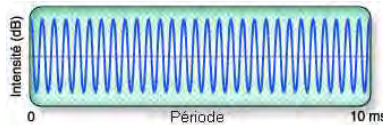
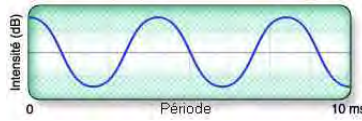
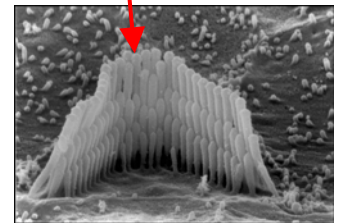
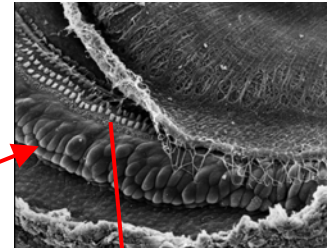
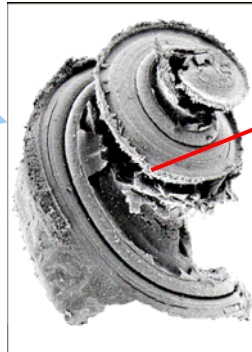


Les systèmes sensoriels

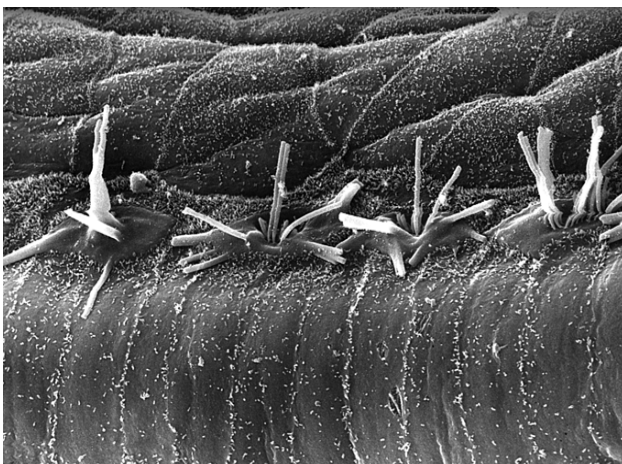
L'appareil auditif



La cochlée



La cochlée



Echelle d'intensité des sons	
20 dB	chuchotement
40 dB	Lieu calme
60 dB	conversation courante
70 dB	Restaurant bruyant
80 dB	klaxon de voiture
<b>A partir de ce seuil, le bruit est facteur de troubles importants</b>	
95 dB	Rue au trafic intense
	Atelier de forgeage
<b>A partir de ce seuil le son est pénible à entendre</b>	
100 dB	Baladeurs
	Marteau piqueur à moins de 5 mètres dans une rue
105 dB	Discothèques (jusqu' à 120 dB) et plus en période de crête
<b>A partir de ce seuil, le son est difficilement supportable</b>	
110 dB	Atelier de chaudronnerie
<b>A partir de cette limite, le son atteint le seuil de la douleur</b>	
120 dB	Moteur d' avion quelques mètres
	concerts de rock ou techno
130 dB	Décollage d' avion
<b>A partir de ce seuil, la loi exige une protection sociale</b>	
140 dB	Turbo réacteur au banc d' essai





## A quoi les sens servent-ils ?

*Vivre, et survivre, c'est-à-dire se déplacer, trouver sa nourriture, se reproduire...*

*Ces fonctions, qui sont les fonctions essentielles à la vie de chaque animal, sont permises par les sens qui vont permettre une ouverture vers le monde extérieur afin d'en retirer les informations nécessaires à leur survie.*

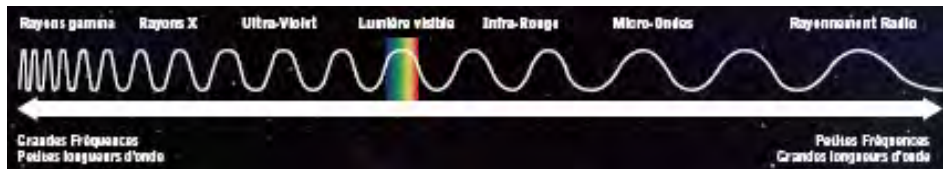
### 1. Le toucher

Le toucher a une particularité essentielle : il concerne l'ensemble du corps !

Attention, la sensibilité au chaud et au froid, ainsi que la douleur, ne font pas partie du toucher. En fait, pour parler de ce sens, on devrait plutôt parler de **sensibilité générale**. Celle-ci comprend le toucher, ou sensibilité tactile, la sensibilité au chaud, la sensibilité au froid et la sensibilité à la douleur. D'ailleurs, l'aire corticale du cerveau dédiée au toucher, l'est en fait pour ces quatre sensibilités. Cette aire s'appelle l'aire sensitive, et non l'aire tactile.

### 2. La vue

C'est la lumière qui permet au système visuel de former des images du monde qui nous entoure. C'est une radiation électromagnétique.



La lumière visible n'est qu'une infime partie de l'ensemble des rayonnements électromagnétiques. L'œil humain est capable de percevoir les longueurs d'onde situées entre 0,4 et 0,8  $\mu\text{m}$  : il ne peut voir qu'une plage limitée du spectre des rayonnements électromagnétiques !

L'œil est l'organe spécialisé dans la détection, la détection et l'analyse de la lumière.

La pupille est l'orifice qui permet à la lumière d'entrer dans l'œil et d'atteindre la rétine. Elle paraît noire à cause des pigments de la rétine qui absorbent la lumière.

L'ouverture de la pupille est contrôlée par un muscle circulaire, l'iris, dont la pigmentation donne la couleur de l'œil.





### 3. L'olfaction

L'olfaction et le goût, ou gustation, sont des **sens chimiques**. C'est grâce à ces sens chimiques que les animaux, y compris les hommes, reconnaissent les aliments, des substances toxiques ou encore leurs partenaires. Ces sens chimiques sont les plus fréquents et les plus anciens de tous les systèmes sensoriels. Même les bactéries, dépourvues de cerveau, peuvent détecter une source de nourriture qui leur convient et se déplacer vers elle.

L'olfaction et le goût ont un rôle comparable : détecter des substances chimiques dans l'environnement. Le système nerveux ne peut percevoir les odeurs et les saveurs que par ces deux sens, qui sont fortement en rapport avec nos besoins fondamentaux : la soif, la faim, l'émotion, le désir sexuel ou encore certaines formes de mémoire. Mais il s'agit bien de deux sens distincts, très différents dans la structures et les mécanismes de leurs **chémorécepteurs** (récepteurs chimiques) jusqu'à l'organisation globale de leurs connexions centrales ? Chaque information sensorielle est en fait traitée parallèlement et n'est intégrée que dans le cortex cérébral.

### 4. Le goût

La perception gustative se fait en grande partie sur la langue, qui perçoit les saveurs de molécules dites sapides.

La perception de ces saveurs se fait au niveau des bourgeons gustatifs, les récepteurs du goût.

Contrairement aux idées reçues il n'existe pas 4 saveurs (sacré, salé, acide et amer), mais une infinité de saveurs. En effet, comment décrire la saveur de réglisse autrement que par « réglisse » : elle n'est en effet ni acide, ni amère, ni sucrée (on parle bien de bâtons de réglisse, pas de bonbons), ni salée.

Ainsi, certains aliments pourront être salés, mais cela n'est pas leur seule composante. Sinon, comment imaginer que l'on puisse reconnaître de nombreuses saveurs.

Ce qui est vrai, en revanche, c'est que certaines zones de la langue perçoivent mieux certaines saveurs, le sucre est mieux perçu au bout de la langue, par exemple.

Attention, ce que l'on appelle en général le goût correspond en fait à l'impression générale que l'on a dans la bouche, c'est-à-dire également aux arômes dégagés par les aliments (liés à l'olfaction), ainsi qu'à des données tactiles (la texture, par exemple).





## Comment fonctionnent-ils ?

Les sens fonctionnent tous exactement de la même façon :

- Des stimulus physico-chimiques
- Des organes sensoriels : ils codent les informations sensorielles pour les transmettre au cerveau.
- Un cerveau : il interprète les messages envoyés par les différents récepteurs sensoriels

Nous sommes constamment entourés de stimulus sensoriels. Un bruit, une musique, le silence... Une odeur, une saveur...

De la lumière, l'obscurité...

Mais comment le savons-nous ?

Les récepteurs captent les stimulus physico-chimiques et les transforment en messages que le cerveau va pouvoir comprendre. Les récepteurs vont recevoir des messages très différents selon le sens.

### Le goût et l'olfaction :

Les récepteurs du goût et de l'olfaction sont stimulés par des molécules chimiques : ce sont des chémorécepteurs.

Les récepteurs des odeurs (et des arômes) sont situés dans la muqueuse olfactive : il s'agit des cils olfactifs.

Les récepteurs du goût se trouvent sur la langue : ce sont les bourgeons gustatifs.

### L'audition, l'équilibre et le toucher

Les ondes sonores font vibrer une membrane qui fait à son tour vibrer un liquide contenu dans l'oreille interne.

C'est ce liquide qui fait bouger les cils. On parle de stimulation mécanique (et non plus chimique). Les cils récepteurs sont donc des mécanorécepteurs.

De même pour l'équilibre, dans les canaux semi-circulaires du vestibule.

Pour le toucher, ce sont également des mécanorécepteurs sensibles aux pressions, vibrations...

### La vue

Les photons de la lumière activent les photorécepteurs (les cônes et les bâtonnets) situés dans la rétine. Une fois que le stimulus est parvenu au récepteur, celui-ci doit le coder pour que le cerveau puisse le comprendre : c'est la transduction.

Le récepteur (qu'il appartienne à l'oeil, à la langue, à l'oreille...) transforme alors l'énergie physique ou chimique d'un stimulus (un rayon lumineux, une saveur, un son...) en énergie bio-électrique (message nerveux).

En fonction des informations, la cellule réceptrices vont alors modifier leur état bio-électrique en se dépolarisant. En effet, leurs propriétés électriques sont dues à la présence d'ions positifs (les cations) ou négatifs (les anions).

Elles se dépolarisent en faisant entrer les cations ou en les empêchant de sortir. Ce processus est le même pour tous les sens, exceptée la vision : les cations ne peuvent plus entrer, il s'agit d'une hyperpolarisation.





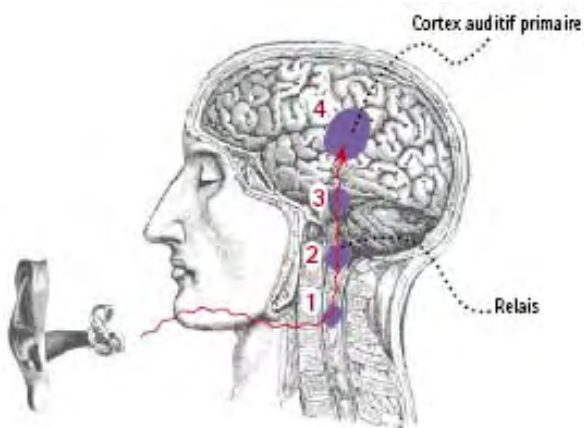
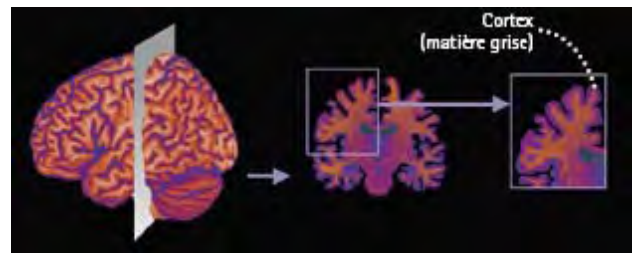


Le message ainsi codé va être transmis à un premier relais du cerveau par l'intermédiaire de nerfs :  
le nerf vestibulaire pour l'équilibre,  
le nerf auditif pour l'audition...

Le cerveau va alors interpréter ces différents messages pour nous indiquer la provenance d'un son, par exemple. C'est également lui qui va nous permettre de le reconnaître.

*Si chacun des six sens fonctionne de la même manière, chacun possède tout de même ses particularités.*

### Quel est le rôle du cerveau ?



Le cerveau s'occupe du traitement des informations transmises par les récepteurs sensoriels. Qu'il s'agisse d'un son, une image ou une odeur, les voies qui transmettent les informations sensorielles au cerveau sont semblables les unes aux autres. Les messages sont véhiculés par les nerfs sensoriels spécifiques, le nerf sensoriel auditif pour l'audition, par exemple. Ensuite, 3 ou 4 relais font monter cette information jusqu'au cortex. A chaque étape, les propriétés du message sont décodées et interprétées, des plus simples aux plus compliquées.





## « VIVRE AVEC SES SENS »



### Description

Cet espace s'intéresse à la variabilité des sens. Ceux-ci évoluent tout au long de la vie, subissent des pathologies, mais vont varier également en fonction de notre culture ...  
D'une espèce animale à l'autre ils sont l'aboutissement de l'évolution.

Cet espace est composé d'un module autoportant comprenant une orgue à odeurs et un test d'illusion tactile, accompagné de trois lutrins à poser sur table.

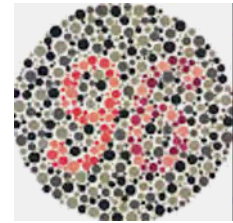


Tous les sens fonctionnent de la même façon. Pourtant, ils ont chacun leurs particularités, et chacun évolue différemment au cours de la vie. De plus, chacun d'entre nous va les utiliser différemment fonction de sa culture, son éducation, ses intérêts...

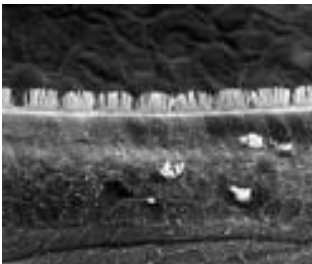


### Pathologies

Quelques pathologies spécifiques de chaque sens, avec les progrès thérapeutiques qui peuvent y être liés.



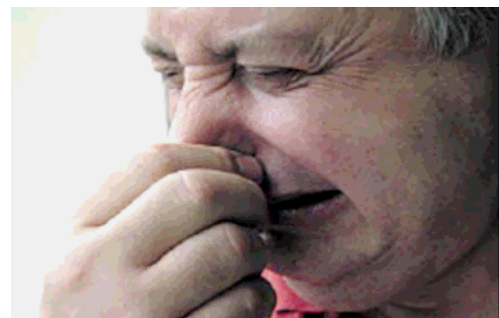
Tests de daltonisme



Parmi les pathologies évoquées, on parlera en particulier de celles de l'oreille interne, liées aux risques sonores.

Cellules ciliées traumatisées.

Il existe plusieurs types de troubles liés à l'odorat : baisse des capacités olfactives (*hyposmie*), perte de l'odorat (*anosmie*), modification des odeurs «ça ne sent pas ce que ça devrait sentir» (*halosmie*), etc.



**Rôle de la mémoire.**

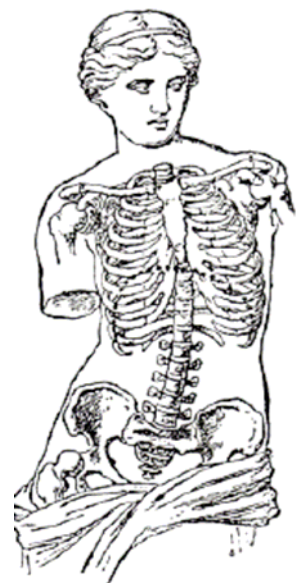


Lorsque nous grandissons nous apprenons progressivement à vivre dans le monde qui nous entoure grâce à notre système sensoriel.

Toutes ces découvertes sont stockées dans notre cerveau et constituent notre mémoire sensorielle.

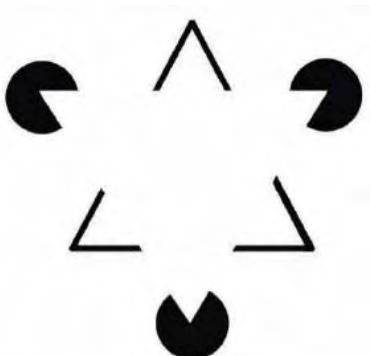
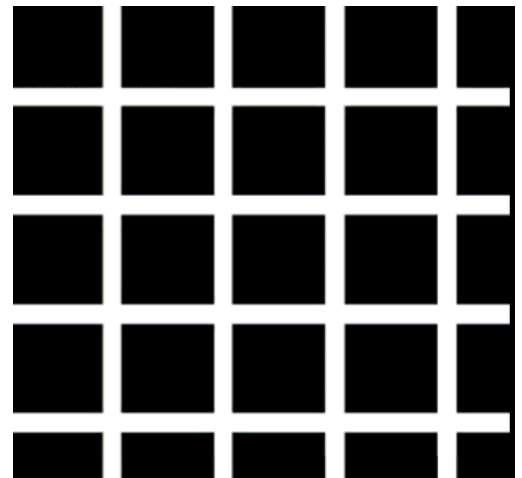
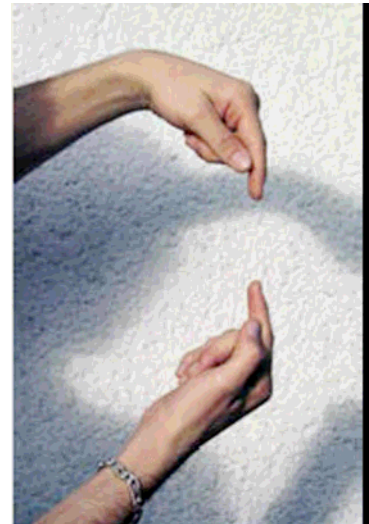
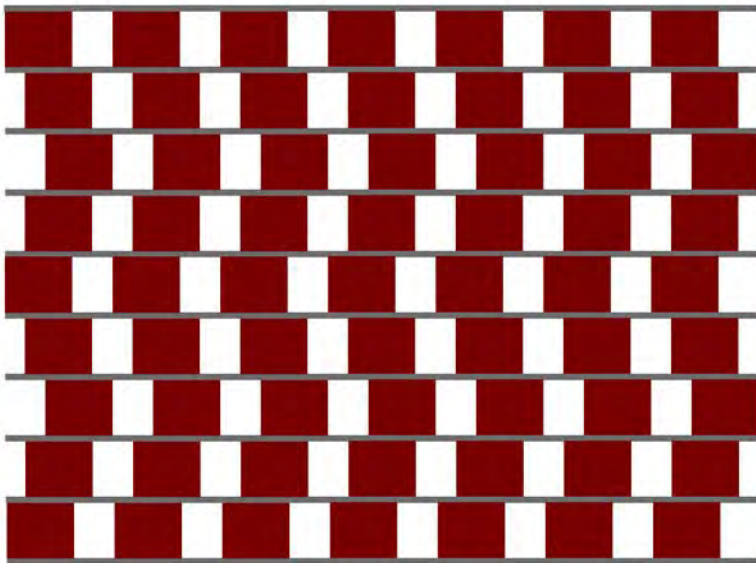
Cette partie est un support d'animation particulièrement intéressant pour échanger avec les publics sur leur propre mémoire sensorielle, et évoquer par la suite l'évolution des sens au cours de la vie, l'apprentissage, le rôle de notre culture, les différences de perception selon les individus, le rôle de l'apprentissage ...

*L'orgue à odeurs comprend les odeurs de lavande, citron et clou de girofle.*



**Les illusions sensorielles.**

Les illusions ne sont pas que visuelles.



Notre vision du monde est largement tributaire de constructions mentales comme celles qui sont présentées sur le module autoportant.

A utiliser largement et rapprocher d'expériences quotidiennes.



## « DES SENS EN INTERACTION »



### Description

Cet espace s'intéresse aux interactions entre les sens. Ils n'agissent pas de façon isolée. Chacun apporte des informations qui vont être reçues et traitées par le cerveau, permettant ainsi une perception globale.

Cet aspect est développé autour des thèmes suivants :



dégustation,  
sens et handicap,  
l'art et les sens,  
verticalité ...

Cet espace est composé d'un module autoportant comprenant deux cubes multisensoriels ainsi que trois lutrins à poser sur table.





### Les sens ne fonctionnent pas seuls :

ils donnent une unité globale de fonctionnement. Chaque sens est complémentaire d'autres, mais ils se contredisent parfois, ou bien renforcent le message.



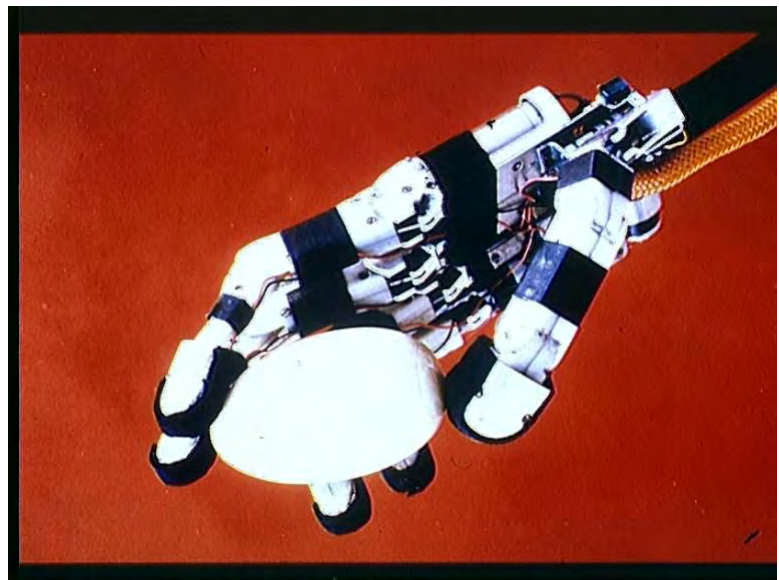
Les sens n'agissent pas de façon isolée. Chacun apporte des informations qui vont être reçues et traitées par le cerveau, permettant ainsi une perception globale.

*«La maison penchée » (ancienne redoute de la ligne Maginot des Alpes. Modane – Savoie)*

### Fusion des sens

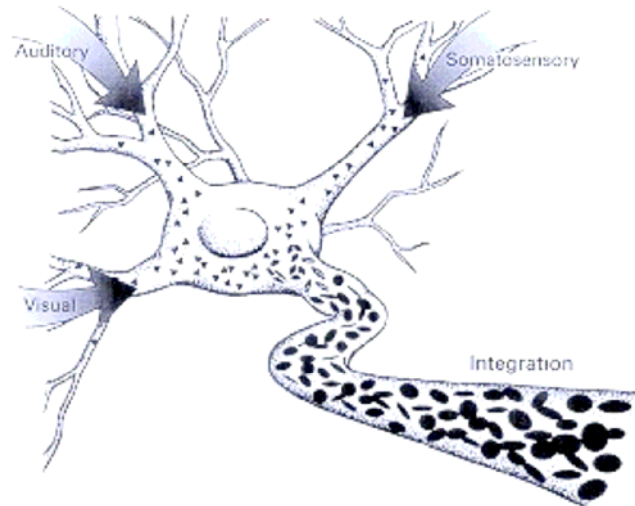
La fusion des sens présente des intérêts majeurs dans le cadre de la robotique actuelle. Elle permet en effet d'obtenir des informations plus précises, que ce soit au niveau de la location d'objet ou de la localisation du robot lui-même dans son environnement.

De nombreuses recherches sont en cours aujourd'hui, et nous devons cela sans doute à la grande popularité des systèmes bio-inspirés. Cependant, la plupart des projets déjà réalisés se basent sur des probabilités a posteriori et offre un intérêt réduit dans le cadre de ce projet. Comme l'étendue du projet est assez large, il a été choisi de mélanger uniquement deux sens, à savoir les entrées visuelles et tactiles.



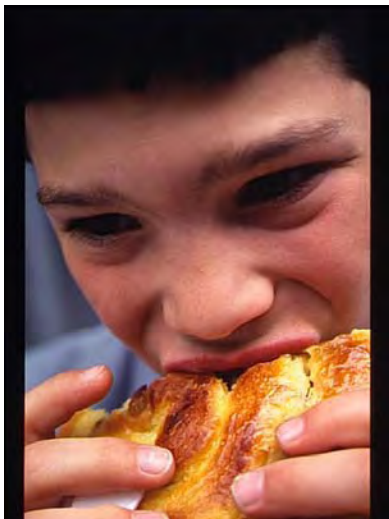
## Multimodalité

Les mammifères évolués (chat, rongeurs, homme) sont les êtres vivants où l'on trouve le plus de multimodalité. Lorsque l'on parle de multimodalité, on se réfère à des neurones qui au lieu de recevoir uniquement des afférents d'un sens (par exemple la vision) prennent en compte également d'autres sens. Au niveau du thalamus, différentes régions ont été découvertes où l'on trouve une dualité entre des neurones spécifiques à une modalité et des neurones multimodaux. Les régions corticales peuvent tout autant recevoir différents afférents multisensoriels que converger des entrées depuis différentes cellules unisensoriels



## Thèmes particuliers

### Alimentation



L'alimentation, où tous les sens fonctionnent en même temps.

Le thème de l'alimentation est particulièrement marquant :

- permet d'illustrer la complémentarité et l'interactivité des sens
- il est reproductible par le public quotidiennement, et par conséquent peut éventuellement l'amener à considérer différemment le choix de ses aliments
- il est très lié aux émotions, et suscite largement l'intérêt.

Afin de mettre en évidence cette thématique lors d'une animation, il est important de permettre la dégustation d'aliments.

Pour accompagner la visite des primaires, une des solutions peut être de faire des équipes, associées à une couleur. Ainsi, chaque enfant sera amené à prendre conscience d'un sens au minimum, de chercher vraiment à quoi il sert, et également de voir qu'il a besoin des autres sens pour fonctionner.

Ce fonctionnement permet ainsi de ne pas léser les enfants au cours de la visite, tout en les amenant à une prise de conscience des situations dans lesquelles chaque sens peut être impliqué.







Les enfants sont généralement très conscients des fonctions globales des organismes, surtout les adolescents : vivre, se nourrir, se reproduire... On peut largement insister sur cette thématique pour les pré-adolescents.

Ainsi, même si certains disent que ce n'est que chez les animaux, il est important de replacer l'Homme dans l'ensemble du règne animal, en mettant l'accent sur la nourriture avariée, par exemple. Ainsi, il est important de mettre directement l'accent sur ces propriétés des sens, en leur faisant se demander à quoi ils servent.

### Verticalité

Comment faisons-nous pour toujours garder notre corps à la verticale, malgré des changements de position et des mouvements ? Il s'agit principalement d'une question d'équilibre, c'est-à-dire de stabilité du corps et du regard.

Et cette sensation fait appel à plusieurs sens :

- le vestibule, organe de l'équilibre, dans l'oreille interne ;
- les yeux ;
- le système proprioceptif, sensible à la position et aux déplacements de notre propre corps.



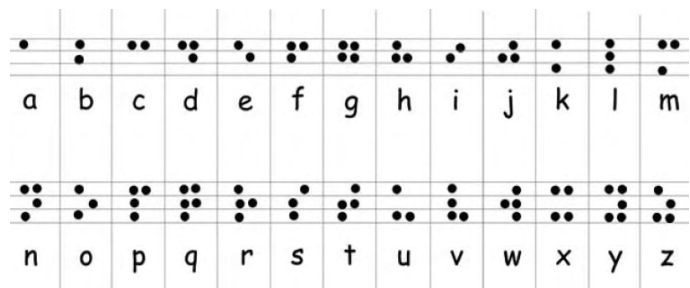
*Duo Celtica*

### Handicap



Comment vivre avec un handicap sensoriel ? Sans la vue, le goût, ou l'un des quatre autres sens, notre rapport au monde est forcément modifié. Mais heureusement, chaque individu est en capacité de surmonter cette situation : la perte d'un ou plusieurs sens nous pousse à développer les autres afin de compenser le manque.

*Simulation de handicap visuel dans l'exposition*



*Braille*





## Arts et sens

«Mais à l'instant même ou la gorgée mêlée de miettes de gâteau toucha mon palais, je tressaillis, attentif à ce qui se passait d'extraordinaire en moi. Un plaisir délicieux m'avait envahi, isolé, sans la notion de sa cause. Il m'avait aussitôt rendu les vicissitudes de la vie indifférentes, ses désastres inoffensifs, sa brièveté illusoire, de la même façon qu'opère l'amour, en me remplissant d'une essence précieuse : ou plutôt cette essence n'était pas en moi, elle était moi. J'avais cessé de me sentir médiocre, contingent, mortel».

Marcel Proust – Extrait de *Du côté de chez Swann*



Les deux acrobates (F. Léger)

## « AXES DE VISITE ACCOMPAGNÉE DE L'EXPOSITION »

Voici quelques suggestions de thèmes de visite et d'animation :

1. Comment montrer que l'équilibre est également un sens ?
2. Comment les sens participent – ils à la relation interpersonnelle ?
3. Quel sens voudriez-vous augmenter, et pourquoi ?
4. Communiquer avec les odeurs : logo olfactif (ressources industrielles disponibles en contactant le CCSTI de la Drôme), les insectes, ...
5. Les méfaits du tabagisme.
6. Alimentation et culture.





## **Voici quelques suggestions de formes d'accompagnement :**

### **Cafés sciences :**

La science est de plus en plus au cœur de nos préoccupations quotidiennes, les progrès scientifiques et technologiques nous engagent durablement, leur place devient centrale dans les grands enjeux de notre société. La période où l'on attendait de la science la réponse à toutes les questions, et de la technologie la solution à tous les problèmes est bien révolue.

Aujourd'hui la notion de progrès, très positive qu'elles véhiculaient est remise en cause. Internet, nucléaire, biotechnologies, ... les effets du progrès " technoscientifique " font parfois peur, ses résultats ne semblent maîtrisés que par quelques groupes, nos concitoyens s'en sentent exclus... Les Cafés Sciences sont des espaces publics dans lesquels nous pouvons nous rencontrer, débattre, échanger avec les scientifiques représentant différentes approches.

Le CCSTI de la Drôme peut proposer des éléments méthodologiques pour l'organisation ou l'animation des débats. Le comité scientifique de l'exposition pourra indiquer un ou plusieurs intervenants. La forme peut varier : repas, petit déjeuner, etc.

### **Cinés Sciences :**

Problématique très proche, mais avec un film en support (conseils possibles par le CCSTI de la Drôme).

### **Conférences débats :**

Le CCSTI de la Drôme peut fournir une liste d'intervenants scientifiques ou industriels.





## « MISE EN PLACE »

### **Matériel nécessaire :**

- pas de branchements électriques
- pas de maintenance nécessaire, mis à part le remplacement ponctuel d'arômes (très facile, arômes fournis).
- éventuellement un ou deux ordinateurs (Mac ou Pc), pour diffusion de deux CD Rom d'accompagnement.

### **Espace nécessaire : 150 m<sup>2</sup>.**

L'exposition est composée de modules qui peuvent :

- soit être disposés dans une ou plusieurs salles vides ;
- soit prendre place dans un espace de configuration particulière (exemple : entre les rayonnages d'une médiathèque).

Les différents espaces peuvent éventuellement être disposés dans des lieux différents. Cette modularité de l'exposition permet à de nombreuses structures de l'accueillir.





	Liste générale des matériels de l'exposition itinérante 6 SENS	Dénomination
OURS	Visuel sur portant Ours	Présentation générale de l'exposition
	<b>Pôle « 6 sens »</b>	
1	Visuels sur portant 1	toucher
2	Visuels sur portant 2	Audition
3	Visuels sur portant 3	Equilibre
4	Visuels sur portant 4	Vue
5	Visuels sur portant 5	Olfaction
6	Visuels sur portant 6	Goût
A	Module Pole « 6 sens » 3 boites aveugles	Six sens
	Lutrins A1	Quel est le rôle du cerveau ?
	Lutrins A2	Transmission
	<b>Pôle « des sens pour la vie »</b>	
B	Module Pôle B boites aveugles et 3 trous odeurs, plus bille tactile et boîte à odeur	Des sens pour la vie
	Lutrins B1	Apprentissage
	Lutrins B2	Pathologie
	Lutrins B3	Evolution
	<b>Pôle « des sens en interaction »</b>	
C	Module pôle « des sens en interaction » avec 2 cubes animations	Des sens en interaction
	LutrinsC1	Handicap
	Lutrins C2	Dégustation
	Lutrins C3	Verticalité
	Accessoires (cadenas matériels de rechange, consommables de l'exposition etc. )	
Qt	<b>Encombres par éléments</b>	Encombrement en cm
8	Visuel sur portant (Ours, 1 à 6)	200cm de haut par 80cm de large et 10 d'épaisseur sur quadripied encombrement diamètre 50cm
8	Lutrins (A1 à C3)	15 ht *55*50 cm
2	Modules autoportant A et C	214 ht*40*146 cm
1	Module autoportant B	214 ht*40*216 cm
1	Caisse de transport	100ht *80*120 cm Estimation poids total avec caisse et 6 spots compris: 270 Kg





## **Médiation et ingénierie culturelle**

CCSTI de la Drôme

### **Comité scientifique :**

Edouard GENTAZ, CNRS Grenoble - Marc LENOIR, INSERM - Université Montpellier I - Rémy PUJOL, INSERM - Université Montpellier I - Girolamo RAMUNNI, CNAM Musée des Arts et Métiers, Jacqueline RAYMOND, CNRS Montpellier - José SAHEL, INSERM Paris - Gilles SICARD, CNRS Lyon.

### **Conception scénographique, création graphique et production graphique :**

Agence Essenciel





## - Quelques activités -

### LA VISION : CORRESPONDANCE ENTRE LA PHYSIQUE ET LA BIOLOGIE

#### Activité 1

Faire procéder à la dissection d'un oeil de boeuf par les élèves, ou alors leur montrer une photo en coupe.

Leur faire manipuler des lentilles convergentes sur table ou banc d'optique.

Faire la comparaison avec une chambre noire en optique ; l'élève doit nommer chaque partie de l'oeil et expliquer son rôle physique. Il doit déterminer le point focal d'une lentille avec un faisceau parallèle. Il doit construire géométriquement l'image d'un objet AB, la distance focale de la lentille lui étant fournie.

#### Activité 2

Organisation de la rétine. Montrer une photo au microscope de la rétine, puis un schéma en coupe. L'élève doit expliquer le cheminement des informations depuis l'humeur vitrée jusqu'à la choroïde, en passant par le corps cellulaire d'un neurone ganglionnaire, la fibre nerveuse, le corps cellulaire d'un neurone bipolaire, les corps cellulaires des cônes ou des bâtonnets, les cônes et les bâtonnets.

#### Activité 3

Identifier les différentes zones de la rétine (fovéa, point aveugle) à partir d'un document projeté ou distribué. L'élève doit pouvoir expliquer la raison biologique et physique de l'emplacement de la fovéa. L'enseignant pourra utiliser la fiche sur le point aveugle.

Physiquement, chaque élève trace la marche d'un rayon lumineux dans les deux cas.

#### Activité 4

Les défauts de l'oeil : myopie, hypermétropie, presbytie. Conséquences physiologiques et schémas optiques correspondants. Comment peut-on corriger physiquement ces défauts ? L'élève construit le schéma optique correspondant à chaque cas.

Le système « autofocus » de l'accommodation ; punctum proximum et punctum remotum.

#### Activité 5

Etudier la sensibilité différente à la couleur selon l'intensité d'éclairement.

Qu'est-ce que la couleur en physique ? La fréquence des ondes électromagnétiques.

Synthèse additive, synthèse soustractive. Eclairer un objet blanc ou de couleur, dans une pièce sombre, avec 3 spots différents : rouge, bleu et vert.





## LE TOUCHER

### **But :**

Vérifier que la sensibilité de la peau est ponctuelle et qu'elle intègre différents aspects.

### **Matériel :**

un compas, un bout de coton, deux tiges de verre, un cristalliseur avec des glaçons, un autre avec de l'eau chaude, une gomme ou autre objet dur.

### **Expériences :**

Chaque élève prend un compas, écarte les deux branches avec un angle plus ou moins grand, pose le compas sur différentes parties du corps d'un camarade ; selon la partie du corps, l'écartement est plus ou moins bien perçu.

Chaque élève plonge une baguette de verre dans les glaçons puis pose l'extrémité de la baguette sur différentes parties du camarade (paume, dos de la main, avant-bras) ; puis il répète l'expérience en plongeant la baguette dans l'eau chaude. Il y a différents capteurs de température et ceux-ci ne sont pas répartis de la même manière selon la partie du corps.

Un élève pose un morceau de coton délicatement sur la peau du camarade, puis appuie au même endroit avec une gomme. Il y a différents types de récepteurs tactiles (corpuscules de Meissner, Pacini...), d'où les sensations de caresses, appui, douleur...

### **Documents :**

une photo microscopique d'une coupe de peau ;  
une photo microscopique de corpuscule de Meissner ;  
une photo microscopique de corpuscule de Pacini.  
Voir dans l'exposition les différentes photos pour les présenter aux élèves.

### **Activités / Questions**

Que permet de découvrir l'expérience du compas ?  
Que montre l'expérience de la baguette chaude ou froide ?  
Comment expliquer l'expérience du coton et de la gomme ? Aidez-vous des photos et de l'exposition.







## LA RECEPTION SONORE

### Fiche 1

#### *Description de l'oreille humaine.*

Insérer un schéma montrant les différents éléments (cf. p.5 : pavillon, tympan, marteau, enclume, étrier, fenêtre ovale, vestibule, cochlée, cellules ciliées, nerf auditif).

Le pavillon capte les sons et les achemine vers le tympan via le conduit auditif ; le tympan vibre alors sous l'effet des variations de pression dues aux ondes sonores.

Cette partie constitue l'oreille externe.

Les trois osselets transmettent à la fenêtre ovale les vibrations du tympan en les amplifiant environ 30 fois.

Ceci constitue l'oreille moyenne.

Ces vibrations sont communiquées au liquide contenu dans la cochlée. Les cellules ciliées de la cochlée sont alors excitées et engendrent des messages nerveux qui parviennent au nerf auditif.

Cette dernière partie constitue l'oreille interne.

### Fiche 2

#### *Fréquences audibles.*

Le son est une onde acoustique avec une certaine fréquence. Une oreille humaine peut capter les sons dont la fréquence est comprise entre 30 Hz et 18000 Hz. Cet intervalle se réduit avec l'âge ou avec les agressions sonores (milieu ambiant bruyant, balladeurs, fréquentation des discothèques...) surtout dans le domaine des aigus.

L'éléphant perçoit très bien les infrasons de 10 Hz, tandis que les chiens (40000 Hz) les chauve-souris (120000 Hz) et les dauphins (200000 Hz) perçoivent les ultrasons.

### Fiche 3

#### *Sensations auditives.*

Elle dépend de l'intensité du son reçu. L'intensité acoustique ( $I$ ) est la puissance acoustique reçue par unité de surface. Elle se mesure en watt par mètre carré. L'oreille est un récepteur de grande sensibilité, pouvant capter des sons dont l'intensité acoustique est comprise entre  $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$  (seuil d'audibilité) et  $\text{W.m}^{-2}$  (seuil de la douleur).

Insérer une échelle des intensités acoustiques.

Elle dépend de la fréquence reçue. L'oreille ne réagit pas de manière linéaire à toutes les fréquences : elle est beaucoup plus sensible aux alentours de 3000 Hz, ce qui correspond à la fréquence du cri humain.

La sensation auditive n'est pas proportionnelle à l'intensité acoustique : dans une salle où fonctionne un haut parleur, l'installation d'un second haut parleur identique ne change pas ou peu la sensation auditive alors que l'intensité acoustique double. C'est la raison pour laquelle on a préféré définir le niveau d'intensité acoustique ( $L$ ). Il est mesuré en décibel (dB) avec un sonomètre et on peut montrer que lorsque le niveau d'intensité acoustique augmente de 3 dB, cela signifie que l'intensité acoustique a doublé.

Insérer un diagramme de sensibilité de l'oreille humaine. ( $I$  et  $L$  en fonction de  $f$ )





## LA VUE : LE POINT AVEUGLE

### **But :**

Vérifier qu'il existe une zone de la rétine insensible à la lumière

### **Matériel :**

Une feuille de papier blanche, un compas, une règle, un feutre noir, un vidéoprojecteur ou un rétroprojecteur pour l'enseignant.

### **Expériences :**

Chaque élève se munit de la feuille de papier blanche disposée dans le sens de la plus grande largeur. Il trace, au compas, un cercle noir d'un rayon de 1 cm environ à gauche de la feuille. Puis il trace, à droite de la feuille, à environ 12 cm du centre du cercle, une croix d'épaisseur environ 3 mm. Ensuite, il prend la feuille et la présente verticalement devant lui à environ 50 cm du visage, et fixe la croix avec l'oeil gauche, oeil droit fermé. A un certain moment, le cercle disparaît.

Chaque élève utilise ou reproduit le schéma suivant :



L'élève ferme l'oeil droit et fixe la croix avec l'oeil gauche. Les deux rectangles noirs semblent se toucher : la discontinuité disparaît.

### **Document :**

Une coupe de l'oeil montrant le départ du nerf optique et la structure de la rétine.

L'enseignant explique qu'au départ du nerf optique, il n'y a ni cône, ni bâtonnet et que, s'il y en a, ils sont cachés par les vaisseaux sanguins, épais et opaques.

### **Activité / Questions**

De quoi est formée la rétine ? Comment expliquer la fabrication des images et la transmission au cerveau ?

Que constate-t-on au niveau du départ du nerf optique ? Quelle en est la conséquence sur la vision ?

Cette zone est appelée le point aveugle ; le monde devrait nous sembler découpé, or il n'en est rien.

Que permet de montrer la deuxième expérience ?

Indice donné par l'enseignant : le cortex visuel semble compenser les parties manquantes dues à la présence du point aveugle.





## LES ODEURS

(séquence pour des enfants de 3 à 10 ans)

### Préalable

A quoi te sert ton nez ? Te sert-il seulement à respirer ?

### Expériences

L'animateur aura réparti plusieurs pôles d'odeurs dans la classe ; le but de l'expérience consiste à faire naviguer les enfants entre les différents pôles et de leur faire reconnaître les différentes substances, d'abord en les cachant, puis en les découvrant :

- un coin aliments : orange, mandarine, pomme, poireau ;
- un coin culture : de la terre, des fleurs différents bien connues des petits ;
- un coin bricolage : de la colle, du vernis, des peintures (gouaches...) ;

L'animateur amène ensuite les enfants vers un pôle central dans lequel il y a différents objets et différents substances ; le jeu consiste à demander aux élèves d'essayer de les classer par catégories d'odeurs (comme les pôles qu'ils ont vu juste avant).

### Activité découverte : les plantes odorantes

L'animateur pourra mettre en culture du thym, de la menthe, de la lavande, du persil...

Les enfants pourront sentir au fil du temps les odeurs qui se dégagent de ces plantes à leurs divers stades d'évolution.

### Compléments

Au cours d'une sortie, un enseignant pourra faire référence à la visite sur les odeurs et demander à chaque enfant de sentir différents choses pendant le voyage, soit en ville, soit dans la nature.

A la cantine, il peut aussi proposer le jeu suivant pour montrer l'existence de l'olfaction rétronasale : les enfants se pincent le nez, mettent un aliment dans la bouche et, au signal de l'enseignant, débouchent leur nez : ils se mettent alors à sentir les arômes.





## Exemple d'atelier : Le goût

Durée : 1h = 3 x 20mn

- Objectifs :**
- Découvrir le fonctionnement du goût (physiologie des récepteurs...)
  - Faire la différence entre arôme et saveur
  - Initier à la dégustation

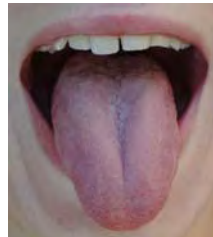
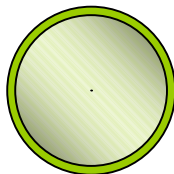
### Contenu détaillé de l'atelier :

#### 1<sup>ère</sup> partie : Le fonctionnement du goût

**Présentation :** L'objectif est de comprendre la physiologie des récepteurs du goût.

**Déroulement :** - utiliser la porte du goût comme support d'explication (6 portes chacune consacrée à un sens qui servent d'entrée à l'exposition et permettent une prise de conscience de notre système sensoriel).

- demander aux volontaires d'observer leur langue dans un miroir grossissant, ou celle de leur voisin, et de décrire ce qu'ils voient.



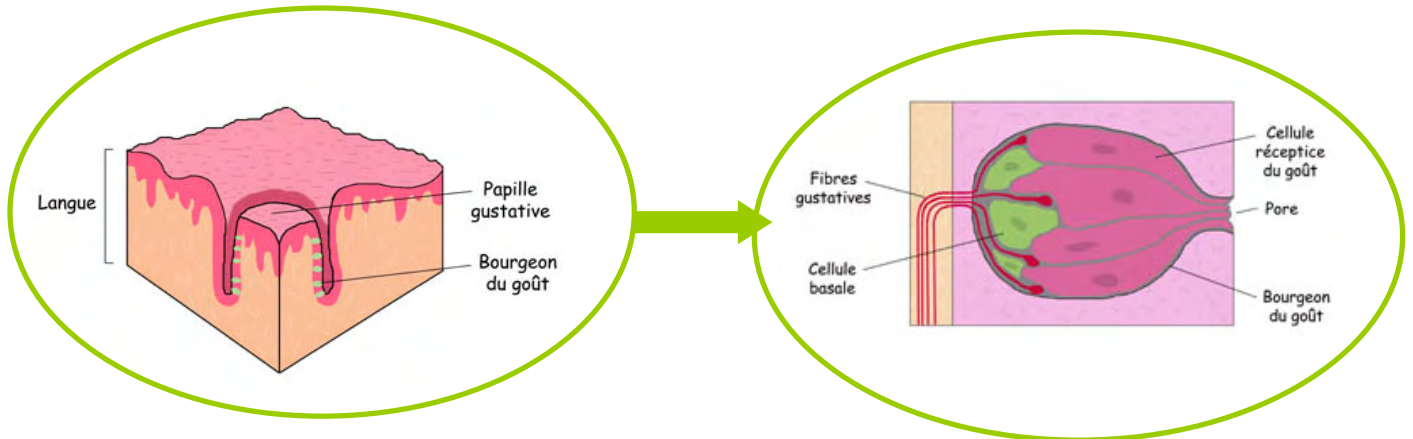
- Présenter le fonctionnement du goût en appuyant le discours sur les schémas

On voit facilement les petites papilles à l'avant et sur les côtés, et les plus grosses à l'arrière. Ce sont les **papilles gustatives**. Elles permettent de percevoir les **saveurs**.

Chaque papille contient une à plusieurs centaines de **bourgeons du goût**.

Ils permettent de capter les **molécules chimiques sapides** contenues dans les aliments : celles-ci se dissolvent au contact de la salive et se fixent au niveau des **pores**, déclenchant ainsi un signal.





Par l'intermédiaire des **cellules réceptrices** disposées en « quartiers d'orange », ce signal converge vers les **fibres gustatives**, puis remonte au cerveau où il sera analysé.



*Pore d'un bourgeon du goût*

## 2ième partie : La différence entre arôme et saveur

**Présentation :** Cette deuxième partie doit faire découvrir et comprendre que le goût ne résulte pas uniquement de la perception des saveurs. Les arômes participent également et en grande partie dans la sensation du goût.

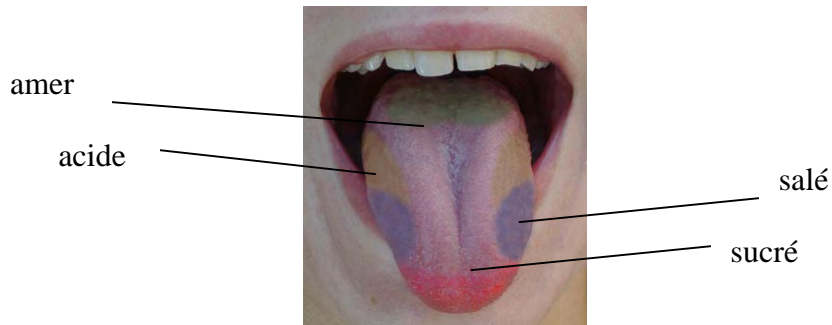
Cette partie est l'occasion d'introduire la notion de variabilité interindividuelle.

### **Matériel :**

- bonbons
- cannelle
- 3 solutions sucrées : à base de miel, saccharose, aspartam (25g pour 50cl)
- réglisse

### **Déroulement :**

- Combien existe-t-il de saveurs ? On parle en général de 4 saveurs (sucré, salé, amer, et acide)
- Faire goûter la réglisse et demander quelle est sa saveur parmi les quatre. Expliquer qu'il n'existe pas 4 saveurs mais une infinité de saveur. Il manque seulement des mots pour les décrire.
- Montrer que toutefois, la langue présente des zones plus sensibles à certaines saveurs que d'autres (tout dépend de la concentration en molécules).



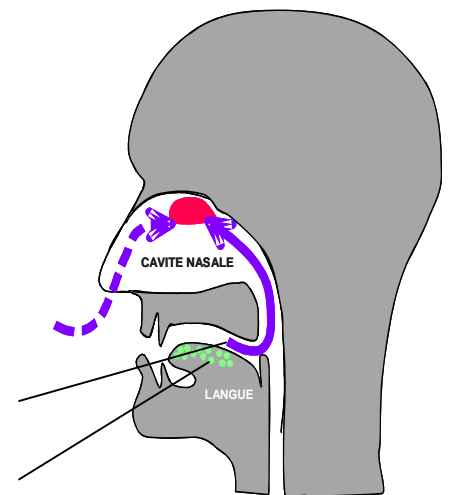
- Faire goûter les 3 solutions sucrées (sans dire ce qu'elles contiennent): pas 1 saveur sucrée mais 3 différentes, difficiles à décrire.
- Demander à plusieurs personnes de classer ses trois boissons selon leur dosage en sucre. Après comparaison, expliquer la notion de variabilité interindividuelle. Chacun a un équipement personnalisé de papilles gustatives ce qui rend nos perceptions des saveurs unique. Citer l'exemple des plats épicés, savoureux pour certains, insupportables pour d'autres.
- Résultat objectif du test : les pouvoirs sucrant du saccharose, miel, aspartam sont différents.

saveur sucrée	PSR : pouvoir sucrant relatif /saccharose
glucose	0,70
fructose	0,8 à 1,30
Saccharose (sucre de table)	1
miel	1
aspartam	130 en moyenne

- faire goûter des bonbons le nez bouché (en choisissant au hasard et sans regarder entre les différents goûts)
- même chose pour la cannelle
- expliquer la différence entre saveur et arôme et l'importance des arômes dans la perception du goût (en s'appuyant sur les schémas du livret « dégustation »)

Lorsqu'on se pince le nez, on ne sent que très peu le goût. Il est difficile de reconnaître l'aliment ou le « parfum » du bonbon.

L'arôme d'un aliment est en fait son odeur libérée lors de la mastication en bouche. Celle-ci remonte jusque dans notre nez où elle captée par les récepteurs olfactifs : c'est **l'olfaction rétronasale**.



STIMULATION RETRO-NASALE





La saveur, elle, est perçue directement par notre langue, au niveau des bourgeons du goût.

Le goût est donc la composante des saveurs et des arômes.

### 3<sup>ème</sup> partie : Initiation à la dégustation

**Présentation :** L'objectif de cet atelier est d'apprendre à analyser notre perception gustative. Manger fait appel à la quasi-totalité de nos sens : le goût, mais aussi la vue, le toucher, l'ouïe et l'olfaction.

**Matériel :**

- aliment à déguster (Tome de Savoie, chocolat, chips ...)
- boisson colorée différemment du goût originel (sirop de fraise vert...)

**Déroulement :**

- initier à la dégustation avec une grille de sensations tactiles, visuelles, olfactives et gustatives (texture, saveur, arôme, craquant, température...). Cela un demande un apprentissage particulier et un entraînement pour la reconnaissance (exemple des œnologues...)
- introduire la notion de **sensation trijéminal** (piquant, frais, mentholé...). Elle est donnée par les nerfs passant dans la cavité nasale et derrière les yeux. C'est elle qui est responsable des larmes provoquées par l'absorption d'un plat trop épicé par exemple.
  
- faire goûter les sirops et demander le goût. Notre vue influence énormément notre perception du goût (et les autres sens), ce qui peut conduire à des conflits sensoriels. S'appuyer sur des exemples précis.





## Fiche de dégustation

Nom et prénom : \_\_\_\_\_

Aliment dégusté : \_\_\_\_\_

### La vue

Quelle est sa couleur ?

Quelle est sa forme ?

Aspect général    liquide     compact     brillant     mat     autre

### Le toucher

Sensations tactiles    liquide     mou     dur     râpeux     lisse     collant     chaud     froid     autre

### L'olfaction

Premières impressions...    pas d'odeur     odeur     forte     légère     agréable     désagréable

Pouvez-vous décrire l'odeur?

Après ses premières sensations, vous semble-t-il appétissant ?    oui     non     Pourquoi?

### Le goût

Quelles sont les saveurs?    sucrée     salée     acide     amère     vanille     réglisse     autre

Ressentez-vous une sensation trijéminal?    frais     piquant     mentholé     brûlant     pétillant

Quelle est la texture?    sec     moelleux     fondant     croquant     épais     pâteux     croustillant     onctueux     autre

Le goût correspond-il à l'idée que vous vous en étiez faite ?    oui     non     Pourquoi?

En conclusion :    j'adore     j'aime bien     je déteste     je ne sais pas

