

4. RESULTATS.

En s'appuyant sur cette méthodologie (cf 3), nous mettons à l'épreuve successivement les trois hypothèses.

-Première hypothèse : la connaissance de l'état des conceptions permet de définir les impacts, afin de proposer une "mise en objet" (cf 4.1).

- Seconde hypothèse : les tests de prototypes permettent de préciser les impacts et de repérer les obstacles par rapport au public, au propos et aux contraintes techniques (cf 4.2).

- Troisième hypothèse : l'environnement muséologique peut permettre de développer plusieurs niveaux de lecture (du questionnement... à différents niveaux de formulation des réponses) selon les publics et le contexte de leur visite (cf 4.3).

"de l'utilité de la connaissance des intérêts des enfants..."



4.1. PREMIERE HYPOTHESE :

La connaissance de l'état des conceptions permet de définir les impacts afin de proposer une "mise en objet".

Le premier acte du diagnostic débute par l'explicitation des choix du concepteur et de l'argumentaire sur lequel ils se fondent (cf.1.1.1), afin de jeter les bases pour l'étude de public. Cette analyse des conceptions préalables des enfants (cf 4.1.2) permet de définir des priorités pour le message du concepteur (cf 4.1.4) et de jeter les bases des prototypes d'éléments d'exposition (cf 4.1.5).

4.1.1. LE PROJET INITIAL DU CONCEPTEUR.

L'analyse du projet initial du concepteur fait émerger les objectifs fixés pour la conception de l'exposition.

4.1.1.1. Le propos initial de la présentation muséologique

Comme nous l'avons analysé au paragraphe 2.1, le choix du thème repose sur une connaissance d'un intérêt spontané pour le sujet et sur les caractéristiques du lieu d'exposition.

La lecture de la fiche programme écrite par le concepteur permet de cerner le message initial de l'exposition et les indications pour sa mise en scène. Dans le cas étudié, il s'énonce comme suit :

Fourmis, pucerons, coccinelles sont des animaux qui n'appartiennent pas à l'environnement habituel de l'enfant , sans être vraiment insolites. A partir d'une représentation qui joue la fascination, l'enfant pourra découvrir de façon plus approfondie, plus scientifique avec observation, manipulation, interprétation...

Une fourmilière modulaire comprend un nid visible en permanence, un terrain d'aventure paysagé reconstituant le milieu naturel, une aire d'expérience, une zone d'interaction avec un élevage de pucerons et une liaison avec un élevage de coccinelles

L'enfant peut ainsi découvrir la structure de l'habitat des fourmis, les comportements au sein de cette société animale. L'espace d'expérience lui permet d'étudier certains comportements observés. Il peut observer les relations des fourmis avec leurs "vaches à lait", les pucerons, comprendre l'infestation rapide des pucerons et le danger qu'ils représentent pour les cultures, concevoir la lutte biologique à partir des coccinelles, réfléchir à la notion d'utile ou de nuisible (pour les fourmis par exemple).

Les finalités de la présentation sont de

- fasciner,
- faire découvrir le comportement des fourmis et leurs relations intra-spécifiques.
- montrer les relations inter-spécifiques et les inter-actions fourmis-pucerons, pucerons-plantes, pucerons-coccinelles et mettre en place la base d'un réseau alimentaire
- faire comprendre les aspects écologiques et économiques en rapport avec ces animaux (les fourmis, utiles ou nuisibles) et en particulier de la lutte biologique (par les coccinelles).

Ce message n'est pas assez cerné. Il n'est pas assez concis et est trop ambitieux. Une analyse plus rigoureuse (cf 2.1) nous amène à résumer comme suit les impacts qui peuvent être réellement évalués.

4.1.1.2. Tableau récapitulatif des impacts recherchés par le concepteur

Buts des concepteurs	Axes d'analyse des publics
Développer l'intérêt et l'attractivité	Taux d'intérêt pour le sujet : éveille-t-il la curiosité, l'étonnement...
Développer le questionnement Niveau, axes et "qualité" du questionnement	Importance du questionnement afin de trouver des points d'ancrage pour le message et de juger, par comparaison, de l'impact de l'exposition.
Développer les connaissances Niveau et principaux axes de connaissances du sujet.	Ce qu'ils pensent savoir, les connaissances réelles, afin de repérer les obstacles et le cadre conceptuel dans lequel va s'inscrire le message.
Développer l'observation	En référence aux données précédentes et à des tests à partir de dessins, établir des bases de référence pour les phases suivantes de notre recherche.

Nous résumons dans le tableau ci-dessus ces impacts dégagés par la problématique (cf 2.1) et qui vont servir de base pour l'analyse de public qui va suivre, mais aussi de référence pour les phases suivantes de notre étude (cf 4.2).

A partir de cette explicitation du choix du thème et des objectifs opérationnels par le concepteur en fonction du cadre de l'exposition et du public ciblé, il est possible d'analyser l'état des conceptions de ce public, c'est à dire des enfants de 6 à 12 ans.

4.1.2. Résultats et analyse des conceptions préalables du public.

Le choix du thème d'une exposition est toujours lié à plusieurs paramètres (cf 2.2.1.) dont le premier devrait toujours être le récepteur, c'est à dire le public de l'exposition. L'analyse du contenu et du degré des connaissances du public présente selon nous un intérêt fondamental qui doit permettre de préciser le propos du concepteur et qui, de surcroît, sert de base de référence pour les études au cours de la conception (en tant que pré-test).

Nous reprenons successivement chacun des impacts recherchés par le concepteur.

4.1.2.1. L'intérêt et l'attractivité

Pour mettre en évidence des indicateurs de l'intérêt pour le thème, nous commençons par rechercher leur connaissance globale du sujet à partir de la question : *as-tu déjà parlé des fourmis...?*

Résultats sur les 250 enfants interrogés (tous niveaux confondus) :

A la question *as-tu déjà parlé des fourmis à l'école?*

- aucun (0%) n'a entendu parler de fourmis à l'école.

Mais 20% d'entre eux (48 enfants de 8/12 ans) ont étudié des insectes les années précédentes (précisions obtenues par l'entretien complémentaire).

A la question, *as-tu déjà parlé de fourmis avec tes parents?* ,

le pourcentage de *oui* est de 2% (5 cas individuels dispersés dans tous les niveaux de classe).

Par contre à la question, *as-tu déjà vu des fourmis dans la nature?* ,

les résultats se situent autour de 56% et varient peu selon les classes :

9/12 ans : 25 enfants sur 49 soit 51% ¹⁰

7/9 ans : 60 enfants sur 96 soit 62%

6/7 ans : 55 enfants sur 98 soit 56%

Analyse :

Ces chiffres indiquent que les enfants ont peu exploité ce thème dans les classes étudiées et sont donc assez vierges par rapport à la découverte des fourmis.

Quelques cas individuels en ont parlé avec leurs parents. L'entretien individuel qui suit le questionnaire (cf 3.2) montre que les circonstances citées sont surtout de 2 types : envahissement de la cuisine par des petites fourmis noires et fourmis rouges lors de pique-nique à la campagne.

Quant à l'observation de ces animaux dans la nature par une majorité d'enfants, elle démontre l'intérêt spontané des enfants pour la découverte de la vie des fourmis.

4.1.2.2. Le questionnement

Comme élément de référence pour évaluer l'attitude de curiosité scientifique des enfants dans les phases suivantes de la recherche et afin de trouver des points d'ancrage pour le message et de juger, par comparaison, de l'impact de l'exposition, nous analysons leur questionnement à partir de l'étude de leurs réponses à la question *quelles questions te poses-tu au sujet des fourmis?*

Nous distinguons deux aspects du questionnement : sa forme, et son contenu.

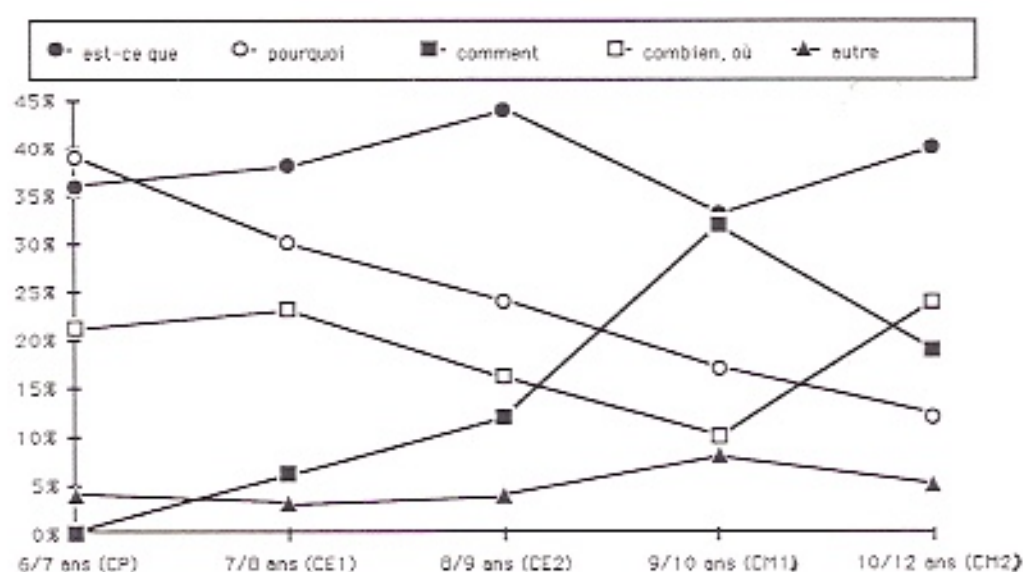
La forme du questionnement.

Résultats

Les résultats sont classés par type de question : pourquoi, comment, est-ce que, comment, où, etc... Les résultats sur 250 enfants sont les suivants :

¹⁰ Pour la clarté de l'exposé, nous utilisons des pourcentages pour exprimer les résultats. Nous sommes conscients qu'ils ne sont pas représentatifs sur un échantillon de cette taille.

Type de questions (évolution de 6 à 12 ans)
(Résultats détaillés : cf annexe 7)



Analyse : comment les enfants se posent-ils leurs questions ?

Nous distinguons différents types de questions en fonction de la nature de leur formulation, *pourquoi...*, *comment...*, *est-ce que...*, *où...*, *combien...*, *autres*.

Cette analyse permet de distinguer celles qui peuvent être directement opératoires en incitant l'enfant à une démarche de découverte.

Pourquoi, comment ?

La question "pourquoi" est celle que l'on retrouve le plus souvent posée spontanément, en particulier par les jeunes enfants. Dans une démarche scientifique, on tend à transformer et à faire reformuler le questionnement par une analyse qui conduit à faire passer du "pourquoi" au "comment".

L'échantillon d'enfants étudié montre un taux relativement élevé de questions relevant des *pourquoi* et *comment* confondus (39 à 49%).

Mais il est intéressant de noter l'évolution des enfants de 6 à 12 ans, avec une diminution régulière des *pourquoi* (de 39% chez les 6/7 ans à 12% chez les 10/12 ans), corrélative à une légère augmentation des *comment* (de 0% chez les 6 ans à 32% chez les 9/10 ans), à l'exception des 10/12 ans où les *comment* diminuent à 19%, corrélativement à une augmentation des *est-ce que*.

Les chiffres vont tous dans le même sens même si les classes analysées ne pratiquent pas toutes des activités scientifiques, l'esprit d'analyse et la rigueur n'en semblent fort heureusement pas absents.

Est-ce que ?

On remarque une proportion constante de l'ordre de 40% des questions du type *est-ce que* dans toutes les classes et quelque soit l'âge des enfants (36 à 42%).

Ce résultat est tout à fait intéressant étant donné que ces questions (près de la moitié des questions des enfants) sont directement opératoires ; elles pourront servir de base à une observation ou une recherche dès que les enfants seront devant la fourmilière ; ceci montre l'intérêt que ce sujet peut présenter pour enclencher une attitude de découverte scientifique.

"Combien ?", "Où ?"

Les questions de ce type intéressent beaucoup les plus jeunes des enfants testés, 21% des 6/7 ans, 23% des 7/8 ans, 18% des 8/9 ans. Ce type de questionnement semble diminuer légèrement vers 9/10 ans.

Le "*combien*" s'explique facilement par l'engouement que les jeunes enfants ont pour les nombres dont ils découvrent le maniement vers 6/8 ans. Ils posent souvent ce type de question pour le plaisir des nombres, même s'il ne les maîtrisent pas. Ainsi on retrouve très souvent leurs interrogations "*combien y a-t-il de fourmis ?*, *combien de temps elles vivent ?*, *combien de pattes ont-elles ?*...

Si ces questions sont motivées plus par un intérêt véritable que pour le jeu avec les nombres, elles pourront devenir directement opératoires pour une observation directe, un comptage. Les "*où*" peuvent inciter à une recherche spatiale de localisation d'une fourmi particulière, d'un lieu spécifique, etc...

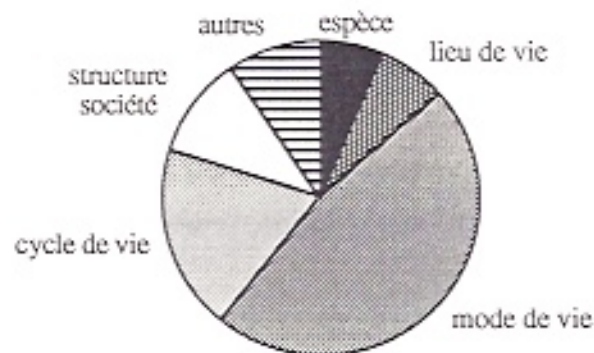
Autres questions :

Les affirmations déguisées et les questions qui ne relèvent pas directement de la typologie précédente restent l'exception (0 à 6% maximum).

*Le contenu des questions des enfants.***Résultats**

Les questions que les enfants se posent sont regroupées selon les mêmes grands centres d'intérêt que pour l'analyse de leurs affirmations (cf 4.1.2.3). Ces thèmes correspondent aux objectifs conceptuels fixés au départ pour la conception de l'élément d'exposition (cf 2.2.1). Résultats détaillés : cf annexe 8.

contenu des questions (moyenne)



Analyse du questionnement des enfants :

Le nombre de questions spontanées se situe autour de une en moyenne par enfant, à part pour les 6/7 ans où près de la moitié des enfants ne se posent pas de questions et prétendent ne rien savoir sur les fourmis. Par contre pour les 7/8 ans, ce taux de questions passe à plus de 2 par enfant.

Mais il est intéressant de noter que dans tous les cas le rapport du nombre de questions sur le nombre d'affirmations reste voisin de 0,6 quels que soient les enfants, leur âge et leur taux d'information sur le sujet. On remarque ici une bonne homogénéité des résultats.

Nous analysons successivement les différents types de connaissances des enfants.

Morphologie :

Le taux de questions varie de 0% (à 6 ans) à 10% environ (vers 10/12 ans), avec un maximum vers 8 ans (dans une classe de CE1), où 22% des questions d'enfants relèvent de cette préoccupation. Ce résultat est à mettre en relation avec l'analyse des dessins ; ceux des enfants de ces classes de CE1 montrent une bonne approche de la morphologie d'un insecte, liée à des études dans l'année d'autres insectes.

Espèce :

L'interrogation à propos des espèces de fourmi n'apparaît dans notre enquête qu'à partir de 9/10 ans (pour 16% des enfants).

Où elles vivent : la fourmilière.

Cette préoccupation est souvent présente chez les 6/7 ans (14%). Pour les plus âgés (7 à

12 ans), elle ne représente que 3 à 6%, la fourmilière sera donc une découverte complète pour eux.

Il est à noter que seuls les 6/7 ans ont présenté à côté du dessin de fourmi des éléments du milieu où ils les avaient vues ou les imaginaient.

Comment elles vivent .

Ces questions représentent 67% chez les 6/7 ans et environ 50% dans les autres classes, à l'exception des 10/12 ans où cette question n'intéresse spontanément que 26% des enfants interrogés.

La principale question concerne en particulier la **nourriture**.

Vient ensuite le sommeil, avec la question *dorment-elles?* se retrouvant chez le tiers des enfants de 7/9 ans. Cette question de nature anthropomorphique (comme celle concernant les métiers des fourmis, que l'on trouve chez les enfants ayant davantage de connaissances), est bien caractéristique de la pensée de l'enfant de cet âge (cf Piaget, 1926, Laurendeau, 1962).

Par contre, les enfants se posent peu de questions pour connaître le détail des activités de fourmis dont ils ignorent la richesse et la complexité.

Cycle de vie

Cette question peu présente à 6 ans (3%) apparaît à partir de 7/8 ans et se maintient ensuite avec un taux stable autour de 20%. Les deux interrogations essentielles, correspondent aux œufs et surtout à la durée de vie.

Structure de la colonie.

Des interrogations à ce sujet débutent à 7/8 ans et se maintiennent dans les classes supérieures au taux de 8 à 10%. Elles rejoignent vers 7/8 ans le vif intérêt pour les nombres (cf précédent) : "*combien de fourmis sont ...*".

Les questions concernant la communication restent rares : exemple, "*est-ce que les fourmis parlent ?*".

Méchantes, gentilles ...

Cette approche "moralisatrice" est le corollaire de l'anthropomorphisme des jeunes enfants et diminue avec l'âge. Ainsi, ce type de question est assez présent chez les 6/7 ans (14% au CP), et diminue après 7/8 ans en dessous de 5% ¹¹. Le principal intérêt des enfants est "*font-elles mal ?*", suivi des questions "*sont-elles gentilles ?*".

¹¹ Une des classes de 10/12 ans représente une exception que nous ne pouvons expliquer malgré l'interview complémentaire des enfants. Il semble que ces questions soient alors liées à des anecdotes personnelles et sont souvent des affirmations déguisées.

Ces questions permettent de repérer les principaux centres d'intérêt des enfants au sujet des fourmis qui sont, par ordre décroissant :

- comment elles vivent, et en particulier, ce qu'elles mangent,
- la morphologie des fourmis,
- la reine et les œufs,
- la fourmilière (la "maison des fourmis").

4.1.2.3. Les connaissances

Afin d'analyser les connaissances des enfants par rapport au thème, nous avons regroupé leurs affirmations en plusieurs rubriques correspondant aux concepts fondamentaux concernant les fourmis. Les principales connaissances recouvrent l'habitat et les fonctions (nutrition, reproduction) des fourmis.

Nous excluons de cette analyse les connaissances morphologiques même si elles ont été indiquées dans le test écrit ou oralement, ces éléments étant pris en compte et analysés au paragraphe 4.1.2.4.

Notre étude des résultats débute par une analyse de la richesse et de la validité des affirmations des enfants.

Richesse et validité des connaissances:

Résultats

A la question "*que sais-tu sur les fourmis*", les résultats du dépouillement des questionnaires donnent les résultats suivants (résultats détaillés, cf annexe 9) :

âge des enfants	6/7	7/8	8/9	9/10	10/12
nombre d'enfants testés	49	44	50	48	50
Nombre total d'affirmations	51	153	103	77	199
Enfant disant ne rien savoir	18(36%)	13(30%)	16(32%)	15(31%)	0%
Nb affirmations par enfants*	1	3,5	2	1,6	4
affirmations erronées	2 (4%)	52 (34%)	29 (26%)	9 (12%)	23 (11%)
Anecdotes personnelles	8 (16%)	9 (6%)	8 (7%)	5 (6%)	8 (4%)

*pour ceux qui croient "savoir"

Analyse :

Quelque soit les âges étudiés, 30 à 36 % des enfants affirment ne rien savoir sur les fourmis.

Pour les autres, ceux qui "savent" ou "croient savoir", le nombre d'éléments connus est très variable : de 1 à 3,5 par enfant en moyenne avec un maximum au niveau des 7/8 ans (CE1), ce qui tient sans doute au programme de sciences enseigné dans les classes concernées. Les enfants les plus jeunes (6/7 ans- CP) sont particulièrement prudents pour leurs affirmations (1 affirmation en moyenne par enfant, et 36% d'enfant disant ne rien savoir).

Un certain nombre d'enfants de chaque classe fait des affirmations erronées en particulier concernant la nourriture ; beaucoup croient que *les fourmis mangent des feuilles... des fleurs... et même les vêtements*. L'entretien montre qu'ils associent la nourriture et l'endroit où ils ont aperçu des fourmis ; ils les ont vu en particulier sur des feuilles et ignorent qu'elles s'y trouvaient sans doute pour y "traire" des pucerons ! Les autres erreurs concernent les idées reçues comme "travailleuses", "gourmandes", "pas prêteuses". On retrouve ces idées reçues, particulièrement à 8 ans (CE2), où elles semblent correspondre à la lecture de récitations et de textes littéraires sur le sujet.

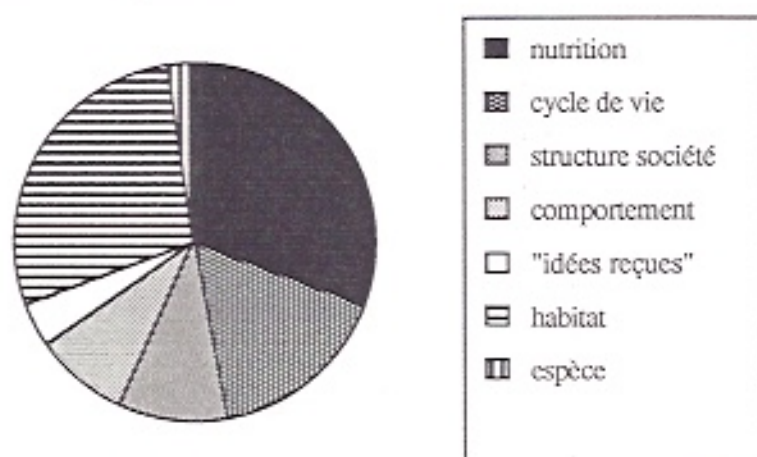
Dans leurs affirmations, la part d'anecdote personnelle est plus importante chez les jeunes enfants (16% à 6 ans), pour qui elle constitue une part non négligeable des connaissances disponibles sur le sujet. Pour les autres, elle se stabilise autour de 6% et ne représente donc qu'une petite part des connaissances des enfants. Ceci ne veut pas forcément dire qu'ils ne font plus référence à ces sources, mais simplement qu'ils sont davantage capables de s'en dégager pour exprimer des faits de façon moins sensible et plus rigoureuse.

Typologie des connaissances préalables du public.

Résultats :

Connaissances préalables sur les fourmis (à l'exception de la morphologie).
Moyenne sur l'ensemble des enfants de 6 à 12 ans (détails des résultats en annexe 9).

connaissances préalables sur les fourmis



Analyse de cette typologie des connaissances :

Notre analyse s'appuie sur les types de connaissances tels qu'ils sont mis en évidence en regroupant les affirmations des enfants par centre d'intérêt en commençant par les plus connus : fonctions biologiques (nutrition essentiellement), habitat, reproduction et cycle de vie, structure de la société, comportement, "idées reçues", espèce.

- Les fonctions.

La fonction de **nutrition** est celle qui intéresse le plus les enfants et celle qu'ils croient le mieux connaître.

La **locomotion** est peu citée et encore avec des erreurs

"les fourmis marchent lentement".

La **respiration** n'est abordée par aucun enfant. C'est, en effet, un concept abstrait pour les enfants avant 10/11 ans.

Le taux de connaissance des fonctions varie de façon aléatoire entre 6 et 12 ans de 30 à 60%. Il est curieux de constater que dans tous les cas il correspond à 30% de connaissances exactes. Les 20/30% en plus chez les 7/9 ans correspondent en partie à une représentation erronée au sujet de l'alimentation des fourmis :

*"elles mangent des feuilles...",
 "elles font des trous dans les habits...",
 "on les voit manger des fleurs..."*

- L'habitat et la fourmilière.

Les savoirs concernant l'habitat des fourmis représentent quelque soit l'âge de enfants, un peu plus d'un tiers de leurs affirmations (de 33 à 44%). Elles se réfèrent souvent à leur vécu personnel

"dans ma maison..."

La fourmilière est présentée par les plus jeunes (6/7 ans) comme

la maison des fourmis,

alors qu'après 8 ans les enfants ont une représentation, plus rigoureuse :

"elles vivent dans la terre..." ou "dans un trou".

- Le cycle de vie et la reproduction.

Quant à la reproduction, elle se résume à l'existence et dans certains cas à la ponte des œufs par la reine. Elle ne représente jamais plus de 8% des affirmations (et encore seulement pour les 11 ans).

Certains enfants de 10/11 ans (4%) font référence aux fourmis ailées, pour lesquelles l'entretien individuel montre qu'ils ne connaissent d'ailleurs ni le rôle, ni le rapport avec les autres fourmis de la colonie ; ils en font une espèce particulière.

- Structure de la société des fourmis.

Le taux de connaissance d'une terminologie propre aux individus constituant la société des fourmis varie entre 6 et 23%.

Les enfants citent seulement 3 termes : *reine, ouvrière, garde.*

Des entretiens complémentaires montrent une référence, en particulier au visionnement de certains dessins animés à la télévision, en particulier chez les plus jeunes. Les 10/12 ans semblent avoir une meilleure connaissance du rôle des individus.

- Comportement.

Les enfants ne connaissent pas du tout les comportements intra-spécifiques et extra-spécifiques des fourmis.

La seule connaissance est une généralisation de ce qu'ils savent ou ont vécu à propos des fourmis rouges, c'est à dire qu'*elles piquent...* : 10% pour les enfants les plus jeunes (6/8 ans- CP, CE1). et 6 à 7% des plus âgés (9/12 ans).

Seuls quelques 10/12 ans (9%) ont des idées plus précises (communication, transport, provisions).

- "Idées reçues".

Certains comportements cités (4%) sont en fait des idées reçues, séquelles de récitations bien connues :

"pas prêteuses", "travailleuses".

Nous n'analysons pas ici les réactions très complexes des enfants de nature affective et fantasmagique, autant que de nature intellectuelle¹² (Zlotowicz, 1971).

4.1.2.4. L'observation

Pour mettre en évidence cette démarche, nous prenons comme indicateur de la précision de l'observation : les connaissances morphologiques à propos des fourmis (cf 2.2.1).

Critères :

Afin de repérer la précision de l'observation, un des indicateurs choisis est constitué par le dessin d'une fourmi. L'analyse des dessins et des explications complémentaires des enfants porte sur un certain nombre de critères que nous pouvons regrouper principalement en fonction de 4 stéréotypes.

- **Assimilation de la fourmi à un animal minuscule au corps allongé avec de nombreuses pattes.** Cette représentation recouvre 3 critères:

- dessin minuscule de la fourmi,
- corps allongé (en une partie ou en de nombreux segments, type anneaux de chenille...)
- pattes nombreuses (plus de 3 paires).

L'analyse du nombre de pattes n'est pas toujours évidente sur les dessins, en particulier dans les nombreux dessins vus de profil, car il est parfois difficile de savoir si les enfants ont représenté un côté seulement de l'animal (seul l'interview permet de le vérifier sur un échantillon).

- **Assimilation de la fourmi au schéma stéréotype du mammifère** qui représente les animaux les plus connus des enfants, comme l'a montré une enquête sur minitel (jeu "Zoo-logique sur le serveur télématique de la C.S.I. "Villette", résultats non encore publiés).

Les critères correspondant à ce schéma type sont principalement :

- le corps en deux parties (tête différenciée et reste du corps),

¹² Les fourmis portent certainement une part de crainte inconscientes (*"est-ce qu'elles piquent ?"*), mais elles ont surtout un poids fantasmagique important : les enfants inventent volontiers beaucoup d'histoires fantastiques... et les poètes aussi dans de nombreux contes et histoires enfantines :

*"une fourmi de 18 mètres,
ça n'existe pas...
...et pourquoi pas ? (R. Desnos).*

Dans notre analyse nous nous bornons à observer et constater qu'aucune réaction de rejet n'empêchait les enfants d'approcher des fourmis, bien au contraire...

- 4 pattes, - yeux représentés par un point ou un cercle simple,
- bouche représentée par un trait,
- et à un moindre degré :
- présence d'un cou bien marqué,
- indication d'une queue,
- présence de poils.

- **Assimilation de la fourmi à un "insecte"**¹⁴. Les critères choisis sont :

- présence de 3 paires de pattes,
- antennes (bien qu'elles se retrouvent sur la plupart des dessins quelque soit le stéréotype),

- **Assimilation au type "fourmi"**. Les critères choisis correspondent à la présence simultanée des critères suivants :

- présence de 3 paires de pattes,
- antennes (bien qu'elles se retrouvent sur la plupart des dessins quel que soit le stéréotype),
- "corps en 3 parties" bien distinctes, les dessins permettant alors d'assez bien reconnaître cet animal (cf 4.2.).

TYOLOGIE DES DESSINS DE FOURMI

type "petite bête"

(6/7 ans)



type "mammifère"

(6/7/8 ans)



type "insecte"

(9/10/12 ans)



type "fourmi"

(exceptionnel)



Dans ce type de dessin, d'autres critères sont repérés plus rarement, comme les yeux à facettes, les mandibules, l'insertion des pattes sur le thorax. La présence d'ailes est parfois citée par des enfants ; elle correspond à la connaissance de "fourmis volantes", comme le révèlent les entretiens. Nous ne tenons pas compte de la couleur de la fourmi représentée¹⁵.

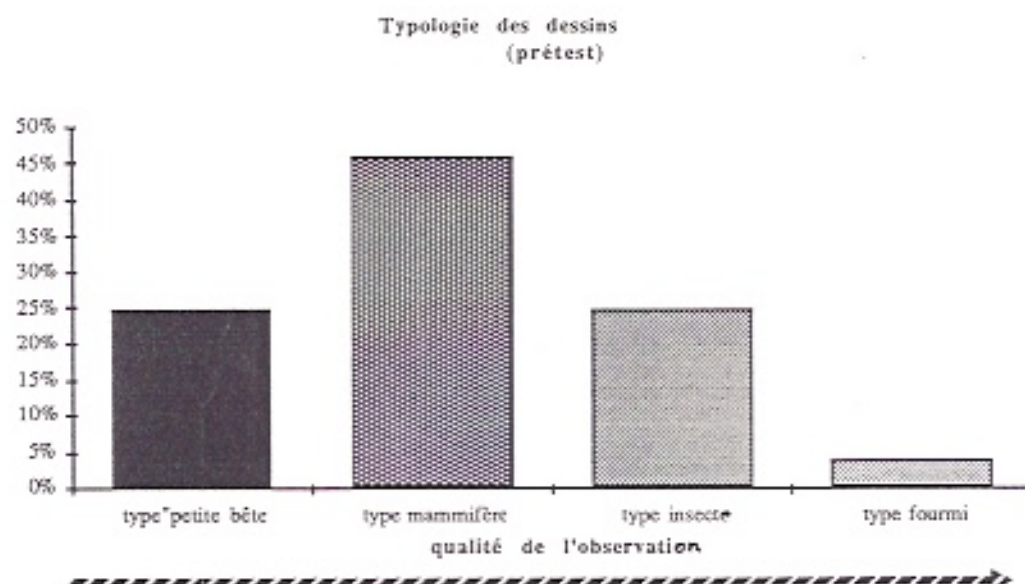
¹⁴ Les post-tests (cf 4.3) où la découverte morphologique s'affine, nous amènent à diviser ce stéréotype en deux sous-groupes et à dégager le type fourmi, les dessins permettant alors d'assez bien reconnaître cet animal (cf 4.2.).

¹⁵ La couleur :

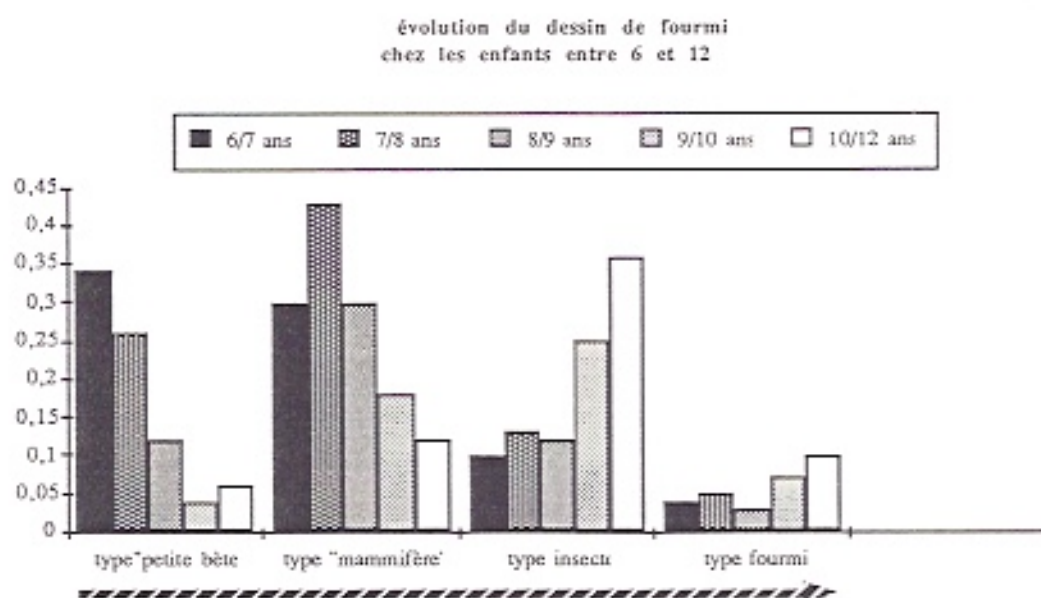
Nous ne tenons pas compte de la couleur de la fourmi représentée, car dans de nombreux cas le dessin est réalisé au trait, ce qui relativise fortement cette donnée ; de plus aucune consigne n'ayant été donnée au sujet de l'utilisation éventuelle de crayons de couleur, ce sont les habitudes de la classe qui ont prédominé. Les enfants n'ayant pas eu de consigne à ce sujet, les résultats ne peuvent être analysés de façon rigoureuse que pour les CP (6/7 ans) habitués à dessiner au stylo feutre. Tous ont représenté les fourmis avec des couleurs, les deux couleurs les plus représentées étant le rouge et surtout le noir. Ce sont aussi ces couleurs que l'on retrouve dans les autres classes quand des couleurs sont utilisées.

Résultat global.

Typologie des dessins de fourmi moyenne sur l'ensemble des enfants de 6 à 12 ans. (sur 250 enfants de 6 à 12 ans, résultats détaillés en annexe 10)



Evolution des dessins de fourmi en fonction de l'âge des enfants (de 6 à 12 ans), résultats sur le même échantillon d'enfants (détail en annexe 10).



L'entretien oral réalisé à partir de leurs dessins montre que ces couleurs correspondent aux fourmis que les enfants connaissent le mieux, surtout les petites fourmis noires des appartements et les fourmis rouges rencontrées à la campagne.

Analyse :

L'analyse se réfère à la typologie définie, sachant que la qualité des observations préalables des enfants s'améliore lorsque l'on passe du dessin de type "petite bête" en allant vers le type "fourmi". Passons en revue les résultats :

Assimilation à "animal minuscule" au corps allongé et de nombreuses pattes :

Ces 3 critères se trouvent très souvent regroupés, en particulier pour les enfants les plus jeunes : 34% à 6/7 ans et 26% à 7/9 ans, ce qui correspond semble-t-il (au vu de l'interrogatoire), à la première vision qu'ils ont des fourmis avant toute observation structurée.

Cette vision disparaît progressivement vers 9 ans (12%), en particulier à partir de la modification de 2 critères : on passe à un corps en 2 parties à 8/9 ans (66%) puis exceptionnellement à 3 parties pour quelques 10/12 ans. D'autre part à partir de 8/9 ans de plus en plus d'enfants (48% en CE2 et 60% en CM1&2) connaissent le critère de 3 paires de pattes pour les insectes.

L'analyse des résultats concernant les critères pris en compte pour ce stéréotype montre :

- *pour la taille des dessins* : la représentation des fourmis par un tout petit dessin correspond à la vision qu'en ont les enfants et leur habitude de représenter les choses comme ils les voient. A partir de 8/9 ans, sans doute à cause de l'âge et du stade de développement des enfants et de certains acquis de l'école au niveau graphique, les enfants passent à un mode de représentation graphique différent et dessinent les fourmis en plus grand.

- *pour la forme du corps*, il reste très allongé pour les 6/8 ans (CP, CE), soit sous forme d'une seule partie (pas de tête distincte) pour 18% d'entre eux, soit sous forme de corps allongé et annelé comme celui d'une chenille pour 24% en particulier pour les 6/7 ans. Cette interprétation diminue dès 9 ans (8%) pour laisser apparaître la tête de façon distincte (92%).

- *pour le nombre de pattes*, il est élevé (plus de 8 pattes) pour les 6/8 ans (45%). Il diminue vraiment à partir de 8/10 ans (18%) au profit de la notion de 3 paires de pattes pour les "insectes" dont le concept commence à prendre corps.

Assimilation au stéréotype "mammifère" :

L'association des caractères "**4 pattes**" et "**corps en deux parties**" se retrouve dans plus de 30% des dessins d'enfants de 6 à 9 ans. Ces dessins présentent alors presque toujours une bouche représentée par un trait et des petits yeux ronds.

La moitié des dessins représentent même, chez les 7/9 ans, un cou différencié et une queue. Bien qu'une seule de ces classes ait élevé un petit mammifère, ce qui aurait pu induire ce type de représentation, ce stéréotype doit apparaître à cet âge étant donné que pour les 6 ans ces 2 caractères n'apparaissent que sur très peu de dessins. L'indication de poils est sans doute liée à ce stéréotype, mais apparaît surtout dans une des classes de CE2 (8/9 ans). Elle est sans doute liée à un vécu de classe que nous n'avons pas pu faire émerger de façon significative, bien qu'il semble qu'elle puisse être liée au fait que les enfants venaient d'étudier le comportement des animaux de la savane africaine.

Ce stéréotype diminue pour les 9/11 ans pour lesquels il ne représente plus que 12 à 18% des dessins. Chez les 9/10 ans ce stéréotype de "mammifère" se mélange avec la notion de 3 paires de pattes caractéristique des "insectes". Pour cette classe d'âge, on trouve un corps en deux parties dans 85% des cas, alors que seulement dans moins de la moitié des cas on trouve 4 pattes. L'autre moitié y a associé 3 paires de pattes (critère retenu comme critère d'insecte), les enfants de ce groupe ayant déjà étudié un insecte dans leur classe.

Assimilation à un type "insecte" :

Le caractère le plus connu est la **présence de 3 paires de pattes**. Cette connaissance semble issue de l'enseignement reçu dans des classes de CE2. En effet, le taux d'enfant ayant représenté 3 paires de pattes passe de 15/20% à près de 50% à partir du CE2 et, dans les classes supérieures, il monte à 60%.

L'interrogatoire complémentaire montre d'ailleurs que la grande majorité des enfants ayant représenté 3 paires de pattes à 6 ans, l'ont fait par hasard. On peut donc peut-être analyser la base de 20% dans toutes les classes, comme un seuil correspondant au hasard du dessin pour ce critère et le complément comme un véritable acquis (comme l'interrogatoire l'a d'ailleurs montré chez les 9/11 ans).

Assimilation au type "fourmi" :

Le corps dessiné en 3 parties (concept de "**fourmi**") est un critère exceptionnellement connu des enfants (2 à 7% pour toutes les classes, hormis un CM2). L'entretien a d'ailleurs montré que les enfants n'en étaient pas certains et étaient prêts à le dessiner autrement, ce qui limite la validité du dessin de type fourmi à ce stade de l'étude.

Pour les antennes, près de 50% des enfants connaissent la présence des antennes et cela dès 6 ans. 86% des 10/11 ans les dessinent.

La présence de mandibules (même si elles ne sont pas nommées, est peu connue : 5% des 6/8 ans, contre 10% des 10/12 ans.

La connaissance des yeux à facettes reste l'exception même après le CE2. Elle est totalement inconnue chez les plus jeunes. Il en est de même pour le positionnement des pattes sur le thorax.

Une représentation correspondant aux "fourmis ailées" se retrouve dans 7 à 10% des cas.

D'une façon globale, cette étude montre que la conception première des enfants au sujet des fourmis est celle d'un animal allongé minuscule (pour 35% des 6/7 ans). Elle évolue pour être remplacée progressivement par un "type mammifère" (animal à 4 pattes et au corps en 2 parties) pour près de 75% des 7/9 ans.

La morphologie des insectes n'est pratiquement pas connue avant 9/10 ans où près de 60% des enfants connaissent la présence de 3 paires de pattes.

Les résultats de cette analyse vont pouvoir servir de base de référence pour l'étude des qualités d'observation des fourmis induite par les tests de prototypes et l'élément d'exposition définitive, sachant que l'évolution des dessins du "type petite bête" au type fourmi correspond à une amélioration de la précision de l'observation des fourmis par les enfants. En effet, elle correspond au relevé et à l'incorporation dans le dessin de plus en plus de détails exacts (correspondant à une observation de plus en plus fine), et plus éloignés de leur représentation spontanée relevée dans ce test.

4.1.3. L'INTERET ET LES LIMITES DE CETTE ANALYSE DES CONCEPTIONS.

Comme nous l'avons analysé au paragraphe 3.3.3., le contexte scolaire dans lequel est effectuée cette étude est très différent de celui d'une exposition, mais ces conceptions des enfants ne sont pas inhérentes à un lieu particulier. Aussi pour cette phase de l'étude, le contexte n'a pas vraiment d'importance (cf 3.2.).

Les résultats par classe d'âge couvrent un nombre trop faible d'enfants (50) pour être généralisables. Malgré tout ils permettent de discerner des tendances dans l'évolution en fonction de l'âge des enfants. Les pourcentages utilisés au niveau de l'expression des résultats ne se justifient que pour en faciliter la lecture, les écarts de moins de 10% n'étant pas significatifs sur les échantillons par classe d'âge.

Les limites de cette analyse du point de vue des résultats globaux concernent l'utilisation que nous souhaitons en faire.

En effet, s'il permettent de privilégier des centres d'intérêt des visiteurs par rapport au thème, ils ne peuvent pas anticiper les réactions du public en face d'un objet d'exposition. Seuls, des tests de prototypes permettront de le découvrir. Mais ces résultats peuvent orienter certains choix pour la forme de médiatisation envisagée et les points importants du message qu'elle doit transmettre.

D'autre part, un certain nombre de résultats de cette enquête peuvent paraître ne présenter qu'un intérêt limité pour définir un impact prioritaire. Ceci est en partie dû au fait que la conception du message initial a déjà tenu compte de la sensibilité et de l'habitude du concepteur d'enseigner ce type de notions et d'avoir une bonne connaissance du public concerné, ce qui n'aurait pas été le cas en partant du message d'un scientifique sans connaissance des enfants.

On peut s'interroger sur l'intérêt de l'analyse du type de questionnement des enfants. S'il n'est bien entendu pas primordial, il apporte tout de même un indicateur des capacités des enfants à avoir une démarche spontanée de recherche en fonction du nombre de questions dont la formulation prouve qu'elles peuvent être directement opératoires. Ce résultat peut inciter à privilégier un support qui nécessite une interaction de l'enfant (support vivant) à une présentation frontale où l'enfant n'aurait qu'à recevoir un message tout construit (film).

Il n'empêche que pour les connaissances morphologiques concernant les fourmis, leur principal intérêt n'est pas d'orienter la conception de l'élément d'exposition mais de définir un niveau de connaissance de référence auquel on pourra comparer les résultats des post-tests après mise en présence de l'élément d'exposition et de ces prototypes.

D'ailleurs tous les résultats de cette phase de la recherche présentent aussi ce même intérêt et seront les **référents** sans lesquels les résultats des post-tests ne pourraient être analysés valablement. La connaissance du niveau de départ est en effet nécessaire pour évaluer l'impact des tests dans les phases ultérieures de la recherche.

4.1.4. PREMIERE DEFINITION DU PROPOS PRIORITAIRE.

L'analyse précédente fait apparaître les principaux **centres d'intérêt** des enfants pour le thème, c'est à dire au sujet des fourmis. Ces indicateurs se retrouvent formulés aussi bien dans leurs affirmations que dans leurs questions.

Pour un même enfant on retrouve une très nette convergence entre les thèmes de ses questions et de ses affirmations. Ainsi il est possible de rechercher une adéquation entre les objectifs du concepteur et les potentialités de réception des visiteurs (centre d'intérêt, conceptions, obstacles éventuels). Cette analyse préalable permet aussi de dégager des

connaissances qu'il est intéressant de transmettre. Elle permet d'envisager les points d'ancrage pour le propos.

4.1.4.1. Adéquation des objectifs par rapport au public.

Le **cadre de référence** du public déterminé lors de l'enquête préliminaire sur les conceptions des enfants met en relief les points d'ancrages possibles du message des concepteurs sur le "connu", mais aussi les zones d'ombre dans les connaissances des enfants et leurs centres d'intérêt. L'analyse des conceptions des enfants permet une adaptation des objectifs.

L'analyse des **centres d'intérêt** permet au concepteur de dégager des priorités et de privilégier certains points d'impact pour ces objectifs initiaux.

Impact notionnel.

La principale question des enfants est "comment vivent les fourmis?" (cf annexe 8).

Elle a été posée par les 2/3 des enfants. Or elle ne peut pas trouver de réponse sans l'observation de ce qui se passe sous la terre dans le nid des fourmis.

Si 1/3 de leurs connaissances recouvre les fonctions, il s'agit presque exclusivement de la nutrition à l'extérieur du nid.

Tout ce qui concerne les stades de développement (œufs, larves, cocons) et les relations entre individus leur est inconnu.

D'autre part, les questions sur les cycles de vie, sur la structure de la colonie (1/4 des questions), ne peuvent trouver de réponse sans cette vision du nid souterrain de la fourmilière.

La seconde composante de ce cadre de référence concerne **l'habitat des fourmis**. A ce propos, les connaissances des enfants sont souvent erronées. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'ils connaissent la structure du nid.

Il convient donc de la présenter en essayant de ne pas induire de fausses représentations ; en effet le public a peu de connaissances dans ce domaine, la seule (quand elle existe) étant que les fourmis entrent sous la terre ou dans des trous.

La convergence de ces observations conduit à faire des choix parmi les objectifs du concepteur et à privilégier au niveau du message la **nécessité de voir ce qui se passe sous la terre**.

Au sujet de la **morphologie**, par une observation liée à un questionnement, on peut espérer rectifier les idées non établies (nombre de pattes variable) ou fausses (dessin type "mammifère" ou mille-pattes).

Impact méthodologique :

Etant donné que 60% des questions des enfants sont directement opératoires ("*est-ce que, combien, où,...*"), on peut espérer que la simple mise en présence de la fourmilière, même sans mise en condition par l'enseignant ou un animateur devrait aboutir à une véritable observation-recherche des enfants pour répondre aux questions qu'ils se posent spontanément. Mais le passage des "*pourquoi*" au "*comment*" est un très long apprentissage et nécessite la médiation d'un intervenant adulte (institutrice ou animateur).

De plus, un tiers des enfants disent ne rien savoir sur les fourmis et ont donc tout à apprendre à ce sujet. Ils se posent assez peu de questions : une en moyenne par enfant, à l'exception des 7/9 ans qui sont plus inspirés (2 questions) à la suite des autres travaux qu'ils ont fait sur les insectes, ce qui confirme, si besoin était, que plus on a de connaissances sur un sujet, plus on se pose de questions.

Ces constatations ne permettent pas de privilégier certains objectifs méthodologiques du concepteur. Par contre ils correspondent à un "état des lieux" qui peut servir de base de référence pour les étapes ultérieures du diagnostic. D'autre part, le taux de questions directement opératoires peut laisser espérer une assez bonne implication des enfants dans une recherche spontanée à partir d'une fourmilière à observer et introduit les impacts envisagés par le concepteur au niveau des attitudes à induire.

Impacts d'attitude :

Le pré-test sert aussi de référence pour tester la **capacité des enfants à s'étonner et à se poser des questions**, ainsi que pour évaluer leur taux de curiosité par rapport au sujet proposé.

Il est intéressant de comparer le taux initial de questionnement (cf 4.1.2.2), avec celui trouvé après observation de la fourmilière afin de juger de l'impact de l'élément d'exposition par rapport à cet objectif.

Nous souhaitons avant tout, en effet, développer la curiosité. Un élément d'exposition approprié correspond à la capacité à se poser des questions après l'observation de la fourmilière.

4.1.4.2. Un autre impératif pour le concepteur consiste à ne pas suggérer de fausses conceptions

Comme l'a démontré l'analyse des conceptions des enfants (cf 4.1.2.), si 1/3 des connaissances des enfants concernent l'habitat des fourmis, il s'agit uniquement de leur milieu de vie (campagne, jardin, maison).

Seulement 28% des enfants savent que les fourmis vivent sous la terre et leurs connaissances s'arrêtent à la surface du sol.

La présentation du nid souterrain va donc apporter des connaissances nouvelles aux enfants. Ce public n'a pas de connaissance de référence sur ce point, d'où la préoccupation de ne pas créer de fausses idées à ce sujet.

4.1.4.3. Ce propos initial doit être recentré afin de dégager son axe de force.

La prise en compte de l'analyse des conceptions du public amène à passer du propos initial (cf 4.1.1.1.) à la définition d'un **impact prioritaire** pour l'élément d'exposition. Bien entendu à partir de ces prévisions d'impact, les tests auprès des enfants et leur analyse permettent d'en vérifier la validité.

Ainsi, il s'agit prioritairement de combler les lacunes dans les connaissances et de répondre aux questions que les enfants se posent spontanément. Il est de permettre l'**observation** de tout ce qui se passe dans la fourmilière, et, en particulier, de **tout ce qui est d'habitude caché** (la reine, les œufs, les larves,... les comportements des fourmis dans les galeries sous la terre)

impact prioritaire

Développement de la **curiosité scientifique** des enfants
par l'**observation** de la **vie cachée** des fourmis.

Cette définition comporte deux volets, le premier méthodologique, le second correspond à une connaissance à acquérir.

Notre étude porte en particulier sur ces deux aspects en les analysant en fonction des interactions entre propos, contraintes matérielles et public qui sont au cœur de notre problématique.

4.1.4.4. Les différences par rapport au message initial en fonction de notre hypothèse.

Les différences fondamentales entre le propos initial du concepteur et l'impact prioritaire établi après cette phase correspondent essentiellement en un recentrage avec définition de priorités. En effet le message initial (cf 4.1.1) balaie un champ très large de connaissances au sujet des fourmis et de leur vie. L'analyse des conceptions, des principaux centres d'intérêt, mais aussi des zones d'ombre dans les connaissances des enfants permet de privilégier la mise en évidence de la vie cachée des fourmis dans leur nid souterrain. Pour les méthodes et les attitudes, cette analyse renforce les choix initiaux du concepteur par rapport au développement du questionnement et de l'observation.

Si la méthode d'analyse utilisée est surtout descriptive, les renseignements recueillis sont, comme nous venons de le voir, fort utiles pour identifier des points d'ancrages possibles pour les "objectifs" du concepteur scientifique.

Le diagnostic consiste à détecter à partir des connaissances antérieures du public et de ses questionnements, quels savoirs et quelles méthodes seront les plus aptes à être modifiés par la confrontation avec l'objet d'exposition à créer.

Notre hypothèse est donc validée par les résultats de notre étude. La connaissance de l'état des conceptions est un outil précieux pour définir l'impact prioritaire d'un élément d'exposition, et proposer un cadre pour "l'objet de communication" à créer.

4.1.5. CARACTERISTIQUES DES PROTOTYPES EN FONCTION DE L'ANALYSE DES CONCEPTIONS DU PUBLIC.

Les priorités définies à partir de cette analyse permettent de fixer le cap dans les choix techniques et par rapport aux réactions du public.

Adéquation par rapport au public et aux réalités matérielles de l'objet d'exposition.

Les résultats de l'étude préalable des conceptions du public en référence aux objectifs scientifiques fixés au départ indiquent qu'il reste beaucoup de choses à faire découvrir aux enfants dans tous les domaines proposés a priori par le scientifique. Ils permettent d'envisager des propositions techniques au niveau de la conception des éléments d'exposition.

- Pour la **fourmilière**, en partant de la connaissance des enfants, pour lesquels la "*maison des fourmis*" est sous la terre, il leur reste une découverte complète de la structure de cet habitat souterrain.

L'absence de référent à ce sujet a une implication importante sur la mise en scène de la fourmilière souterraine qui doit modéliser le plus exactement possible la réalité, sinon les enfants n'ont aucun élément pour re-situer leur observation.

Cette volonté nécessite la **réalisation d'un nid extra-mince** où les fourmis ne peuvent pas se construire de cachettes à l'abri de la lumière et des regards comme elles le font généralement dans les fourmilières expérimentales existantes .

D'autre part, elle impose de pouvoir **observer en permanence** les fourmis sans les déranger (cf 4.2).

- **La nutrition** des fourmis est un thème qui intéresse beaucoup les enfants, mais où de nombreuses représentations erronées sont à corriger.

On peut en déduire qu'il faut mettre en évidence, au niveau de l'exposition, l'observation de ce qu'elles ont à manger dans la fourmilière. Dans certains cas, des expériences à ce sujet peuvent sans doute aider les enfants dans cette découverte. On peut espérer que l'observation directe des différents individus et une focalisation sur la recherche de certains comportements peuvent induire des découvertes à ce sujet. C'est ce que les post-tests devront vérifier.

Un autre objectif d'attitude important dans un lieu différent de l'école, comme l'est une exposition, est de **favoriser la verbalisation**. Créer une situation d'échanges oraux entre les enfants est en effet une situation qui favorise les acquisitions de savoirs. Cet objectif est une clé importante au niveau de la mise en situation muséologique de l'élément d'exposition sur les fourmis ; la scénographie y joue un rôle essentiel (cf 4.3.1), en créant un lieu convivial et à l'écart des courants de circulation de l'exposition.

L'analyse de ces exemples à la lumière des résultats des stades ultérieurs de la conception (cf 4.2) permettra de vérifier l'intérêt de ce diagnostic préalable et donnera des éléments complémentaires pour vérifier notre hypothèse.

A partir de ces données, il est donc possible au créatif d'imaginer un élément d'exposition à la fois attractif et mettant en relief les éléments fondamentaux du message prioritaire. Son imaginaire est limité par les contraintes techniques (en particulier dans ce cas où il s'agit d'un support vivant) et par le souci de savoir quel impact aura sa création sur la réception des visiteurs. C'est à ce niveau que nous pouvons tester notre seconde hypothèse.

4.2. SECONDE HYPOTHESE :

les tests de prototypes permettent de préciser les impacts et de repérer les obstacles par rapport au public, aux propos et aux contraintes techniques.

Le diagnostic a pour cible principale le récepteur de l'opération de mise en forme médiatique, c'est à dire le public. Aussi notre étude sur prototypes s'articule autour des deux autres variables de la conception, les impacts envisagés par le concepteur (cf 4.2.1.), puis les contraintes matérielles de la mise en œuvre technique de l'objet d'exposition. Chaque type d'impact implique le développement d'une stratégie de diagnostic adaptée à la situation et permettant de spécifier une remédiation.

Notre analyse porte successivement :

- sur un diagnostic d'expert tenant compte des résultats précédents (cf 4.1.4.) pour définir les caractéristiques de l'objet d'exposition (cf 4.2.1), puis
- sur un diagnostic de l'impact du prototype ainsi défini sur le public (cf 4.2.2) en fonction des différents objectifs du concepteur (attirer le visiteur, développer la curiosité scientifique, acquérir des connaissances, induire une attitude d'observation)
- sur l'évolution nécessaire du projet par une remédiation prenant en compte les deux types de contraintes (la compréhension du public et la technique) et leur conséquences sur les choix de la production muséologique (cf 4.2.3).

Cette analyse nous conduit à la définition du module définitif de l'exposition.

Nous terminons par une évaluation des limites de notre hypothèse par une comparaison des résultats des tests sur prototypes avec ceux sur l'élément définitif dans l'exposition (cf 4.2.4).

4.2.1. EXPERTISE : DES SOLUTIONS TECHNIQUES POUR COMMUNIQUER LE PROPOS.

Cette première partie de notre étude se définit comme une expertise. Elle prend en compte le message prioritaire, en cherchant les solutions médiatiques et techniques les mieux adaptées en fonction des objectifs mis en avant par la phase précédente du diagnostic.

Ainsi, pour transmettre le message dans un cadre muséologique dont les panneaux sont à priori exclus (en référence à la connaissance du public cible, les enfants, et leur non-lecture spontanée dans l'exposition), deux média sont possibles, l'audiovisuel et une fourmière (vraie ou diorama) -cf 4.2.1.1.

Après avoir fait un choix parmi ces solutions, nous étudions successivement, dans le cadre retenu, le choix d'une espèce de fourmi à présenter (cf 4.2.1.2), puis les caractéristiques des fourmilières artificielles les mieux adaptées en fonction des impacts souhaités et de la connaissance du public (cf 4.2.1.3).

4.2.1.1. Audiovisuel ou fourmilière

Dans l'équipe de réalisation de l'exposition, la tendance majoritairement représentée correspond à l'utilisation de l'audiovisuel. Un test sur le public permet de privilégier le choix d'un support vivant (cf 4.2.2). La solution d'un diorama n'a pas été testée à cause de la complexité de la mise en œuvre d'un prototype de cette nature et a été mise de côté pour privilégier l'approche interactive que seule la solution de la fourmilière avec des fourmis vivantes favorise.

Le choix d'un support vivant est fondé sur l'observation suivant laquelle le contact global avec l'environnement, où les activités spontanées des enfants sont poursuivies au départ sans but scientifique explicite (élevages, par exemple) conduisent à un questionnement qui peut déborder sur la formulation d'un problème scientifique, c'est à dire accessible à l'observation ou l'expérimentation (cf Giordan, 1972).

Les connaissances que le concepteur souhaite faire acquérir aux visiteurs par un élément d'exposition "vivant", sans avoir recours prioritairement à l'écrit, passent forcément par l'observation des fourmis, surtout en référence à l'expérience comparant film et fourmilière (cf 4.2.2).

Le paramètre technique prend une importance primordiale par la réalisation de fourmilières-prototypes qui doivent d'une part, favoriser la visibilité de toutes les activités des fourmis, d'autre part, éviter des interprétations erronées, en permettant aux enfants d'acquérir des connaissances sur la fourmilière souterraine et sur la vie des fourmis. Cette condition a une implication directe sur le choix de l'espèce de fourmi, préalable à toute conception de fourmilière.

4.2.1.2. Caractéristiques de l'espèce de fourmi à présenter.

L'analyse de la conception d'un élément d'exposition sur les fourmis implique une particularité, la spécificité du vivant. Sa prise en compte montre aussi l'interférence

constante du propos du concepteur, de sa réception par le public et des contraintes techniques (qui sont le facteur limitant dans ce cas).

Le choix du support vivant, c'est à dire des fourmis, implique des conditions particulières pour la présentation. En effet les caractéristiques de l'espèce choisie vont interférer sur les 3 paramètres (public, message, technique).

Par exemple, une espèce de fourmi trop petite aura du mal à capter et à retenir l'attention des enfants (le public), s'ils ont des difficultés à l'observer. Des questions de coût et de technique rendent irréaliste l'élevage de fourmis de régions lointaines dont la technique d'élevage n'est maîtrisée par aucun laboratoire connu (exemple, les fourmis esclavagistes). D'autre part des fourmis dont il sera impossible de montrer en permanence la reine et le couvain seront à éliminer parce qu'elles ne répondent pas au message prioritaire à faire passer.

Une grande partie de ces critères permettent un choix à priori d'une ou de quelques espèces.

Les critères de choix

Il existe plus de 10 000 espèces de fourmi de part le monde. Leurs tailles sont variées, des fourmis "microscopiques (moins de 1 mm) aux fourmis géantes d'Amazonie (2 cm). Leurs modes de vie et de comportement sont très diversifiés¹⁶.

En face de cette diversité, un choix s'impose. Les critères de choix de l'espèce que nous présentons aux enfants dans l'exposition dépendent donc de nos objectifs, du cadre de présentation (l'exposition), des problèmes techniques et de la possibilité de trouver et de renouveler ces fourmis.

Passons en revue ces critères :

L'attractivité de la présentation.

C'est le critère fondamental de choix des fourmis. Les résultats de notre analyse précédente privilégient des fourmis de grande taille.

L'impact prioritaire

Résultante des objectifs du concepteur et de l'analyse des conceptions des enfants, l'impact prioritaire est de permettre l'observation de tout ce qui se passe dans la fourmilière et, en particulier, de ce qui est d'habitude caché, sous la terre : la reine, les œufs, les larves, les cocons,... les comportements naturels des fourmis dans leurs galeries sous la terre.

Cette volonté nécessite la réalisation d'un nid où les fourmis ne peuvent pas se construire des cachettes à l'abri de la lumière et des regards (cf 4.1.5).

D'autre part elle impose de pouvoir observer les fourmis en permanence sans les déranger.

La prise en compte du public

Parmi les impacts (cf 2.2.1.2), l'observation est directement dépendante du choix de l'espèce de fourmi. En particulier, la taille des animaux est un facteur limitant.

En effet si cette observation ne peut s'effectuer que par l'intermédiaire d'un instrument d'observation (loupe binoculaire ou loupe à main), elle est fortement grèvée par les difficultés de mise en œuvre de cet outil par les enfants¹².

Ce critère confirme donc le choix de fourmis de grande taille (au moins 1/2 à 1 centimètre).

Les problèmes techniques proprement dits et le coût de réalisation et de maintenance.

Des fourmis vivant sous nos climats ne nécessitent pas un support technique aussi important et contraignant (penser à la maintenance, aux pannes possibles) que des fourmis des régions tropicales. Ces dernières imposent, en effet, de créer un climat chaud et humide, ce qui est tout à fait réalisable mais coûteux.

Recherche et prélèvement d'une colonie. Le choix de l'espèce est fortement influencé par les possibilités de s'approvisionner en fourmis. Elever des fourmis amazones, avec leurs esclaves, est un beau rêve, peut-être réalisable au Brésil... Mais à Paris, il faut trouver des fourmis sans trop de frais, ni de difficultés. De plus la colonie doit être facilement renouvelable en cas de besoin (mort de la colonie suite à un incident technique ou une maladie). Ceci implique le choix d'une colonie vivant en France et de préférence en Ile de France, ou bien d'une espèce élevée en permanence par un laboratoire français d'étude des fourmis (Muséum, Université de Toulouse, Université de Villetaneuse, Université de Paris VI -Boulevard Raspail-, INRA de Gif/Yvette, des Eyzies). Ce critère pris comme base permet alors d'envisager l'élevage d'un certain nombre d'espèces.

¹² Il faut d'abord que ce dernier apprenne, même par tâtonnement, à se servir de cette loupe. L'observation directe des enfants montre que l'intervention d'un médiateur adulte est indispensable pour que l'enfant apprenne à se servir correctement de cet instrument. Et ce handicap lui fait abandonner sa tentative d'observation au bout de 10 secondes (en moyenne). Par contre, si son intérêt a déjà été retenu par l'observation directe, il fait plus facilement cet effort de chercher avec une loupe pour répondre aux questions qu'il se pose, et l'intérêt de la présentation en est même accru. Mais s'il n'est pas accroché par la vision directe, il n'a pas la patience et l'intérêt pour le faire. Ces remarques sont le fruit d'une observation non quantifiée et de l'analyse des comportements d'enfant dans plusieurs musées européens.

Les problèmes de survie de la colonie. Une des questions importantes dans le choix de l'espèce concerne les problèmes de survie de la colonie. En effet pour risquer de mettre des fourmis en exposition permanente, il faut avoir des garanties sérieuses de leur survie.

Un des critères est de bien **maîtriser les conditions d'élevage**. Ainsi, le choix d'une espèce dont les conditions d'élevage en laboratoire sont bien maîtrisées, est un atout considérable. Il permet de définir à priori les contraintes techniques à mettre en œuvre : éclairage, humidité, support...

C'est ce facteur qui permet de dresser la liste initiale des espèces de fourmis envisagées¹³ (cf Tableau suivant).

Le second critère correspond à la **survie de la colonie** même en cas d'accident arrivant à la reine, que ce soit lors de l'installation (prélèvement, transport ou colonisation du nid artificiel) ou dans la vie de la colonie (éboulement d'une galerie, vieillesse de la reine dont on ne connaît pas l'âge...). Ce critère nous amène à privilégier une espèce possédant plusieurs reines.

Analyse pour les espèces envisagées.

Ces critères de choix permettent une analyse des possibilités de réalisation de la fourmilière à partir des espèces les plus faciles à se procurer.

A partir de cette grille de critères correspondant à la fois au message prioritaire, à des questions techniques et de communication au public, nous pouvons passer en revue les espèces de fourmis envisageables. Le choix de l'espèce sur la base des critères précédemment étudiés porte sur des espèces connues, assez facile à se procurer ou étudiées par des chercheurs en myrmécologie.

¹³ Cette liste a été dressée après consultation des principaux spécialistes français élevant des fourmis et que nous tenons à remercier : Jeannine Weulersse (Muséum d'histoire naturelle), Rémi Chauvin (CNRS), Mme Masson (Laboratoire d'étude ds insectes sociaux, Gif/Yvette),... et d'un spécialiste américain du Zoo de Cincinnati- Ohio- USA.

ANALYSE POUR LES ESPECES ENVISAGEES

1. Les petites fourmis (Leptothorax ou Iridomyrmex) :

Ces espèces ont été très étudiées en particulier par M. Plateau de Paris. Ses méthodes d'élevage en milieu artificiel sont parfaitement connues et maîtrisées. Les fourmis s'élèvent dans des tubes à essai reliés par des petits tubes de verre. Elles sont faciles à se procurer. Mais ces espèces présentent un inconvénient majeur par rapport à nos critères de choix : ces fourmis sont minuscules et on ne peut les observer valablement qu'à la loupe, ce qui limite beaucoup leur attractivité et l'observation de leur comportement par des enfants ne passant que pour une courte durée devant l'élément d'exposition.

2. Les fourmis rouges (Myrmica) :

C'est l'espèce la plus connue des enfants. Elle a été moins étudiée dans les laboratoires. Elle présente pour nous 2 inconvénients majeurs : sa petite taille qui en limite l'attractivité et augmente les difficultés d'observation, et -surtout- les risques de piqûres douloureuses par injection de venin.

3. Les fourmis champignonnistes

(Atta d'Amérique du Sud
ou
Acromyrmex des Antilles) :



Ce sont de grosses fourmis (surtout les Atta) toujours de plus de 1 cm de long. Elles présentent l'intéressante particularité de découper les feuilles en fragments de plus en plus petits qu'elles transportent au dessus de leur tête, ce qui leur vaut parfois le nom de "fourmi parasol". Elles transportent ainsi ces feuilles dans leur nid et en forment une grosse meule. Elles s'en servent alors de support pour la culture d'un champignon dont elles se nourrissent. La reine et le couvain se cachent au milieu de cette meule où ils trouvent les conditions de température, d'humidité et de nourriture idéales.

Un élevage de fourmis Atta dans un musée a existé pendant de nombreuses années au Muséum d'histoire naturelle de Genève, et est actuellement visible à celui de Lausanne (Suisse). Cette présentation mondialement connue est très attractive. L'élevage est effectué dans de grands aquariums reliés par de gros tubes de verre où les fourmis circulent. Chacun de ces aquariums a une fonction précise : celui où l'on met chaque jour les feuilles fraîches, celui où les fourmis ont construit leur meule à champignon, celui qui sert de poubelle et de cimetière. L'ensemble est situé dans une pièce climatisée aux parois vitrées. Cet élevage de fourmis nécessite en effet, une atmosphère chaude (30°C) et humide (80% d'hygrométrie minimum). Ce sont les fourmis de grande taille, en particulier les individus "major" qui mesurent plus d'un centimètre de long, qui vont chercher et découper les feuilles.

La réalisation de cette présentation était possible et devait même être réalisée dans le cadre du thème "Biosphère" pour le grand public de la Cité des Sciences et de l'Industrie. Il était possible de se procurer une espèce voisine, *Acromyrmex*, par le laboratoire de l'INRA de Gif/Yvette qui possède une antenne aux Antilles pour l'étude de ces fourmis qui sont un véritable fléau pour la région. L'attractivité avait été démontrée par le succès de la présentation Suisse. Leur facilité d'observation était évidente de part leur taille.

Les problèmes techniques étaient importants, mais les solutions connues grâce à l'expérience de Genève : maintenir une atmosphère chaude et saturée d'humidité dans le nid. Pour éviter une condensation sur les parois à cause du phénomène de paroi froide, condensation qui empêche la visibilité sur les parois vitrées, il suffit de créer une enceinte climatisée autour des aquariums contenant la colonie de fourmis.

Mais le principal problème vient de notre volonté primordiale de montrer tout ce qui se passe à l'intérieur du nid. En effet, un essai d'élevage (de mai à septembre 1983) entre 2 plaques de verre (afin de visualiser la reine et le cœur de la colonie) a démontré que les fourmis ne survivaient bien qu'à l'intérieur de leur meule de champignons et essayaient de la reconstituer autour de la reine, masquant cette dernière. Un essai d'élevage en "lame mince" (nid de très faible épaisseur) a échoué. Des essais plus longs auraient peut-être permis de résoudre ces problèmes, mais des raisons indépendantes de notre volonté (modification des responsabilités et des équipes de "La Villette" et abandon du projet par les nouveaux responsables) n'ont pas permis de poursuivre ces expériences.

4. Les fourmis *Camponotus* :

Ce sont de grosses fourmis noires vivant dans des galeries creusées à la base des troncs et dans les souches d'arbres morts. Elles ont une seule reine dont dépend la survie et la pérennité de la colonie. Elles sont carnivores et se nourrissent surtout d'insectes. Elles vivent en particulier dans l'ouest de la France. La survie d'une colonie nécessite la présence de la reine. L'expérience de la capture d'une colonie dans une forêt de pins de Vendée nous a démontré la difficulté de capture de la reine cachée au plus profond des galeries creusées dans une souche qu'il a fallu éclater avec force, mais précision!... ce qui n'a rien d'évident. Aussi les chances de capturer la reine en bon état sont relativement faibles.

D'autre part la survie de la reine lors du transport, des transferts et même de l'élevage présente des risques trop importants. Notre essai d'élevage réalisé d'avril à septembre 1983, s'est finalement soldé par un échec dû à la mort de la reine. Certaines ouvrières se sont mises à pondre, mais leurs œufs (non fécondés) n'ont bien entendu donné naissance qu'à des mâles, et la colonie s'est éteinte faute d'ouvrières au bout de 6 mois.

C'est pour cette raison, et malgré la grande taille des fourmis, que l'élevage de cette espèce a été abandonné au profit d'une autre.

5. Les fourmis Messor
ou
fourmis moissonneuses :



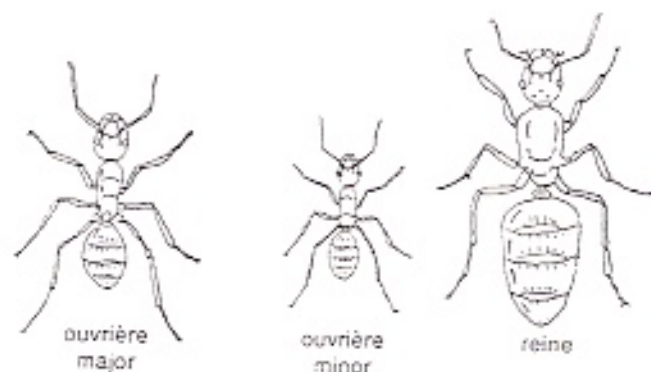
Ce sont de grosses fourmis un peu moins grandes que les précédentes (10 mm pour les majors). Elles présentent l'intéressante particularité de collecter des graines et de les mettre en réserve dans leurs galeries avant de les manger. Or une nourriture à base de graines présente une facilité d'élevage en toutes saisons, non négligeable. Elles n'ont qu'une reine par colonie, ce qui rejoint les mêmes inconvénients que pour les précédentes.

Par contre leur élevage en conditions artificielles est particulièrement bien maîtrisé. On trouve ces fourmis Messor dans le Causse, dans la région des Eyzies, où le laboratoire de Madame Darchen les a particulièrement bien étudiées. Une colonie de cette espèce a déjà été installée au "Palais de la Découverte" à Paris dans une fourmilière artificielle épaisse de type classique (cf précédent).

Mais ces colonies sont de plus en plus difficiles à trouver, ce qui nous a conduit à ne pas retenir cette espèce.

6. Les fourmis rouges des bois

(*Formica rufa rufa*)



La fourmi rousse des bois est une assez grosse fourmi (8 à 10 mm de long). On découvre son nid dans les forêts de conifères sous forme de grands dômes de brindilles. Elle est répandue dans toute l'Europe. Le spécialiste de ces fourmis est Daniel Chérix (Suisse). Une espèce voisine (*Formica Rufa polyctena*) a été maintenue pendant plusieurs années en élevage artificiel par le professeur Rémi Chauvin. Par rapport aux espèces précédentes, elle est un peu plus petite que les *Atta* et les *Camponotus*.

Par contre son élevage présente des avantages :

- Les colonies sont faciles à trouver dans toutes les forêts de la Région Parisienne. Nous avons en particulier, repéré une grande fédération de colonies dans le Parc Animalier des Yvelines. Le responsable, Monsieur Chagot, nous a permis de venir en prélever deux colonies.

- Les fourmis ont plusieurs reines qui cohabitent. Il en résulte une facilité de prélèvement. Il est facile de trouver des dizaines de reines sans détruire toute la colonie. Donc la probabilité de survie est plus importante. En cas de mort accidentelle d'une reine pendant le transport ou le transfert, il en reste encore un nombre très suffisant pour assurer la pérennité de la colonie exposée. C'est un avantage majeur pour une maintenance en continu d'une présentation visible toute l'année.

- Ces fourmis peuvent élever des pucerons, ce qui peut permettre une présentation des relations inter-spécifiques au printemps ou en été, période où il est facile de maintenir un élevage de pucerons.

- Elles sont très actives et très manipulatrices, ce qui augmente l'attractivité de la présentation.

- Pour leur élevage, elles présentent l'avantage, par rapport aux *Atta*, de vivre dans les conditions de sécheresse et de température que l'on trouve naturellement dans une salle d'exposition.

- Un inconvénient par rapport aux fourmis *Messor*, elles sont carnivores et tout au long de l'année il faut leur fournir une nourriture vivante : insectes (grillons), chenilles, larves (asticots, vers de farine, teignes de ruche,...).

Discussion : le choix définitif de l'espèce

Le tableau ci-dessus rassemble les différentes espèces envisagées et les critères qui influent sur le choix définitif de l'espèce présentée. Les éléments de jugement sont basés

sur l'analyse bibliographique et sur les expérimentations effectuées. Les notations employées résument ce qui est précisé dans l'analyse précédente.

LISTE DE ESPECES ENVISAGEES ET CRITERES DE CHOIX

Espèces de fourmi	Atta (ou Acromyrmex)	Leptothorax	Messor	Myrmica	Camponotus	Rufa
Caractéristiques	Champignonnistes	Petite espèce	Moissonneuses	Fourmi rouge	Grosse fourmi noire	Fourmi des bois
Maîtrise de l'élevage	++	+++	++	+	+	++
Laboratoire	Genève et Gif/Yvette	Paris (M. Plateau)	Les Eyzies (Mme Darchen)	-	Test (J. Guichard)	Test (J. Guichard)
Facilité d'approvisionnement	±	+++	-	++	+	+++
Survie	+	+	+	±	±	+++
Conditions techniques d'élevage facile à maintenir	+	+++	+++	++	+++	+++
Taille	+++	-	++	-	++	++
Maintien de la visibilité de la reine et du couvain	-	+++	++	?	+++	+++
Élevage de paceron	-	-	-	+	+	+

Signification des notations à propos des différents critères de choix :

- ne répond pas à ce critère de choix

+

++ critère de mieux en mieux atteint

+++

? pas d'élément de réponse (expérience non réalisée ou bibliographie absente)

Analyse : Les implications de la prise en compte des impacts, sur le choix de l'espèce de fourmi

Parmi les critères envisagés, certains correspondent à des conditions indispensables à réaliser pour une réussite technique de l'exposition : maîtrise de l'élevage, survie de l'élevage. D'autres répondent aux impacts recherchés : maintien de la visibilité de la reine et du couvain. Ces derniers répondent à un souci de faciliter la communication au public, par exemple une taille suffisante pour que les fourmis soient bien visibles des enfants.

Parmi la sélection d'espèces, plusieurs ne permettent pas de communiquer notre propos. Les fourmis *Iridomyrmex* sont trop petites pour une observation attractive dans le cadre d'exposition proposé. La volonté de montrer tout ce qui se passe dans le nid entraîne le rejet des *Atta*. La volonté de favoriser la visibilité de la totalité des activités de

la fourmilière infléchit fortement le choix de l'espèce (cf 4.2). Cette priorité correspond à la prise en compte des visiteurs pour qui cette question est la principale inconnue et la principale source de curiosité.

Ainsi, bien que les fourmis les plus attractives par leur taille et leur activités (extérieures au nid) soient les Champignonnistes (*Atta* d'Amérique), l'impossibilité de voir la reine et le couvain en permanence (il sont cachés dans la meule de champignon) est un inconvénient majeur par rapport au critère visibilité du message prioritaire. En effet, les essais d'élevage n'ont pu aboutir à la possibilité de montrer en permanence ce qui se passe dans la meule de champignon, les fourmis entourant spontanément la reine et le couvain de la culture de champignon, ou la colonie ne survivant pas à une trop importante réduction de l'épaisseur du nid.

Parmi les espèces restantes (Fourmi rousse, Messor, *Camponotus*), seules deux sont aussi des éleveuses de pucerons. Or cette propriété fait partie du propos initial. C'est ce qui conduit à construire des prototypes avec les fourmis rousses des bois.

L'analyse d'ensemble de ces critères de choix pour les différentes espèces de fourmis étudiées (cf tableau précédent) nous permet de choisir l'espèce qui présente le plus d'avantages et répond parfaitement au propos du concepteur : la fourmi rousse des bois.

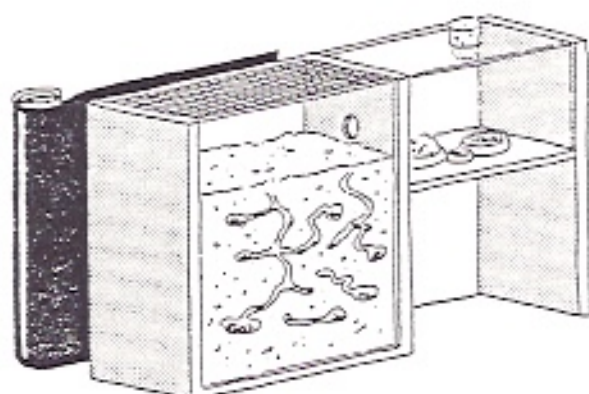
4.2.1.3. Caractéristiques de la fourmilière.

Comme nous l'avons vu précédemment, les problèmes de communication sont liés à la structure du nid. Cette structure dépend en particulier de son épaisseur, afin que toutes les fourmis soient visibles en permanence.

La structure du nid

La visualisation de tous les individus et de toutes leurs activités à l'intérieur du nid nécessite la recherche de solutions techniques novatrices. En effet il existe des fourmilières d'observation traditionnelles.

fourmilière traditionnelle



Comme au Palais de la Découverte ou au Muséum d'Histoire Naturelle de Dijon, elles présentent un nid entre deux plaques de verre recouvertes d'une porte ou d'un papier noir. L'épaisseur intérieure est au minimum de 7 centimètres afin de maintenir une épaisseur de terre suffisante pour éviter les éboulements et maintenir facilement une hygrométrie optimale. Le nid est donc rempli de terre où les fourmis creusent leurs galeries. Certaines de ces galeries sont creusées le long des vitres et lorsqu'on écarte le papier noir, on peut voir les fourmis s'activer le long des parois. En effet, elles sont importunées par la lumière du jour et déménagent vers l'intérieur oeufs et larves, s'il y en a dans cette zone.

Les limites de ce système sont les suivantes:

- il est bien rare de voir les reines qui sont souvent au milieu du nid et, en tout cas, se sauvent très vite lorsqu'on écarte le cache noir,

- si l'on écarte trop souvent le papier noir (qui peut être remplacé dans une exposition, par une porte), l'apport fréquent de lumière le long de la vitre provoque la migration des fourmis à l'intérieur de la fourmilière et plus rien n'est visible.

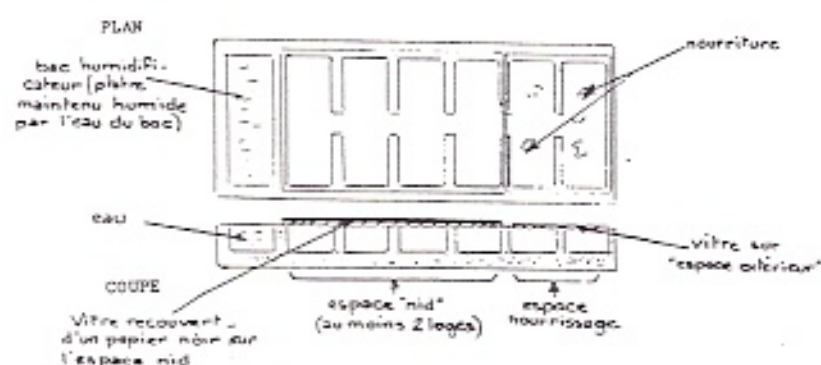
Pour communiquer notre message, il fallait trouver une solution technique pour diminuer l'épaisseur du nid à l'espace minimum nécessaire pour la circulation des fourmis sans qu'elles puissent se cacher et soient ainsi toutes visibles de l'extérieur.

Un moulage en plâtre

La fourmilière en plâtre est décrite classiquement pour l'élevage des fourmis. Elle présente l'avantage de permettre une bonne humidification permanente du nid, le plâtre absorbant l'eau et la diffusant par capillarité.

Une structure en plâtre permet un moulage des galeries permettant de réaliser une structure totalement artificielle à l'image d'un nid dans la nature.

Fourmilière en plâtre



Malheureusement des essais précédents nous ont montré le développement de moisissures et surtout d'algues vertes microscopiques masquant les vitres et donnant un aspect peu esthétique à la structure. Dans ce cas, c'est le problème technique nous conduit à éliminer directement cette solution.

Ces deux types de fourmilières expérimentales traditionnelles, ne répondent pas aux objectifs fixés et au message prioritaire qui privilégie la découverte de la vie cachée des fourmis, c'est à dire de toutes les activités des fourmis dans leur nid souterrain. Il convient donc d'inventer un nouveau type de fourmilière en réduisant l'épaisseur du nid, afin qu'aucune fourmi ne puisse échapper au regard du visiteur.

Au niveau des connaissances à faire découvrir aux enfants, l'observation de la vie cachée des fourmis répond à la fois aux objectifs initiaux du concepteur et à la principale inconnue pour tous les visiteurs potentiels (cf 4.1.2.3).

Ce choix implique, au niveau technique, de trouver la possibilité de permettre l'observation de tout ce qui se passe normalement dans la terre dans l'obscurité de la fourmilière.

La visualisation de tous les individus et de toutes leurs activités à l'intérieur du nid nécessite la recherche de solutions techniques novatrices afin de diminuer l'épaisseur du nid à l'espace minimum nécessaire pour la circulation des fourmis sans qu'elles puissent se cacher et soient ainsi toutes visibles de l'extérieur. Comme nous allons le voir (cf 4.2.3), plusieurs prototypes sont ainsi testés.

4.2.1.4. Synthèse : le choix de fourmis rouges dans une fourmilière extra-mince.

Comme nous venons de le mettre en évidence par une analyse comparative des différentes espèces de fourmi en fonction des objectifs de l'exposition à réaliser et des contraintes techniques et de maintenance, les **fourmis rouges des bois** présentent l'avantage d'être de bonne taille, donc observables à l'œil nu, et attractives.

Les conditions techniques d'élevage sont facile à réaliser et à maintenir. Elles sont polygynes. La cohabitation de nombreuses reines présente la facilité de prélèvement et une probabilité de survie plus importante pour la colonie. Il est facile de s'approvisionner dans la région parisienne.

Bien qu'elles soient plus difficiles à nourrir que les fourmi Messor (nourriture vivante, au lieu de graines), la conjonction des critères précédents nous amène à privilégier cette espèce : **Formica rufa** (fourmi rousse des bois).

L'autre principe à retirer de cette expertise technique correspond au choix d'une fourmilière avec des fourmis vivantes, dont le nid souterrain soit extra-mince de façon à ce que toutes les activités de la partie souterraine soient visibles (reine, couvain,...). Le nid des fourmilières artificielles existantes est trop épais pour permettre une vision permanente de la reine et du couvain. Il faut donc réduire son épaisseur. Un des points essentiel du message à communiquer est de permettre d'observer les activités des fourmis dans leur nid souterrain, partie habituellement invisible pour l'observateur. La solution technique (cf 4.2.3.1.) consiste à réaliser un **nid extra-mince**, à peine plus épais qu'une fourmi.

L'ensemble de cette expertise technique préliminaire étant établie, la technique étant toujours le facteur limitant de la réalisation de l'élément d'exposition, et en particulier lorsqu'on y ajoute la difficulté d'une maintenance d'animaux vivants, il convient de tester les prototypes ainsi définis pour vérifier leur adéquation aux impacts recherchés par le concepteur.

4.2.2. ANALYSE PAR RAPPORT AUX IMPACTS.

Les impacts pour la présentation des fourmis étant définis à partir de quatre axes, favoriser l'intérêt et l'attractivité de l'élément d'exposition, développer la curiosité scientifique des enfants, faire acquérir des connaissances par la découverte de la vie cachée des fourmis et induire l'observation, il convient de vérifier l'adéquation des solutions techniques envisagées (les prototypes) pour atteindre réellement ces objectifs au niveau du récepteur de l'exposition le public d'enfants de 6 à 12 ans.

Etudions successivement les réactions du public en fonction de chacun de ces impacts. Afin d'analyser les résultats de ces post-tests, nous disposons d'éléments de référence, les informations recueillies par les pré-tests lors de relevé des conceptions initiales des enfants (cf 3.3)

4.2.2.1. Favoriser l'intérêt et l'attractivité

Favoriser l'attractivité de l'élément d'exposition est une contrainte muséologique majeure. Un des éléments fondamentaux de médiatisation d'un message dans un ensemble muséologique, et en particulier dans l'Inventorium où l'enfant est attiré par de multiples manipulations, est l'attractivité du support.

L'interactivité de la présentation :

Un des critères fondamentaux pour développer l'attractivité de la présentation réside dans l'interactivité de celle-ci.

Résultats

L'observation et le questionnement des enfants en train d'observer des fourmis dans une fourmilière, de quelque type qu'elle soit, montre qu'ils observent surtout des fourmis en mouvement (80% du taux d'observation en moyenne);

Analyse

L'observation directe du comportement des enfants devant une fourmilière montre que l'interaction enfant-fourmilière repose sur la multiplicité et la mobilité des fourmis observables. L'**interactivité** de l'élément réside dans cette caractéristique. L'enfant peut choisir ce qu'il observe lorsque son attention est captée par le mouvement d'une fourmi puis ce sont les activités et les déplacements de la fourmi qui entraînent le regard de l'enfant. L'observation des fourmis, donc d'animaux en mouvement constant, est facilitée par cette caractéristique. Cette observation est dynamisée par le mouvement.

La taille des fourmis:

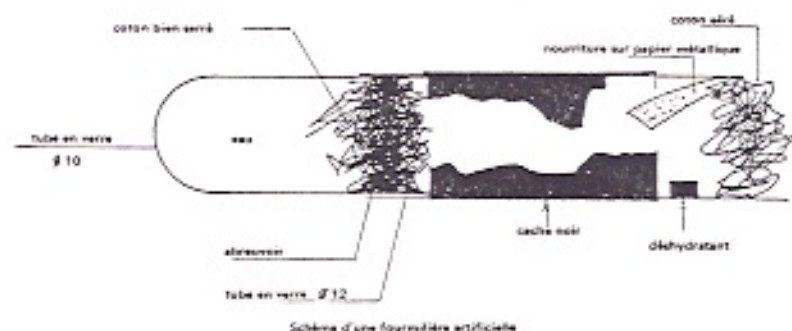
Le design de la présentation représente une part importante de l'attractivité de l'élément d'exposition. Si les fourmis sont trop petites, les enfants ne pourront pas les voir directement du premier coup d'œil. Mais, il convient de noter que notre expérience antérieure en milieu scolaire nous a montré l'intérêt puissant que peut procurer la

découverte de fourmis de très petite taille, même s'il est nécessaire de les observer à la loupe. Mais le contexte d'une classe n'est pas une exposition, ni même un préau d'école à accès libre, et il convient de tester l'attractivité d'espèces de taille très différentes dans ces conditions d'accès libre.

Résultats

La simple présentation de deux espèces de fourmis dans une même salle (salle polyvalente d'une école pendant les récréations) à des moments différents en dehors de toute contrainte scolaire permet de faire ce choix : tous les enfants se dirigent directement vers la fourmilière contenant des fourmis de grande taille. Par contre seulement 17% sont restés dans la salle pour regarder à la loupe les petites fourmis (*Iridomyrmex*) dans leur tube à essais (cf.4.2.1.2). Dans les deux cas les enfants disposaient librement de loupes afin que ce ne soit pas l'attrait de la loupe qui attire ou détourne de l'élément d'exposition.

élevage dans des tubes à essai des fourmis *Iridomyrmex*. (cf M. Plateau)



Analyse

L'analyse technique privilégie l'élevage de petite taille comme les petites fourmis noires (*Iridomyrmex leumilis*), une des espèces les plus faciles à élever et les mieux connues. Mais ces fourmis sont minuscules et il faut les observer uniquement à la loupe binoculaire ce qui limite leur attractivité et l'observation de leur comportement par des enfants passant un temps très court devant la présentation.

Bien entendu, il faut tenir compte des conditions du test dans ce résultat : les grosses fourmis sont dans une fourmilière de 1 mètre de long (cf. fourmilière traditionnelle) et les petites dans une série de tubes à essais (avec possibilité d'utiliser une loupe (cf. schéma ci-dessous).

L'analyse des réactions du public du point de vue attractivité, entraîne à les éliminer au profit du choix d'une espèce d'assez grande taille (de l'ordre du centimètre pour les

plus grosses des fourmis). Ainsi, les enfants pourront les voir de loin et auront envie de s'arrêter pour les observer. De plus, la fourmilière sera plus grande en volume, donc se repèrera de plus loin.

4.2.2.2. Favoriser le questionnement.

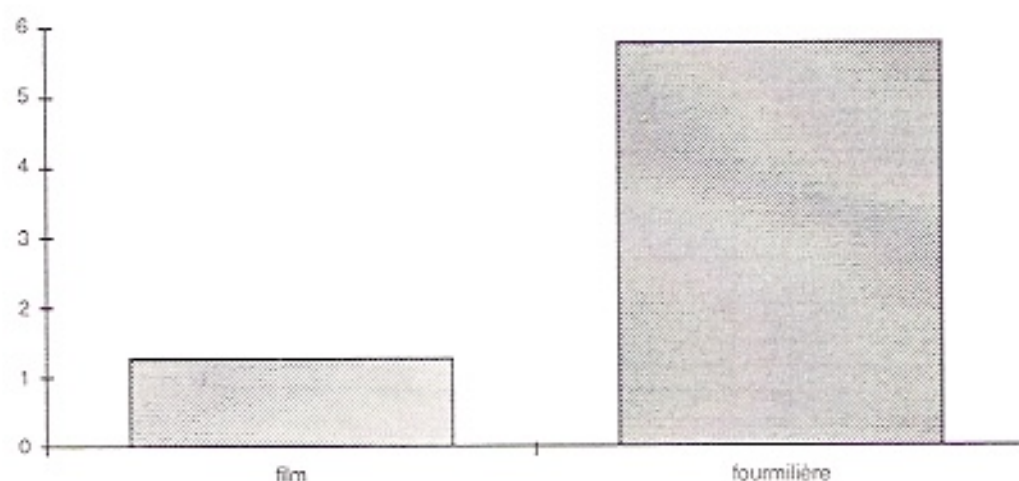
La volonté de développer la curiosité scientifique, nous amène à définir le choix du média d'exposition entre un audiovisuel (souhaité par la majorité de l'équipe de conception) et un élément vivant (cf 2.2.2.).

Nous étudions le nombre de questions posées par chaque enfant dans les deux situations.

Résultats

Le nombre de questions posées par les enfants est enregistré (cf 3.3.3.), soit après visionnement du film sur la vie des fourmis (pour 25 enfants de 8/9 ans et 27 enfants de 10/12 ans), soit après observation d'une fourmilière artificielle (pour 23 enfants de 8/9 ans et 26 enfants de 10/12 ans).

nombre de questions par enfant



Analyse

Les résultats montrent que les enfants qui ont simplement regardé la fourmilière se posent **5 fois plus de questions** que ceux qui ont regardé le film (5,8 à 1,3 questions par enfant) Ce résultat ne peut être considéré que comme indicatif, n'ayant pas été obtenu par une recherche sur un échantillon suffisant.

La comparaison entre le taux de questionnement dans les 2 situations proposées, nettement favorable à la fourmilière vivante, nous entraîne à privilégier le support vivant au film, dans la mesure où l'impact recherché est de développer une curiosité scientifique.

Dans la logique des connaissances sur les conditions d'apprentissages (cf 1.2.), il n'est guère surprenant dans la mesure où le film donne des réponses alors que la fourmilière vivante suscite la curiosité, mais semble ne donner aucune réponse.

Aussi ce qui l'est davantage et nous a conduit à défendre notre projet de fourmilière est le résultat concernant les connaissances acquises.

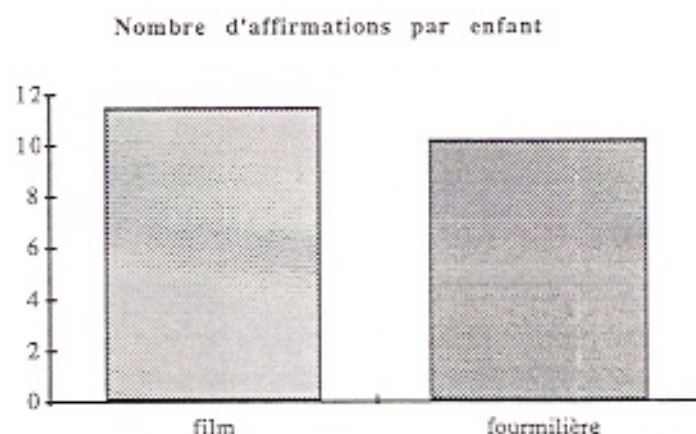
4.2.2.3. Développer des connaissances.

La découverte de la société des fourmis et de leur vie cachée est l'objectif prioritaire du projet d'élément d'exposition sur la fourmilière. L'analyse de la réception de ces connaissances est donc fondamental dans notre diagnostic.

Influence du support média

Résultats

Nombre d'affirmations par enfant (moyenne). Au cours du même test, nous comptons le nombre d'affirmations afin de savoir ce que les enfants ont appris dans les deux circonstances, film ou fourmilière.



Analyse

Il s'avère que les enfants qui ont regardé le film n'ont pas acquis immédiatement beaucoup plus de connaissances que les autres. Le nombre moyen d'affirmations passe de 11,6 pour ceux qui ont regardé le film à 10,3 pour les autres (chiffre à mettre en rapport avec 4,6 nombre d'affirmations spontanées pour les enfants des mêmes niveaux scolaires). Bien entendu les thèmes des notions apprises sont différents, davantage axés

sur la structure de la société (reine, couvain, larves...) pour ceux qui ont vu le film, et sur la structure de la fourmilière, le déplacement et la nourriture pour les autres.

Les enfants ayant observé la fourmilière sans consignes particulières ont finalement observé beaucoup de choses à travers cette forme d'observation "sauvage".

D'autre part l'introduction de la fourmilière dans la classe provoque après le ramassage du questionnaire écrit, un foisonnement de questions dans l'entretien collectif qui suit, questions qui incitent les enfants à l'observation et à des recherches documentaires ou expérimentales. Cette situation semble donc plus riche que l'audiovisuel seul, en tous cas comme situation déclenchante. C'est ce qui nous conduit à la privilégier.

Ce qui ne veut pas dire que l'on doit exclure l'audio-visuel, bien au contraire, car il devient très attractif dans un second temps pour les enfants du premier groupe (fourmilière seule) qui y trouvent spontanément beaucoup de réponses à leurs questions nées de l'observation sauvage.

Ainsi, malgré les problèmes de maintenance liés au vivant (bien que les produits audiovisuels tombent souvent en panne, ce qui n'est pas le cas des fourmis!), ce résultat nous amène à privilégier le support vivant.

Mais, comme nous l'a fait pressentir l'étude précédente (cf 4.2.1.), l'épaisseur du nid de la fourmilière a sans doute un rôle primordial dans les connaissances qu'elle est susceptible de fournir au visiteur. Les tests de prototypes sont effectués pour le vérifier.

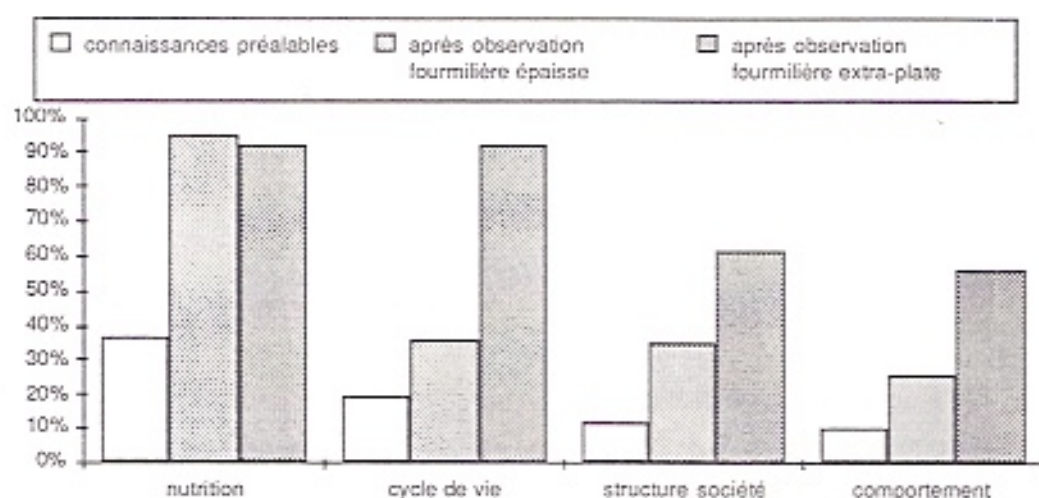
Influence de l'épaisseur du nid.

La solution technique trouvée pour rendre visible toutes les activités des fourmis consiste à réaliser un nid extra mince, à peine plus épais qu'une fourmi (cf 4.2.3.1.). En effet la comparaison des observations sur des fourmilières de type épais (100 mm) et extra-mince (5 mm) est très caractéristique à cet égard.

Résultats.

Evolution des types de connaissances des enfants (résultats détaillés, cf annexe 11). L'analyse des connaissances des enfants en fonction des prototypes présentés donne les résultats indiqués sur l'histogramme ci-dessous (moyenne sur 250 enfants de 6 à 12 ans). Dans chaque cas, on considère que le critère est validé si au moins un des éléments écrits entre parenthèse est cité (cf 2.2.3.).

évolution des types de connaissances



Nous ne nous référons ici qu'à l'analyse des réactions des enfants en face de la fourmilière sans aucune consigne, ni élément annexe¹⁴.

Analyse

Alors que la nutrition est repérée quel que soit le prototype, les découvertes de la structure de la société, du comportement et du couvain évoluent en fonction du type de présentation.

Le résultat est particulièrement net pour l'observation du couvain qui est peu visible sur la fourmilière épaisse dont la paroi vitrée est restée longtemps exposée à la lumière, à cause du nombre d'enfants voulant la regarder et de la durée de leur observation spontanée.

Par contre le couvain est parfaitement visible et observé par 9 enfants sur 10 dans la fourmilière extra-mince, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y a pas confusion entre œufs et cocons par exemple.

Globalement, ces résultats valident donc le fait que la fourmilière extra-mince est la seule qui permet de faire découvrir de façon notable des éléments de la structure de la société, du comportement et du couvain. Le test de prototype permet donc bien de privilégier une solution technique. Qu'en est-il de l'observation induite?

¹⁴ En effet l'analyse des conceptions des enfants influencées par la présentation de la fourmilière extra-mince dépend de la présence de consignes, de signalétique ou d'animation (cf 4.3.2).

4.2.2.4. Induire l'observation.

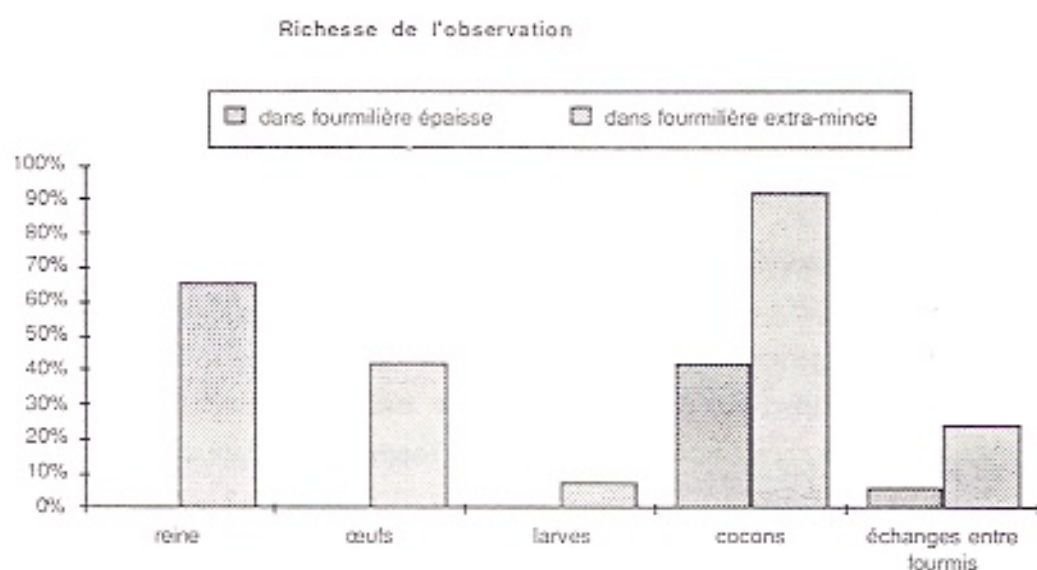
Il est difficile de séparer dans notre analyse les connaissances acquises et l'attitude d'observation induite par les prototypes présentés. En effet les savoirs nouveaux après vision des fourmilières ne peuvent être acquis qu'à partir de l'observation qui est donc induite dans les mêmes proportions que les connaissances précitées.

Influence du type de fourmilière

L'observation de la reine, des éléments du couvain et des échanges entre fourmis, correspondent à la fois à des connaissances et à une qualité d'observation précise. Leur étude donne les résultats suivant.

Résultats

Richesse de l'observation en fonction du type de fourmilière. Test sur 122 enfants (6 à 11 ans) dans des conditions scolaires, sans consigne particulière ; observation d'une colonie de fourmis rouges des bois. (résultats détaillés, cf annexe 12)



Analyse

Ce résultat est partiellement prévisible étant donné que dans la fourmilière épaisse les fourmis déplacent les cocons qui auraient pu se trouver visibles, dès que l'on écarte le papier noir collé à la vitre. La lumière les fait alors fuir rapidement vers l'intérieur de la fourmilière. Il devient alors impossible de proposer une vision continue de ce qui se passe

sous la terre. Seule la conception d'un nid extra-mince permet de résoudre ce problème de visibilité, mais introduit bien des difficultés techniques (cf 4.2.3.).

Il existe aussi des solutions techniques pour permettre une observation plus précise, l'utilisation de loupes.

Influence de l'utilisation de loupes

Pour les loupes à main utilisables par les enfants, les problèmes de choix de matériel technique résolus, il reste à envisager l'utilisation libre de ces loupes. Deux problèmes y sont liés : savoir utiliser une loupe et le détournement possible par les enfants.

Résultats

Au niveau de nos expérimentations avec les enfants, dans le contexte précédent, nous avons observé :

- dans 20% des cas, un détournement de l'utilisation pour observer la tête du copain ou un détail de la main ou des vêtements...
- dans 80% des cas, un mauvais fonctionnement de la loupe par non respect des distances relatives œil-loupe- élément observé.

Dans plus de la moitié des cas, la correction a été effectuée spontanément après plusieurs essais.

Dans les autres cas, les enfants ont estimé, dans leur majorité, qu'ils avaient quand même bien vu avec la loupe!

Notre expérience montre que l'intervention d'un animateur peut permettre un apprentissage rapide de l'utilisation de cet outil.

Aussi, nous avons pris le risque de mettre des loupes en pensant que ce détournement est constructif puisqu'il permet l'apprentissage spontané de son utilisation.

Les résultats par rapport aux objectifs du concepteur mettent en évidence les acquis suivants :

Par rapport à l'observation. La présence de loupes provoque une observation plus fine. En effet, par rapport aux conceptions des enfants sans loupe, on observe la typologie (cf 4.1) de dessin suivante (résultat sur 48 enfants de 7/9 ans et 52 enfants de 9/12 ans) :

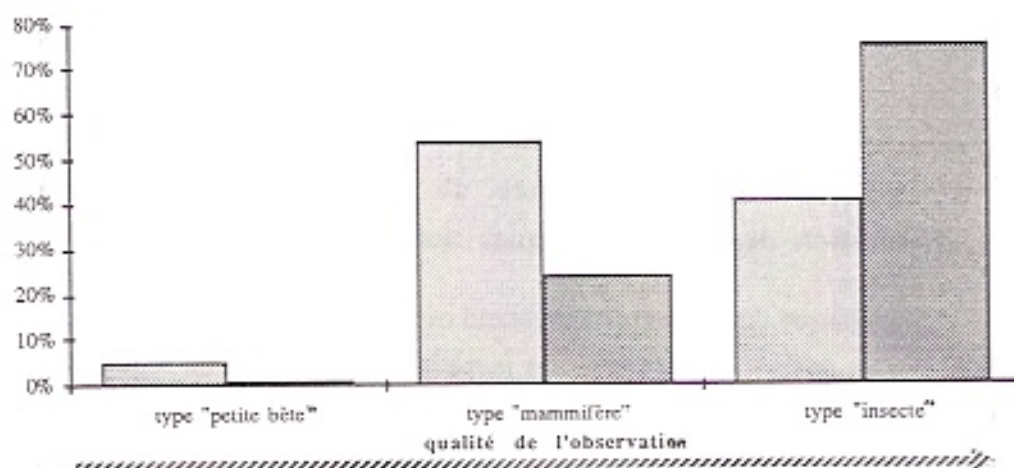
TYPE DE DESSIN DE FOURMI sans loupe	
enfants de 6-9 ans (CP/CE)	enfants de 9-12 ans (CE/CM)
80 % type "mammifère"	28 % type "mammifère"
12 % type "insecte"	70% type "insecte"
8 % type "petite bête"	2 % type "petite bête"

Par contre, si les enfants disposent d'une loupe, on trouve (test sur 47 enfants de 7/9 ans et 51 enfants de 9/12 ans) :

TYPE DE DESSIN DE FOURMI avec loupe	
enfants de 6-9 ans (CP/CE)	enfants de 9-12 ans (CE/CM)
28 % type "mammifère"	20 % type "mammifère"
70 % type "insecte"	80% type "insecte"
2 % type "petite bête"	0 % type "petite bête"

Afin d'analyser plus globalement l'influence de l'utilisation des loupes sur la qualité de l'observation, nous établissons un histogramme à partir de la moyenne des résultats sur les 7/12 ans.

Influence de l'utilisation de la loupe
moyenne pour enfants de 7 à 12 ans



Analyse

Dans tous les cas, notre incitation à l'observation par présentation d'une fourmilière semble porter ses fruits. L'adjonction de loupes sur l'élément d'exposition est

indispensable pour une observation précise. En effet la proportion d'enfants représentant les fourmis comme un insecte avec 3 paires de pattes double en moyenne avec la présence de cet instrument. Elle remplace le stéréotype du "petit mammifère". Elle est multipliée par 7 chez les 6/9 ans et doublée chez les 9/12 ans.

Il faut toutefois signaler que ces résultats ne sont pas directement comparables aux autres concernant la typologie des dessins de fourmi, car l'échantillonnage du public est un peu différent : ces tests n'ont pas été effectués avec des enfants de 6/7 ans. Par contre le témoin utilisé correspond au même échantillonnage que le test avec loupe (même nombre et même âge des enfants concernés).

C'est ce résultat qui conduit à la décision d'introduire ce matériel couplé à l'élément d'exposition.

4.2.3. EVOLUTION DU PROJET EN FONCTION DU RESULTAT DE CETTE ANALYSE.

Si le choix de l'efficacité communicationnelle (par rapport aux objectifs du message prioritaire) de la présentation d'une fourmilière extra-mince ne fait aucun doute, il n'est pas possible d'ignorer la troisième composante de la conception, c'est à dire les solutions techniques qu'il est nécessaire de trouver, et en particulier pour la structure du nid.

De plus la situation d'exposition permanente implique des conditions supplémentaires, c'est à dire la nécessité d'une vision permanente de ce nid.

Enfin les contraintes de maintenance peuvent aussi brider quelque peu les éléments définis au départ en fonction de l'analyse du public et des propos du concepteur.

4.2.3.1. Une conséquence de la prise en compte du public : l'évolution des caractéristiques du nid des fourmis.

L'installation des fourmis dans un nid extra-mince¹⁵ montre qu'elles ont tendance soit à creuser des souterrains dans les matériaux à l'intérieur du nid, soit à colmater en

¹⁵ Solution technique pour une fourmilière extra-mince.

La solution technique permettant de créer une fourmilière extra-mince n'est pas évidente. Nous avons créé un nid entre 2 plaques de plexiglass disposées horizontalement. La taille d'un cocon de fourmi major pouvant atteindre 4,5 mm de diamètre, la dimension minimum entre les 2 plaques de plexi est donc de 5 mm d'épaisseur.

Afin de leur donner davantage d'espace vital et en fonction du diamètre des galeries d'une fourmilière naturelle (variable de 5 à 20 mm) nous avons d'abord commencé par créer une structure de 8 mm d'épaisseur obtenue par 2 règles de plexiglass superposées de 5 et 3 mm (ceci afin de pouvoir facilement réduire à 5 mm si nécessaire).

amenant des matériaux de l'extérieur, le résultat étant toujours de se cacher au regard des observateurs.

Cette observation conduit à réduire l'épaisseur du nid à 5 mm. Dans ce contexte, les fourmis ne peuvent plus créer un écran entre elles et la vitre. C'est l'épaisseur optimum pour observer toute la vie de la colonie, ce qui correspond à l'objectif de départ.

Un nid extra mince est la seule solution découverte pour optimiser la visibilité de ce qui se passe dans le nid. Mais les solutions techniques envisageables doivent être testées afin qu'elles n'induisent pas d'interprétations erronées. C'est cette prise en compte du public au niveau du prototype qui nous permet d'éviter de construire directement un élément d'exposition induisant des représentations erronées ou des obstacles à la compréhension. Cette démarche entraîne aussi une évolution du projet avec plusieurs niveaux de remédiation.

1 Position du nid pour éviter d'induire des interprétations erronées

La limitation de l'épaisseur du nid à 5 mm pose un problème technique important, celui de la position du nid de la fourmilière d'exposition : **vertical ou horizontal**.

Si l'on remplit l'espace entre les deux plaques de verre avec du sable, lorsque les fourmis creusent leurs galeries, on s'expose à des **éboulements** permanents si le nid est en position verticale. Ce fait est accentué par la réaction spontanée des enfants qui tapent sur la vitre pour essayer d'exciter les fourmis et les voir réagir. Un nid horizontal résout ce problème et est, la solution techniquement la plus facile à mettre en œuvre. Mais communique-t-il une vision exacte de la structure du nid des fourmis dans la nature?

Résultats

L'entretien avec des enfants, comme d'ailleurs des adultes, devant un nid horizontal de ce type donnent les résultats suivants :

- dans plus de 35% des cas des réflexions du type "*ça ne paraît pas naturel*", et
- dans 30% des cas des questions du type "*est-ce que dans la nature leur nid s'étend à plat, juste sous le sol?*"
- Pour 10% des enfants, cette vision crée dans leur esprit des images qui ne correspondent pas à la réalité de la structure du nid dans la nature : "*(Dans la nature) elles vivent (seulement) sur le sol*". Cette réflexion repose sur le fait que la structure horizontale du nid présenté ne donne pas l'idée d'enfoncement des galeries dans le sol.

Analyse

L'exposition d'un nid de ce type soulève des problèmes de communication vis à vis des enfants et induit des représentations erronées.

Ce type de présentation induit donc 2 attitudes contradictoires :

- une fausse représentation de la structure du nid dans la nature ou
- un rejet de cette présentation comme trop artificielle.

Cette analyse des réflexions des enfants conduit donc à rechercher une structure verticale, malgré les handicaps techniques prévisibles. Cette dernière forme de présentation correspond mieux à l'idée d'une présentation de coupe du sol.

Solution technique : représenter la structure naturelle d'un nid de fourmis.

Une coupe du sol permet de rendre compte de la distribution verticale des activités dans un nid naturel de fourmis rousses

schéma du nid de fourmis dans la nature



La structure d'un nid naturel se distribue, en général, à partir d'une ancienne souche et de son réseau de racines.

La structure verticale du nid dans une fourmilière artificielle permet aux fourmis de répartir leurs activités de bas en haut comme dans leur nid naturel.

En effet, lorsque l'on ouvre un nid de fourmis rousses, on se rend compte que les reines se cachent au fond des galeries humides les plus profondes où la température est très stable. Au contraire, les cocons sont stockés sous le dôme d'aiguilles de pins près de la surface où la température et l'aération sont plus fortes. Les œufs et les larves sont dans des galeries à des niveaux intermédiaires.

Si l'on souhaite éviter des interprétations erronées, seule cette structure verticale est compatible avec la compréhension pour les enfants de la structure du nid des fourmis et de la distribution des activités de la colonie.

2. Choix de matériaux du nid, pour éviter d'introduire des obstacles à la compréhension.

La nécessité d'une structure verticale n'est pas sans soulever des problèmes techniques.

Le principal problème dans le nid vertical de 5 mm d'épaisseur avec des galeries creusées dans la terre, est le danger d'éboulement ensevelissant les fourmis. Ce fait nous conduit à rechercher une autre structuration du nid en utilisant des matériaux artificiels solides.

Les premières solutions envisagées consistent à fabriquer une structure artificielle, afin d'éviter les dangers d'éboulement.

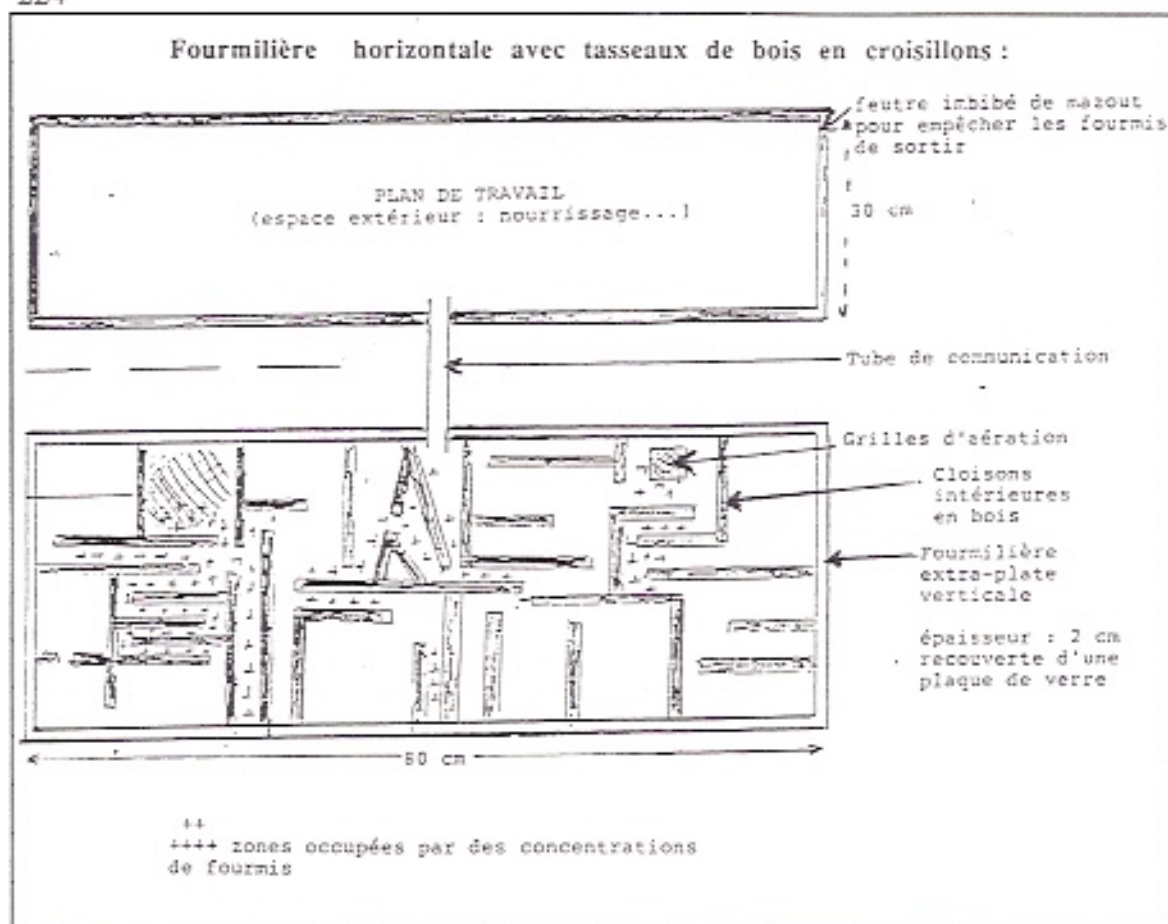
Des tasseaux de bois en croisillon

Le premier prototype construit est une structure avec des tasseaux de bois en croisillon dessinant des galeries et des chambres.

Des tasseaux de bois en croisillon

A l'exemple de la fourmilière horizontale de Rémi Chauvin, nous testons un premier prototype en structurant l'espace avec des lattes de bois de 5 mm sur 5 mm formant un labyrinthe à passages multiples avec de grands espaces libres (de 10/10 cm à 5/5 cm) et des galeries de différentes largeurs (5 mm, 10 mm, 20 mm).

Les fourmis se sont relativement bien installées dans cette structure avec de nettes préférences pour les endroits les plus étroits (galerie de 5 et 10 mm). Elles circulent assez bien, le bois leur fournissant un support rugueux où leurs pattes s'accrochent facilement pour circuler.



Résultats

Test technique de cette fourmilière.

Il démontre sa fonctionnalité technique par rapport à la vie des fourmis. Mais, après 3 mois, des moisissures se développent sur le bois et jusque sur les vitres, masquant les fourmis.

Test de communication.

Des problèmes de communication apparaissent lors du test face public. Cette structure est rejetée unanimement par les enfants.

A la question "quelle fourmilière préfères-tu entre le modèle 1 (fourmilière en terre) et le modèle 2 (celle en bois)?", 90% préfèrent le modèle 1.

A la question complémentaire "pourquoi la préfères-tu?",

- 70% considèrent que le modèle à cloisons de bois ne "fait pas naturel" et
- 85% des enfants posent alors la question sur la structure "en vrai" d'une fourmilière.

Des galeries dans des matériaux de synthèse

Un nouveau prototype est alors réalisé pour essayer de contourner la difficulté précédente.

Fourmilière extra-mince avec structure intérieure en matériaux de synthèse

Nous testons alors des matériaux de synthèse en zonage dans une fourmilière artificielle. Le matériau utilisé est creusé d'un réseau de chambres et de galeries copiant la structure naturelle du nid. Les matériaux sont sélectionnés pour leur aspect et leur facilité de mise en œuvre :

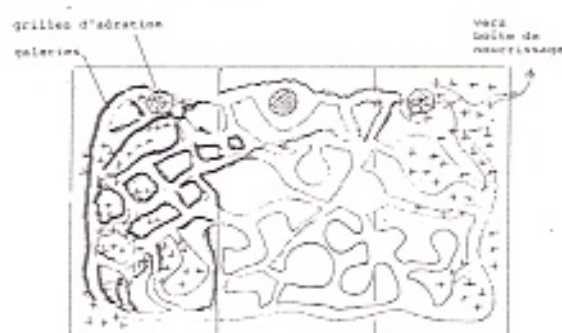
- le béton cellulaire au très bel aspect. Coloré il imite très bien la terre.
- deux qualités de poly-uréthane (matière plastique finement poreuse), une qualité plus dense que l'autre.

Ces matériaux sont coincés entre 2 plaques de verre et représentent le plan d'un nid de fourmi.

Fourmilière extra-mince avec structure intérieure en matériaux de synthèse :

Structure du nid : (l'espace extérieur de nourrissage doit correspondre par une grille maille en plexiglas de 40 cm x 90 cm collée par un tube de plexi de 15 mm épaisseur)

NID VERTICAL - vue de profil



polyuréthane (type A) béton cellulaire polyuréthane (type B) plus dense

NID VERTICAL (couper)

matériau de remplissage (5 mm creusé de galeries)

plexiglas



plexiglas

•• zone de concentration des fourmis

Notre analyse prend en compte les contraintes techniques et les réactions du public.

Test technique.

Résultats.

Les résultats obtenus sont les suivants ;

- Les fourmis délaissent très rapidement la zone occupée par le béton cellulaire et la mortalité augmente dans la fourmilière.
- Le poly-uréthane est trop bien apprécié par les fourmis... même la qualité la plus dense est attaquée par les petites fourmis (minor) qui y creusent des galeries dans lesquelles elle se cachent avec tout le couvain...

Analyse. La première de ces observations amène à la suppression du béton cellulaire pour des raisons vitales auxquelles nous n'avions pas pensé et que nous expliquons comme suit. Les "Formica rufa" sécrètent de l'acide formique pour marquer leur territoire. Cet acide attaque le béton cellulaire en dégageant des vapeurs toxiques.

La seconde observation montre que l'objectif principal n'est donc plus atteint. Il semble que les fourmis préfèrent s'installer "à leur idée"... Enfin après 3 mois, des moisissures se développent dans la structure, limitant encore plus la vision.

L'ensemble de ces observations nous amène à produire un diagnostic négatif par rapport à cette solution technique qui paraissait moderne et pleine d'espoir pour ses concepteurs.

Test de prototype auprès du public.

Résultats.

A notre surprise, 75% des enfants et la quasi-totalité des adultes disent en voyant cette fourmilière :

"ça ne paraît pas naturel"

avec comme corollaire la question pour 70%,

"est-ce que c'est comme ça en vrai?"

ou pour 20%,

"comment c'est dans la nature?".

Les enfants rejettent donc cette structure comme "pas naturelle".

Analyse.

Ainsi les problèmes techniques et de communication conduisent à abandonner cette structure.

Il faut signaler ici l'importance de la prise en compte des questions de communication. En effet, il serait peut-être possible de trouver un autre matériau synthétique. Seules les réactions du public conduisent à l'abandon de cette voie de recherche.

3. Nid rempli de terre, pour comprendre la structure de la fourmilière souterraine.

Afin de privilégier le critère "naturel" réclamé implicitement par les enfants et surtout à cause des problèmes techniques posés par les matériaux précédents, nous avons décidé le "retour à la terre".

Mais reste le problème des éboulements dans une structure verticale. Nous l'avons limité en prenant du sable mélangé à de la mousse naturelle et des aiguilles de pin. De plus, de part en part, des renforts horizontaux en plexiglass limitent les éboulements et maintiennent l'épaisseur constante du nid à 5 mm.

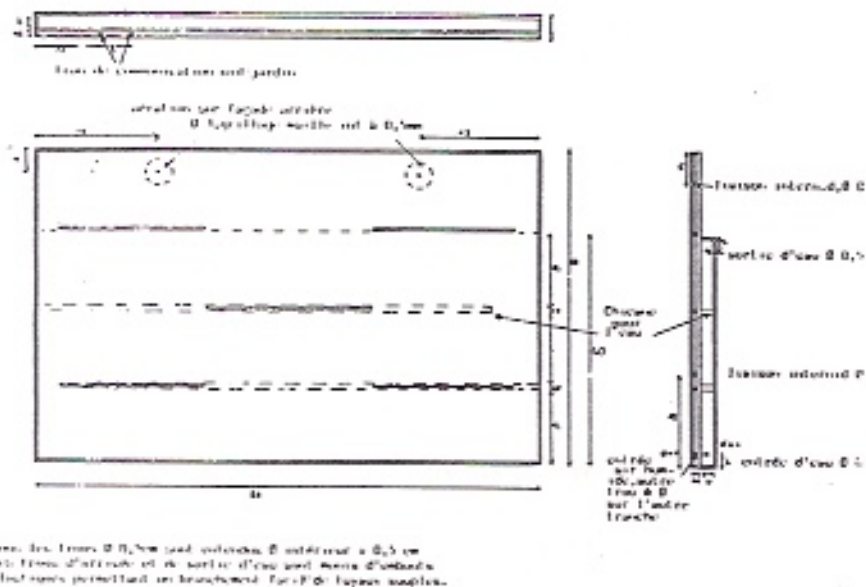
Les observations précédentes ayant démontré que les fourmis établissent ou modifient leurs galeries en fonction de paramètres qui nous sont inconnus, le remplissage du module avec le mélange définit plus haut laisse aux fourmis la latitude d'y creuser elles-même leurs galeries.

L'expérience démontre que les fourmis s'installent rapidement (en 48h) dans le nid et y creusent des galeries.

Le nid définitif.

Le nid définitif est donc construit sur le principe précédent. Pour des raisons de sécurité (résistance au feu,...) et de fiabilité, le verre remplace le plexiglas. La plaque de verre postérieure est dépolie afin de faciliter la circulation des fourmis, qui, sans cela retomberaient à la moindre vibration.

Nid définitif, vertical et extra-mince avec remplissage en terre



Une autre modification importante est la division du nid en 3 modules pour les raisons suivantes :

- *du point de vue technique,*

- . augmenter le volume disponible afin d'abriter une colonie plus importante,
- . le poids des modules étant considérablement augmenté par l'emploi de verre trempé épais (et résistant), leur réduction de taille est indispensable pour qu'ils restent maniables lors des interventions sur le nid.

- *du point de vue communication,*

- . le passage à 3 modules permet de modéliser l'extension en largeur du nid naturel
- . d'augmenter le nombre d'enfants pouvant observer en même temps.

Nous analysons les réactions des enfants en face des prototypes de fourmilières.

Résultats.

La proportion d'enfants soupçonnant la vie souterraine des fourmis après observation des prototypes varie selon les types de fourmilières proposés.

RESULTATS	
% d'enfant ayant répondu "oui" à la question "les fourmi vivent-elles sous la terre".	
avant vision de la fourmilière	23%
après test de fourmilière traditionnelle	78%
après test de fourmilière en matériaux synthétiques	36%
après test de fourmilière extra-mince en terre	90%

Analyse

Spontanément, avant toute vision de fourmilière artificielle, 1/4 des enfants (environ) pensent que les fourmis vivent sous la terre.

Après présentation de la fourmilière épaisse, creusée dans la terre entre 2 plaques de verre (modèle 1) cette proportion passe à 3/4.

Par contre avec le prototype extra-mince horizontal ou vertical en matériaux synthétiques, cette affirmation n'est faite que par moins de 40% des enfants.

Seule la fourmilière verticale extra-mince avec de la terre entre les deux plaques de verre (modèle 5) permet de faire percevoir ce phénomène à 90 % (lors du test de prototype).

4.2.3.2. Une contrainte muséographique : la recherche de solutions pour une vision permanente.

La découverte de la vie cachée des fourmis passe par une vision optimale de la fourmilière et en particulier de sa partie souterraine. Elle passe par la structure du nid des fourmis, et une vision permanente de cette partie.

Pour faciliter la compréhension du public, il est indispensable de lui donner accès en permanence à la partie souterraine du nid des fourmis. Deux questions se posent alors : la vision permanente pendant les heures d'ouverture au public et le maintien d'une colonie active en exposition toute l'année.

1. optimiser la visibilité pour l'observation de la vie cachée des fourmis et pour une vision continue dans la journée :

Dans la nature, les fourmis rousses établissent leur nid dans la terre à partir d'une souche d'arbre mort. Elles y vivent à l'obscurité.

L'expérience montre que les reines, les œufs, les larves, et la multitude d'ouvrières qui travaillent dans le nid fuient systématiquement la lumière. Alors comment permettre l'observation des fourmis dans le noir?

Analyse technique : "des fourmis derrière la porte."

Classiquement, on place un rideau ou un papier noir le long de la vitre de la fourmilière. on écarte le rideau lorsque l'on veut observer les fourmis. C'est la solution utilisée lors de la première phase de tests.

Une solution envisageable dans le cadre d'une exposition et qui peut être très attractive consiste à ouvrir une petite porte sous le jardin des fourmis afin de voir ce qui se passe sous la terre. Cette solution de la petite porte à ouvrir a déjà été utilisée avec beaucoup de succès pour beaucoup d'expositions sur d'autres thèmes. Mais autant cette idée est bien adaptée à une observation de quelques minutes de temps en temps, autant elle devient inopérante pour une vision prolongée des fourmis.

En effet, dans une "salle de découverte" d'un musée, il y a des enfants en permanence... ce qui implique que le nid de fourmis va rester à la lumière du matin jusqu'au soir.

Un test sur notre prototype montre que les fourmis, et en particulier la reine, quittent systématiquement le nid, dès que celui-ci reste éclairé plus de 3 heures en continu. Il est donc nécessaire de trouver une solution pour éviter une perturbation permanente des fourmis qui nuit à leur observation et sans doute à leur survie.

Solution technique : "Rouge, c'est noir ... pour les fourmis".

Le nid devant rester à l'obscurité, il reste à savoir ce que signifie l'obscurité pour les fourmis. En effet tous les animaux n'ont pas le même type de vision des radiations lumineuses.

Aucune étude n'existait en 1982 sur le spectre de vision des fourmis. Par contre, la vision des abeilles a été bien étudiée depuis Karl Von Frisch, et l'on sait que leur spectre de sensibilité est différent du nôtre avec un net glissement vers le violet et l'ultra-violet. Les abeilles sont aveugles au rouge. Elles voient le monde en gris-bleuté, les fleurs leur

apparaissant comme des taches plus brillantes. En effet les abeilles voient les rayons ultraviolets qui sont renvoyés de façon privilégiée par les fleurs.

Les fourmis étant comme les abeilles, des Insectes Hyménoptères, nous avons formulé l'hypothèse que les fourmis, comme les abeilles ne percevaient pas le rouge. Nous avons donc éclairé le nid de fourmi avec de la lumière rouge. Lors de l'allumage de l'éclairage, nous n'avons noté aucune modification du comportement des fourmis. Et ceci, contrairement à ce qui se passe lorsqu'on éclaire en lumière blanche où les fourmis s'agitent davantage en tous sens sans doute pour essayer de se sauver en emportant cocons, larves et œufs... Un éclairage rouge maintenu 16 heures en continu ne modifie en rien leur comportement observable et les fourmis restent dans leur nid.

Nous en avons donc déduit que les fourmis ne perçoivent pas les radiations rouges.

En éclairant le nid en lumière rouge, nous pouvons donc l'observer en permanence. Cette découverte permet de présenter les fourmis en permanence sans être tributaire d'horaires réduits d'animation dans le temps.

Mais comme toujours les impératifs du public influent sur la mise en scène. Cette prise en compte du public a une influence directe sur la scénographie de l'élément d'exposition.

Du point de vue communication,

Une enquête auprès des enfants après présentation d'un nid éclairé en lumière rouge, montre qu'ils associent la vision de la lumière rouge à "sous la terre". Il ont l'impression de pénétrer dans un autre univers. En particulier, "être sous la terre" se retrouve dans 70% environ des réponses à la question "à quoi vous fait penser l'éclairage rouge de la fourmilière ?"

Cet éclairage correspond donc à notre objectif de faire concevoir aux enfants que ce qu'ils voient dans le nid se passe normalement sous la terre. Il est vrai qu'il peut aussi faire penser que tout est rouge sous terre, où que les fourmis voient dans le rouge ; mais ces interprétations ne sont pas apparues lors des interviews d'enfants.

2. Pour une exploitation permanente (espace ouvert toute l'année) : l'été, toute l'année.

Le second problème lié à une exposition permanente réside dans la nécessité de montrer une fourmilière active en permanence toute l'année, été comme hiver.

Dans la nature les fourmis de nos régions s'enfoncent dans leur nid souterrain et restent en vie ralentie d'octobre à mars-avril. Il est possible de les maintenir artificiellement en activité en leur fournissant en permanence des conditions identiques à celles de l'été. Une simple programmation permet de maintenir un rythme jour-nuit de 16h / 24h. La température d'une salle d'exposition peut être relativement constante été comme hiver autour de 18° à 20°.

Les tests démontrent que dans ces conditions, les fourmis restent en activité pendant l'automne et pendant l'hiver. Pourtant, dans tous les cas nous avons observé une interruption de l'activité de ponte des reines en octobre/novembre. Il semble que ce phénomène soit lié et dirigé par l'existence d'une horloge interne chez ces animaux. Des études particulières mériteraient d'ailleurs d'être entreprises à ce sujet, mais notre objectif n'est pas une étude exhaustive sur les fourmis.

Cette constatation a des conséquences sur l'élément d'exposition. En effet si l'on souhaite que les visiteurs puissent observer en permanence le couvain, il est possible que pour ces 2 mois on introduise des cocons, larves et œufs conservés sous inclusion de résine dans le nid. Mais on peut aussi choisir délibérément de montrer aux visiteurs, à cette époque, l'absence de ces stades de développement, afin qu'ils perçoivent ce phénomène naturel.

Des expériences antérieures, ainsi que la collaboration avec des spécialistes (Madame Weulersse du Muséum National d'histoire naturelle de Paris; Rémi Chauvin du CNRS) ont indiqué que si l'on maintient la colonie en activité au delà de 8 à 10 mois, sans hibernation, on observe que le renouvellement des individus ne s'effectue pas normalement, entraînant la mort de la colonie.

La seule solution trouvée pour une vision toute l'année consiste donc à utiliser deux colonies de fourmis, l'une étant maintenue artificiellement en activité en exposition, l'autre étant maintenue artificiellement en hibernation pendant ce temps. C'est la solution retenue. Elle nécessite de provoquer le décalage de l'hibernation d'une des 2 colonies par rapport à son rythme naturel.

Les résultats de cette étude et les solutions techniques qui en découlent permettent donc d'optimiser la visibilité de la fourmilière quel que soit le moment de la visite.

4.2.3.3. Les limites imposées par les contraintes techniques et de maintenance.

L'analyse des problèmes techniques démontre qu'ils peuvent être des facteurs limitants dans la conception, soit de façon absolue, soit en fonction des délais de la phase de conception d'une exposition. Ils impliquent des limites par rapport au message et par rapport à la mise en œuvre de l'élément d'exposition.

Par rapport au message initial du concepteur, 3 points secondaires du propos sont aussi modifiés en fonction des contraintes techniques.

1. *L'élevage associé : pucerons et coccinelles*

Dans la nature, il existe une très intéressante et jolie observation à effectuer avec une simple loupe : la "traite" des pucerons par les fourmis. Un des objectifs initiaux est de permettre aux enfants d'observer ce phénomène dans la fourmilière exposée.

Le laboratoire INRA de Valbonne (M. Iperiti) étudie et élève en permanence des pucerons comme support d'élevage de coccinelles utilisées pour la lutte biologique.

En liaison avec ce laboratoire, nous avons tenté cet élevage de pucerons sur féverole.

Mais le test montre une très lourde charge de maintenance disproportionnée avec son impact par rapport au message prioritaire. Il faut en effet renouveler les cultures de féverole tous les 2 jours, y transférer les pucerons lorsque les pousses sont hautes de 10 cm...

Mais surtout lorsqu'on met en liaison l'élevage de pucerons et la fourmilière, les fourmis rousses mangent tous les pucerons au lieu de les "traire"! Nous pensons que ce comportement est, soit lié à la surface vitale disponible pour les fourmis, soit à leur nourriture peut être pas assez riche en proies vivantes. Un incident technique ayant interrompu les tests, les délais de réalisation ayant fait le reste, nous n'avons pas de résultat précis à ce sujet.

D'autre part la lourdeur de maintenance de cet élevage et le manque de personnel qualifié pour l'assurer conduit à abandonner cette idée.

2. Le chemin des fourmis

Le propos initial implique des expériences permanentes comme celle concernant le "chemin des fourmis".

Dans la nature, les fourmis empruntent des chemins particuliers qui rayonnent autour de la fourmilière et finissent même par être creusés comme un petit sillon dans le sol. Si on brûle un chemin de fourmi en un point, ou si on fait passer les fourmis sur une feuille de papier filtre dont on modifie la position, les fourmis sont désorientées.

L'expérience n'a pu être réalisée dans les conditions de la fourmilière artificielle : en effet les fourmis explorent en permanence tout l'espace et il est impossible de déterminer des chemins de fourmi dans une zone de libre circulation. Cette expérience serait possible dans un labyrinthe, mais pour des raisons de coût et de choix scénographique, nous n'avons pu le réaliser de façon permanente.

De plus l'observation de cette expérience nécessite au moins 10 minutes, ce qui est trop long pour l'observation par un enfant de passage. Nous gardons donc cette expérience pour des animations de longues durées (cycles pédagogiques).

3. Les expériences de préférendum alimentaires

Pour illustrer l'objectif qui consiste à faire découvrir les préférendum alimentaires des fourmis, nous avons réalisé dans l'espace extérieur de la fourmilière 3 boîtes à entrées séparées, où il est possible de mettre des nourritures différentes.

L'observation du nombre relatif de fourmis permet de se rendre compte des préférences alimentaires.

Nous avons pensé installer à chacune des entrées des boîtes un compteur associé à une cellule photoélectrique afin d'analyser avec précision la fréquentation de chacune. Ce complément n'a pu être réalisé, en partie pour des raisons de coût de la technique à mettre en œuvre.

De plus les tests montrent que les enfants repèrent très facilement la nourriture la plus prisée des fourmis grâce à l'abondance relative des fourmis sur celle-ci. Ce simple facteur visuel suffit pour atteindre cet objectif.

4.2.3.4. Synthèse : prise en compte de ces résultats pour une définition de l'objet d'exposition définitif.

Les choix imposés par l'adéquation des propos du concepteur et de leur réception par le public ont déterminé des solutions techniques. Analysons certaines de leurs implications essentielles.

1. Les implications techniques des choix de présentation

Deux stades sont à distinguer : la phase de réalisation et les perspectives de maintenance. En particulier l'étude proposée implique la construction de prototypes.

Des fourmis vivant sous nos climats ne nécessitent pas un support technique aussi important et contraignant (penser à la maintenance, à la survie de la colonie en cas de panne) que des fourmis de régions tropicales. Ces dernières nécessitent en effet de recréer un climat chaud et humide, ce qui est réalisable, mais coûteux. Ce facteur est le critère de choix d'une espèce française.

Une fois l'espèce déterminée, se pose le problème de la réalisation de la fourmilière.

D'abord des prototypes.

Ils sont réalisés avec des moyens extrêmement réduits (bois, plexiglass, tuyaux en plastique,...) et l'aide d'un technicien de l'Atelier de développement de l'EPPV. Leur souplesse de réalisation (structure vissée et non collée) permet des modifications de l'épaisseur et des matériaux de remplissage de l'intérieur du nid.

Pour le module définitif.

Il doit s'inscrire dans la scénographie générale de l'espace. Pour des raisons de coût et surtout de maintenance à long terme, des solutions techniques très simples sont privilégiées.

Pour le refroidissement du nid, un simple système de circulation d'eau de conduite (température toujours inférieure à 18°) a été préféré à un groupe frigorifique.

Pour l'humidification et l'aération du nid, le système essayé avec succès pour les prototypes a été reconduit : une petite pompe d'aérateur d'aquarium envoie de l'air dans une bonbonne remplie d'eau ; l'air en ressort humidifié et est conduit par un tuyau souple à la base des modules pour recréer les conditions d'humidité nécessaires au nid et en même temps un gradient d'humidité du bas vers le haut comme dans toute fourmilière naturelle. Ce système présente l'avantage d'être facilement réglé en modifiant le débit de la pompe.

L'éclairage rouge du nid est réalisé par des tubes rouges dont les ballasts sont séparés afin d'éviter un échauffement excessif des modules contenant le nid souterrain des fourmis.

Une dépense supplémentaire, mais nécessaire, consiste à protéger les nids par des vitrines afin que les enfants ne puissent pas tapoter les vitres des nids et y créer des éboulements. C'est aussi pour cette raison que les nids sont posés et coincés par des boudins de caoutchoucs limitant la transmission des vibrations.

Les conditions d'humidité et de température à maintenir dépendent de l'espèce de fourmi choisie.

Les fourmis tropicales (*Atta*) nécessitent le maintien d'une atmosphère chaude et humide en permanence dans le nid, conditions réalisables techniquement. L'abandon de cette espèce est donc uniquement impliquée par la difficulté de voir la reine et le couvain.

Pour les fourmis de nos régions, la température régnant dans un salle d'exposition correspondant tout à fait à celle d'une journée de printemps ou d'été, point n'est besoin de moyens lourds et coûteux pour maintenir la température

Seule une aération forcée (ventilateur) permet de fournir l'oxygène nécessaire à leur survie et évite la condensation sur les vitres. L'humidité dont ont besoin les fourmis est fournie par l'eau de boisson et par de l'air humide envoyé au fond du nid.

Maintenir les fourmis dans le nid.

Le nid artificiel, même creusé dans le sable où elles ont l'habitude de vivre, ne donne pas aux fourmis les mêmes facilités qu'un gros dôme de terre et d'aiguilles de pins.

Pour faire pénétrer les fourmis à l'intérieur des "modules-nid" nous avons rencontré un problème. La solution trouvée consiste, lors de l'introduction de la colonie, à faire pénétrer des reines dans les tubes d'accès aux modules souterrains. Les ouvrières s'empressent de les suivre et d'y établir des galeries, les conditions d'humidité étant plus favorables que dans le "jardin des fourmis", où pendant les premiers jours nous détruisons systématiquement leur dôme et où nous maintenons une ventilation d'air sec (l'air de la salle).

Lors des premiers essais nous avons cherché à supprimer totalement le dôme, en enlevant les matériaux qui le constituent. Mais les fourmis ont alors réagi en remontant des matériaux depuis les nids, créant ainsi de vastes volumes vides à l'intérieur des nids. Il a été nécessaire de trouver un équilibre : maintenir un petit dôme de brindilles dans le jardin des fourmis à l'embouchure des galeries venant du nid.

D'autre part, la connaissance des conditions de température et d'humidité dans une fourmière naturelle (Passera, 1984) permet de recréer les conditions de vie optimales

dans cette partie souterraine (18°C et humidité dans la partie inférieure, 20° et air plus sec vers le haut des modules). La température est régulée par une circulation d'eau courante dans un double fond construit sur la partie inférieure des modules-nids. Des grilles d'aération à la partie supérieure contribuent à y faire régner une température plus forte (20°C) et une plus grande sécheresse (air de la salle d'exposition), comme dans le dôme d'un nid naturel.

L'expérience montre une répartition des fourmis assez semblable à celle qui règne dans la nature : les reines et les œufs au niveau inférieur, les cocons au niveau supérieur près des grilles d'aération. Il n'en reste pas moins que c'est un équilibre précaire et qu'une surveillance s'impose pour éviter les variations de température et d'humidité.

2. Les implications des questions de maintenance.

Les problèmes de maintenance renforcent ou déterminent certains choix pour la réalisation de l'élément d'exposition.

Maintenance toute l'année et hibernation.

Afin d'avoir en permanence une colonie en exposition, il est nécessaire de posséder 2 colonies, l'une étant active en exposition, l'autre en réserve en hibernation (cf 4.2.3.). Pour tenter de résoudre ce problème nous avons été amenés à décaler progressivement l'hivernage d'une colonie en allongeant sa période de vie active de 6 à 9 mois, ceci afin d'avoir des fourmis actives en hiver.

Des fourmis dans un frigo... Les études de D. Chérix montrent que pendant l'hiver, la température du nid dans la terre descend entre 6 et 10°C. Les fourmis ne sortent alors plus du nid et vivent au ralenti sans se nourrir. Nous faisons hiverner une de nos colonies en plaçant les modules-nids qui la contiennent, dans un meuble-congélateur transformé (simplement en changeant son thermostat) pour y maintenir la température à 6/10°C. La mise en hibernation ne devant pas être trop brutale, nous abaissons progressivement la température de 18°C à 10°C. En même temps, nous réduisons progressivement la durée quotidienne d'éclairage de 16h à 8h/24h. Cette phase transitoire dure environ 1 mois.

Deux colonies, et ça tourne... Afin d'offrir aux visiteurs la possibilité d'observer des fourmis en pleine activité quelque soit la date de leur visite, nous avons prélevé en même temps 2 colonies, l'une ayant son hivernage progressivement décalé

dans le temps. Le plan d'hivernage est déterminé en fonction de la date d'ouverture de l'Inventorium de la Cité des Sciences et de l'Industrie, le 1 Mars 1986. Pour la suite des opérations, nous avons fixé les périodes de changement de colonie dans la fourmilière face-public aux mois d'avril et d'octobre, afin de pouvoir en cas de problème, remplacer une colonie défaillante par un prélèvement dans la nature (ce qui serait impossible en plein hiver, la meilleure période étant quand même le printemps).

Maintenance technique.

La création d'un nid artificiel de fourmis rousses de nos régions ne nécessite que des moyens techniques simples, donc d'une grande fiabilité :

- refroidissement du nid par circulation d'eau courante,
- aération par ventilateur de la partie supérieure et par une petite pompe d'aquarium pour les nids.

Ainsi les risques de panne sont faibles (sauf panne d'électricité) et la maintenance technique extrêmement réduite. Les dépenses de maintenance, au niveau technique, se limitent au remplacement des tubes néons d'éclairage.

Nourriture.

Du point de vue de la nourriture, elle est plus compliquée pour les Fourmis rousses des bois que pour des Fourmis Messor (mangeuses de graines), car elles sont carnivores et, au long de l'année il faut leur fournir une nourriture vivante : insectes (grillons,...), chenilles, larves (de teigne de ruche, asticots, vers de farine,...). Il a fallu les habituer à un complément de nourriture plus facile à trouver. Des tests ont consisté à chercher si l'on pouvait remplacer ces proies vivantes, plus difficiles à se procurer en hiver, par de la viande ¹⁶. Mais les proies vivantes précédentes constituent la meilleure base de l'apport protéique nécessaire.

Le miellat de puceron, qui constitue leur apport énergétique naturel est remplacé par du miel pour l'apport glucidique. Si celui-ci est trop liquide, il faut le mélanger à du sable pour éviter aux fourmis de s'y engluer et d'y mourir.

Pour l'eau, elle est fournie par l'intermédiaire d'un flacon renversé bouché par un coton que les fourmis viennent sucer.

¹⁶ ...Mais quelle viande ? Des essais avec de la viande fraîche ont donné des résultats positifs, mais nécessitait de changer les morceaux tous les matins, sinon l'aspect de la présentation s'en ressentait, et même sur le plan olfactif. Un résultat amusant correspond au fait d'avoir essayé, pour des motifs de facilité de maintenance (ne pas aller chez le boucher chaque matin pour 2 Francs de bifteck), de leur donner de la viande congelée... Refus absolu des fourmis pour la viande qui a été congelée, ce qui nous a d'ailleurs amené à nous poser des questions sur le traitement de la viande provenant de chez certains bouchers que les fourmis refusaient aussi!

Pour le nourrissage des fourmis, le technicien doit intervenir une fois par jour. Cette fréquence peut être réduite mais l'aspect de la présentation s'en ressent (fraîcheur de la nourriture visible) . De plus le nourrissage est une animation fort appréciée et fort intéressante pour les enfants.

En conclusion, les solutions techniques choisies sont les plus simples possibles pour diminuer les coûts de réalisation et de maintenance. Les tests sur prototype permettent de construire un élément de présentation directement opérationnel.

4.2.4. INTERET ET LIMITES DE CETTE PHASE DE TEST DE PROTOTYPES

L'objectif prioritaire des pré-expérimentations est d'infléchir la technique pour atteindre l'impact prioritaire et l'adapter aux réactions du public. Le diagnostic a des implications sur la conception des supports d'exposition en liaison avec les tests de prototypes.

Notre seconde hypothèse démontre que les tests de prototypes permettent d'affiner la détermination des impacts et de repérer les obstacles par rapport au public, aux propos et aux contraintes techniques.

Cette étape correspond vraiment à la phase clé de notre étude et est une de ses originalités. Il s'agit de tester les réponses matérielles à mettre en œuvre pour communiquer le message sélectionné à l'étape précédente de la conception, susciter la curiosité scientifique, faire évoluer les conceptions des visiteurs, surmonter les obstacles à la compréhension.

4.2.4.1. Les conditions de l'évaluation de prototypes

Notre étude cherche à déterminer l'intérêt du test des prototypes et à préciser que chercher lors de cette phase et comment ?

Cette phase est au carrefour des trois composantes de la conception : message du concepteur, contraintes techniques et prise en compte du public.

Quelles sont les implications du diagnostic sur les adaptations techniques à envisager, et dans le cas particulier étudié, pour tenir compte de la spécificité du vivant ? Comment prendre en compte les problèmes techniques, architecturaux et financiers

jusqu'à la réalisation définitive des éléments de présentations sur "la Mégalopolis des fourmis".

L'analyse qui précède démontre l'intérêt de cette prise en compte afin d'éviter de sélectionner des solutions techniques qui induisent des obstacles à la compréhension du message ; c'est le cas des structures de fourmilière avec nid horizontal ou en matériaux synthétiques qui créent des erreurs d'interprétation de la part des visiteurs.

Ce diagnostic permet aussi de privilégier les solutions techniques favorisant l'attractivité de l'élément d'exposition (choix de l'espèce de fourmi et des conditions de la scénographie -concept de souterrain), résultat conforté après l'ouverture de l'exposition sur l'élément définitif par le succès de la fourmilière malgré le cadre aux sollicitations multiples de l'Inventorium. De même pour le choix entre deux solutions techniques, l'audio-visuel et le support vivant, pour lesquels le diagnostic permet de trancher en fonction des objectifs prioritaires de la conception et de leur impact sur le public, en l'occurrence le développement de la curiosité scientifique.

Ainsi un des objectifs du diagnostic utilisé consiste à faciliter la compréhension du public tout d'abord en optimisant la visibilité de toutes les activités des fourmis. Cet objectif est atteint au travers du test de prototype et de l'analyse comparée de l'adéquation entre les conditions techniques, le message et son impact sur le visiteur.

Cette analyse a une implication directe sur, d'une part par les choix de l'espèce (une espèce de grande taille pour laquelle il est possible de trouver des solutions techniques pour observer toutes les activités), et sur la mise en condition d'observation des fourmis par le public. Cet aspect de la question tient compte à la fois des observations des réactions des enfants en face des prototypes, et des possibilités techniques de mise en œuvre.

Ainsi l'observation directe des fourmis est la condition fondamentale demandée à l'élément d'exposition. Si le choix d'une espèce de fourmi de grande taille est nécessaire pour une bonne attractivité (cf 4.2.2.1), il l'est aussi pour optimiser la visibilité. S'il est alors facile de repérer les fourmis à l'œil nu, il reste difficile d'observer les détails de leur comportement (comme les contacts antennaires, les échanges de nourriture...). Il convient donc alors d'interposer entre les fourmis et les enfants un outil pour faciliter la visibilité : la loupe. Mais, dans ce cas, la loupe n'intervient que pour répondre aux questions que se posent spontanément les enfants hors de l'observation directe. Une autre solution consiste à utiliser la signalétique pour atteindre cet objectif (cf 4.3.2).

4.2.4.2. Intérêt et limites de cet aspect du diagnostic

Cet ensemble de test conduit à modifier les prototypes et à rechercher de nouvelles solutions sur le plan technique (cf 4.2.2). Il démontre que chaque choix technique a des implications majeures sur le message et qu'il est nécessaire d'essayer de les tester pour vérifier l'adéquation entre les conceptions à transmettre et celles induites chez les visiteurs.

Il permet en particulier d'éviter d'induire des représentations erronées, comme celles d'un nid de fourmi horizontal à la surface du sol, impliqué par le prototype de fourmilière horizontale, pourtant plus facile à concevoir du point de vue technique.

La connaissance et la prise en compte des réactions du public permet donc d'éviter des erreurs de conception. De plus elle permet de serrer au mieux le message prioritaire. Des solutions techniques évoluent afin de trouver les options qui rapprochent le mieux les objectifs du concepteur et leur réception par les visiteurs. Cette stratégie de diagnostic induit une stratégie de transformation.

Mais peut-on anticiper l'impact réel des éléments d'exposition à partir de test de prototypes isolés du contexte global de l'exposition et relativement éloignés de la scénographie mise en œuvre ? Les conditions de test des prototypes, malgré toutes les précautions dont ils sont entourés (cf 3.3), sont, bien entendu, différentes de la réalité de l'exposition où la fourmilière se trouve insérée dans une scénographie au milieu d'autres éléments. Pour étayer cette discussion il est donc intéressant de diagnostiquer la nature et l'amplitude des divergences des résultats entre les post-tests effectués dans les mêmes conditions méthodologiques.

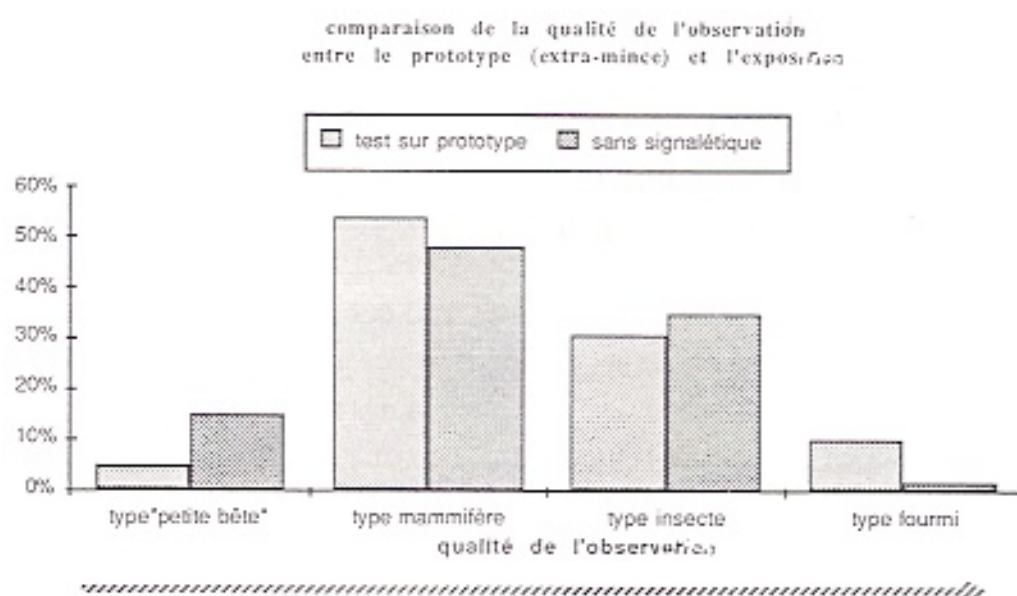
L'analyse des divergences entre les résultats des tests de prototypes et ceux dans les conditions réelles de l'exposition est réalisée en comparant les résultats des tests sur le dernier prototype (fourmilière extra-plate) réalisés avant l'exposition et une enquête menée à l'ouverture de l'exposition (avant installation de la signalétique) sur un public scolaire (tous niveaux confondus) ; les tests sur l'élément d'exposition sans la signalétique sont effectués sur seulement 182 enfants, pour des questions de calendrier d'incorporation de la signalétique et en fonction des indications des tests des phases précédentes (pour le détail des résultats obtenus, voir annexes 13 à 15).

1. Analyse de la qualité de l'observation

L'indicateur principal utilisé pour juger de la qualité de l'observation concerne le dessin de mémoire d'une fourmi après observation de la fourmilière.

Résultats :

COMPARAISON DE LA QUALITE DE L'OBSERVATION sur le prototype extra-mince et sur la fourmilière dans l'exposition (sans signalétique). La typologie des dessins correspond à celle analysée au chapitre 4 (résultats détaillés, cf annexe 13).



Analyse :

Sachant que le classement des dessins de la moins bonne à la meilleure observation est le suivant :

-type "petite bête" - type "mammifère" - type "insecte" - type "fourmi" -

l'évolution logique vers une observation plus précise correspond à une augmentation des dessins du type "fourmi" et une régression de ceux du type "petite bête" (cf 4.1.2.4).

La comparaison des résultats entre le test sur prototype et le test sur l'élément d'exposition montre au contraire une régression au niveau de la qualité de l'observation pour près de 20% des enfants, en particulier pour tous les critères qui correspondent à une observation minutieuse (segmentation du corps en 3 parties pour le type "fourmi" et une nette régression vers les conceptions initiales des enfants avec l'augmentation très nette

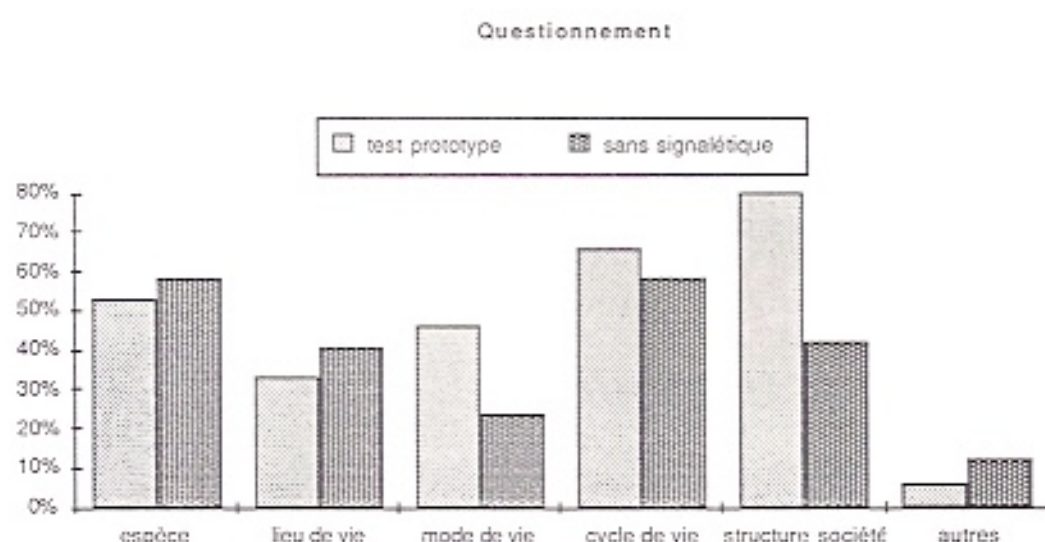
(10%) des dessins de type "petite bête". Ces résultats correspondent aussi à ceux de l'observation directe du comportement des enfants devant la fourmilière.

Pour le test des prototypes il n'y avait pas d'autres sollicitations et la durée d'observation de la fourmilière était presque dans tous les cas très longue (moyenne autour de 5 minutes) alors qu'elle tombe à 1 à 2 minutes dans le cas de l'exposition sans signalétique, en partie à cause de la dispersion engendrée par un espace d'exposition aux sollicitations multiples.

2. Incitation du questionnement et curiosité scientifique.

Résultats :

Comparaison du questionnement entre test sur le prototype et sur la fourmilière dans l'exposition (sans signalétique).-résultats détaillés, cf annexe 14.



Le nombre de questions par enfant passe de 6,2 à 4,9 ce qui correspond à une diminution de 20% entre le test des prototypes et celui sur l'élément définitif.

Analyse

Le nombre des questions concernant les espèces de fourmis est stable (58% au lieu de 53%) ; ce résultat se comprend à la lumière des entretiens individuels qui révèlent que le fait de découvrir des fourmis renvoie plus de la moitié des enfants à leur vécu personnel correspondant à l'observation spontanée à la maison ou dans la nature d'autres espèces de fourmi.

La même analyse peut être établie pour les questions sur leur lieu de vie, la découverte d'une structure de fourmilière artificielle les renvoyant à la comparaison avec le vécu (pour 41% d'entre eux contre 33% lors du test sur prototype).

Le nombre de questions concernant le cycle de vie est aussi relativement stable ; les questions sont peu différentes de celles du pré-test (cf 4.1.2.2) ; il semble que la moitié des enfants s'interrogent sur ces problèmes de durée de vie, de ponte... et que la découverte de la fourmilière n'induit pas un questionnement particulier à ce sujet. Par contre le nombre de questions concernant la façon dont vivent les fourmis diminue de moitié par rapport au test du prototype: il passe de 46% à 24% pour "*comment elles vivent*" et de 80% à 42% pour la structure de la colonie et la vie sociale des fourmis.

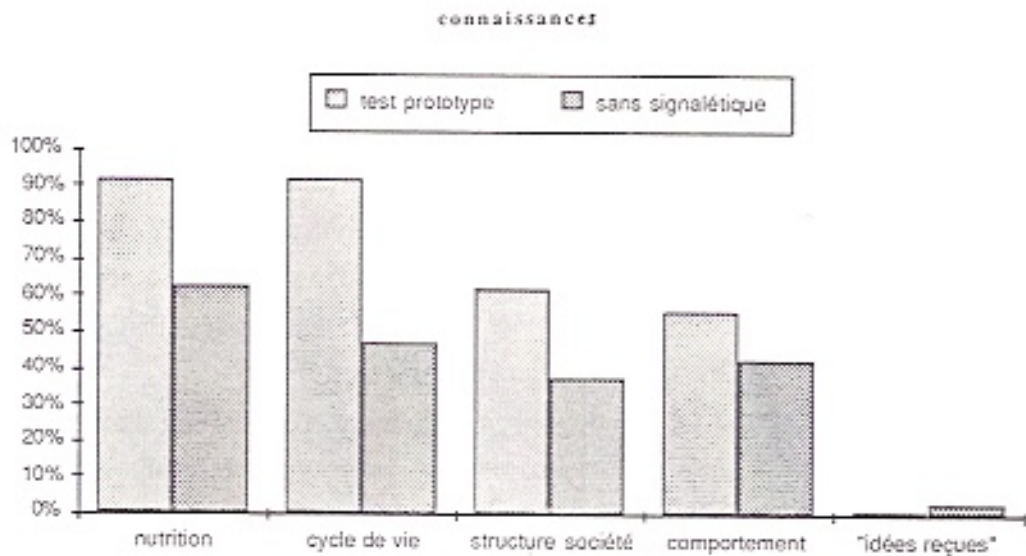
Notre interprétation après entretien avec les enfants prouve un manque d'implication de ce public par rapport au sujet, dû à un effet de dispersion des intérêts suite à la multiplicité des éléments d'exposition sur des thèmes divers dans l'Inventorium ; ce fait reflète en particulier une limite de l'Inventorium due à la multiplicité des thèmes traités sur le même espace sans véritable limite scénographique. Cette particularité sera corrigée lors de l'agrandissement et de la restructuration de celui-ci ; il n'en reste pas moins, que ce manque d'implication s'explique aussi par les conditions de visite dans une exposition, qui sont différentes d'un test de prototype isolé.

De plus les prototypes ont été testés dans des conditions différentes de l'exposition, ce qui peut expliquer ces différences de résultats (cf 3.2.2).

3. Connaissances

Résultats

Comparaison des connaissances acquises, entre test sur prototype et sur fourmilière dans l'exposition (résultats détaillés, cf annexe 15). La comparaison entre les connaissances acquises suite au test de prototype et suite au passage devant la fourmilière dans l'exposition sans signalétique donne les résultats suivants ; les conditions et les publics sont les mêmes que lors des tests précédents ; les indicateurs relevés sont les mêmes que ceux des tests précédents de même nature (cf 4.2.1.3).



Analyse.

Au niveau des connaissances acquises lors de la visite de la fourmilière, on note aussi une nette dégradation entre le test sur prototype et celui sur l'élément définitif sans signalétique : environ de 20 à 50% de moins selon le type de connaissances découvertes sur la fourmilière.

Cette diminution concerne toutes les catégories, mais touche plus particulièrement les connaissances sur la reproduction et le cycle de vie (de 92% à 47%) ainsi que celles sur la structure de la société (62% à 38%); ces deux secteurs de connaissances correspondent à une observation plus minutieuse et une analyse plus approfondie, voire dirigée par des indicateurs; ces renseignements sont donc précieux pour envisager la création de la signalétique.

4.2.4.3. Enseignements de cette analyse et limite de notre diagnostic à partir des tests de prototypes.

Si l'évaluation sur prototype permet de mieux cibler la réalisation à mettre en place en fonction des priorités du concepteur, il n'en reste pas moins qu'il subsiste des zones d'ombre par rapport aux conditions de présentation de l'exposition définitive : moins de questions, une observation moins fine (1/3 de découvertes en moins). Le phénomène est encore accentué lorsque la première phase est réalisée hors du musée dans un contexte péri-scolaire ; les conditions psychologiques des enfants sont différentes, bien que nous ayons pris soin lors des tests de prototype de ne pas utiliser le public "captif" d'une

classe, mais des conditions de découverte libres dans une salle polyvalente d'une école, sans incitation d'aucun maître de l'école.

En effet le contexte de la sortie à l'extérieur de l'école modifie les comportements des enfants et cela d'autant plus dans les classes où ils n'y sont pas habitués! D'autre part, une unité d'exposition incluse dans un ensemble plus vaste, un espace plus long à s'approprier, entraîne une dispersion des centres d'intérêt des enfants. C'est en particulier pour cette raison que les résultats des mêmes tests proposés sur la dernière version du prototype et de l'élément définitif peuvent diverger.

Si les résultats de l'évaluation de l'élément d'exposition dans son contexte final restent en retrait par rapport au test des prototypes, il n'en reste pas moins que l'évaluation des prototypes évite beaucoup d'erreurs (cf 4.2.3.1) telles que la présentation horizontale du nid ou sa structuration avec des matériaux artificiels qui entraîne une incompréhension de l'objet exposé comme une modélisation de la réalité. Elle permet aussi de recentrer le propos principal qu'elle rend alors plus fort (cf 4.2.2).

Dans toute la phase de pré-expérimentation, les solutions techniques ont dû être trouvées pour améliorer la communication (loupe, nid extra-mince). Il faut rappeler cependant que certains objectifs secondaires ont dû être abandonnés (relations extra spécifiques fourmi-puceron par exemple) en raison des contraintes techniques.

Par contre, l'étude détaillée des résultats laisse apparaître des zones d'ombre dans les observations des enfants. Citons les principales :

- morphologie des fourmis : 1/3 des enfants de 6 à 9 ans n'ont pas repéré les 3 paires de pattes.
- couvain : presque tous les enfants (90%) confondent œufs et cocons (et 96 % n'ont pas observé de larves).
- la reine : si plus de la moitié des enfants ont cherché *une reine*, bien peu (moins de 10 %) l'ont vraiment observé.
- structure de la société : 40% des enfants n'ont pas signalé différents types d'individus.
- comportement : les contacts antennaires ne sont observés que par 1 enfant sur 4.

Sur les points précédents, nous ne pouvons pas modifier le message, mais infléchir les observations des enfants par l'environnement graphique (cf 4.3.2.).

A ce stade de l'étude la seule solution envisageable pour améliorer ces résultats est une signalétique adaptée, des questions (type "avis de recherche" -cf 4.3.2.) et graphisme associé à la présentation.

Ce travail peut être testé en vraie grandeur que sur l'élément définitif pour des raisons de délai, même si des essais peuvent déjà être effectués à ce stade de l'étude.

D'autre part, les indications de ces tests sur prototypes ou sur élément définitif donnent dans tous les cas des indications particulièrement intéressantes pour l'élaboration de la signalétique dans la perspective de mieux communiquer le propos des concepteurs. Ces faiblesses par rapport aux impacts souhaités dénotent la nécessité d'un apport d'accompagnement de l'objet exposé, qui ne se suffit pas à lui-même et requiert un environnement graphique. Il n'en reste pas moins que, dans un cadre informel comme celui d'une exposition, tous ces impacts ne seront pas atteints par l'ensemble des visiteurs, chacun ayant des pratiques de référence différentes du voisin.

Bien que nous n'ayons pu le vérifier, faute d'une structure adéquate lors de la conception de l'exposition analysée, les résultats qui précèdent nous incitent à penser qu'un test de prototype effectué dans des conditions identiques à celles de l'élément d'exposition devrait sans doute donner des résultats assez semblables à ceux de l'élément définitif et permettre de prévoir assez précisément la signalétique, afin de l'installer définitivement en même temps que les éléments d'exposition, ce qui correspond aux conditions habituelles de réalisation des expositions.

4.3. TROISIEME HYPOTHESE :

l'environnement muséologique peut permettre de développer plusieurs niveaux de lecture (du questionnement ... à différents niveaux de formulation des réponses) selon les publics et le contexte de leur visite.

Il n'est pas possible de considérer un objet d'exposition en faisant abstraction de son environnement muséologique. Cette remarque montre les limites (d'ailleurs évaluées au paragraphe précédent) du test du prototype décontextualisé.

D'autre part, l'objet exposé peut-il à lui seul induire à la fois plaisir et curiosité, et permettre de répondre aux questions qu'il a suscitées? Un diagnostic effectué à partir des éléments muséologiques sur "les fourmis" et "le vivant" à différents stades de développement et dans différentes stratégies de visite fournit quelques éléments de réponse.

Notre propos est

- d'une part, de tenir compte de l'environnement muséologique et de la mise en forme médiatique (cf 4.3.1),
- d'autre part, d'analyser l'impact de la signalétique pour améliorer la communication de l'élément d'exposition (cf 4.3.2),
- et enfin d'envisager comment d'autres stratégies, et en particulier des fiches d'autonomisation de visite peuvent, être mises en œuvre pour augmenter l'impact didactique de l'exposition (cf 4.3.3).

Tout d'abord quel rôle peut jouer l'environnement muséologique dans cette perspective didactique?

4.3.1. L'IMPACT DE L'ENVIRONNEMENT MUSEOLOGIQUE ET DE LA MISE EN FORME MEDIATIQUE.

Si les phases précédentes ne permettent pas une analyse scénographique, notre propos n'est pas de minimiser son importance, bien au contraire. Les conséquences de l'analyse des résultats des tests de prototypes auprès du public ne permettent pas seulement de définir les caractéristiques techniques de l'élément d'exposition. Elles donnent aussi des contraintes au niveau de la mise en espace de l'objet exposé.

La lecture d'un "objet d'exposition" est étroitement dépendante de son environnement muséologique et de la signalétique qui lui est associée. Alors le diagnostic peut-il s'appliquer à l'environnement muséologique ?

Si la réalisation d'un prototype permet de repérer certains obstacles à la compréhension du message, il n'en reste pas moins que dans l'exposition, la scénographie joue un rôle déterminant.

La transposition du message sur la fourmière en une scénographie d'exposition amène à une proposition du type suivant.

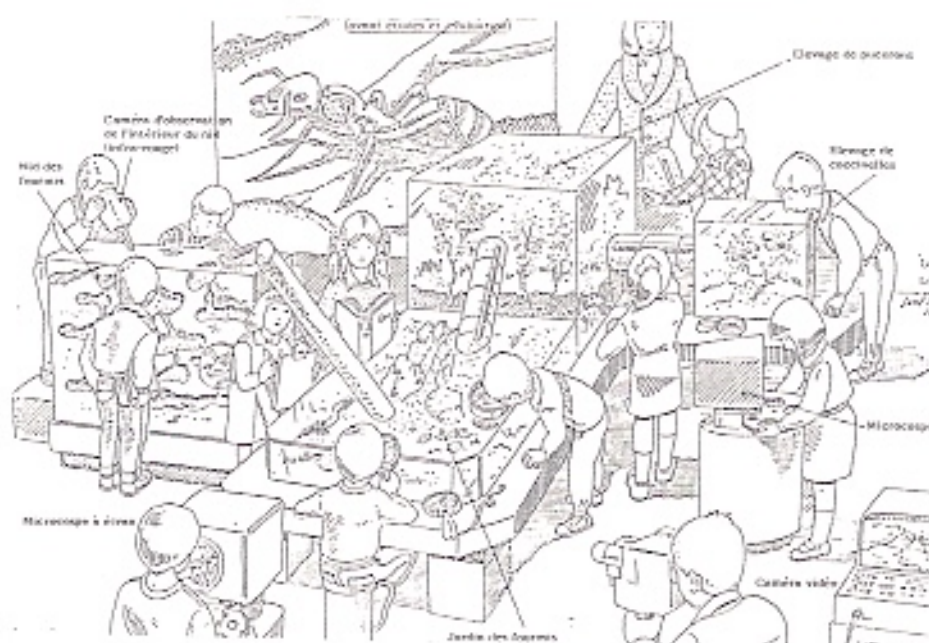
4.3.1.1. Projet initial du concepteur et objectifs

Le projet initial est dénommé par le concepteur, à la recherche d'un titre "accrocheur", "la Mégalopolis des fourmis". Ce titre est inspiré par la présentation très spectaculaire des fourmis Atta de Genève (actuellement à Lausanne).

1. *Projet design initial*

Il s'appuie sur le message initial et met en valeur les différentes zones d'activité de la fourmière : le nid, une zone intermédiaire (le "jardin des fourmis"), une zone de nourrissage, un module d'élevage de pucerons et un module d'élevage de coccinelles, le tout relié par de gros tubes sous lesquels les enfants peuvent passer.

LE PROJET INITIAL (d'après Joël Picaud)



2. Résultats et analyse par rapport aux questions techniques

Si l'on analyse cette proposition à la lumière de la phase de diagnostic précédente (cf 4.2.1.4.), on est amené à récuser une grande partie des propositions.

Du point de vue du message d'un scientifique en connaissant les conceptions des enfants, il s'agit de faire découvrir tout ce qui se passe dans une fourmilière. La proposition de scénographie peut sembler alléchante.

En réalité, si l'on prend en compte les contraintes de la technique (réalisation et maintenance), on se rend compte des difficultés de maintenance d'un élevage permanent de coccinelles et pucerons associé aux fourmis. Elles conduisent à l'abandon de ces deux modules. D'autre part, elles démontrent l'impossibilité d'observer les fourmis dans un nid en pleine lumière (cf 4.2.3.).

De plus les réactions du public en face d'un prototype démontrent une incompréhension de cette présentation (en tant que coupe du sol) et de la structure naturelle d'un nid de fourmi.

Enfin le risque de voir les fourmis se répandre partout dans la Cité en cas de bris involontaire ou volontaire des tubes conduit le designer (Didier Lamache) à la suppression de cette idée de structure.

4.3.1.2. Evolution du projet.

L'architecture générale de la présentation muséologique influence de façon déterminante l'attractivité. Ce design général est lié aux autres éléments d'exposition de la salle où se trouve la fourmilière.

1. les conditions du "design"

Il n'en reste pas moins que plusieurs contraintes peuvent lui être imposées.

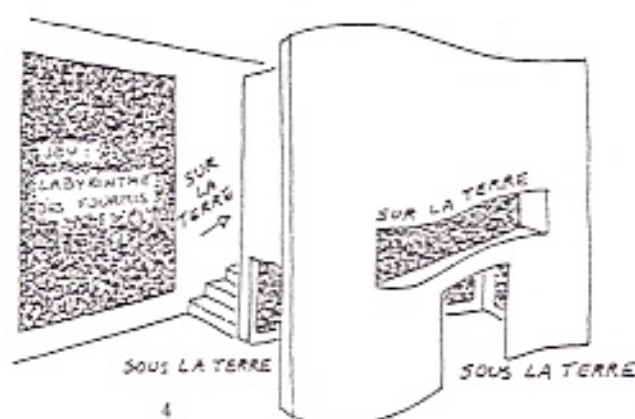
En particulier, le fait de découvrir "ce qui se passe sous la terre" fait réfléchir à un moyen de la médiation. En effet les évaluations (cf 4.2.3) conduisent à l'idée d'un nid situé au dessous du "jardin des fourmis" (zone externe) afin de bien faire apparaître le nid comme une coupe du sol avec un accès par un souterrain ; cette entrée devrait être ressentie par les enfants comme "descendre sous la terre". Les enfants aimant beaucoup se glisser à quatre pattes sous les tables, nous imaginons de les faire descendre dans un souterrain afin de découvrir ce qui se passe "sous la terre" dans le nid des fourmis. Mais des contraintes architecturales et techniques infléchissent légèrement cet objectif.

2. Remédiation

Le designer propose alors, en liaison avec l'architecte (Monika Donati), une structure plus classique en deux zones :

- une zone de vision latérale avec accès à un souterrain permettant de pénétrer sous la terre,
- une zone de vision de ce qui se passe sur la terre accessible par quelques marches le long d'un plan incliné. Cette zone est en outre, une zone isolée des couloirs de circulation. C'est ce qui permet d'en faire une zone d'animation privilégiée avec possibilité d'expérimentation.

LA MEGALOPOLIS DES FOURMIS (version définitive)



La zone d'observation et d'expérimentation, le "jardin des fourmis" est un espace extérieur par rapport au nid. Il correspond à la vision que l'on peut avoir des fourmis dans la nature. D'ailleurs, les enfants le voient à leurs pieds depuis une estrade située à peu près au même niveau que le sol du jardin. La résistance de la structure en verre est calculée afin que des enfants puissent se pencher et s'appuyer pour observer les fourmis de plus près. L'éclairage est intégré à une hotte pour des raisons de sécurité. de plus cette hotte est conçue afin d'empêcher les enfants de sauter et de courir au dessus de la fourmilière.

Malgré les réductions imposées par la technique et la scénographie, l'idée d'expérimentation est maintenue sous 2 formes :

- Dans "le jardin des fourmis", un quart de la surface est accessible facilement. Un animateur peut soulever la vitre. Il peut y installer des expérimentations proposées par les enfants (labyrinthe, test de comportement...).
- D'autre part, 3 cases de nourrissage permettent d'analyser les préférences alimentaires en comptant les fourmis dans chacune des cases.

Il convient de signaler que l'ouverture latérale de ces boîtes, prévue par le designer, a été remplacée, lors de la réalisation, par une ouverture à la partie supérieure afin de limiter les fuites de fourmis lorsqu'on les nourrit. C'est l'expérience des prototypes qui a permis cette régulation.

Le souterrain et le nid vertical. La structure verticale du nid et son éclairage en lumière rouge déterminés par le diagnostic sur les problèmes de communication sont les bases de départ de la conception design.

Outre les avantages mis en valeur par les tests de prototype (cf 4.2.3.) de mieux symboliser une coupe du sol et de favoriser la distribution naturelle des fourmis, les avantages du nid vertical sont de permettre un aménagement architectural favorisant la communication aux enfants du fait qu'ils pénètrent sous la terre dans le nid d'une fourmilière.

Donner l'impression de descendre et de s'enfoncer sous la terre est une idée importante pour le message à communiquer. Pour la faire intégrer par le visiteur il semblait important qu'il la vive avec son corps en descendant quelques marches pour passer sous le jardin des fourmis et découvrir la coupe du sol en-dessous avec son nid de fourmis.

Pour des raisons architecturales incontournables, impossibilité de descendre sous le plancher ni de monter toute la salle à cause de la hauteur sous plafond limitée, cette solution n'a pu être retenue. c'est à ce niveau qu'une remarque effectuée sur le prototype prend toute son importance. Un des prototypes a été placé verticalement sous une table qui soutenait la partie extérieure de la fourmilière, le tout étant fermé par un rideau. Son test a montré une très forte attractivité pour les enfants. L'entretien avec ce public a révélé qu'ils comprenaient spontanément qu'il s'agissait d'une coupe du sol.

Afin de coller le plus possible à cette présentation, nous avons retenu l'idée de présenter un nid vertical sur le côté d'un petit couloir de 90 cm de haut dans lequel les enfants entrent à quatre pattes. Par contre le jardin des fourmis doit être relevé sur une petite estrade. Mais le souci de laisser, au moins une vision latérale aux handicapés moteurs conduit à créer un couloir le long de la fourmilière (cf plan de principe de la fourmilière).

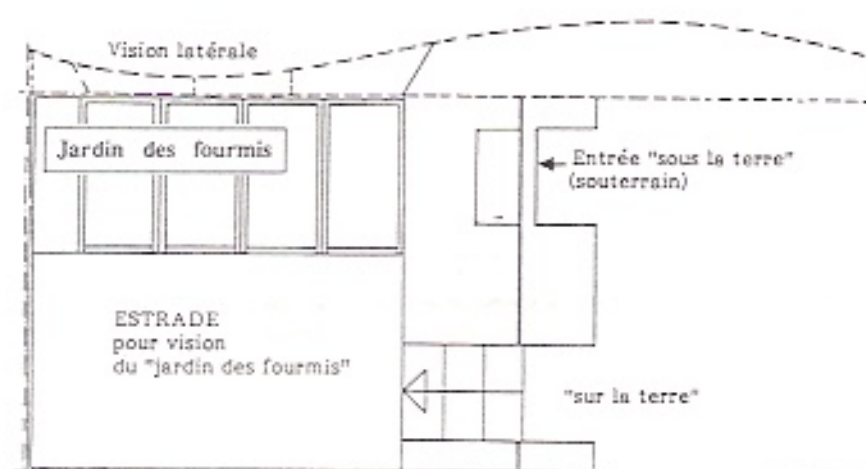
Comme les évaluations permettent de le vérifier (cf 4.2.4.), le fait de se baisser pour passer, induit chez les enfants l'idée de pénétrer sous la terre, "*comme dans un terrier*" disent certains.

D'autre part, le nid éclairé en lumière rouge doit être à l'abri de la lumière blanche des salles et de la lumière du jour. Cet élément d'exposition doit donc être situé loin des façades vitrées de l'espace d'exposition.

Le concept de **souterrain** associé à l'ambiance sombre avec **éclairage en lumière rouge** se révèle très attractif pour les visiteurs, comme nous avons pu le tester avec un simple rideau noir sur un cadre de bois entourant le prototype.

Ce sont ces concepts qui ont servi de base aux architectes pour la conception de l'espace de présentation des fourmis.

PLAN DE PRINCIPE DE LA FOURMILIERE



A cet objectif général de toute conception muséologique, créer un élément d'exposition attractif, s'ajoutent des objectifs spécifiques, tout d'abord celui de développer la curiosité scientifique.

2. Résultats des tests et analyse d'impact.

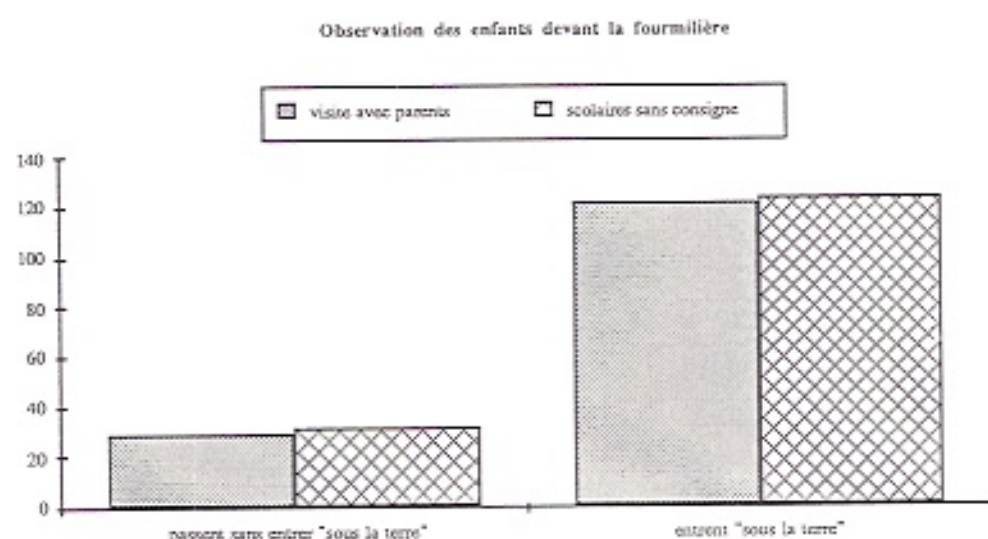
Si ces études prenant en compte le message, la technique, et le public peuvent permettre d'éviter certaines erreurs, il n'en reste pas moins que la scénographie définitive (même si elle prend en compte ces paramètres) peut révéler des différences avec les tests des prototypes à cause de l'environnement ainsi recréé (cf 4.2.4.).

Entrer sous la terre.

Une des finalités de la scénographie est d'inciter les enfants à entrer "sous la terre" pour découvrir la vie cachée des fourmis. Cet objectif est-il atteint grâce à la scénographie mise en œuvre?

Résultats

Observation des enfants devant la fourmilière. Observation de la fourmilière définitive avant installation de la signalétique ; test sur 152 enfants en visite familiale et 156 enfants en visite scolaire sans consignes particulières (résultats détaillés, cf annexe 16).



Analyse :

Qu'il s'agisse d'enfants en visite familiale ou en visite scolaire (sans consignes particulières), 80% des enfants pénètrent spontanément "sous la terre", ce qui valide la solution scénographique proposée grâce à la parfaite connaissance des enfants et la prise en compte de l'ergonomie de la situation induite.

Communication entre enfants

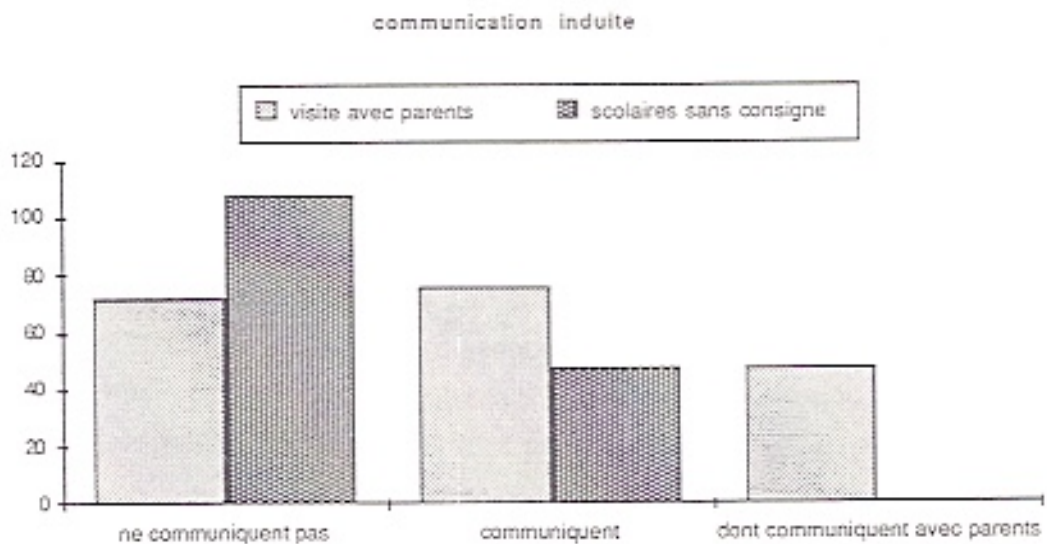
Un point important dans l'intégration des connaissances étant la verbalisation, il est intéressant de connaître le **taux de communication entre les enfants** dans les conditions de scénographie proposées.

Le souterrain permettant la découverte du nid de la fourmilière par les enfants.



Résultats

Communication entre enfants, induite par la fourmilière. Mêmes conditions et même public testé que dans le cas précédent, (résultats détaillés, cf annexe 16) :



Analyse :

Ce développement de la communication entre enfants (7-11 ans), sans intervention de l'adulte, est observé sans signalétique dans les jours qui suivent l'ouverture de l'exposition, dans le cas des enfants en visite familiale pour la moitié d'entre eux (et en particulier dans le sens enfant-parent, ces derniers étant incités par leurs enfants à "venir voir") et pour 1/3 des enfants en visite libre (scolaire sans consigne d'aucune sorte).

L'influence à la fois de la scénographie et de l'objet lui-même (il ne nous est pas possible de séparer les paramètres dans l'étude après ouverture de l'exposition), développe donc une communication entre les visiteurs.

4.3.1.3. La structure de l'exposition

Dans une exposition il existe bien entendu différents supports média qui ont chacun une spécificité. Notre propos n'est pas d'analyser ici cet aspect de la question. Nous avons choisi d'en analyser simplement quelques uns (ceux qui sont réalisés en liaison directe avec l'élément d'exposition analysé) en référence à notre hypothèse, c'est à dire en cherchant comment ils améliorent la communicabilité du message du concepteur.

Le recours à des éléments d'exposition complémentaires par rapport à la fourmilière, correspond de la part du concepteur, à un désir de donner aux visiteurs des outils pour trouver des réponses aux questions qu'ils se posent après avoir découvert la fourmilière. Ces questions sont révélées par le diagnostic au stade du prototype (cf 4.2.2.2).

L'observation directe ne peut fournir toutes les réponses,
 - en particulier concernant le comportement et les relations intra et inter-spécifiques d'une part,
 - l'existence et la vie de différentes espèces de fourmi d'autre part. Ces questions déjà présentes dans les représentations initiales (pré-test), sont renforcées par la découverte d'une espèce de fourmi différente de celles qu'ils ont déjà vues (à la maison, en pique-nique, etc). Comme pour l'élément d'exposition lui-même, les enseignements tirés du pré-test sont un support essentiel pour définir les éléments d'exposition complémentaires.

Ces deux grands axes de questions posées systématiquement par la majorité des visiteurs nous conduisent à créer des supports de réponse. Pour la question des comportements, le jeu informatique semble la meilleure solution ; pour le second, l'audiovisuel.

Une exposition sur un thème donné, même s'il s'agit de mini-expositions comme "la Mégalopolis des fourmis" ou "Autour de la mare" -pour le thème du vivant dans l'Inventorium- rassemblent un certain nombre d'éléments ; chacun de ces éléments prend son sens dans une trame spatio-conceptuelle par l'interaction des uns par rapport aux autres. Comme le public de l'exposition, à l'opposé du public scolaire, n'est pas un public captif, il convient de construire l'exposition en tenant compte de la spécificité des

supports : produit phare et éléments associés, modules vivants ou (et) informatique, audiovisuels, interactif. Comment s'articulent entre elles ces différentes ressources?

1. Un "objet phare" pour attirer et retenir les visiteurs.

Lorsque le visiteur pénètre dans un lieu nouveau, son regard est d'abord attiré par l'objet le plus marquant, -que nous appelons l'objet-phare- ; celui-ci peut correspondre à un objet grand, bien visible et facilement identifiable.

Ainsi l'analyse de l'observation des visiteurs devant la fourmilière elle-même, et en particulier la partie supérieure -"le jardin des fourmis"- montre qu'elle est immédiatement perçue par les enfants grâce à sa source de lumière vive au milieu d'une masse architecturale plus sombre et sans accroche visuelle ; de plus, comme l'ont montré les pré-tests, c'est le "*grouillement de ces petites bêtes*" qui captive le regard ; ainsi la fourmilière elle-même constitue l'accroche du visiteur, le point de départ de ses découvertes.

Partant de cet élément inducteur, de l'émerveillement qu'il produit et de tout le questionnement associé, les enfants cherchent un peu plus et découvrent alors ce qui est un peu caché, le secret à découvrir : ils pénètrent à 4 pattes "sous la terre" ; cette attitude s'observe chez tous ceux qui passent plus de 20 secondes devant la fourmilière, pour qui le "jardin des fourmis représente une accroche réelle, un arrêt suffisant; dans notre observation, cela correspond à 80% de ceux qui passent devant la fourmilière

L'observation du temps de présence devant la fourmilière vient à l'appui de cette analyse :

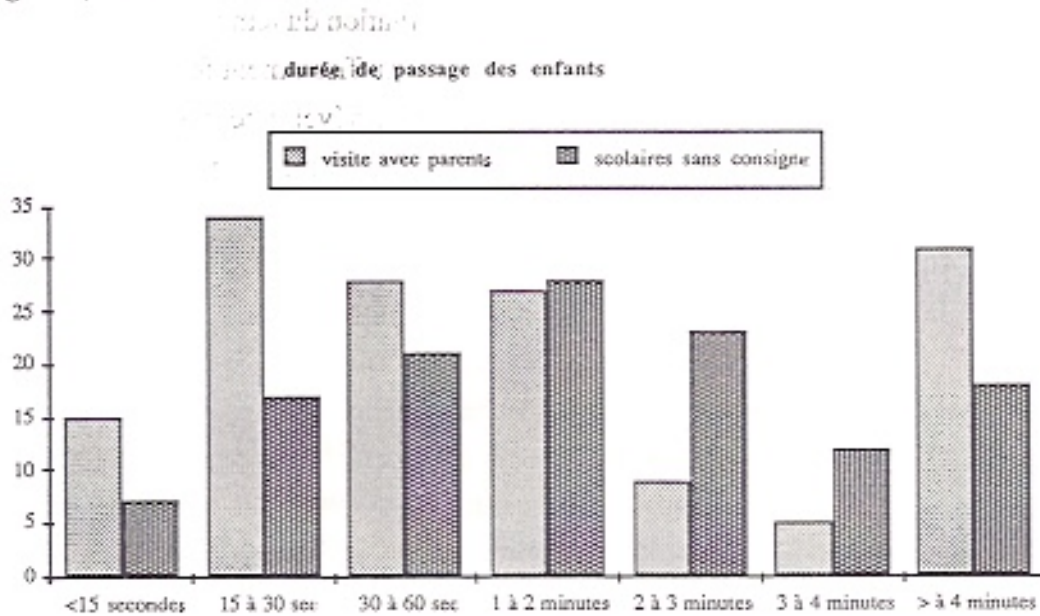
Résultats :

La durée moyenne d'observation se situant entre 1 et 2 minutes avec près de 20% d'enfants scolaires visitant sans motivations ni consignes particulières et 30% d'enfants avec leurs parents qui y restent plus de 4 minutes.

Dans le graphique, les durées de présence prises en référence ne sont pas régulières, mais notre choix se réfère aux objectifs fixés. Ce choix est validé par l'interview d'enfants étant restés plus ou moins longtemps devant la fourmilière, enquête qui permet de définir une sorte de typologie des types de visite de la fourmilière en fonction de différentes durées de présence devant elle. En effet lorsque les enfants restent moins de 15 secondes on peut considérer qu'ils n'ont pas été accrochés par la présentation ; entre 15 et 30 secondes ils ont regardé, mais pas vraiment observé la fourmilière ; entre 30 et 60 secondes, 1 à 2 minutes et 2 à 3 minutes, il s'agit d'un temps d'observation véritable de

plus en plus long avec un certain nombre de découvertes de la part des enfants ; par contre au delà de 4 minutes (et certains restent une dizaine de minutes), c'est la une "passion" pour les fourmis qui est née !

Durée d'observation de la fourmilière : Test sur 152 et 156 enfants de chaque catégorie (résultats détaillés, cf annexe 17)



Analyse :

Les résultats de l'observation des enfants permettent de vérifier que l'attractivité du support et l'ergonomie du souterrain favorisent bien une attention soutenue dans le temps.

Cette durée d'attention créée par l'objet d'exposition est quant à elle tout à fait comparable à l'intérêt observé lors des tests de prototypes ; elle est intéressante à analyser lorsqu'on la rapporte à la multitude d'éléments attractifs de l'Inventorium; l'observation sur poste apporte d'ailleurs des éléments pour l'analyse de l'attitude des enfants ; en effet, en particulier pour les enfants seuls (sans accompagnateurs à leurs trousse) une majorité passent une première fois (moins de 15 secondes devant la fourmilière), puis courent faire le tour de la salle, ce qui correspond à la phase indispensable **d'appropriation** de l'espace, puis revient longuement près de la fourmilière et en particulier dans le souterrain.

Une autre attitude, très fréquente chez le public scolaire, correspond à des enfants qui ramènent 1 puis 2 ou 3 de leurs copains pour leur montrer leur découverte et leur expliquer ce qu'ils observent. Les enfants qui restent plus de 4 minutes devant la fourmilière se répartissent entre 3 catégories d'égale importance :

- ceux qui expliquent à leurs pairs leurs découvertes et échangent leurs observations ;

l'intermédiaire d'une simulation informatique ; c'est la solution choisie afin qu'à tout moment les visiteurs puissent l'utiliser.

Pour répondre à l'autre type de question fréquente concernant les espèces de fourmis, nous avons choisi le **support audio-visuel**. Si les analyses précédentes ont montré qu'il n'est pas le meilleur inducteur par rapport à l'élément vivant, il s'avère qu'en réponse à un questionnaire il est bien reçu (cf 4.2.2.1). Des raisons architecturales ayant empêché l'implantation de ce produit audiovisuel à proximité immédiate de la fourmilière il ne nous a pas été possible d'y évaluer cet aspect de la question.

Par contre ce type d'analyse a été effectué dans l'îlot de présentation voisin "autour de la mare"¹⁷.

Ce questionnaire trouve aussi naturellement son issue dans des recherches complémentaires dans le document papier, les livres disponibles dans un mini-centre de ressources et surtout à emporter pour y trouver à loisir les informations chez soi ou à l'école.

3. Impact d'un support d'animation

Comme les tests de prototypes et ceux sur l'élément définitif le confirment, l'observation de la fourmilière fait se développer chez les visiteurs un questionnaire (cf 4.2.1.2.) en particulier l'espèce, le lieu de vie et le cycle de vie. Par contre, on note une pauvreté à la fois pour les questions et pour les connaissances concernant le mode de vie et la structure sociale.

Ce résultat incite le concepteur à compléter la fourmilière par un support d'animation présentant par l'intermédiaire d'un graphisme attractif, bien que quelque peu anthropomorphique, une coupe de la fourmilière.

¹⁷ Cet îlot d'exposition présente la même structure:

- élément phare, la "coupe de la mare"
- associée à un élément informatique "le portrait robot" qui renvoie à une observation plus convergente
- un grand jeu mural sert de support aux découvertes et permet de rassembler le questionnaire
- un audio-visuel interactif "la vie dans la mare" permet aux enfants de trouver des réponses aux questions implicites ou explicites nées de l'observation de l'élément inducteur "la coupe de la mare" ; l'enfant choisit un animal dessiné sur le clavier et un comportement (manger, respirer, se déplacer, grandir ou se reproduire) et observe des petits films où la macro-cinématographie, et le ralenti ou l'accélération, lui permettent d'analyser et de comprendre les comportements.

JEU MURAL :

Le labyrinthe des fourmis;

Il s'agit d'un jeu où il faut suivre avec le doigt le trajet d'une fourmi de l'extérieur de la fourmilière jusqu'à la reine en suivant le dessin des galeries de cette coupe du nid et en respectant les ordres inscrits dans les bulles.

Ce jeu est utilisé par les animateurs et par une partie des instituteurs qui viennent étudier la fourmilière. Quelques parents l'utilisent aussi avec leurs enfants. Ce principe de jeu, classique pour les enfants, est directement compris par ce public.



Afin d'évaluer la validité de ce jeu dans une perspective didactique fixée au départ par son concepteur, il convient d'analyser son impact sur les enfants par rapport aux différents objectifs, et en particulier le développement du questionnement et des connaissances.

Questionnement.

Ce jeu induit-il un questionnement de la part du visiteur ? Nous comparons les résultats du questionnaire des enfants ayant observé la fourmilière en liaison avec l'utilisation de ce jeu avec ceux obtenus par observation de la fourmilière seule, sans signalétique.

Résultats

Questionnement après le jeu du "labyrinthe des fourmis" (résultats détaillés, cf annexe 18).

Nous comparons les résultats du questionnaire des enfants ayant observé la fourmilière en liaison avec l'utilisation de ce jeu, avec ceux obtenus par observation de la fourmilière seule, sans signalétique.

JEU MURAL :

Le labyrinthe des fourmis;

Il s'agit d'un jeu où il faut suivre avec le doigt le trajet d'une fourmi de l'extérieur de la fourmilière jusqu'à la reine en suivant le dessin des galeries de cette coupe du nid et en respectant les ordres inscrits dans les bulles.

Ce jeu est utilisé par les animateurs et par une partie des instituteurs qui viennent étudier la fourmilière. Quelques parents l'utilisent aussi avec leurs enfants. Ce principe de jeu, classique pour les enfants, est directement compris par ce public.



Afin d'évaluer la validité de ce jeu dans une perspective didactique fixée au départ par son concepteur, il convient d'analyser son impact sur les enfants par rapport aux différents objectifs, et en particulier le développement du questionnement et des connaissances.

Questionnement.

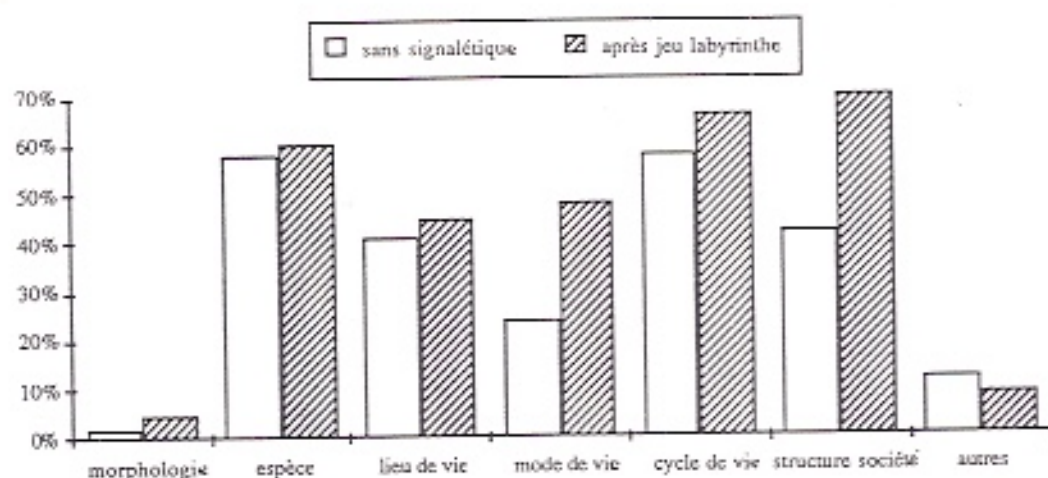
Ce jeu induit-il un questionnement de la part du visiteur ? Nous comparons les résultats du questionnaire des enfants ayant observé la fourmilière en liaison avec l'utilisation de ce jeu avec ceux obtenus par observation de la fourmilière seule, sans signalétique.

Résultats

Questionnement après le jeu du "labyrinthe des fourmis" (résultats détaillés, cf annexe 18).

Nous comparons les résultats du questionnaire des enfants ayant observé la fourmilière en liaison avec l'utilisation de ce jeu, avec ceux obtenus par observation de la fourmilière seule, sans signalétique.

questionnement après le jeu du "labyrinthe"

**Analyse.**

L'observation du comportement des enfants face à ce jeu indique le développement d'un questionnement lié à des découvertes concernant en particulier le mode de vie et la structure sociale (respectivement 48% et 70% des enfants posent des questions à ce sujet, contre 24% et 42% sans ce panneau-jeu).

Le plus intéressant est que l'on note une relance de l'observation : 98% des enfants expriment spontanément leurs découvertes et cherchent à vérifier "*dans la vraie fourmilière*" si ce qui est sur le panneau est bien visible, ce qui correspond à une relance de l'intérêt pour l'enfant : "*je vais voir si c'est bien vrai*". Et d'ailleurs lorsque les enfants ne peuvent pas observer certains des éléments (pour des raisons saisonnières ou accidentelles) ils demandent pourquoi, et même quelques uns mettent en doute la validité de ce qui est sur le panneau ("*c'est faux, il n'y a pas de larves*").

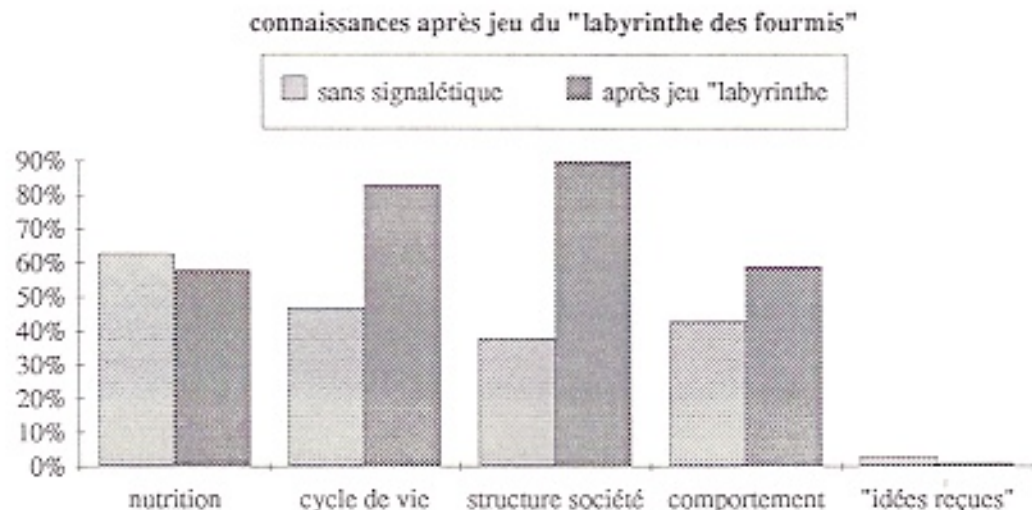
Cette analyse fait apparaître la différence entre le visiteur seul en face d'un élément d'exposition, et celui qui est captif d'une inter-action avec un médiateur (enseignant, animateur, parfois même parent).

Connaissances acquises.

Ce jeu augmente-t-il le taux des découvertes du visiteur sur le sujet?

Résultats

Connaissances après le jeu du "labyrinthe des fourmis" (résultats détaillés, cf annexe 19). Nous comparons les résultats du questionnaire des enfants ayant observé la fourmilière en liaison avec l'utilisation de ce jeu, avec ceux obtenus par observation de la fourmilière seule, sans signalétique.



Analyse

L'utilisation de ce panneau fait s'élever notablement les résultats au niveau des connaissances sur les fourmis: de 47 à 83% concernant le cycle de vie (cocons, œufs, larves,...*), de 38 à 90% pour la structure de la société (reines, gardiennes, nourrices,...*) et de 43 à 59% pour le comportement (garde, transport d'éléments, entretien du couvain, bouche à bouche,...*¹⁸)

Une des critiques formulée sur le graphisme de ce panneau concerne le type de dessin anthropomorphe qui peut induire des représentations erronées au niveau des enfants. Il semble que le renvoi systématique à l'observation directe des "vraies fourmis" réduit considérablement ce risque.

Il faut noter que ces résultats sont obtenus à partir d'enfants ayant réellement utilisé ce support en liaison et à l'incitation de l'adulte.

Même si ce panneau ne semble pas attirer spontanément les enfants seuls (2%), il n'en reste pas moins qu'il constitue un support d'animation très apprécié des enseignants

¹⁸ *Ces éléments sont cités dans l'ordre décroissant par rapport aux citations des enfants.

et répondant à une de leur demande lorsqu'ils connaissent l'existence et le principe d'utilisation de ce type de support.

C'est un outil dont peut se servir un médiateur (enseignant, animateur,...) afin d'atteindre des objectifs pédagogiques. La tâche du concepteur est donc un peu différente dans ce cas. Il crée bien sûr un outil, mais il doit l'accompagner d'un autre au niveau de l'enseignant ("Cité-doc, par exemple -cf 4.3.3.) afin de préciser à ce dernier les objectifs qu'il peut atteindre en utilisant l'outil muséographique proposé.

La démarche est alors différente de la démarche "tout-public" de l'exposition où le concepteur crée seulement le médium. Dans ce cas il intervient aussi en interférant avec le médiateur direct (enseignant, animateur).

A côté d'un support d'animation et indépendamment de lui, il peut être intéressant de trouver d'autres supports, par exemple le support informatique.

4. Impact d'un jeu informatique: la vie des fourmis

Il s'agit d'un jeu de simulation interactif où le visiteur doit réagir comme le ferait une fourmi à des événements qui peuvent réellement se produire lors des activités de cet animal : recherche de nourriture, rencontre avec d'autres fourmis de colonies différentes ou non, travaux dans la fourmilière, attaque d'ennemis... le but final étant d'aller retrouver la reine.

Résultats

La durée moyenne d'utilisation est de 4 minutes, 58% des enfants le menant à terme : 3 à 8 minutes (selon le taux de réponses inexactes), le parcours de la fourmi du logiciel étant alors semé d'embûches supplémentaires ou interrompu en cas d'erreurs vitales pour la fourmi, l'enfant ayant la possibilité de rejouer ou d'arrêter.

Analyse

Une petite enquête par interview auprès des joueurs indique pour eux une découverte d'éléments essentiels de la vie des fourmis, dans l'ordre d'importance : reconnaissance par l'odorat du chemin et des individus de la même société, type de nourriture et types de travaux, connaissances de certains ennemis...

Jeu informatique :
la vie des fourmis



5. Impact de l'audio-visuel

Des impératifs techniques et financiers ne nous ont pas permis de reprendre le film sur les fourmis qui avait permis aux enfants de trouver les réponses à leur questionnaire après observation libre du premier prototype de fourmilière (cf 4.2.1.1.). Par contre il a été possible, dans la logique de l'analyse des pré-tests d'installer une borne audio-visuelle présentant par un film court sur la vie d'autres espèces -les fourmis "Atta" qui cultivent (sur des feuilles qu'elles découpent et qu'elles transportent) des champignons dont elles se nourrissent.

Résultats

Cet audio-visuel est perçu par les enfants -dans la logique de leur questionnaire issu de l'observation de la fourmilière- comme permettant de découvrir un aspect de la diversité des espèces de fourmi.

Analyse

Des raisons architecturales n'ayant pas permis de positionner ce produit à proximité immédiate de "l'élément phare"(la fourmilière), il n'a pas été possible de réaliser une étude systématique sans influencer le comportement des groupes de visiteurs testés ; une

observation directe complétée par un entretien avec des spectateurs a permis de noter que le nombre de parents est supérieur à celui des enfants ; il n'est pas possible de donner d'interprétation caractéristique par rapport à cette observation, étant donné la localisation spatiale de ce produit, qui est très mauvaise par rapport à la circulation générale et correspond plus à un coin repos apprécié des parents.

4.3.1.4. Limites des résultats de cette analyse.

Comme l'analyse des résultats précédents tend à le montrer, les éléments d'exposition complémentaires de la fourmilière vivante semblent jouer leur rôle en fournissant des éléments de réponse au questionnement né (cf 4.2.4) de la découverte de la fourmilière. En effet un élément d'exposition n'est jamais seul, il se situe dans un "paysage" organisé selon une mise en scène. Ces deux derniers éléments sont une composante fondamentale du médium exposition.

Dans l'exemple étudié, l'audio-visuel a été introduit dans l'exposition après son ouverture, en réponse au questionnement des enfants quittant la fourmilière. Mais son analyse n'a pu être menée de façon optimale à cause de son mauvais positionnement par rapport à la fourmilière, prouvant (s'il en était encore besoin) le rôle essentiel de la scénographie de l'exposition. Mais l'analyse menée en amont pour le choix entre audiovisuel et fourmilière vivante (cf 4.2.4) donne des indices du rôle possible de l'audiovisuel comme complément de l'élément "vivant".

Pour l'informatique, en particulier pour un jeu de simulation (Guichard, 1987 a), nous n'avons pas étudié ici le rôle de ce type de stratégie par rapport aux objectifs fixés lors de cette étude. Cette analyse devrait représenter en soi une analyse intéressante. L'étude précédente s'est seulement intéressée à quelques indicateurs.

Par contre l'animation (et son support) joue un rôle fondamental pour passer à un second niveau d'approfondissement des découvertes à partir de l'élément d'exposition. Comme nous l'avons vu, la problématique de sa conception est alors différente, l'impact aussi...

Dans le cas de l'exposition étudiée, ce sont des questions de fonctionnement qui ont minimisé l'importance de l'animation bien que les concepteurs soient persuadés du rôle essentiel que peut jouer la présence humaine dans une exposition. Alors s'il n'est pas possible de mettre en place une animation omniprésente, il convient de trouver d'autres solutions pour un niveau de lecture approfondi de l'exposition ; la signalétique peut-elle assurer cette fonction?

4.3.2. L'IMPACT DE LA SIGNALÉTIQUE ET DU GRAPHISME ASSOCIÉS À L'ÉLÉMENT D'EXPOSITION.

Nous analyserons successivement le rôle et l'impact de certains éléments de la signalétique dans les îlots d'exposition du vivant de l'Inventorium, et en particulier autour de la fourmilière, puis leur interaction pour orienter un parcours de visite.

4.3.2.1. Projet initial du concepteur et objectifs

L'analyse comparée de l'impact réel de l'élément d'exposition et du prototype (cf 4.2.4.) fait ressentir la nécessité d'une signalétique. En effet, notre hypothèse est qu'elle peut permettre au visiteur de trouver des réponses à certaines de ces questions et de pointer une partie des notions que le concepteur veut lui faire découvrir.

La problématique de la signalétique étant posée (cf 2.2.4.2), avec en particulier l'observation de la non lecture spontanée de panneaux par les enfants dans une structure muséologique interactive, nous analysons l'impact de plusieurs types de signalétiques des éléments d'exposition sur le thème du "vivant" dans l'Inventorium.

4.3.2.2. Résultats des tests et analyse par rapport à l'utilisation des supports testés.

Nous étudions particulièrement la question de la présentation de la consigne, comme déclencheur de l'observation. Nous distinguons successivement deux types de présentations possibles, sous la forme d'une phrase avec un petit dessin et sous forme d'un grand dessin caché dans une boîte. Nous avons nommé ces incitations à l'observation "avis de recherche".

1. Cas d'une consigne sous la forme d'une phrase avec un petit dessin

Dans certains cas comme le souterrain de la fourmilière, lieu relativement propre à la concentration (cf 4.2), la consigne est proposée sous forme de cercles transparents entourés par des questions extrêmement simples "cherche la reine", ou "cherche les

cocons". Elles sont accompagnées d'un schéma permettant la reconnaissance de l'élément cité (cf annexe 20).

Comment ces éléments sont-ils repérés?

L'observation des enfants est menée sur les deux types de publics de l'exposition (familial et scolaire) dans deux situations :

- signalétique extérieure :

les indications sont collées à l'extérieur de la fourmilière à 1 mètre de hauteur,

- signalétique à l'intérieur du souterrain :

dans ce cas, un entretien avec des enfants permet de valider l'observation pour repérer leur recherche par les enfants des individus (reines, cocons, larves ou œufs) signalés par l'écrit.

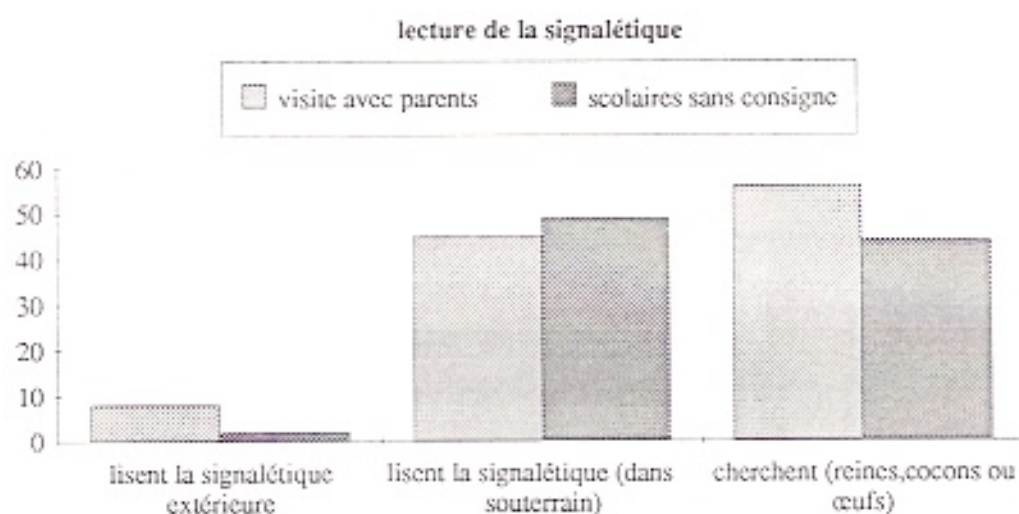
"cherche les œufs" ...

signalétique dans le souterrain de la fourmilière éclairé en lumière rouge.



Résultats

Lecture de la signalétique (résultats détaillés, cf annexe 21). Cette observation postée (cf 3.4.1.) porte sur des échantillons de 150 enfants en visite familiale (visite avec parents) et de 156 scolaires (scolaires sans consigne) en visite libre, sans incitation ni consigne particulière (vérifié à posteriori auprès de leur enseignant).



Analyse

On remarque que les résultats sont peu différents quelque soit le type de visite (familiale ou scolaire). On ne note pas de différence significative entre les deux types de public, si ce n'est une tendance à une meilleure incitation à l'observation pour les enfants accompagnés de leurs parents. Un plus grand nombre passent de la lecture de la consigne à sa mise en œuvre par la recherche des éléments signalés par l'écrit.

L'enquête auprès des enfants montre que les mêmes questions sont repérées en situation dans le souterrain, par 30 % des enfants, ce qui est un résultat relativement satisfaisant par rapport à la non lecture générale des écrits dans l'Inventorium.

Ce n'est pas le cas de ces mêmes éléments situés à l'extérieur de la fourmilière (lus pratiquement seulement avec les parents), la proximité immédiate de l'élément (complètement intégré à l'objet à observer) et la scénographie semblent donc jouer un rôle fondamental pour cette disponibilité de lecture. Cette mise en scène crée en effet un lieu relativement fermé et calme, à l'abri des flux principaux de circulation du public, donc induisant une attitude calme et plus concentrée.

La comparaison des résultats montre une assez bonne cohérence, en particulier pour la lecture de la signalétique (cercles de repérage : "*cherche la reine, etc ...*") qui semble presque toujours induire la recherche des individus correspondant : ils recherchent la reine, les cocons ou les œufs.

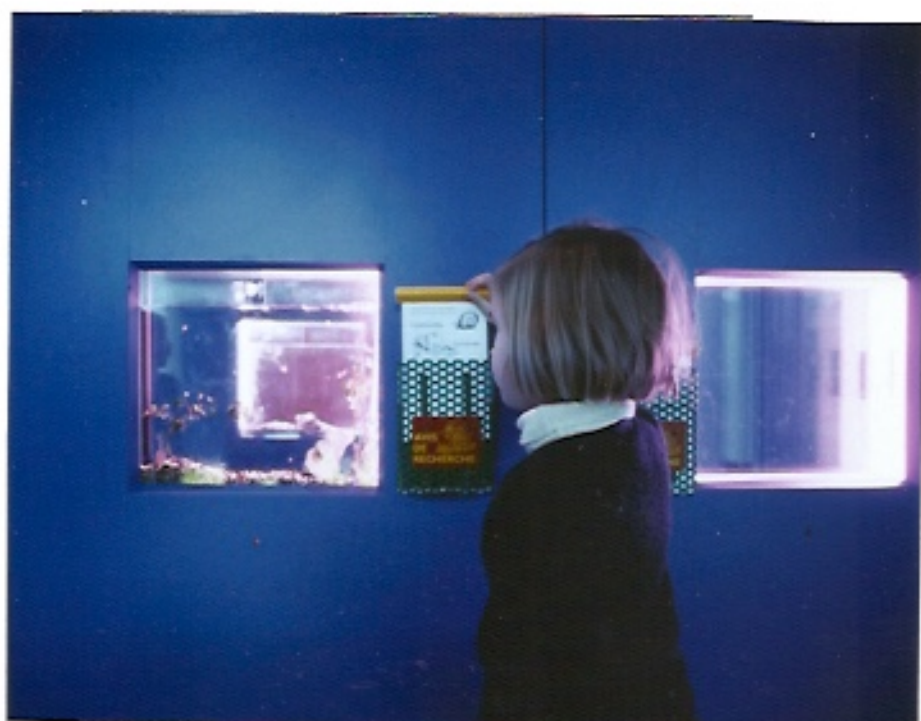
Cette observation sur poste montre donc que les panneaux de consigne apposés à l'extérieur de la fourmilière sont très peu lus par les enfants en visite-découverte. L'objectif prioritaire des enfants en visite à l'Inventorium, consiste à agir.

Aussi nous avons cherché des écrits plus attractifs par leur graphisme, un grand dessin et un mot, et découlant de la manipulation : les "avis de recherche".

2. Cas des "avis de recherche"

La solution imaginée fait appel à l'action pour découvrir la consigne. C'est le cas des "avis de recherche". Ce sont des objets qui correspondent eux-mêmes à une découverte : une boîte avec un dessin représentant un détective ; elle contient une plaque métallique que l'enfant peut soulever et sur laquelle est collée la signalétique à lire (cf annexe 22).

Un "avis de recherche"
utilisé par un enfant
suscite son observation



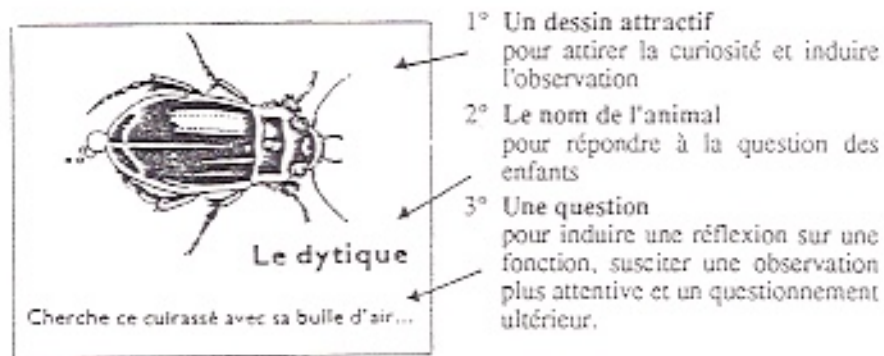
Comme il y a action pour ouvrir la boîte en soulevant la plaque supportant la consigne, notre hypothèse est que les enfants sont tentés de la soulever, puis de la lire.

En effet, ils découvrent alors un grand dessin attractif représentant un animal observable dans l'élément d'exposition associé et son nom, ce qui répond (comme des observations antérieures l'on montré) à une des questions les plus fréquentes pour un enfant qui vient de découvrir une forme vivante qu'il ne connaît pas.

De plus, afin d'analyser des comportements, ces aides à l'observation prennent appui sur un détail comportemental ("Cherche ce cuirassé avec sa bulle d'air") associé au dessin de l'animal.

L'hypothèse est que ces questions doivent susciter la curiosité des enfants en attirant leur attention sur un point qui les conduit à l'analyse d'une fonction, ici la respiration aérienne du Dytique.

"AVIS DE RECHERCHE" pour découvrir et observer un Dytique

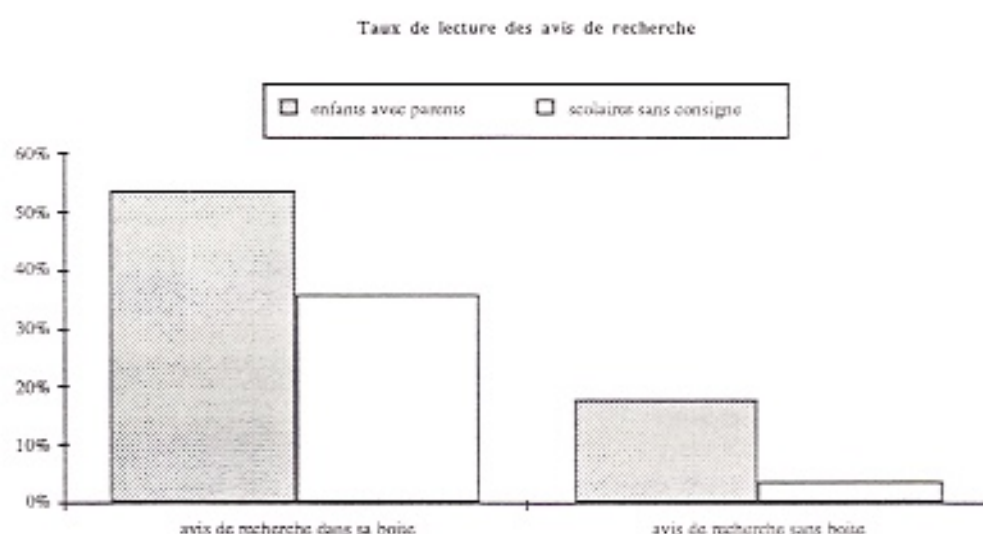


3. Rôle relatif du contenu et du support de l'avis de recherche

Afin de connaître le rôle relatif de la boîte et de son contenu, on utilise comme témoin (avis de recherche sans boîte) la même signalétique (texte et dessin) collée à l'extérieur sans l'utilisation de la boîte avis de recherche.

Résultat

Taux de lecture des "avis de recherche" (résultats détaillés, cf annexe 23). Test sur 242 enfants en visite avec leurs parents et 319 scolaires sans incitation ni consignes particulières.



Analyse

Le même avis de recherche, mais sans sa boîte découverte n'est alors utilisé que par 18% des enfants accompagnés de leurs parents et seulement 4% des scolaires sans consigne (contre 54 % des enfants visitant avec leurs parents et 36 % des scolaires sans consigne pour l'avis dans la boîte). La boîte découverte dans laquelle est placé cet "avis de recherche" semble donc bien jouer un rôle déterminant dans leur découverte, en particulier en l'absence des adultes.

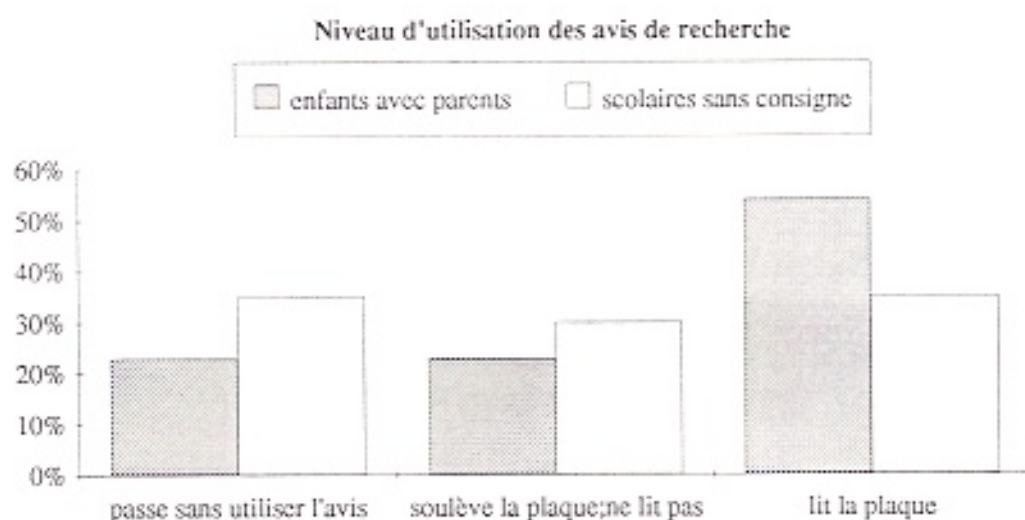
La comparaison entre le même écrit, avec et sans sa boîte spécifique, prouve l'intérêt d'un tel type de support qui augmente de 20 à 30% le niveau de lecture de cette signalétique et ceci même sans les parents.

4. Degré d'utilisation de l'avis de recherche

L'avis de recherche étant dans son support, nous cherchons à analyser le degré d'implication qu'il induit chez les enfants.

Résultats

Degré d'utilisation des avis de recherche.(résultats détaillés, cf annexe 24). Test dans les mêmes conditions que le précédent. (242 enfants en visite avec leurs parents et 319 scolaires sans incitation ni consignes particulières). L'histogramme suivant montre les différents types de comportements induits par ce type de support :



Analyse

Les résultats de l'observation sur poste montrent une nette différence de comportement entre les enfants en visite familiale (la moitié du public de l'Inventorium) et les scolaires en visite sans sensibilisation, ni consignes particulières¹⁹. Les enfants en visite scolaire sans consigne se répartissent à peu près également en trois catégories : ceux qui passent sans toucher à l'avis de recherche, ceux qui soulèvent sa plaque sans la regarder, ceux qui lisent le contenu de la plaque.

Les avis de recherche sous cette forme ne touchent donc qu'un tiers de ces enfants. Par contre les enfants en visite familiale utilisent davantage les "avis de recherche", et en particulier jusqu'au niveau de la lecture, pour la moitié d'entre eux (54% contre 36%). Le taux de non lecture après avoir soulevé la plaque-support est peu différent entre les deux groupes d'enfants (différence inférieure à 10%).

L'enquête par entretien individuel montre que l'absence de lecture correspond pour moitié à un non-repérage des avis de recherche et pour moitié à une absence d'intérêt

¹⁹ Cette analyse prend en compte la diversité des publics de l'exposition, non en terme de tranche d'âge, mais en terme de motivation et de conditions de la visite. A la suite des observations des enfants dans l'exposition, on peut considérer les enfants qui se promènent sans encadrement et sans consignes particulières dans l'Inventorium comme les moins impliqués et motivés ; leur seul critère d'entrée dans l'exposition est le loisir pur et la profusion de situations ludiques qui leur sont proposées représentent "une concurrence déloyale" par rapport à l'écrit.

Aussi il est intéressant de comparer ce groupe avec celui des enfants accompagnés par leurs parents qui viennent aussi pour se distraire, mais dans le cadre d'un loisir culturel et de ce fait ont une attitude différente, la présence des parents et la motivation de la visite n'y étant pas étrangère (cf 4.1).

pour le résultat de leur action de soulever la plaque ; on a pu observer ces mêmes enfants appuyant sur les boutons des manipulations sans en observer le résultat.

Cette remarque correspond à une observation générale du comportement des groupes d'enfants qui ont été "lâchés" dans l'Inventorium comme dans un terrain d'aventure par des enseignants peu soucieux d'objectifs pédagogiques! On peut s'interroger sur le bénéfice retiré par les élèves dans de telles visites?

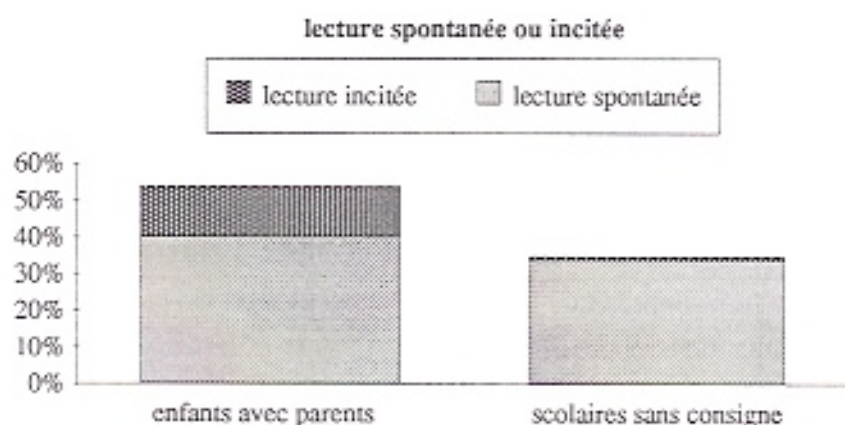
Alors que les avis de recherche sont utilisés (lus) par 54 % des enfants visitant avec leurs parents, seul 36 % des scolaires sans consigne les utilisent. On pourrait penser que le taux de lecture en présence de l'adulte est dû à une incitation verbale ou gestuelle des parents à la lecture.

5. Incitation à la lecture

Les résultats de l'observation sur poste donnent les résultats suivant par rapport au taux de lecture incitée directement par l'adulte.

Résultats :

Lecture incitée ou spontanée des "avis de recherche" (résultats détaillés, cf annexe 24). Résultats d'une observation sur poste.



Analyse

Pour l'avis de recherche sur son support spécifique, le pourcentage de lecture incitée par l'adulte est relativement réduit : 14% en visite familiale ; le taux de 4% pour les scolaires correspond à quelques parents accompagnateurs, les sous-groupes avec instituteur-animateur ayant été exclus (en effet, dans ce dernier cas, la lecture des "avis de recherche" est directement incitée par l'adulte)..

D'autre part, l'observation sur poste montre souvent des utilisations en cascade, la présence d'un enfant utilisant les avis de recherche entraînant ceux qui le suivent à l'imiter.

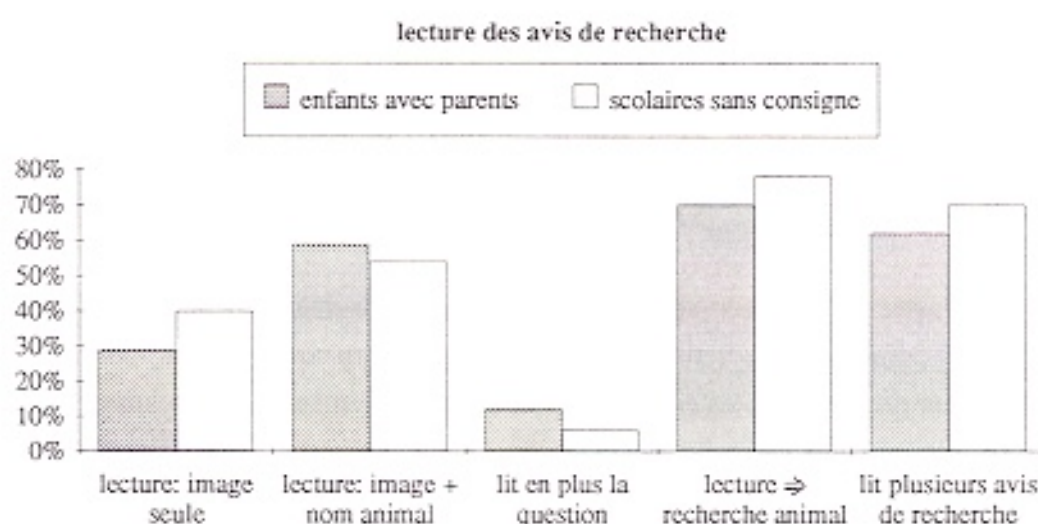
6. Degré de lecture des "avis de recherche".

Cherchons à affiner l'analyse de la lecture de ces avis de recherche. Quel est le degré de lecture ? Nous distinguons le repérage de l'image, le texte écrit en gras (nom de l'animal), le texte écrit en texte standard (la question). Puis nous cherchons à évaluer l'impact de cette lecture, c'est à dire la recherche de l'animal indiqué sur l'avis de recherche. Un autre indicateur qui nous semble intéressant est l'effet incitatif de la lecture d'un avis de recherche pour la lecture des autres.

Résultats

Lecture des avis de recherche (résultats détaillés, cf annexe 25).

Les résultats suivants sont recueillis par observation postée, puis entretien individuel avec un échantillon de visiteurs observés. Ils cherchent à analyser le degré de lecture et l'impact de cette lecture sur le comportement des enfants (Test sur 125 enfants avec parents et 110 scolaires sans consigne).



Analyse

L'analyse du degré de lecture des enfants sans incitation de l'adulte montre que parmi ceux qui ont ouvert l'avis de recherche

- les 3/4 (70% -public familial- et 78% -scolaires-) cherchent l'animal,

- la moitié (59%-public familial- à 54%-scolaires-) lisent son nom ;

- pratiquement tous ceux qui ont lu le nom de l'animal le recherchent dans les aquariums, et une partie de ceux qui ont seulement regardé l'image aussi ; ces avis de recherche semblent donc bien fonctionner comme des **aides à l'observation**, focalisant l'attention sur les éléments escomptés par le concepteur.

- Par contre, seulement 6% des enfants seuls lisent la phrase (la question correspondante) ; interrogés, ils posent des questions en liaison avec l'observation de ce détail comportemental. Ce faible taux peut sans doute s'interpréter par le fait qu'il s'agit volontairement d'un 2^o niveau de lecture (2^o ligne de la fiche dans l'ordre logique de lecture et typographie plus petite).

Même si ces taux de lecture ne sont pas très élevés, il ne nous semble pas moins intéressant de les mettre en œuvre, car ils concernent quand même une centaine d'enfants par jour à l'Inventorium (soit 30 000 par an).

De plus il est important de remarquer qu'ils représentent des accroches efficaces lors des visites familiales : 13% des enfants les utilisent alors ; la présence des adultes semble donc inciter les enfants à la lecture; on retrouve cette attitude chez les scolaires ayant été préalablement sensibilisés au thème de l'exposition.

7. Rôle prescriptif de la généralisation d'un même type de support pour une même fonction.

D'autre part, l'observation directe du public (résultat précédent) montre que 70% à 78% des enfants qui ouvrent un "avis de recherche" en consultent au moins un autre ; en particulier presque tous les enfants qui ont lu (spontanément ou en réponse à une incitation de l'adulte) un avis de recherche essayent spontanément les autres, ce qui est un fait très significatif de l'intérêt qu'y trouvent les enfants et de leur type de fonctionnement comme jeu de découverte : l'enfant "détective de la nature". Ces résultats nous conduisent à vouloir développer et à en faire la promotion.

4.3.2.3. Analyse des impacts.

Notre hypothèse étant que la signalétique favorise l'impact didactique des éléments d'exposition, la comparaison des résultats des enquêtes est effectuée avant et après installation de la signalétique ; elle permet d'évaluer globalement l'importance de ces éléments graphiques qui permettent de focaliser l'attention des visiteurs sur tel ou tel point du message du concepteur.

Cette étude pour la fourmilière (voir annexe) passe en revue les impacts liés à l'observation, la curiosité et l'acquisition de connaissances par les mêmes tests que ceux utilisés précédemment (cf 4.1 et 4.2).

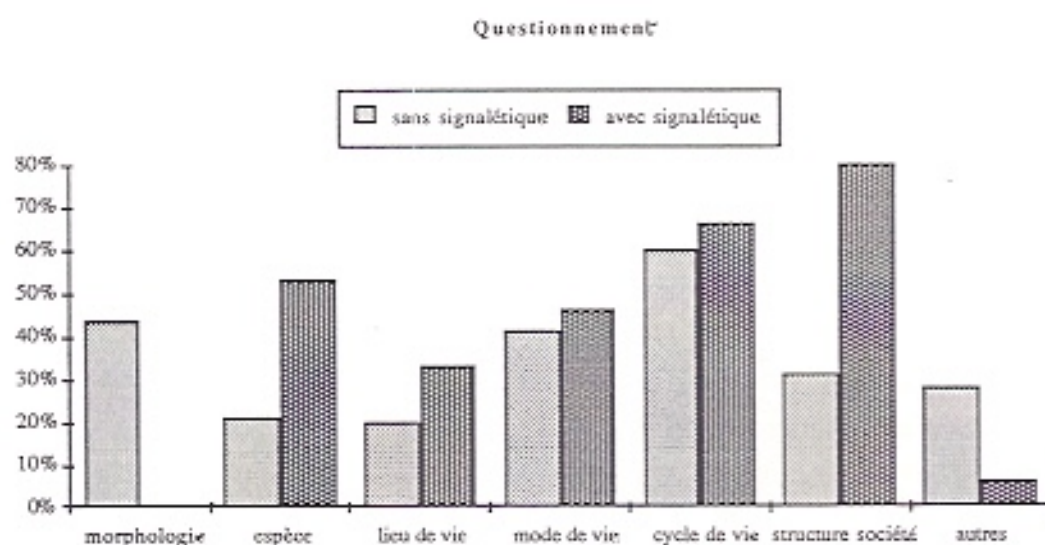
Tous les résultats de ce paragraphe portent sur 263 enfants qui sont évalués par rapport aux trois critères (précision de l'observation, incitation au questionnement et acquisition de connaissances), en comparaison avec un groupe témoin constitué par les enfants en visite devant la fourmilière avant installation de la signalétique et du graphisme (cf 4.2.4.).

1. Développer la curiosité scientifique des enfants.

Nous avons choisi de mesurer le taux de curiosité scientifique par le nombre et le type de questions que se posent les visiteurs-enfants.

Résultats.

Questionnement à propos des fourmis (résultats détaillés, cf annexe 14). Test avec 263 enfants après visite de la fourmilière définitive avec sa signalétique (noté avec signalétique) ; le test effectué sur l'exposition avant installation de la signalétique sert de groupe témoin (sans signalétique).



Analyse

Pour ce qui concerne le test de la curiosité, le nombre moyen de questions par enfant augmente de près de 1/3 (il passe de 4,9 à 6,2) avec la présence de la signalétique décrite plus haut.

L'analyse détaillée (voir annexe 14), indique une augmentation sensible concernant le questionnement autour du cycle de vie ; il s'explique (lors de l'entretien individuel) par un fort taux d'observation ou au moins de recherche de la reine et la découverte d'œufs ou de cocons qui n'avaient pas été observés sans la signalétique ; les enfants se posent alors des questions sur le nombre d'œufs pondus, la naissance des fourmis, les différences entre œufs et cocons ; on note aussi une augmentation des questions sur la durée de vie des fourmis (52% contre 40% avant).

Mais l'augmentation la plus notable concerne le "comment elles vivent?" qui passe de 24 à 68% avec en particulier les interrogations concernant la structure sociale de la colonie (de 42% à 74%) ; cette amélioration s'explique, comme l'entretien l'a révélé par la découverte par les enfants d'un certain nombre d'individus (reine, cocons, larves, gardiennes) et d'activités à partir de lieux repérés par des petits panneaux (cimetière, restaurant).

Le jardin des fourmis avec ses "panneaux indicateurs" (cimetière, restaurant)



L'ensemble de ces observations, montre l'importance d'indicateurs sémiologiques associés à l'élément d'exposition et qui permettent de pointer des découvertes précises ; il est intéressant de noter que ces découvertes orientées, loin de diminuer la curiosité, en augmentent au contraire l'intérêt.

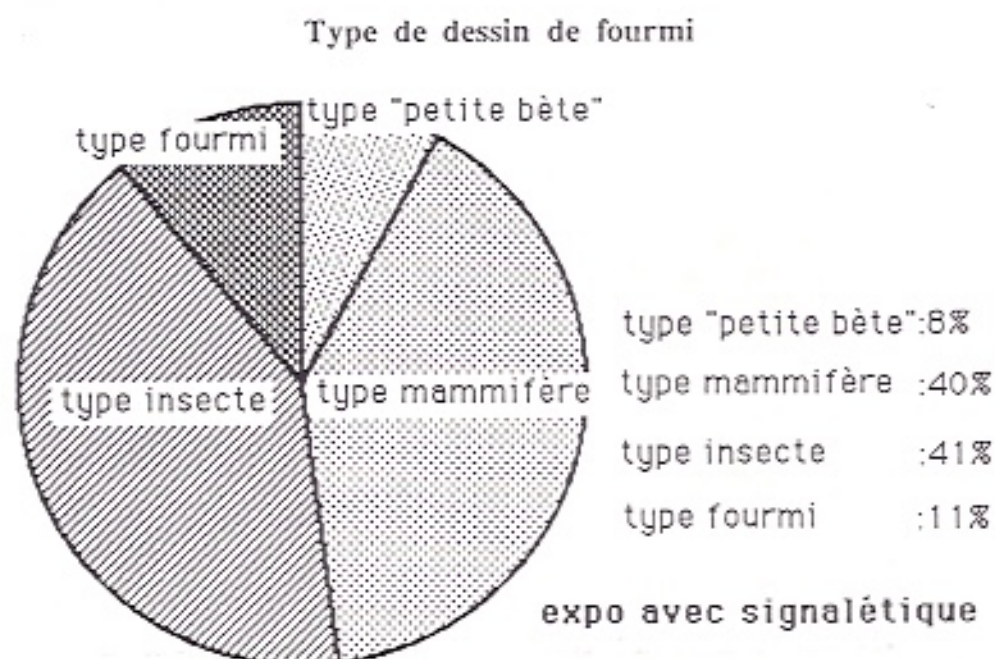
2. Développer la capacité d'observation

Pour la capacité d'observation des enfants, l'indicateur principal choisi correspond à la typologie du dessin de fourmi (cf 4.2). Nous ne retenons que cet indicateur, bien que les découvertes effectuées du point de vue des connaissances sur les fourmis correspondent aussi à une mise en jeu de l'observation. Mais cette dernière analyse comporte trop de variables pour la prendre en compte du seul point de vue de l'observation.

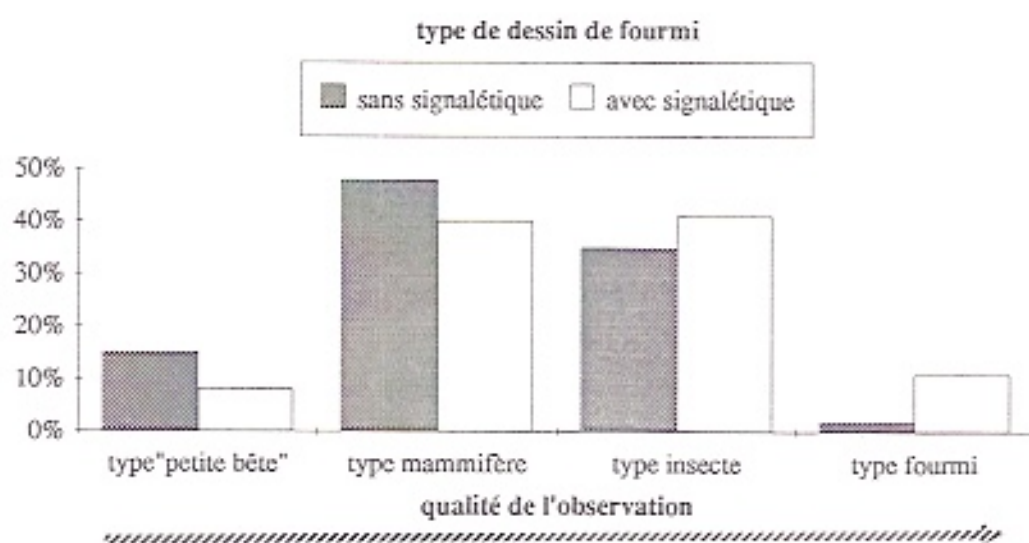
Résultats

Type de dessin de fourmi après visite de l'exposition avec signalétique (moyenne sur l'ensemble des tranches d'âge de 6 à 12 ans - 263 enfants). Le test

concernant le dessin de fourmi par les enfants après la visite avec signalétique donne les résultats suivants:



Evolution du type de dessin de fourmi et de la qualité de l'observation (résultats détaillés, cf annexe 13) Le test est effectué avec 263 enfants après visite de la fourmilière définitive avec sa signalétique ; celui effectué sur l'exposition avant installation de la signalétique sert de groupe témoin.



Analyse

Si l'on compare ces résultats (avec signalétique) avec ceux de la visite avant mise en place des textes et des consignes (sans signalétique), on constate une nette amélioration des qualités de l'observation:

Les représentations erronées du type "petite bête" et "mammifère" diminuent de 15% (elles passent respectivement de 15 à 8% et 48 à 40 %). La présence de 3 paires de pattes est remarquée par 52% des enfants (contre 37% sans signalétique), mais un dessin exact (avec corps en 3 parties n'est représenté que par 11% des enfants contre 2% sans signalétique).

Une discussion avec les enfants montre qu'ils sont plus sensibles à l'activité des fourmis qu'à leur morphologie, bien que ce soit la consigne "*cherche la reine*" avec des schémas d'ouvrière et de reine qui les incite à prendre des repères morphologiques.

Sans cette question, une étude sur quelques enfants a montré que les résultats étaient pratiquement identiques à ceux sans signalétique. Ces résultats correspondent pour nous à un indicateur du degré de finesse de l'observation des fourmis par les enfants. Il convient toutefois de l'analyser aussi en regard du taux de connaissances acquises.

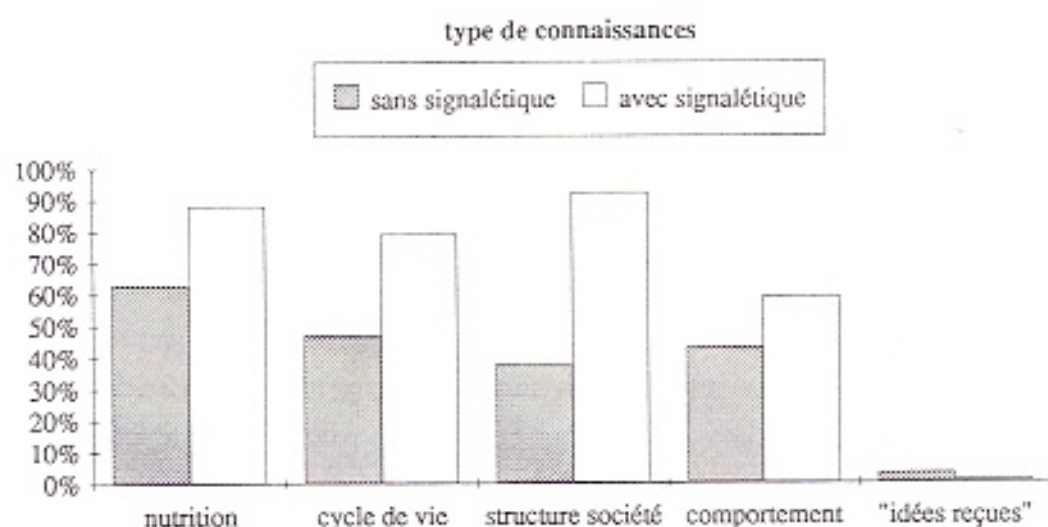
3. Faire acquérir des connaissances

L'indicateur choisi pour estimer les connaissances acquises est le taux d'affirmations concernant des faits découverts à partir de l'observation de la fourmilière (ayant un rapport direct avec les éléments observables ou directement déductibles de l'observation et de son analyse).

Résultats

Type de connaissances sur les fourmis (résultats détaillés, cf annexe 15).

Test avec 263 enfants après visite de la fourmilière définitive avec sa signalétique ; le test effectué sur l'exposition avant installation de la signalétique sert de groupe témoin.



Analyse

En ce qui concerne l'acquisition de connaissances, l'augmentation d'affirmations sur les différents thèmes est très nette. Entre l'élément d'exposition sans et avec signalétique, on passe de 63 à 88% d'enfants ayant des connaissances du point de vue de la nutrition. Cette découverte est guidée (comme on l'a vérifié par les entretiens oraux) par les panneaux indiquant "restaurant" et le menu affiché.

La même analyse en ce qui concerne la découverte de phases du cycle de vie et de la reproduction (de 47 à 79%) avec en tête la découverte de la reine, puis celle des cocons et enfin celle des larves ou des œufs.

La découverte d'une structure sociale (reine, ouvrière) et de différents "métiers de fourmis" est une découverte qui étonne les visiteurs (vérifié par l'entretien individuel) et qui touche 92% des enfants contre 38% sans signalétique.

4.3.2.4. Synthèse et limites des résultats.

La présence d'une signalétique permettant de focaliser des observations par l'indication d'éléments inconnus des enfants et qui constituent une véritable découverte pour eux, permet à la fois de leur faire découvrir des connaissances et, à partir de ces découvertes, de relancer un questionnement nouveau.

Ces observations correspondent tout à fait aux résultats des recherches en didactique faites dans le cadre scolaire (cf 1.2). Mais dans ce contexte muséologique, elles mettent en lumière l'importance de la signalétique. Son corollaire est la question de la place et du

support des textes afin que les enfants (qui ne lisent pas spontanément dans une exposition) puissent comprendre ce qu'il faut faire, ou chercher à en savoir plus.

1. Les textes explicatifs

Nous ne testons ici que quelques formes concernant la signalétique et le graphisme dans une exposition. En particulier, en raison d'une orientation initiale de l'exposition dans laquelle cette étude est faite, nous n'avons que peu d'éléments par rapport aux textes explicatifs qui représentent parfois la quasi-intégralité de certaines expositions scientifiques. Toutefois, un certain nombre d'observations et de remarques effectuées dans l'*Inventorium*, nous indiquent quelques tendances.

Un test de textes donnant des informations et des explications complémentaires testés dans une exposition plus générale sur le vivant dans l'*Inventorium* ("Des Invités pas ordinaires") a montré qu'ils ne concernent absolument pas les enfants seuls (1%).

Par contre ils sont demandés par presque tous les parents (87%) qui accompagnent leurs enfants, mais ne sont lus que par 39% d'entre eux.

Il convient donc de les positionner sur la ligne de regard des adultes, car il semble (suite aux interviews) qu'ils représentent des éléments sécurisants pour ces derniers.

Mais l'analyse de cette signalétique n'est pas effectuée dans cette recherche.

2. L'iconographie

Hormis ce dernier cas dont le dessin est absent (peut-être à tort, mais ce n'est pas l'objet de cette étude), toutes les autres formules utilisent l'iconographie dont l'attractivité pour les enfants n'est plus à démontrer -consignes à partir de logos simples, textes accompagnés de dessins humoristiques.

L'observation des enfants pour une même consigne montre que son taux de lecture augmente lorsqu'elle est remplacée par un dessin. Cette étude n'a pas été quantifiée. Mais la comparaison entre les avis de recherche sur la mare (avec dessins) et ceux sur les fourmis (sans dessin) présentés sans artifice donnent une indication ; ceux avec dessin sont lus par 18% des enfants accompagnés contre 3% pour les autres (cf 4.3.2.2). Mais étant donné que ces résultats ne concernent pas le même élément d'exposition, ils ne peuvent être considérés que comme indicatifs.

Il est évident que le langage qui s'appuie sur l'image est plus facilement compréhensible, en particulier par les plus jeunes enfants dont la maîtrise de la lecture

n'est pas encore satisfaisante ; ces résultats renvoient aux études de sémiologie de l'image dans d'autres contextes (cf 1.2.2.6.).

D'autre part, notre propos précédent porte sur un élément et non sur l'ensemble d'une exposition. Il nous paraît donc indispensable de le situer dans un contexte plus global, et en particulier dans un parcours de visite.

3. Signalétique par rapport à un circuit

Du point de vue du message du concepteur, l'intégration de l'élément dans un circuit constitue un élément de sens important du point de vue conceptuel. Cet objectif correspond aussi à une demande très importante au niveau du public adulte, bien entendu au niveau des enseignants, mais aussi de façon non négligeable au niveau des parents. Nous avons testé cette approche en liaison avec l'utilisation d'une fiche de visite soit seule, soit associée à une signalétique très forte au niveau scénographique.

L'importance de la signalétique d'appel

Nous avons tenté de relier les éléments "vivants" de l'Inventorium par une fiche (voir fiche "vivant" en annexe). Ces éléments étant trop dispersés, le test a rapidement montré que le public passait trop de temps à rechercher les éléments d'exposition et que ce document, loin d'être une aide, est plutôt un handicap pour la visite de l'exposition ; ce qui n'est pas le cas pour une fiche sur un ensemble d'éléments regroupés (pour ce qui concerne le principe des fiches de visite, voir 4.3.3).

Ces observations ponctuelles amènent à penser une exposition sur le vivant dans cet espace pluridisciplinaire que constitue l'Inventorium, autour d'une scénographie très forte²⁰.

Les bornes

La trame de l'exposition sur le vivant (exposition de l'Inventorium : "Des invités pas ordinaires") est constituée autour d'une signalétique d'appel constituée par de grosses bornes présentant un grand dessin en couleur de l'élément vivant présent au voisinage immédiat, surmontant un petit pupitre à la hauteur des enfants avec des renseignements complémentaires sur lui et une question du type avis de recherche".

²⁰ Qui dit vivant, dit plantes; de grands végétaux trament l'espace, créant (comme cela est ressenti par tous les visiteurs et les exploitants) une ambiance favorisant l'observation, l'observation étant une des principales attitudes mises en jeu dans cette exposition présentant un certain nombre de petits élevages et cultures faciles à maîtriser par des enfants et structurant la notion de vivant.

Une borne de l'exposition "des invités pas ordinaires"



L'évaluation de cette exposition démontre l'importance de cette signalétique d'appel ; repérée par la quasi-totalité (94%) des visiteurs (enfants comme adultes), cet ensemble permet un fonctionnement optimal pour l'utilisation d'un petit guide de visite (voir 4.3.3).

Il est certain qu'un aspect important pour l'impact de la signalétique correspond à la structure même du panneau ; importance relative du para-texte (titre, illustration,...) et du texte lui-même ; aussi dans les structures testées, nous tenons compte des résultats des nombreuses études (en particulier Jacobi, 1985 a & b) qui mettent en lumière l'importance des procédures de visualisation avec la mise en évidence par les différences de typographie, d'organisation de la page (cf 4.3.3)...

Notre analyse souhaite se situer comme une approche complémentaire par rapport à ces études.

Cette signalétique d'appel semble donc être indispensable pour définir un parcours dans l'exposition. Mais dans notre expérience, nous l'avons introduite davantage comme un signal permettant l'utilisation d'une fiche d'autonomisation de visite. C'est ce dernier aspect que nous allons étudier (cf 4.3.3).

4. Interactivité et écrit dans l'exposition.

Dans des expositions comme celles de la CSI, l'observation des enfants montre pour leur grande majorité une absence de comportement de lecture spontanée ; cette attitude semble due au fait que manipulations ou observations sont directement incitées par la nature et la structure même des éléments d'exposition : objets bien signifiants, scénographie incitant à l'observation (souterrain de la fourmilière).

Ce parti pris scénographique analysé au paragraphe 4.2.1 assure en grande partie le succès de l'Inventorium. Ainsi le fait d'avoir à se mettre à quatre pattes pour pénétrer dans la fourmilière et de voir le nid souterrain en lumière rouge est suffisant pour que la quasi-totalité des enfants qui en sortent soient persuadés d'avoir "vu sous la terre" bien que, comme le montre l'entretien individuel avec les enfants, pratiquement aucun n'ait lu cette indication portée au dessus de l'entrée; alors est-elle nécessaire? Il semble que oui, et en particulier à cause de la présence des adultes qui, pour des raisons ergonomiques (le souterrain n'a que 90 cm de haut et son entrée est donc bien en dessous de la ligne de regard des adultes), ne repèrent pas immédiatement ce monde souterrain et se réfèrent - pour beaucoup - à la lecture de cet élément graphique. Cette observation pose l'importante question du positionnement spatial de la signalétique et de ces caractéristiques visuelles.

Nous avons cherché des solutions aux problèmes de la consigne : position de la consigne au niveau des yeux de l'enfant, sur l'élément de la manipulation à toucher, sans véritable succès ; la seule relative réussite que nous ayons observée consiste à positionner la consigne sur la ligne de regard des adultes afin qu'au niveau du public familial, les parents la lisent à leurs enfants (ce qu'ils font couramment) et que les enfants en tiennent compte ; mais pour les groupes scolaires ou culturels la seule solution nous semble être la fiche d'autonomisation de visite (cf 4.3.3).

4.3.3. L'IMPACT DES DOCUMENTS D'APPROFONDISSEMENT DE LA VISITE

Notre propos consiste à vérifier si conformément à notre hypothèse, l'utilisation de documents papier distribués aux visiteurs dans le cadre de visites scolaires conduit à la fois une découverte autonome par les enfants et un approfondissement de la visite permettant d'atteindre les objectifs pédagogiques (notionnels et méthodologiques) fixés par les concepteurs (cf 2.3). En effet cette pratique tend à induire une certaine démarche de la part des visiteurs. Dans le cas d'un document distribué par l'enseignant à l'entrée de l'exposition, on se rapproche même d'une situation scolaire ; en effet, si les enfants ne sont pas complètement captifs, les élèves circulant à leur guise dans l'exposition, ils n'en sont pas moins canalisés dans une certaine démarche.

En particulier, la comparaison entre les éléments précédemment testés (visite sans fiche) et la visite avec utilisation de fiches, permet de savoir si l'utilisation de tel documents permet de dépasser les résultats atteints dans les situations précédentes.

4.3.3.1. Projet initial du concepteur et objectifs pour une prise en compte des différents publics

Les documents d'accompagnement de la visite permettent-ils d'atteindre les objectifs fixés (cf 4.1.1.3)?

Les objectifs principaux des fiches de visite de l'Inventorium sont de faire réfléchir les enfants lorsqu'ils manipulent ou qu'ils observent, d'organiser leur réflexion et d'en garder une trace écrite. Le concepteur souhaite rendre les enfants indépendants pendant leur visite de l'exposition tout en leur assurant un seuil minimum de découvertes. Ces fiches qui se positionnent comme des fiches d'autonomisation de la visite doivent alors faire le tour de la question afin d'exploiter au maximum les éléments de présentation de l'exposition et de permettre une exploitation suffisamment riche de retour en classe.

Cette analyse est associée aux fiches de visite de deux thèmes de l'Inventorium : "les fourmis" et "la mare".

La structure de la fiche

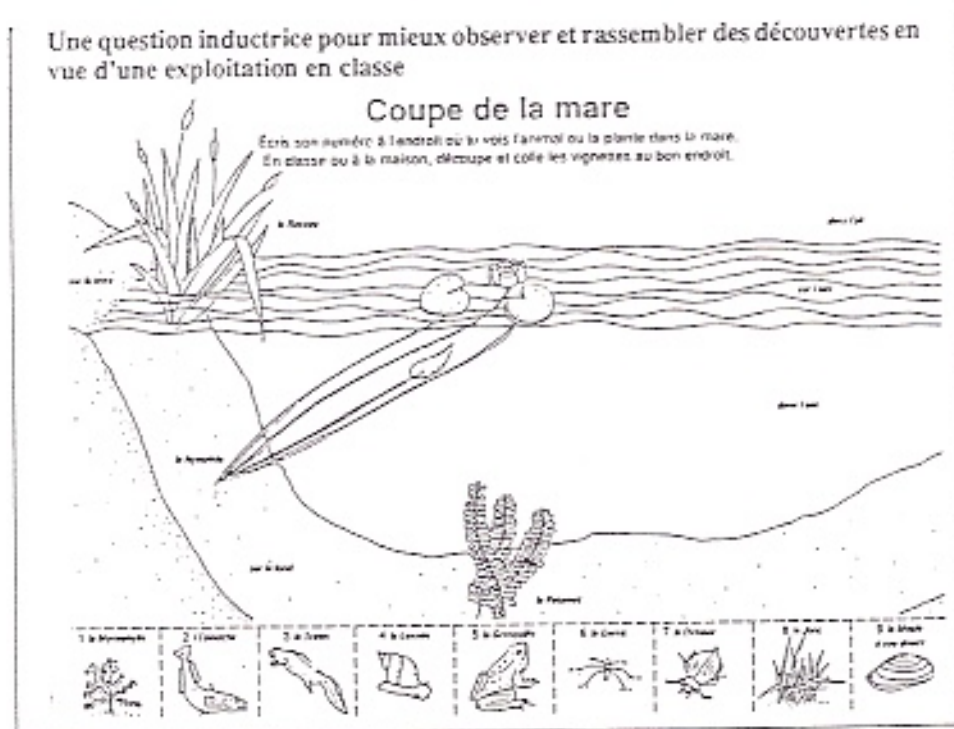
Elle est calquée sur les impacts de l'exposition.

Par exemple pour l'îlot de l'Inventorium, "la vie dans la mare", les impacts de la présentation muséologique sont de faire découvrir la diversité des formes de vie dans ce milieu aquatique et leur répartition en fonction de la profondeur, par l'intermédiaire d'un

aquaterrarium représentant une coupe de la mare, d'aquariums extra-plats, d'un produit informatique pour la détermination des espèces et d'un audiovisuel interactif permettant d'analyser les comportements des animaux de la mare.

La description et l'analyse de la fiche sur "la mare" (cf annexe 26) par le concepteur dégage d'abord une **question inductrice** : il s'agit d'un schéma de la coupe de la mare où les enfants doivent replacer au bon endroit des vignettes représentant des animaux ou des plantes qui y vivent. Ce jeu "à chacun sa place" permet de rechercher et de reconnaître les êtres vivants qui peuplent la mare, et de les replacer à la bonne place, donc de se rendre compte de la répartition des êtres vivants en fonction de la profondeur.

JEU "A CHACUN SA PLACE"



Test en animation

Le test en animation, à partir d'un entretien non directif avec les enfants démontre que cette analyse, qui correspond à une première approche écologique, présente l'intérêt de susciter spontanément le questionnement des enfants ("Pourquoi cet animal, vit-il à cet endroit?"), questionnement induisant des hypothèses qui conduisent aux grandes fonctions biologiques ("parce qu'il respire de l'air"). Les enfants découvrent les réponses à leurs questions par l'observation directe de petits aquariums, la consultation d'un logiciel "portrait robot" et l'analyse des images d'un audiovisuel interactif sur les

comportements ("manger; respirer; se déplacer; grandir et se reproduire") des animaux de la mare.

Afin d'enregistrer ces informations, un certain nombre de questions se rapportent aux principales fonctions biologiques mises en jeu: manger, se déplacer, respirer, se reproduire.

La fiche de visite de "la vie dans la mare" regroupe ces découvertes en un vécu commun. Elle commence au recto par la question inductrice sous forme du jeu "à chacun sa place" ; les questions sont reprises au verso de la fiche afin que chaque enfant en autonomie complète puisse balayer l'ensemble des problèmes intéressants. Ainsi la structure de la fiche permet d'inciter à l'utilisation rationnelle des éléments d'exposition. Elle rassemble toutes les données qui pourront être ultérieurement utilisées par le maître de retour en classe pour un travail de **synthèse** et de construction des concepts.

Pour la fiche sur "les fourmis" (cf annexe 27), de même, la vision instantanée de la fourmilière ne peut pas permettre la prise de conscience de phénomènes qui se déroulent dans le temps. Le cycle de vie des fourmis en est un exemple (voir annexe 38 -p9); sa compréhension nécessite de replacer les visions instantanées les unes par rapport aux autres, ce qui peut se schématiser facilement en classe à partir des observations ponctuelles effectuées à l'Inventorium ; ceci montre le lien entre la visite et son exploitation ultérieure en classe, phase indispensable à une structuration du savoir.

Mais pour rendre ces fiches opératoires et vérifier leur adéquation avec les impacts souhaités par le concepteur, un diagnostic didactique est nécessaire.

4.3.3.2. Résultats des tests et analyse de l'impact.

Notre hypothèse est qu'un diagnostic permet une mise en œuvre adaptée de fiches d'autonomisation des enfants

Tout d'abord, en ce qui concerne l'**attitude induite**, l'observation directe montre que sans la fiche, les enfants ont tendance à s'éparpiller dans l'Inventorium, l'attention de chacun étant retenue par quelque chose de différent. Dans tous les cas, la fiche focalise les visiteurs sur des éléments présélectionnés.

Il est à noter que son efficacité par rapport à cet objectif est maximum si les enfants ont au préalable le temps de s'approprier librement l'espace d'exposition -condition que nous avons toujours réalisé pour nos évaluations.

Afin d'analyser l'impact didactique de l'utilisation de ces fiches lors de la visite de l'exposition par des classes, nous allons passer en revue ces aspects fixés par le

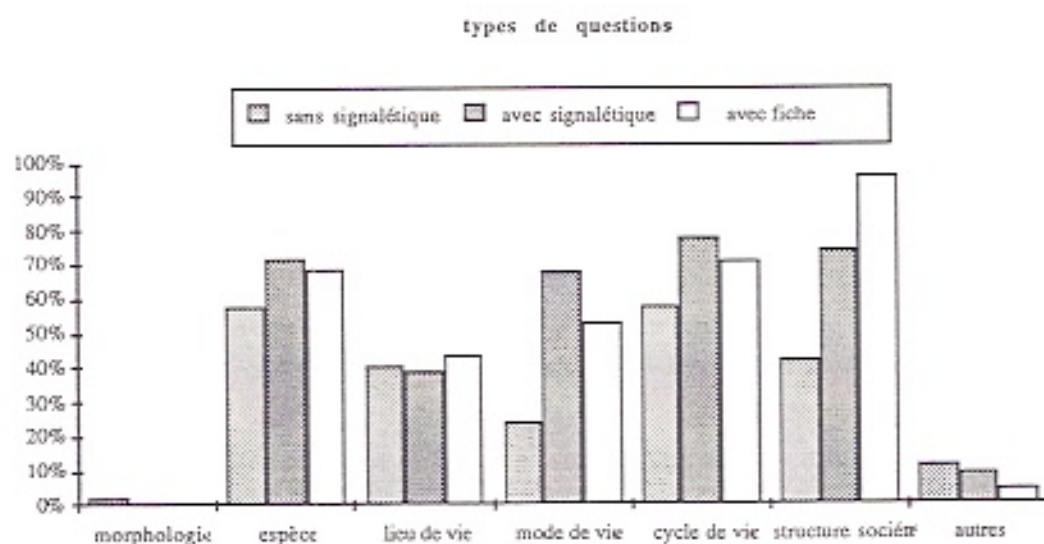
concepteur : incitation à la curiosité, à l'analyse, au développement de connaissances et de l'observation.

1. Développer la curiosité scientifique

Comme dans les conditions précédentes (cf 4.1 & 4.2), nous mesurons l'indice de curiosité scientifique par la richesse du questionnement des enfants.

Résultats

Un questionnaire identique à celui du pré-test (cf 4.1) est proposé après une visite avec fiche, la signalétique étant présente sur l'exposition (noté : avec fiche). Les résultats sont comparés à ceux du même test proposés après visite sans fiche de "la mégalopolis des fourmis" avant (noté : sans signalétique) et après (noté : avec signalétique) installation de la signalétique. Les questions des enfants sont classées selon le type d'interrogation auxquelles elles se rapportent : morphologie, espèce, lieu de vie, mode de vie, cycle de vie, structure de la société, autres. Ce dernier test est réalisé sur 156 enfants de 6 à 12 ans (49 de 6/7 ans, 52 de 8/9 ans, 55 de 10/12 ans). Cette répartition par classe d'âge est la même que celle des tests pris en comparaison. Les résultats sont détaillés dans l'annexe 14.



Analyse

Au niveau du questionnement (voir annexe 14), il n'y a pas de différence notable entre la visite avec ou sans fiche, ni pour l'importance quantitative du questionnement (6,4 au lieu de 6,2 questions par enfant en moyenne), ni en ce qui concerne les principaux sujets des questions, à l'exception de la structure de la société (+20%) due à la lecture des

termes "reines", "nourrices" dans les fiches, comme semble l'indiquer l'entretien individuel après passation du test.

L'interprétation de ces résultats correspond à la cohérence entre les éléments soulignés par le graphisme et les questions de la fiche : on retrouve le même type de question sur ces deux supports; la différence la plus importante concerne les questions de relations entre les individus au sein de la colonie (mode de vie et structure de la société), questions sous-tendues par des éléments de la fiche que l'on ne retrouve pas au niveau de la signalétique ; inversement la fiche détourne sans doute de la signalétique propre à l'exposition, dans la mesure où certains résultats sont en retrait dans le cas de l'utilisation des fiches pour des questions abordées moins précisément sur ce support (mode de vie).

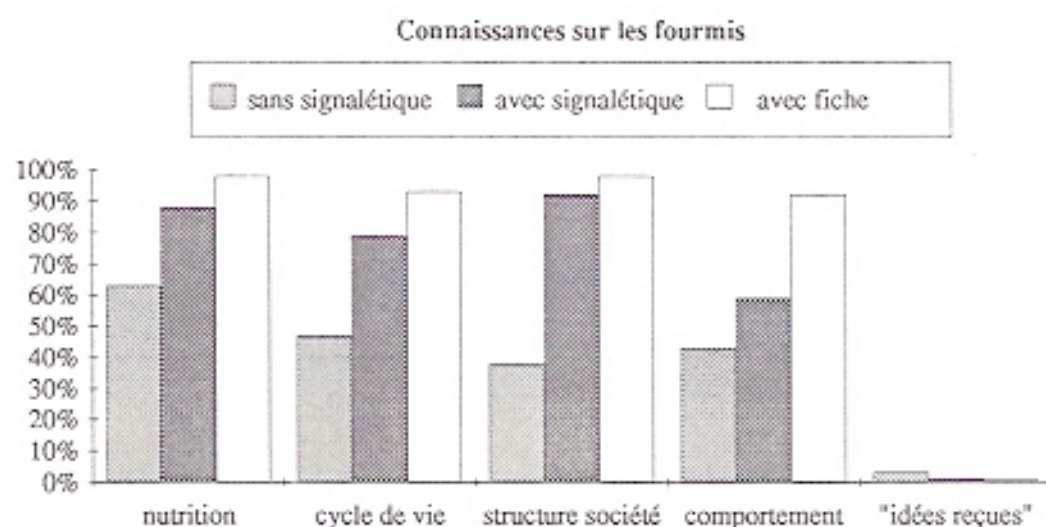
Ainsi, ces résultats vont dans le sens de la principale critique faite aux fiches, et qui concerne le risque de fermeture des enfants aux découvertes non focalisées dans les fiches.

2. *Acquérir des connaissances*

En ce qui concerne les connaissances acquises immédiatement (pas forcément mémorisées à long terme), l'analyse du questionnaire "*que sais-tu sur...?*" comparé à la même question proposée dans les conditions précédentes (visite de l'exposition sans et avec signalétique) permet de dégager l'importance des connaissances acquises et leur typologie.

Résultats

Evolution des connaissances sur les fourmis grâce aux fiches de visite.
Test sur le même échantillon de public et dans les mêmes conditions que le précédent (résultats détaillés, cf annexe 15).



Analyse

En ce qui concerne les **connaissances**, l'utilisation de la fiche les enrichit de 10 à 30% par rapport à la découverte de l'élément d'exposition avec signalétique avec des variations concernant le domaine concerné..

Les différences entre les types d'éléments remarquables par les enfants sont un reflet des questions sur lesquelles la fiche focalise particulièrement l'attention ; c'est le cas des questions de reproduction et cycle de vie (93% au lieu de 79%) à laquelle la fiche donne une certaine cohérence par sa structure linéaire ; il en est de même pour celles concernant le comportement des fourmis (92% au lieu de 59%) pour lesquelles il n'y avait pas d'indicateurs au niveau de la signalétique de proximité directe (sur la fourmilière elle-même).

3. L'observation

Pour passer d'une observation inorganisée et divergente à une observation organisée et convergente, la fiche de visite peut proposer des questions précises sur tel comportement ou telle fonction.

Etant donné qu'il est impossible de demander un dessin d'observation à des enfants dans le cadre de l'exposition, par manque de temps lors de la visite et par absence de lieu qui leur permette de se concentrer pour observer longuement et d'être confortablement installé pour dessiner, la fiche présente des formulations de remplacement basées sur l'hypothèse que la confrontation avec des schémas correspondant aux conceptions des enfants peut attirer leur attention sur des détails importants. La démarche de la fiche

"fourmi" (cf annexe 27), en temps qu'outil inducteur de l'observation, est intéressante à ce sujet:

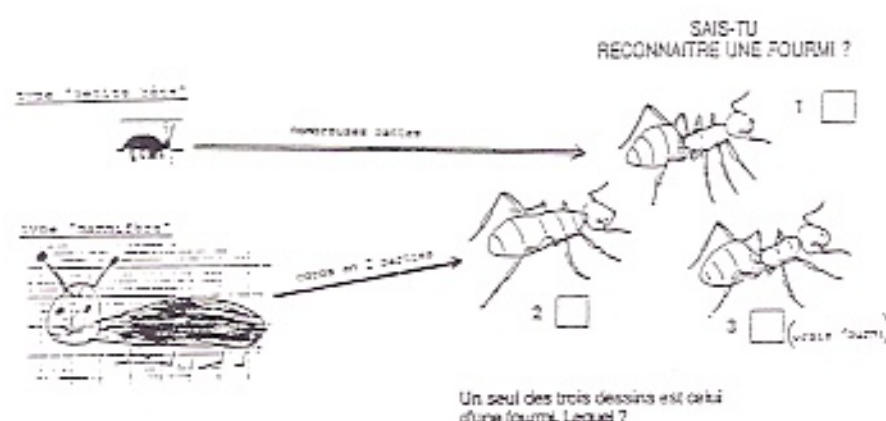
Cette fiche présente 3 dessins de fourmis dont 2 correspondent aux représentations spontanées et erronées que l'on retrouve chez la plupart des enfants (cf 4.1) :

- fourmis avec 4 pattes ou 4 paires de pattes au lieu de 3 paires ;
- fourmis au corps en 2 parties (la tête et l'abdomen) et non en 3 comme il est réellement.

Aussi un des dessins reprend cette conception; en face de ce choix de dessins les enfants doivent confronter leurs conceptions à la réalité .

Question inductrice de l'observation des fourmis conçue à partir des conceptions des enfants

des conceptions erronées des enfants ... à la question de la fiche de visite



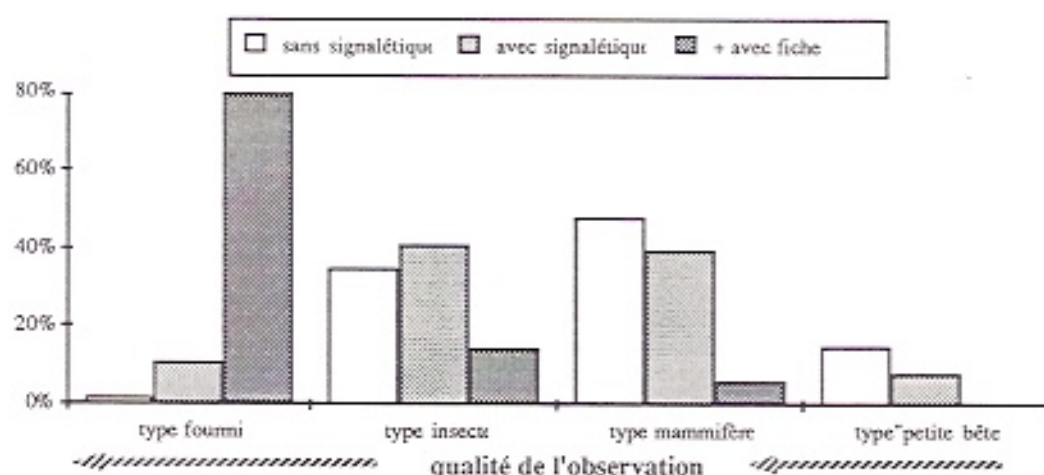
Notre hypothèse est que cette confrontation permet une observation fine de la morphologie de la fourmi sans le recours à la réalisation d'un dessin d'observation.

Résultats

Qualité de l'observation appréciée par le type de dessin de fourmi (résultats détaillés, cf annexe 13)

Test sur le même échantillon de public (156 enfants) et dans les mêmes conditions que le précédent . Si l'on compare ces résultats aux évaluations précédentes on observe :

qualité de l'observation
appréciée par le type de dessin de fourmi



Analyse

Les résultats des évaluations de cette question s'avèrent très positifs ; 94% des enfants ont enregistré au moins une des deux caractéristiques principales (qu'ils ignoraient avant) de la morphologie des fourmis : corps en 3 parties et 3 paires de pattes, dont 80% ces 2 caractéristiques.

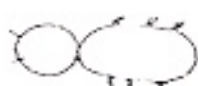
Ce résultat représente une amélioration très nette des qualités de l'observation, même par rapport à l'élément d'exposition accompagné de la signalétique (70% d'augmentation). La finesse de l'observation est donc bien mise en évidence par ce résultat.

Cette analyse montre l'intérêt de la conception d'une question à partir de la prise en compte des conceptions des enfants. En effet en confrontant la réalité et les conceptions initiales, on permet à l'enfant de pointer ses erreurs ; de cette confrontation naît une mémorisation. En effet, la morphologie des fourmis est encore connue par 98% de ces enfants 3 mois après ce test (ce dernier test est réalisé dans 5 classes sur les 6 précédentes, soit sur 126 enfants).

Dessins d'enfants avant et après la visite avec fiche

AVANT

Dessin d'une fourmi



APRÈS



4. Démarche d'analyse

D'autres éléments de la fiche regroupent des questions en liaison avec une fonction physiologique utilisant la comparaison comme outil d'observation. Ce type de question, qui permet déjà de classer les observations, facilite l'exploitation ultérieure pour la construction du concept (Giordan, 1987).

Ces questions permettent d'autre part l'analyse d'un document audiovisuel comme celui de "la vie dans la mare", où l'enfant doit choisir son document filmé en fonction de la question, puis analyser les images pour en dégager les éléments de réponses aux questions posées.

Question pour l'analyse d'un document audio-visuel sur l'Æschne



Résultats et analyse

Le taux de réponse exacte à cette question, qui fait appel à l'analyse du document audiovisuel fait apparaître un bon score (76%). Ce résultat indique la compréhension de la question, mais surtout une bonne analyse du document audiovisuel par les enfants.

L'ensemble de cette analyse démontre une adéquation entre les acquis des enfants et les "objectifs" des fiches. Les impacts sont atteints.

Mais cette analyse à posteriori ne doit pas masquer le diagnostic qui conduit à leur élaboration.

4.3.3.3. Analyse des fiches d'autonomisation par rapport à leurs caractéristiques communicationnelles.

Un des points fondamentaux de cette partie de l'étude concerne la structure, la présentation des fiches et l'effet de sens qui en découle. Elle met en relief l'importance du diagnostic didactique, à la fois pour la structure des fiches, leur forme et leur contenu en adéquation avec les objectifs qui président à leur conception.

Nous analysons successivement les fiches du point de vue de leur typologie (structure, choix du type de questions et de la forme des réponses demandées), de leur degré de lisibilité, et de leur graphisme.

1. Typologie des fiches

Dans un cadre muséologique comme l'Inventorium, où les sollicitations sont nombreuses et où il n'y a pas de lieu pour s'asseoir et isoler un petit groupe afin de travailler sur une table, l'évaluation des prototypes de fiches montre que plusieurs contraintes s'imposent : simplicité et facilité d'utilisation (attractivité, compréhension immédiate, facilité matérielle de répondre,...).

Comme l'implique notre hypothèse, pour chacun de ces aspects de la question le test de prototype est utilisé afin de vérifier la validité des choix et d'orienter la remédiation qui en découle.

Lors de l'exposition "des Invités pas ordinaires", nous avons testé différentes formulations de questions et de types de réponses demandées : reconnaître un animal en choisissant et en entourant son dessin parmi des dessins ne variant que par un détail ; associer le dessin d'un élément observé avec une courte phrase indiquant une de ces fonctions observables; réponse à choix multiples ; dessin à compléter; un mot à répondre; une petite phrase à rédiger... Ces questions sont regroupées sous forme d'un livret de visite (cf annexe 28).

Analysons quelques exemples :

TYPOLOGIE DES QUESTIONS

- relier par un trait

Pour cette question (La plante est vivante), les enfants doivent observer les plantes carnivores afin de les reconnaître en comparant, puis en associant dessin et réalité ; il s'agit de leur faire analyser en détail ce qu'ils observent afin qu'ils repèrent les indices ; puis ils font correspondre la phrase concernant la façon dont ces plantes carnivores capturent leurs proies.

5 La plante est vivante

3 plantes carnivores.
3 façons d'attraper une mouche.
Relie avec des flèches :


<input type="checkbox"/> la mouche se colle sur les poils qui se dressent sur les feuilles	<input type="checkbox"/> les feuilles se replient sur la mouche	<input type="checkbox"/> le liquide placé au fond de la feuille et le goût plus sucré
--	---	---

a)
 

b)
 

c)
 

9 L'escargot



Comment monter le long d'une vitre ?
Raconte la solution de l'escargot :

.....

.....

.....

.....

- écrire une phrase

Pour les questions du type de celle de "l'escargot", l'enfant doit traduire ses observations ou leur analyse par une phrase.

- écrire un mot

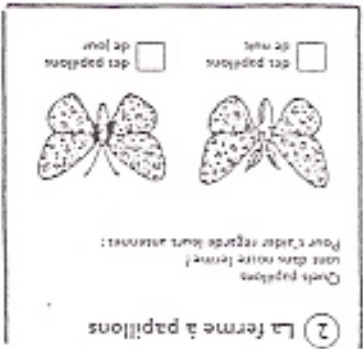
Il s'agit de reconnaître un élément et de le nommer en se comparant son observation avec le document (question "L'aquarium tropical") ou les éléments de la signalétique

3 L'aquarium tropical

Une histoire d'amour :
quel est l'ami de l'anémone ?

.....





- cocher une réponse ou choisir un dessin (choix multiples)
Ces réponses à choix multiples ont pour support soit des dessins, soit des textes, incitant à l'observation d'un détail important du point de vue notionnel (exemple : La ferme à papillon)



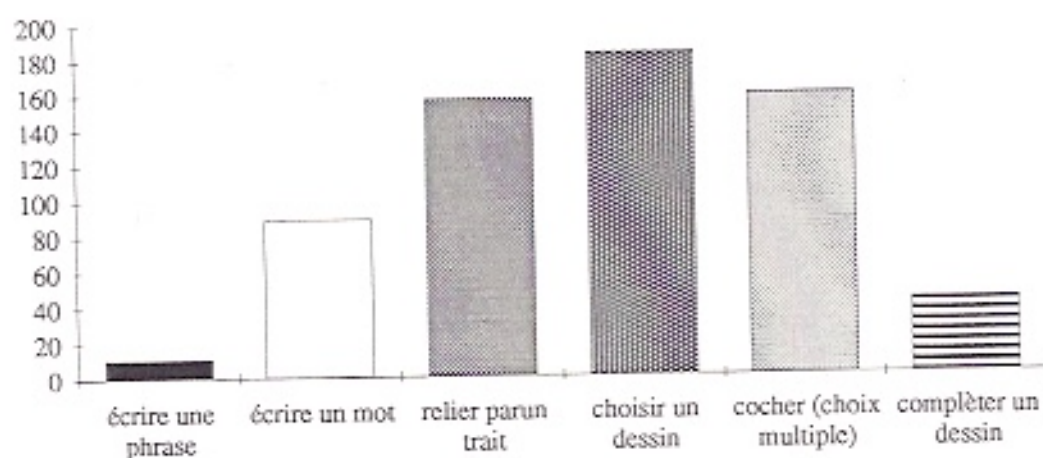
- compléter un dessin

Cette incitation à la découverte d'une adaptation ou d'une structure bien visible ne nécessite qu'un peu d'attention et deux ou trois coups de crayon (exemple "L'aquarium des crustacés").

Résultats.

Taux de réponse aux questions du livret "Des invités pas ordinaires" : nombre de réponses aux questions de chaque type (résultats détaillés, cf annexe 33). Le test de ces questions incluses dans le livret de l'exposition est réalisé sur un public scolaire (test sur 198 enfants en visite scolaire), sans sensibilisation préalable par l'enseignant sur ce thème, ni préparation particulière des enfants, afin de se placer dans les conditions de visite les plus défavorables (mais malheureusement encore les plus fréquentes).

réponses en fonction du type de questions



Analyse

L'analyse des réponses au questionnaire, l'observation sur poste, le suivi et les entretiens avec un échantillon d'enfants montre que les réponses à rédiger sont très peu remplies par les enfants et d'autre part qu'elles entraînent la majorité d'entre eux à abandonner l'utilisation du livret ; seules les formulations où il s'agit d'associer par un trait, d'entourer un mot ou un dessin, ou de cocher une case sont remplies par la grande majorité des enfants.

Les réponses à choix multiples posent le problème pour l'enfant de voir écrites des affirmations erronées ; afin de diminuer l'incidence de ce facteur, on lui demande lors de la correction en classe de rayer celles qui sont fausses.

Comme on le constate à l'analyse des résultats ci-dessus, seuls les types de réponse à mise en œuvre très rapide -relier par un trait pour associer des vignettes (phrase ou dessin), choix multiples (dessin ou phrase à cocher ou entourer)- sont remplies par presque tous les enfants ; la moitié a daigné écrire un mot ; par contre le dessin à compléter n'a inspiré qu'un enfant sur cinq, et encore les dessins étaient faux dans 90% des cas ; il semble qu'il s'agisse le plus souvent, à la fois d'un problème de technique de dessin et de mauvaise observation).

La rapidité de réponse conditionne la durée d'utilisation des fiches. Les enfants n'ont ni la place, ni le temps de faire de longues phrases, ni des dessins, comme nous avons pu le constater dans des tests préalables à nos fiches actuelles. Il faut donc trouver d'autres solutions pour les types de réponses demandées : pas de longues phrases à écrire, ni de dessins à faire. Ce paramètre influe aussi sur le nombre de questions posées.

L'évaluation précédente sur le livret expérimental de visite à propos de l'exposition "Des Invités pas ordinaires" en 1987 montre que des réponses plus longues qu'un ou quelques mots ne reçoivent pas de réponses de la part des enfants²¹.

Le nombre de questions se détermine en fonction de la durée des manipulations et des découvertes qu'elles induisent. Il nécessite un test préalable avec 2 ou 3 groupes et un peu d'expérience ; de plus un diagnostic préalable des difficultés de lecture ou de compréhension des questions avec un échantillon d'enfants de l'âge correspondant, même limité à la lecture de la fiche prototype si l'exposition n'est pas encore montée, semble toujours indispensable. Il permet au moins de vérifier la lisibilité des textes et la connaissance par les enfants du vocabulaire utilisé.

2. Analyse du degré de lisibilité

En ce qui concerne la forme des messages contenus dans les fiches, forme qui conditionne le repérage, donc l'appropriation par les lecteurs, l'étude s'appuie en particulier sur les travaux de Y.Ginsburger-Vogel (1987). Il s'agit d'une expertise qui tient compte des résultats de ses recherches sur la lisibilité des textes. Comme ses études l'ont démontré, la typographie participe au sens du discours didactique, *et ceci de manière souterraine puisque les tests montrent... que les enfants y sont peu sensibles et en ignorent les subtilités.*

Analysons par exemple la structure de la fiche fournie (cf annexe 29).

²¹ Le nombre et le type de questions proposées induisent la durée d'utilisation. La question principale est celle de la durée de visite sur le thème ; pour les enfants de 6 à 12 ans qui visitent l'Inventorium, l'optimum que nous avons déterminé en observant les groupes d'enfants en visite scolaire axée sur ce thème se situe entre 20 et 40 minutes, ce qui correspond à un degré d'attention soutenu pour ce jeune public. la durée la plus longue correspondant aux enfants les plus âgés.

Fiche de visite "Fourmi" niveau 6 / 8 ans

**Résultats et analyse**

Analysons la structure des fiches "fourmi" : une fiche pour les 6/8 ans (cf annexe 29) et une pour les 9/12 ans (cf annexe 27).

Elle prend en compte la visualisation des hiérarchies entre les questions écrites en caractères gras (ce qui contribue à les mettre nettement en valeur pour le lecteur) et les réponses à choix multiples écrites en texte standard et en caractères plus petits, mais deux fois supérieur à 1,7 mm ; 1,7 mm constitue d'après Richardeau (1973) le seuil de lisibilité pour les enfants de 10 ans.

L'espacement des lignes contribue à diminuer l'impression de densité de texte qui arrêterait rapidement les enfants dans leur élan.

D'autre part chaque point à analyser est bien séparé dans un cadre nettement défini.

Le texte est aéré et illustré afin d'augmenter son attractivité pour le lecteur et d'établir un équilibre entre texte à lire et para-texte à voir.

La conception de la fiche tient compte de ces paramètres et recherche au niveau visuel la plus grande clarté possible.

Si nous passons ces fiches au crible de la grille d'analyse d'Y. Ginsburger-Vogel les résultats sont les suivants:

* *Analyse quantitative du rapport texte / illustration :*

FICHE FOURMI CE-CM analyse quantitative	
rapport % texte / % illustration	50/50 fiche 8/12 ans 33/66 fiche 6/7 ans

L'analyse quantitative qui mesure l'espace occupé par chaque forme de message montre dans la fiche 8/12 ans une égalité texte-image ; la fiche 6/7 ans (CP/CE) faisant quant à elle une grande importance à l'illustration (2/3) afin d'en faciliter l'approche par les lecteurs débutants.

* *Analyse qualitative de la fiche :*

FICHE FOURMI CE-CM analyse qualitative	
messages scripturaux (caractérisation du rôle des textes): source de motivation source de connaissances méthodes et techniques de travail propositions d'activités questionnement résumé ou bilan	- <i>oui</i> - <i>indirecte</i> - <i>oui</i> - <i>incitatrice</i> - <i>étroit</i> - <i>fiche remplie</i>
illustrations messages figuratifs (photos, dessins) messages fonctionnels (schémas)	fonctions: - <i>5/8 attractivité(humoristiques)</i> - <i>3/8 aide à l'observation</i>

L'analyse permet d'établir le **statut** relatif des différents messages, chacun ayant une lecture qui lui est propre :

- Les textes commandent le discours, posent les questions et servent de support aux réponses.

- Les illustrations se répartissant entre deux types de fonctions (avec un type de graphisme différent): attractivité et aide à l'observation ; le statut et les fonctions des illustrations ne doivent pas avoir un rôle ambigu qui risquerait d'en rendre la lecture difficile.

Les dessins humoristiques viennent améliorer la compréhension du texte et les schémas d'aide à l'observation font partie intégrante du message signifiant de la question.

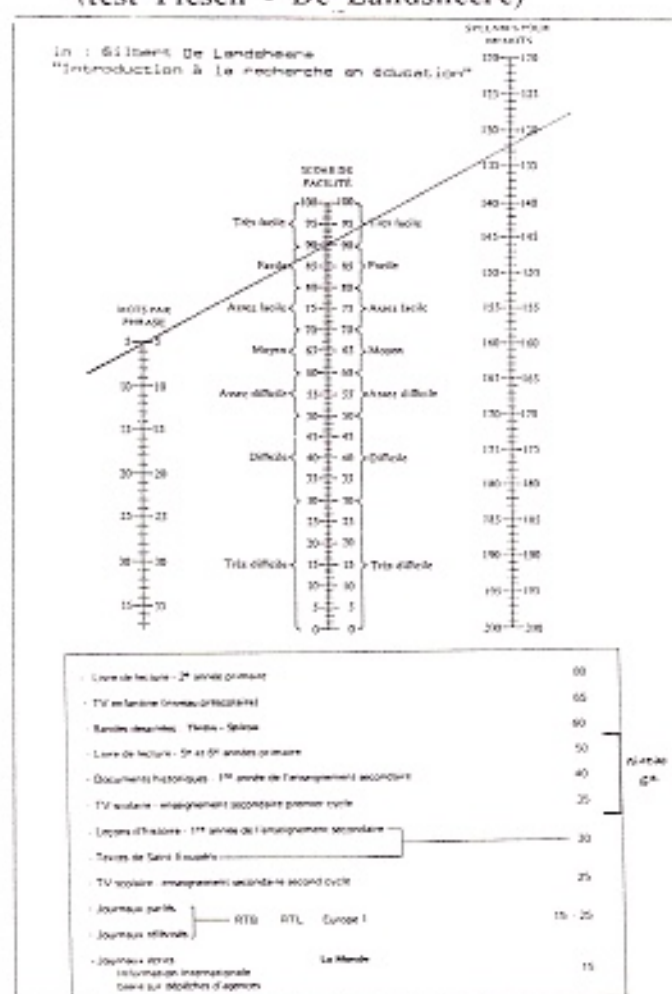
Les différences au niveau lisibilité entre les deux niveaux de fiches (CP/CE et CE/CM), reposent sur la place plus grande laissée à l'image et la plus grande aération de la fiche.

* *Lisibilité des messages scripturels*

La mesure du score de "facilité" par le test Flesch-De Landsheere (cf annexe 30) prend en compte d'une part le nombre de mots par phrase et d'autre part le nombre de syllabes pour 100 mots.

Appliqué à la fiche "fourmi" on obtient une moyenne de 5 mots par phrase et de 132 syllabes pour 100 mots ce qui correspond dans l'échelle à un score de 91 c'est à dire à une lecture "très facile". Ce test semble très intéressant pour adapter ces fiches à un degré de lecture très facile.

TEST DE LISIBILITE (test Flesch - De Landsheere)



Statut des questions

Le principe même de la fiche induit le statut des questions. Ce sont toutes des vraies questions qui renvoient l'enfant à une interaction avec l'élément d'exposition. De plus les questions posées correspondent à un relevé de questions effectivement issues des enfants lors des animations sur l'exposition. Cette prise en compte du questionnement réel de la majorité des enfants permet d'espérer que l'élève puisse se l'approprier et que le questionnement soit vraiment efficace.

Vocabulaire employé

Le **vocabulaire** comporte forcément des termes inconnus des enfants; le décompte du nombre de mot s(3) correspond à 1,5% du total des mots de la fiche ; ils correspondent à des termes scientifiques qu'il est indispensable d'introduire pour expliciter des éléments observés ou observables ; il s'agit des stades du développement des fourmis (larves, cocons), ainsi que pour certains du mot "fourmilière"; mais ces termes sont écrits en association avec un dessin qui permet de les identifier et de les rapporter à une observation possible sur la fourmilière. Tous les autres termes qui posent des problèmes de compréhension aux enfants sont expurgés sur la dernière version (cf annexe 27 et versions successives de la fiche en annexes 31 & 32).

4.3.3.4. Evolution du graphisme en fonction du diagnostic.

En fonction des objectifs des concepteurs, le graphisme cherche à remplir 2 fonctions:

- d'une part, représenter **un substitut ou une aide à la lecture** en particulier pour les enfants les plus jeunes qui ne maîtrisent pas encore la lecture.
- d'autre part, rendre la fiche suffisamment **attractive** afin que les enfants s'y intéressent malgré les sollicitations de l'espace d'exposition environnant.

Mais cette recherche d'attractivité peut entraîner un certain nombre de parasites que le diagnostic permet de débusquer précocement.

1. Un graphisme ayant une fonction d'aide à la lecture

Cet aspect de l'analyse prend en compte en priorité la composante "public", en fonction du message et des conditions techniques de réalisation des fiches. Pour remplir cette fonction le **dessin peut-il servir de support à la question et à sa réponse ?** La lecture d'image peut-elle suffire et être le substitut de la lecture du texte écrit qui nécessite un temps de déchiffrage plus long et pour beaucoup d'enfants constitue un vrai blocage.

Nous testons un certain nombre de solutions, dont voici les exemples les plus significatifs :

Un dessin à choisir en fonction de l'observation de l'élément d'exposition ; ainsi dans cet exemple de question (Les phasmes, les rois du camouflage), un seul dessin correspond à la morphologie du phasme à tiare qui ressemble à une feuille.

12 Les cétoïnes



Indique par des flèches leur position

Un support pour une analyse plus approfondie; pour cette question sur la respiration dans la fiche "la vie dans la mare" -niveau 8/12 ans (cf annexe 26), il faut dépasser l'observation première et analyser les images des films proposés pour répondre à cette question sur la respiration des animaux de la mare.

4 Les phasmes : les rois du camouflage



Un phasme est caché dans ce dessin. Entoure-le!

Des vignettes à associer à partir de l'interprétation de ce qui a été observé, donc un support d'analyse.

Dans cette question (Les cétoïnes), les enfants doivent simplement associer les différents stades de développement des Cétoïnes et leur position sur la coupe du sol comme ils l'observent sur l'élément d'exposition .

Observe les animaux dans les aquariums ou les films "La vie dans la mare".
Cote le nom des animaux qui arrivent à respirer de l'air à la surface.



le Grenouille



le Escargot



le Hérisse



l'Écluse



le Couleuvre



Résultats et analyse

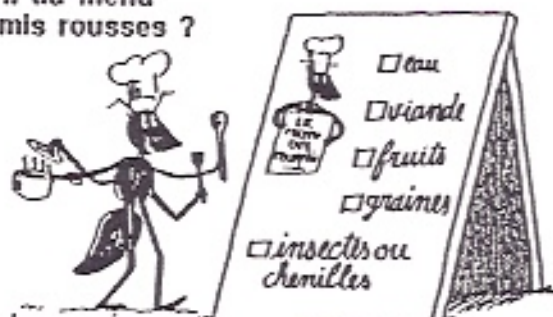
Ces fiches sont remplies par la grande majorité des enfants (92% pour la première, 80% pour la dernière). Elles semblent bien jouer leur rôle²², si l'on compare ce score à celui des autres questions (cf 4.3 3.3).

2. Un graphisme attractif, mais qui ne crée pas d'obstacles à la compréhension.

Cette fonction peut être remplie par des dessins de type humoristique en rapport direct avec la question, comme dans la fiche fourmi, cette question pour susciter la découverte de la nourriture des fourmis :

Question pour faire découvrir le menu des fourmis
(fiche "fourmi", niveau 8/12 ans)

Qu'y a-t-il au menu
des fourmis rouges ?



Coche les bonnes réponses,
puis souligne ce qui a plus de succès

Résultats :

Le test est effectué à partir de prototype de fiches de visite sur 103 enfants de 8 à 11 ans en visite scolaire (4 classes).

Analyse :

L'interview des enfants après utilisation de la fiche révèle que ce type de dessin est apprécié par tous pour son caractère attractif.

Mais son objet où la situation mise en scène doit parfaitement correspondre à la question posée ou à l'élément d'exposition à rechercher, comme le montrent les cas qui suivent.

²² On peut à juste titre reprocher à ce résultat le fait que la comparaison n'ait pas été effectuée entre des fiches concernant la même question (texte identique) présentée avec et sans dessin. C'est pour cette raison que nous ne pouvons donner qu'une impression et en aucun cas une conclusion.

Cette analyse est effectuée à partir d'un diagnostic dont la méthodologie s'adapte aux prototypes initiaux, et conduit à des modifications introduites dans les versions suivantes, qui sont à leur tour testées dans les mêmes conditions.

Ces résultats permettent de dégager trois caractéristiques qui nous paraissent essentielles dans l'élaboration d'une fiche de visite :

3 Le graphisme (dessin) utilisé pour une question ne favorise pas une réponse particulière et ne détourne pas l'enfant de l'élément d'exposition lui-même .

Un prototype de la fiche fourni (prototype A et annexe 31) propose la question "Sais-tu reconnaître une Fourmi ?" avec les 3 dessins sur la même page et surtout avec le même type de dessin que la question "cherche la reine".

Résultats :

Le dépouillement des questionnaires montre que les enfants répondent dans leur grande majorité (82%) à la question.

Mais l'observation de ces mêmes enfants pendant l'activité, confirmée par un entretien individuel avec un échantillon, montre que la majorité d'entre eux se contentent alors de comparer ces 2 dessins pour répondre, sans observer la fourmilière.

Pour "cherche les reines", 52% des enfants les recherchent parmi les petits dessins de fourmi de la frise au lieu de les chercher dans l'exposition. Ils constituent donc des obstacles pour la mise en œuvre de l'observation dans la fourmilière que cette question souhaite induire.

La **solution** trouvée (cf **fiche définitive** et annexe 27) consiste à proposer ces dessins, l'un en recto, l'autre en verso et de plus réalisés sous des angles différents.

L'observation des enfants et l'entretien montre que dans le second cas les enfants cherchent la solution par l'observation sur la fourmilière elle-même.

Analyse

Comme ces résultats l'indiquent, le fait de séparer les dessins de fourmi sur les 2 faces de la fiche évite à l'enfant, lorsqu'on le questionne sur la morphologie des fourmis, de se référer à l'autre dessin, donc de se détourner de l'observation du réel comme nous l'avons remarqué dans ce cas.

La représentation des fourmis sous des angles différents (de dessus et de trois-quart) accentue encore la difficulté d'une comparaison directe avec l'autre dessin et

prototype A de la fiche "fourmi"

ATARI
 Mais où faut-il chercher les fourmis ?
 52 % des enfants les cherchent sur la frise au lieu de les chercher dans l'exposition

Sais-tu reconnaître une fourmi ?
 un seul des 3 dessins est celui d'une fourmi (quel ?)

Que mangent les fourmis (craquent-elles ?)

Comment l'es-tu remarqué ?

Cherche les reines.

elles vivent sous la terre !

Combien en comptes-tu ?

la Villlette

Fiche définitive

Solution :
 faire des dessins sur différents plans

A la découverte de la mégalopolis des fourmis

recto
 vue de dessus

verso
 vue de profil

Sous la Terre
 Les fourmis vivent dans la terre à l'inverse de nous pour les voir dans notre école on fait une coupe transversale.

Il y a plusieurs sortes de fourmis :

empêche l'enfant de se référer à autre chose que la réalité observée dans l'élément d'exposition. Cette présentation renforce bien les objectifs qui sont fixés pour cette question: un outil d'observation et d'analyse du réel.

Cet exemple démontre l'intérêt d'une souplesse méthodologique pour ce type de diagnostic (cf 5.1.3). En effet les résultats écrits du questionnaire ne permettent pas de repérer le détournement de l'outil proposé. Mais c'est l'observation directe des visiteurs qui induit la découverte des obstacles par rapport aux objectifs visés et permet d'envisager des solutions.

4. Le graphisme (dessin) utilisé pour une question n'induit pas des interprétations erronées des faits observés.

Dans la fiche "Fourmi", pour la question "Dans cette fourmilière que font 2 fourmis qui se rencontrent ?" le dessinateur a proposé un dessin très attractif de 2 fourmis avec des gants de boxe. Bien que cette version nous ait semblé immédiatement être inductrice d'une mauvaise interprétation des faits observés, nous avons choisi de vérifier la validité de notre impression première en comparant les réponses à cette question avec celles obtenues avec le second dessin plus interrogatif demandé au dessinateur.

Question à illustrer

Dans cette fourmilière,
que font deux fourmis qui se rencontrent ?

QUESTION :

?

- elles s'ignorent
- elles se touchent avec leurs antennes
- elles se font du «bouche à bouche» pour se donner à manger
- elles se ballent

Dessin :

Taux de réponses exactes



8 %

96 %

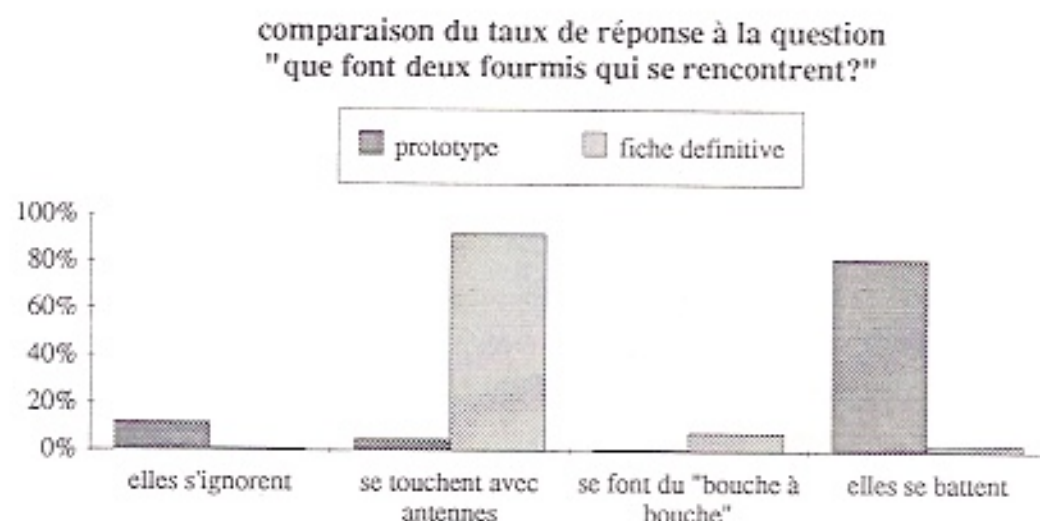


proposé par le dessinateur
(tellement plus amusant...)

ou sélectionné par le concepteur

Résultats

Comparaison du taux de réponse à la question "que font deux fourmis qui se rencontrent". En comparant des tests avec utilisation de chacune des fiches avec des groupes d'enfants différents, on constate les résultats suivants. Le test du prototype est effectué auprès de 72 enfants (8 à 11 ans), celui de la fiche définitive est effectué sur 104 enfants (8 à 11 ans).



Analyse

Le total des réponses est supérieur à 100%, certains enfants ayant coché deux réponses en même temps (avec la fiche définitive), ce qui correspond d'ailleurs à une excellente observation, étant donné que les fourmis, lorsqu'elles se rencontrent, se touchent les antennes pour se reconnaître à l'odeur avant de se transmettre de la nourriture au "bouche à bouche" (scientifiquement, par trophallaxie). Ce dernier aspect de la question est proposé par la fiche parmi les réponses à choix multiples pour susciter un questionnement (vérifié lors de l'entretien qui suit le test).

Nous considérons donc comme exactes les fiches présentant la réponse "elles se touchent avec les antennes" ou / et "elles se donnent de la nourriture au bouche à bouche"; cette dernière réponse apparaît très peu (moins de 10%); elle correspond en effet à une observation plus fine que le contact antennaire et à un début d'interprétation des faits.

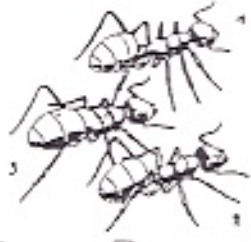

Le test du prototype (dessin avec gants de boxe) montre un taux de réponses exactes très faible (6%). La réponse "elles se battent" est induite dans 82% des cas.

Comme on le constate la présence de gants de boxe induit la réponse (inexacte) "elles se battent", et détourne de l'observation directe. Elle incite les enfants à croire que les fourmis se battent alors que ce n'est pas le cas à l'intérieur d'une même colonie.

5. Le graphisme (dessin) utilisé pour une question ne complique pas la lecture de l'enfant.

Pour la question sur la morphologie des fourmis le dessinateur propose, dans une 1^o version, 3 dessins très précis des fourmis, 1 exact et deux faux (cf annexe 32).

**IMPORTANCE DU TYPE DE GRAPHISME
à propos d'une question sur la morphologie des fourmis**

1 ^o version Dessin précis	2 ^o version Dessin schématique
<p>SAIS-TU RECONNAÎTRE UNE FOURMI ?</p>  <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/></p> <p>Un seul des 3 dessins est celui d'une fourmi. Lequel ?</p>	<p>SAIS-TU RECONNAÎTRE UNE FOURMI ?</p>  <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/></p> <p>Un seul des trois dessins est celui d'une fourmi. Lequel ?</p>
Taux de réponses exactes : 78 %	Taux de réponses exactes : 97 %

Résultats

Le test avec 5 enfants révèle des difficultés de lecture des dessins de la première version (cf annexe 32) et de leur comparaison à la réalité ; aussi nous avons demandé au dessinateur un dessin plus épuré, plus schématique : 2^o version (cf annexe 27).

L'enquête sur une population plus importante de visiteurs (92 enfants de 8 à 11 ans) permet de vérifier cette première impression.

Le taux de réponses exactes est de 78% pour la 1^o version et de 97% pour la seconde pour l'échantillon étudié.

Analyse

Il s'avère que le trop grand réalisme des dessins complique leur lecture par les enfants qui n'observent plus immédiatement les différences fondamentales entre les dessins et ont des difficultés pour répondre à la question.

Nous pouvons vérifier à ce niveau le rôle primordial que peut représenter le test rapide avec un petit nombre de visiteurs (suivi d'un entretien) afin de relever les difficultés. Cette méthode est facile à mettre en œuvre même dans les conditions de délais extrêmement courts qui sont toujours la réalité de la réalisation des expositions et peuvent déjà éviter bien des erreurs.

4.3.3.5 Evolution en fonction de l'âge des enfants

Les fiches les plus faciles à réaliser concernent toujours les enfants de plus de 8 ans qui lisent à peu près correctement, même si au niveau de leur capacité à écrire ils ont des difficultés ; c'est pour cette raison et à la suite des évaluations que nous venons de citer que ces fiches de visite ne demandent pas de réponses à rédiger.

Les difficultés de lecture des plus jeunes, lecteurs débutants du CP ou CE1 conduisent à élaborer des fiches plus simples au point de vue du contenu et de la forme.

Le choix des questions est effectué par des pré-tests en animation afin de choisir les thèmes (choix des éléments d'exposition) et les formulations qu'ils comprennent le mieux. D'autre part, leur durée d'attention étant plus limitée, le nombre de questions est réduit.

1. Le choix des éléments d'exposition.

Nous nous référons à une étude menée sur des jeunes enfants (6/7 ans) dans l'îlot d'exposition sur "la mare".

Résultats :

L'observation sur poste de ces jeunes enfants (avec ou sans fiche) révèle qu'ils sont plus attirés par l'observation des aquaterrariums que par celle de l'audiovisuel interactif.

En particulier, lorsqu'une question trouve sa réponse par la consultation de l'audiovisuel, l'entretien avec les enfants montre qu'ils s'attendent à n'avoir qu'à recopier un texte apparaissant sur l'écran et non à avoir à faire une analyse d'images à laquelle ils ne sont pas toujours habitués par l'enseignement pratiqué dans les classes.

Analyse :

Cette observation conduit à privilégier certains éléments d'exposition pour les jeunes enfants.

Ainsi elle entraîne à limiter les questions faisant appel à l'audiovisuel interactif, en sélectionnant celles qui font davantage appel à une observation simple plutôt qu'à une analyse approfondie. Ce choix correspond aussi aux objectifs méthodologiques du CP.

Dans ce choix des éléments d'exposition, le test de prototypes de fiche montre que la facilité de leur repérage intervient aussi dans 90% des cas ; aussi on peut imaginer deux solutions :

- soit améliorer la signalétique des éléments, ou les consignes qui y sont associées (s'il est possible d'agir rapidement sur l'exposition),
- soit sélectionner une question faisant appel à un autre élément.

2. La forme des questions

Des pré-tests sur le prototype de la fiche sur "la mare"²³ (cf annexe 34) sont réalisés sur de jeunes enfants (6 à 8 ans).

Jeu d'enquête

Les résultats par rapport à la question "enquête" et "contre enquête" sont révélateurs à ce sujet. Le titre de ces questions est choisi par son concepteur afin d'augmenter l'attractivité de la fiche et de la recherche induite chez les enfants.

Résultats:

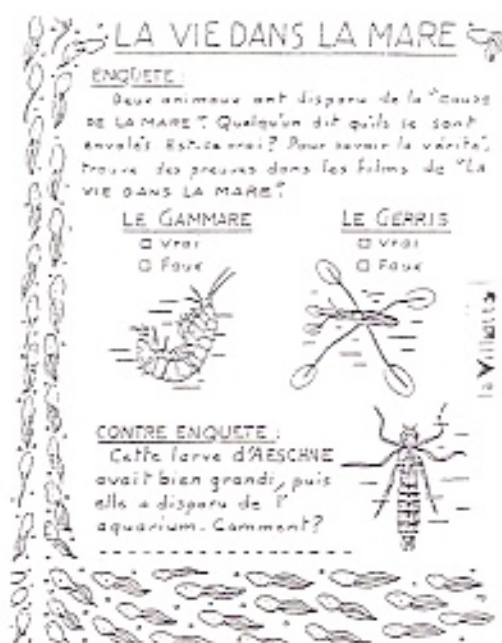
L'observation directe et l'analyse des réponses de leurs fiche de visite indique que les enfants sont presque tous (98%) bloqués par ces questions rédigées sous forme d'un texte de plus d'une ligne.

²³ ce premier prototype était réalisé sans tenir compte des différences de niveau des enfants

Analyse

Ce résultat conduit à modifier la forme des questions. A la suite de cette analyse le texte des questions est réduit au minimum : pour l'Æschne le texte devient après suppression du titre afin de diminuer le nombre de mots à lire, "cette larve d'æschne grandit. Que devient-elle?". Il est accompagné d'un graphisme attractif (cf annexe 26 -fiche "mare" CP-CE) en éliminant les dessins parasites de la frise (têtards). La première question est supprimée en raison des difficultés d'analyse de l'audio-visuel pour les très jeunes enfants et de la durée d'utilisation induite pour la fiche, durée qui dépasse alors la capacité d'attention des jeunes enfants.

Questions "enquête, contre enquête"
du prototype de la fiche "la mare" pour
les 8/12 ans



De même pour les réponses, l'écriture est réduite (cf 4.3.3.3.) ; pour répondre dans ce cas on fait alors appel à un choix multiple. Il suffit par exemple d'entourer un dessin, de relier un dessin et un mot...

Jeu d'association de vignettes

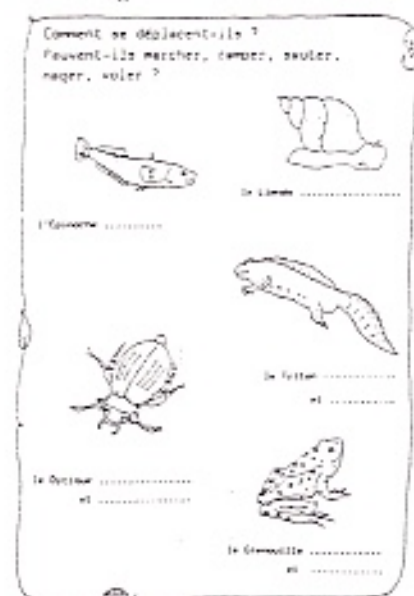
Les tests de la fiche définitive "mare CP/CEI" montrent qu'un exemple de réponse déjà proposé dans la fiche pour un des cas choisis (de préférence le plus simple), permet aux jeunes enfants (6/7 ans), sans être handicapé par la lecture, de savoir immédiatement quelle forme de réponse est souhaitée.

A titre d'illustration de notre propos, analysons des exemples :

La fiche sur "la mare" pour les enfants de 8/12 ans (cf annexe 26) propose une question, afin qu'ils analysent le mode de déplacement des animaux via l'observation, sous forme de phrase à compléter par le verbe d'action (proposé dans le texte même de la question). Cette formulation implique lecture et écriture trop difficiles pour les "lecteurs" débutants de 6/8 ans. Cette question n'est pas compréhensible par les enfants de 6 ans.

Question déplacement dans la mare sans vignette (version CE/CM)

Comment se déplacent-ils ?
Peuvent-ils marcher, ramper, sauter, nager, voler ?



l'écureuil
la grenouille
le lézard
le crapaud
la grenouille

extrait de la fiche "La vie dans la mare"

Question déplacement dans la mare avec vignettes (version CP/CE1)

niveau CP - CE1

associer des vignettes

Comment se déplacent-ils ?
Associe la mot encadré et l'animal



voler
sauter
marcher
ramper
nager

Aussi, dans la fiche pour les 6/8 ans, la question (de la fiche initiale, cf annexe 35) concernant les modes de déplacement des animaux de la mare est conservée mais formulée sous forme de vignettes à associer par un trait, forme de problème classique dans les classes de ce niveau. Le dessin et le nom de l'animal sont à associer avec l'action correspondante ("marche, vole, rampe, ...").

Résultats :

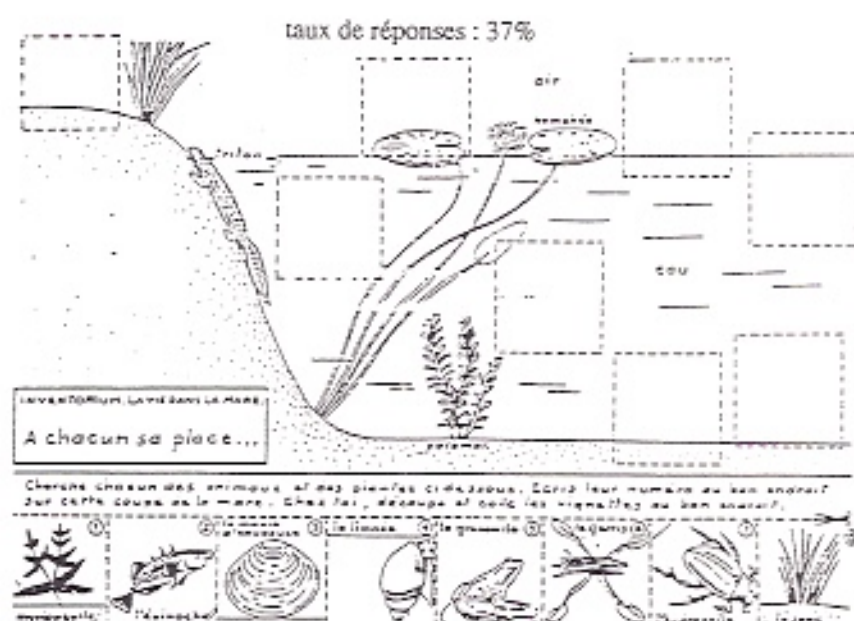
Ce test est réalisé sur 48 enfants (version sans vignette) et sur 49 enfants (version avec vignettes) sur des enfants de 6/7 ans. Cette question avec vignettes à associer fonctionne à 98%, alors que la même question sans le dessin des vignettes ne fonctionne qu'à 80%.

Puzzle

Pour la fiche sur la mare, le premier prototype de la question "à chacun sa place" correspond à une sorte de puzzle où il s'agit de replacer des petites vignettes, représentant les animaux et un repère au niveau du décor, à une place prédestinée par un pointillé sur la coupe de la mare (cf annexe 36).

Pour le concepteur, cette version vise à simplifier la compréhension du type de réponse demandé, et en particulier pour les plus jeunes enfants, en se référant à une pratique connue (puzzle).

Question de la fiche mare : "A chacun sa place" 1^o version formulation sous forme de puzzle



Résultats.

L'observation des enfants devant "la mare" (112 enfants en visite scolaire) montre que la plupart d'entre eux viennent trouver un adulte en lui indiquant les problèmes qu'ils ont pour répondre à la question, les animaux ne se trouvant pas exactement à l'emplacement des cadres. D'autre part seulement 37% y répondent (relevé des fiches après la visite).

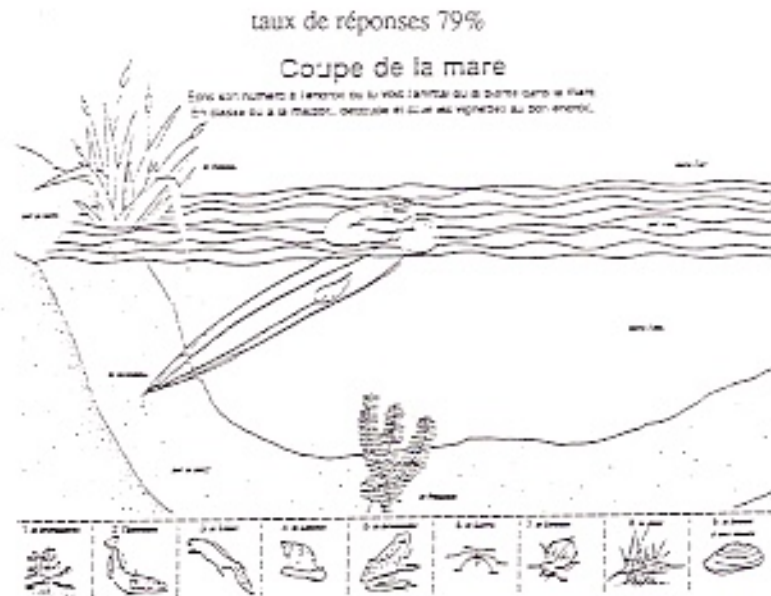
Analyse

Cette formulation de la question leur pose davantage de problèmes qu'elle n'en résout ; en effet les animaux ne sont jamais à la même place dans un aquarium, contrairement à un diorama, et tous les enfants sont bloqués par cette mise en forme de la question.

Evolution de la formulation de cette question.

Un second test est pratiqué en supprimant la formulation sous forme de puzzle (dessin définitif)

Question de la fiche mare : "A chacun sa place".
Dessin définitif



Résultats

Ce test, pratiqué sur 132 enfants de 6/8 ans dans le cadre de visite scolaire, donne un taux de réponse de 79%. L'observation directe fait apparaître une bonne attitude de recherche des animaux dans l'élément d'exposition "la coupe de la mare" sans avoir recours à l'adulte ; il ne note pas d'apparition de blocage.

Analyse

La comparaison des résultats entre les deux formulations de cette question montre que la suppression de la forme puzzle améliore la compréhension de cette question, avec un taux de réponse qui passe de 37% à 79%.

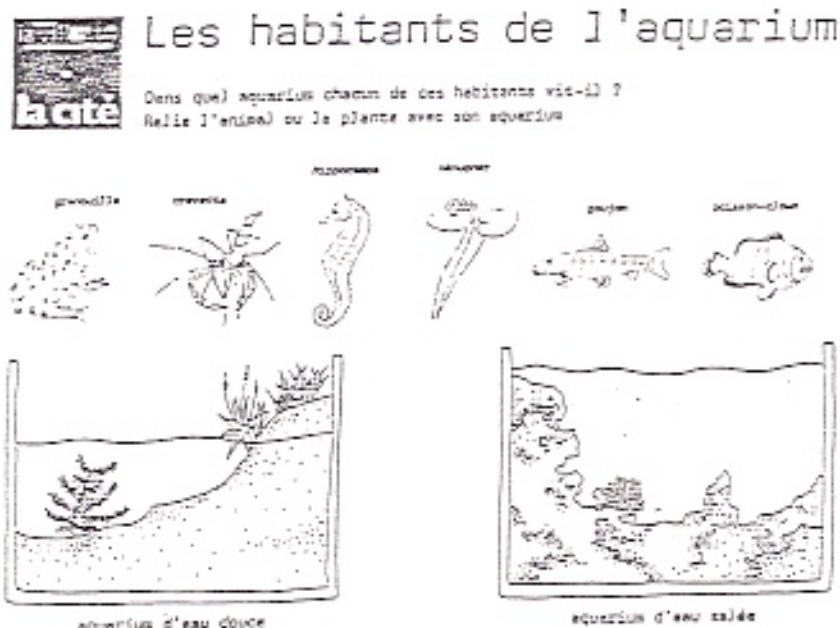
Pour la coupe de la mare, qui a toujours suscité l'intérêt des jeunes enfants, le fait de réduire le nombre de vignettes et de les limiter aux animaux facilite les recherches des enfants et augmente leur taux de réussite de près de 30%

3. Pour les enfants non lecteurs (moins de 6 ans, élèves des écoles maternelles) .

Ce problème est très différent du précédent et nous sommes actuellement en train de tester des fiches sous forme de jeux d'association, de labyrinthe ou de classement.

A titre d'illustration de notre propos citons une fiche où les enfants doivent "remettre les animaux dans leur aquarium" (cf annexe 37). Ils peuvent reconnaître les deux aquariums présents sur l'espace d'exposition (espace 3/6 ans de l'Inventorium), à un mètre l'un de l'autre (et dont les décors représentés sur la fiche sont facilement différenciables) ; d'autre part la fiche les incite à repérer certains animaux, donc à focaliser leur attention.

Fiche d'observation des aquariums (aquarium tropical et aquarium d'eau douce)
pour les non-lecteurs (5/7 ans)



Résultats

L'observation de 92 enfants de 5/6 ans montre qu'après leur avoir lu la consigne, 90% comprennent rapidement le principe pour la remplir.

Analyse

Afin que les enfants remplissent cette fiche en autonomie, il suffit de leur lire la consigne. L'observation des enfants et le résultat sur la fiche montre une bonne adéquation aux objectifs du concepteur. Il convient de signaler que ce type de démarche est déjà largement

pratiqué en grande section de maternelle (5/6 ans) dans le cadre scolaire, ce qui facilite l'accès des enfants à ce type de mise en forme de la question.

4.3.3.6. Des documents adaptés à chaque type de public

A partir de l'observation des publics, il s'avère de profondes différences de comportement entre les enfants en visite scolaire et en visite familiale. Il convient donc de rechercher des formules adaptées à chaque public.

La démarche de l'Inventorium souhaite pouvoir impliquer dans ce questionnement des enfants qui arrivent sans préparation particulière ; or le type de fiche précédent n'est rempli que par moins de la moitié des visiteurs.

Nous avons donc cherché d'autres formules : une formule pour des scolaires²⁴ et une pour tout public, en particulier les enfants accompagnés de leurs parents²⁵. Nous distinguons donc visite familiale et scolaire.

1. La structure du guide de visite pour les visites en famille

Le guide de visite est surtout réclamé par les parents qui ont besoin d'un guide pour s'orienter par rapport au concept et à l'exposition. L'observation directe montre que dans la majorité des cas ce sont eux qui incitent leurs enfants à l'utiliser.

²⁴ « Pour les scolaires, le format choisi pour la fiche est le format A4 imprimé en recto-verso. Il est facilement photocopiable par chaque instituteur pour chacun des enfants de sa classe ce qui réduit le coût de fonctionnement et permet d'inclure cette fiche dans un document d'aide à la visite pour le maître. D'autre part, plié en deux, il ne nécessite pas de support particulier pour répondre par écrit au cours de la visite. Cette longueur correspond aussi à une durée optimale étudiée afin que les enfants maintiennent une attention soutenue dans ce cadre. L'enquête après utilisation montre que cette formule les satisfait et répond à une attente.

²⁵ « Pour les "individuels" nous avons testé plusieurs présentations en fonction des thèmes de nos expositions temporaires.

- Ainsi pour l'exposition "Des Invités pas ordinaires", afin de faciliter l'écoulement du flux de public et sa répartition sur l'espace d'exposition, une petite fiche (10 cm/10 cm) en accordéon permet au visiteur de commencer la visite par n'importe quel élément, cette exposition n'étant pas conçue avec un fil directeur linéaire ; il est certain que ce type de fiche n'est pas approprié à une exposition à sens de lecture linéaire ; malgré tout l'observation montre que 90% des visiteurs l'utilisent en commençant par la page 1, et cela malgré les indications qui leur sont données à l'entrée.

- Pour les expositions ultérieures nous avons conservé ce format (10 cm/10 cm) qui donne satisfaction aux visiteurs et présente l'avantage de bien tenir dans la main d'un enfant, et dans sa poche pour le ramener à la maison en quittant l'exposition. Mais nous avons utilisé la forme livret, ces expositions présentant une lecture linéaire et la structure en petit livre étant mieux appréciée des enfants et des parents pour sa tenue en main et sa lecture linéaire.

Résultats antérieurs et analyse :

L'expérimentation d'une fiche sur des éléments d'exposition concernant le thème du "vivant" dans l'Inventorium (cf 4.3.1) montre que les éléments qui correspondent aux questions doivent être parfaitement identifiables dans l'espace et ne pas être trop éloignés les uns des autres, sinon les visiteurs passent leur temps à rechercher et à demander où se situent les éléments d'exposition en question... puis abandonner rapidement.

La présence de bornes signalétiques spécifiques semble donc indispensable. Le thème et la structure du livret doit donc faire partie intégrante du concept de l'exposition²⁶.

Reste un problème : nous souhaitons que cette fiche ne soit pas seulement un guide de visite de l'exposition, mais que les enfants la conservent et aient envie de la lire chez eux pour y trouver d'autres éléments sur le thème auquel l'exposition les a sensibilisé ; en effet il s'avère qu'un nombre non négligeable de livrets de l'exposition "des invités pas ordinaires" est abandonné vers la fin ou à la sortie de l'exposition.

Aussi nous avons testé lors de notre exposition sur "les 5 sens" un livret de même format mais rassemblant à la fois des questions sur chacun des sous thèmes de l'exposition et des éléments à lire en rentrant chez soi.

Résultats.

Pour les questions à utiliser dans l'exposition, il s'agit de consignes. Celles ci sont d'ailleurs présentes sur les manipulations, mais peu repérées par les enfants (cf 4.3.2.). Bien qu'aucune évaluation quantitative n'ait été effectuée sur ce livret, les observations sur poste dans l'exposition montrent que leur présence sur le livret permet aux enfants en visite familiale de prendre conscience de la consigne et de bien mettre en œuvre la manipulation, ce qui n'est pas le cas pour les visiteurs qui ne se réfèrent pas au livret.

Pour la partie "A faire chez soi", les suggestions proposées se veulent particulièrement attractives. Il s'agit de petites expériences sensorielles à faire "pour épater les copains" et d'informations étonnantes sur le sujet ("savez-vous que...")

²⁶ Des expériences dans différentes expositions déjà en fonctionnement (Explora dans la Cité des Sciences et de l'Industrie, aquarium du MAAO-Musée des Arts Africains et Océaniques), où nous avons essayé de mettre au point des fiches de visite transversales, nous l'ont démontré. (Guichard, non publié)

Dans l'exposition "Tout en carton", cette formule est testée avec succès (Lavaud, 1988) : chaque page contient une question en rapport avec un sous-thème de l'exposition, afin qu'en sortant le visiteur puisse avoir découvert et compris toutes les composantes du sujet et la problématique mise en œuvre. Chaque question est rappelée sur l'espace d'exposition par une borne numérotée bien visible et sur laquelle l'enfant peut vérifier sa réponse à l'aide d'un petit miroir. La conception du guide est complètement intégrée à la conception globale de l'exposition afin de prendre en compte les résultats concernant le repérage des éléments d'exposition concernés.

Deux pages du livret de visite de l'exposition sur les " 5 sens"

Un livret... pour une visite en famille

pendant la visite:
sélection d'une consigne

Goûter

Sucre ou sel ?

Pose un grain au creux de ta langue.
Peux-tu reconnaître ce que c'est ?

- A Oui
 B Non



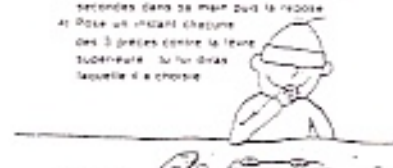
Fais le test "une langue pour goûter".
Si tu es en panne, cherche la réponse dans la
rue de secours du goût.

et après la visite...
donner envie de mettre en œuvre ses découvertes

À faire chez soi

Expérience : surprends tes parents

- 1) Pose 3 pièces sur une règle en plastique
- 2) Bande-toi les yeux
- 3) Ton copain choisit une pièce et la serre 10 secondes dans sa main puis la relâche
- 4) Pose un instant chacune des 3 pièces contre la feuille sublimée. Tu lui diras laquelle il a choisie



Le secret:
la feuille sublimée est très sensible à la chaleur.
Ton copain a chauffé la pièce dans sa main ce
qui te permet de la reconnaître.

Une enquête auprès des visiteurs (entretien avec 34 enfants) indique que c'est la partie après la visite qui est la plus appréciée par tous les enfants en visite familiale.

Analyse

Cette demande de prolongement de la visite par un document demandée presque systématiquement par les parents (Cohen, 1989) est aussi fort appréciée des enfants lorsqu'elle prend une forme et un contenu attractifs.

Des problèmes au niveau de la réalisation ont empêché une impression en deux couleurs (une couleur pour les pages avec les questions à répondre sur place, et une pour "à faire chez soi") ce qui a empêché l'analyse plus approfondie souhaitée au départ pour ce type de document.

2. La structure de la fiche de visite pour les scolaires

Pour les scolaires, la problématique est un peu différente étant donné que la fiche est là pour rassembler un certain nombre d'observations et de réflexions pour une exploitation ultérieure.

La fiche de visite de "la vie dans la mare" en est un exemple (cf annexe 26) : elle commence au recto par une question inductrice sous forme d'un jeu "à chacun sa place" qui incite les enfants à entrer dans une démarche d'observation approfondie d'une coupe de la mare pour y rechercher des animaux et des plantes afin d'établir leur répartition dans le milieu.

Résultats

Les entretiens collectifs développés lors de plusieurs animations sur cet espace d'exposition en liaison avec l'utilisation de la fiche montrent que cette première approche écologique fait naître assez spontanément chez les enfants des questions concernant les grandes fonctions biologiques.

Analyse

Ces mêmes questions (établies à partir de ce questionnement d'une majorité d'enfants) sont reprises au verso de la fiche afin que chaque enfant en autonomie complète puisse balayer l'ensemble des problèmes intéressants et surtout dont les éléments de réponse peuvent être obtenus par l'observation directe de petits aquariums, la consultation d'un logiciel "portrait robot" et l'analyse des images d'un audiovisuel interactif sur les comportements des animaux de la mare ("manger; respirer; se déplacer; grandir et se reproduire").

Ainsi la structure de la fiche permet d'inciter à l'utilisation rationnelle des éléments d'exposition et de rassembler toutes les données qui pourront être ultérieurement utilisées par le maître pour un travail de synthèse et de construction des concepts.

3. Des documents spécifiques pour les enseignants

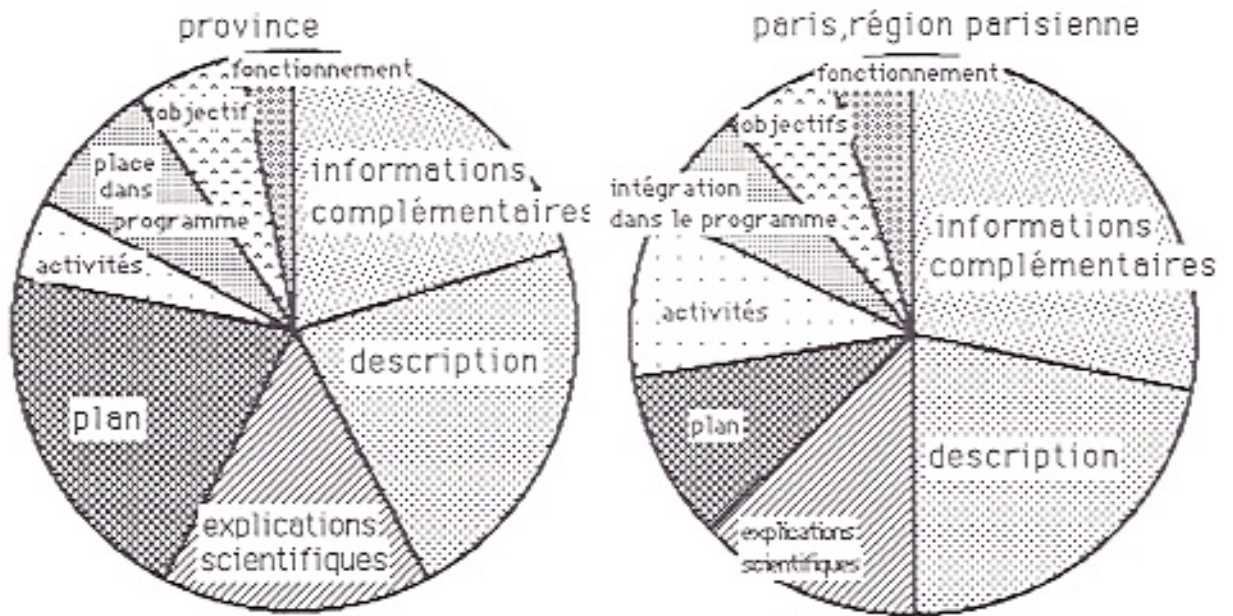
A côté des documents de visite pour les enfants, il nous semble indispensable de répondre à la demande des enseignants par des documents spécifiques.

Des demandes explicites et implicites

Une enquête préliminaire auprès des enseignants répartis sur tous les niveaux de l'école élémentaire (dont 70% de la région parisienne et 30% de province), enquête effectuée au cours de leur visite de l'*Inventorium*, permet de définir leurs attentes (Cohen, 1987). Elle utilise 2 formes de questionnement ouvert et fermé.

Résultats

Les demandes des enseignants. Les résultats du questionnaire ouvert, à partir de la question: "*Que souhaitez-vous trouver dans un document à l'usage des enseignants qui souhaitent amener leurs élèves à l'*Inventorium*?*" se répartissent comme suit:



Analyse

Les enseignants consultés demandent donc d'abord des informations complémentaires sur l'exposition, la description des éléments d'exposition et les explications scientifiques correspondantes.

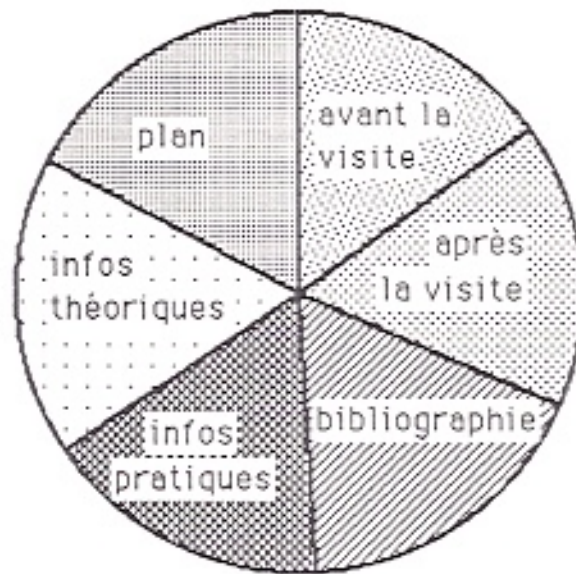
Ceux qui habitent loin (30% province et grande banlieue) souhaitent pouvoir se faire à l'avance, une idée précise sur l'exposition : plan, description des éléments en liaison avec leur propos détaillé, fonctionnement des manipulations.

Ceux qui peuvent plus facilement venir préparer leur visite (70%) réclament en plus des explications complémentaires sur les éléments d'exposition : propos, objectifs par rapport aux enfants, et surtout "que faire avec les élèves" ; près d'un quart des enseignants interrogés posent la question de la place et de l'intégration dans leur "programme" scolaire, ce qui est sans doute dû au fait que les expositions de l'Inventorium ne se réfèrent pas explicitement aux grands titres du programme...

Un second questionnaire tient compte des résultats précédents et propose un certain nombre de rubriques :

"Souhaiteriez-vous trouver dans le dossier enseignant :

- des informations pratiques sur les éléments d'exposition,
- des informations théoriques sur les éléments d'exposition,
- le plan de l'exposition,
- des propositions d'activités complémentaires en classe, à faire avant la visite,
- des propositions d'activités complémentaires en classe, à faire après la visite,
- une bibliographie ?

Résultats :**Analyse**

Les résultats de ce questionnaire correspondent bien à ceux du précédent avec un taux équivalent de demande pour les différentes rubriques proposées dont certaines n'ont pas été spontanément réclamées par les enseignants. Les demandes qui ne sont pas explicitement exprimées dans l'enquête "ouverte" recueillent la quasi-unanimité des réponses favorables : bibliographie, activités -avant, après- la visite.

La structure du guide enseignant

L'analyse précédente a amené à la proposition de formule actuelle du guide enseignant : le "Cité-Doc" (cf annexe 38 et 39) :

- Avant la visite : activités de sensibilisation des enfants au thème
- pendant la visite : plan ; descriptif et explications scientifiques
- Après la visite : activités en classe pour exploiter et prolonger la visite
- Bibliographie
- Fiches d'autonomisation pour les enfants pendant la visite.

Le type d'édition envisagé initialement tient compte de ces résultats pour son contenu, mais aussi pour certaines de ces caractéristiques éditoriales²⁷.

²⁷ En effet une des limitantes est liée au budget attribué à cette édition, budget qui dépend du prix de vente possible pour toucher un maximum d'enseignants ; l'enquête démontre qu'ils sont prêts à payer de l'ordre de 15 FF. Ce budget est lié au tirage envisageable, qui est réduit ; en effet, même si un enseignant sur 2 l'achète, à raison d'au maximum 5 ou 6 classes par jour scolaire qui travailleront particulièrement sur la fourmière (par

Des pré-maquettes sont établies sur différents thèmes de l'Inventorium, dont la fourmilière, par les scientifiques et pédagogues de l'Inventorium qui ont conçu l'exposition, en liaison avec les demandes explicites des enseignants, mais aussi des démarches pédagogiques correspondant à un enseignement scientifique conforme aux résultats des recherches en didactiques des sciences.

Les phases avant et après la visite tiennent compte d'expérimentations avec des classes et des animations dans le cadre d'ateliers à l'Inventorium.

C'est ainsi que s'est construit le dossier sur le sujet que nous étudions particulièrement: "la Mégalopolis des Fourmis" (voir annexe 38).

Evaluation de ce document avec les enseignants

Une maquette de ce document pour les enseignants est envoyée à une centaine d'enseignants du fichier, ayant visité ou devant visiter l'Inventorium avec leur classe dans les 3 mois, accompagné d'un questionnaire d'évaluation (voir annexe 40).

Les questions posées passent en revue tous les points du guide de visite en les appréciant selon 2 critères:

- l'intérêt : peu ou très intéressant
- l'utilisation par rapport à la classe: réalisable ou inutilisable en classe

Par rapport au descriptif de l'exposition, on demande si la quantité et la qualité des informations proposées est suffisante.

Pour la bibliographie, on demande si elle est exploitable ou non et pourquoi.

Les textes de la pré-maquette et les points abordés sont volontairement plus nombreux et plus longs que pour le document définitif afin de pouvoir faire des choix après enquête sans être obligé de relancer une seconde consultation.

Le taux de retour des documents est de 20% pour la fourmilière, ce taux de retour relativement important pour ce genre d'enquête, s'explique par le fait que nous connaissions bien une partie des enseignants concernés : anciens stagiaires ou instituteurs ayant participé à des "classes-Villette".

exemple) et de 3 jours scolaires par semaine cela représente 500 exemplaires par an. Le faible volume du tirage entraîne donc à réaliser cette édition dans des conditions les plus économiques possibles : réalisation sur Macintosh, pas de couleurs ni de photos, un effort étant fait pour le graphisme dont l'évaluation a montré l'importance. Ces caractéristiques déterminent aussi le volume du contenu de ce guide enseignant: 16 pages.

Résultats

- Pour la phase "avant la visite", toutes les activités de sensibilisation proposées (texte à lire et analyser, référence au vécu, discussion entre les enfants) sont également appréciées et considérées comme réalisables en classe.

- Pour la phase "pendant la visite", la description des éléments d'exposition paraît indispensable à 85% des instituteurs interrogés ; cette évaluation montre l'intérêt de fournir des indications précises quant à la manière d'organiser sa classe lors de la visite : nombre d'enfants présents en même temps autour d'un élément, durée, fonctionnement précis des éléments, type d'activité à leur proposer.

- Pour la phase "après la visite", qui concerne les prolongements en classe, l'analyse des résultats (voir annexe) permet de remarquer que la moitié des enseignants (52%) ne sont pas prêts à effectuer les expériences dans leur classe, bien qu'ils les jugent très intéressantes.

Analyse

La majorité des informations proposées semble très intéressante, mais certaines expériences, pourtant préalablement testées avec des classes, ne sont réellement utilisées en classe que par 25% des maîtres..

Mais le concepteur tient à les maintenir (pour des raisons pédagogiques évidentes), car il considère aussi ces documents comme des moyens d'action sur la pédagogie mise en œuvre par les maîtres et comme des outils de formation. C'est pour cette raison que sont sélectionnées les expériences extrêmement faciles à réaliser en classe, avec un minimum de matériel que tout le monde peut avoir sous la main facilement ; les remarques ont aussi conduit à privilégier les "jeux" (voir "les fourmis ne sont pas toutes de la même espèce", texte à 2 niveaux de lecture à associer à un dessin ou le jeu du "labyrinthe des fourmis") directement photocopiables pour un travail individuel (ou en petit groupe) des enfants. En ce qui concerne les activités proposées, les maîtres souhaitent une indication du niveau.

Le suivi précis, l'observation de classes et des activités proposées permettent de faire les choix d'adaptation des questions au niveau des enfants et de choisir les éléments les plus faciles à mettre en œuvre parmi les plus intéressants.

4.3.3.7. Synthèse

L'intérêt principal que nous accordons aux documents d'autonomisation de visite est de faire réfléchir les enfants au delà de leurs observations et manipulations et surtout de garder une trace écrite des éléments fondamentaux du thème de l'exposition.

Pour les scolaires ils permettent de rapporter un vécu commun, support d'une exploitation ultérieure en classe, le document pour le maître, le Cité Doc" intégrant complètement cette composante.

Pour le public familial ils représentent un guide , en particulier pour les parents qui éprouvent toujours le besoin de dominer le sujet et de repérer les points clé de l'exposition à l'aide d'un document papier. Si les documents d'aide à la visite nous semblent un outil utile, il ne faudrait pas les considérer comme un substitut de l'exposition, voire un moyen de rattraper une exposition dont la communication a été ratée (même si c'est parfois le cas!). Il est certain qu'ils répondent à un souci commun des exploitants d'expositions et des enseignants que les enfants ne se dispersent pas trop face aux sollicitations multiples et variées qui sont toujours présentes dans les expositions (même s'ils admettent à juste titre qu'une phase d'appropriation initiale est toujours indispensable) et qu'ils entrent plus à fond dans le concept présenté.

Ces documents qui répondent d'abord à une demande des adultes (parents et enseignants), suscitent un intérêt évident des enfants. Un moyen indirect d'estimer l'intérêt des fiches pour les enfants consiste à comparer le taux de retour des enfants avec leurs parents dans les semaines qui suivent leur visite . Les premiers résultats d'une enquête en cours semble montrer que ce taux est bien plus élevé chez les enfants qui ont utilisé une fiche ou bénéficié d'une animation (animateur de l'Inventorium ou instituteur). L'attitude des enfants en question est d'ailleurs étonnamment repérable à leur retour à l'Inventorium: ils tirent leurs parents par la main pour les faire bénéficier de leurs découvertes antérieures (" Maman, viens vite, que je te montre ...")

4.3.4. L'INTERET ET LES LIMITES DE CETTE PHASE D'OPTIMISATION : PEUT-ON CONCEVOIR UNE EXPOSITION DIDACTIQUE ?

L'ensemble de ces tests et les conditions du diagnostic utilisé dans cette phase de la recherche sont d'un niveau différent et utilisent des méthodes de recherche qui s'adaptent aux situations au fur et à mesure des problèmes posés par la réalisation des phases de la mise en exposition. Il convient d'analyser plus précisément l'intérêt et les limites des méthodes mises en jeu pour apprécier leur capacité pour développer des stratégies de remédiation lors de la conception d'autres expositions pour enfants.

Cette analyse nous conduit à réfléchir sur la validité de notre troisième hypothèse : L'environnement muséologique peut permettre de développer plusieurs niveaux de lecture, du questionnement à différents niveaux de réponses, dans un processus didactique (selon les publics et le contexte de leur visite).

4.3.4.1. Intérêt et limites du diagnostic didactique dans cette phase d'optimisation de l'exposition.

Dans cette perspective de création d'un élément d'exposition à la fois inducteur de plaisir et de curiosité et permettant en plus de répondre à certaines des questions qu'il a suscitées, il convient de réfléchir sur l'intérêt et les limites du diagnostic.

Nous analysons en particulier deux aspects de la question, l'un concernant la signalétique, l'autre concernant les fiches de visite.

1. Conception de la signalétique

Les éléments du diagnostic concernant cette phase correspondent à la fois à une évaluation l'élément d'exposition, et aux études d'impact des différents supports de signalétique testés en partant de l'hypothèse qu'ils peuvent conduire du questionnement à une attitude de recherche et de découverte d'éléments de réponse.

Le diagnostic permet de repérer le décalage entre les objectifs du concepteur et ceux réellement atteints pour le public, même au niveau de l'élément d'exposition définitif. Il permet d'envisager une stratégie de remédiation au niveau de l'objet, mais aussi une stratégie de transformation de l'objet par l'adjonction d'une signalétique adaptée. Dans une exposition pour les enfants, où ceux-ci ne se comportent pas spontanément comme

des lecteurs, le diagnostic dégage les faiblesses de l'élément d'exposition par rapport aux objectifs prévus.

Ces limites peuvent être en partie compensées par l'introduction d'une signalétique adaptée. En effet, des tests simples permettent de définir le positionnement le plus adéquat pour les mots ou les dessins qui doivent être repérés par le public. Notre expérience indique que les textes sont davantage repérés s'il sont situés dans une zone scénographique qui incite les enfants à s'arrêter et qui favorise leur concentration (exemple du souterrain de la fourmilière) ou grâce à des artifices qui insèrent la signalétique dans une manipulation (exemple des "avis de recherche").

Un autre résultat transposable de notre diagnostic montre la capacité d'attractivité des dessins pour les enfants et l'intérêt de leur association à la signalétique pour que celle-ci soit repérée et lue. Ces résultats sont transposables à d'autres expositions, mais il est certain que l'analyse d'un cas comporte tellement de paramètres que rien ne vaut le diagnostic sur l'élément définitif dans les conditions réelles d'utilisation. A ce stade le diagnostic s'appuie sur les conditions réelles d'utilisation, il n'y a donc pas de transposition des résultats pour leur interprétation, donc la fiabilité du diagnostic est maximum.

Il y a toutefois une limite par rapport au processus de production de l'exposition. En effet, contrairement à la situation étudiée lors de cette recherche, pour une exposition, et en particulier dans le cas d'exposition temporaire, la signalétique doit être définie en même temps que l'élément d'exposition. Aussi le diagnostic doit-il s'appuyer sur la phase de test de prototypes, avec les mêmes limites que celles analysées précédemment (cf 4.2).

L'expérience montre d'ailleurs que la conception conjointe de la signalétique et des éléments d'exposition est très riche d'enseignement. En effet, elle permet de s'interroger sur ce que va faire le visiteur arrivant en face de l'élément exposé : quelles questions va-t-il se poser (qu'y a-t-il à voir, que faire, comment), et quelles réponses peut-il trouver ? C'est à ce niveau que le diagnostic, sous ces différentes formes peut apporter un éclairage indispensable et donner des éléments d'information pour orienter la conception.

L'analyse dans les conditions définitives de l'exposition montre que tous les impacts concernant une lecture approfondie de l'exposition par les enfants ne peuvent être atteints ; elle entraîne à promouvoir la recherche d'autres solutions, dont les fiches de visite.

2. Conception des fiches de visite.

Cette conception est analysée en fonction des objectifs d'optimisation de l'exposition dans une perspective didactique. Ici encore, le diagnostic ne remplace pas la création ; mais il lui fournit un cadre de référence. Il permet d'apprécier si les impacts sont atteints. De plus l'influence de l'utilisation de ces documents sur l'attitude induite chez les visiteurs est très nette ; elle les focalise sur les éléments sélectionnés. Le diagnostic permet de se rendre compte de l'intérêt de ce document autant par rapport à des découvertes notionnelles, que pour développer la curiosité scientifique ou aider à développer l'observation et l'analyse des observations et des manipulations effectuées (cf 4.3.3.1).

L'analyse sémiologique des fiches est réalisable avant l'ouverture de l'exposition. Un test avec quelques groupes d'enfants permet de repérer un certain nombre d'obstacles par rapport au décryptage du document par les enfants. L'analyse qui précède et ses références à des études antérieures sur des tests de lisibilité permettent une expertise dès la conception du document hors de tout contexte, ou mieux de définir un certain nombre de caractéristiques à respecter lors de sa conception (cf 5.2).

Il n'en est pas moins vrai que seul le diagnostic par rapport aux conditions réelles d'utilisation amène à repérer si l'utilisation de ce document permet d'atteindre les objectifs qu'on lui a fixés.

Cette analyse permet de différencier deux étapes dans l'interaction entre le diagnostic et la réalisation de ce type de documents.

- Tout d'abord une étape technique, par rapport à sa lisibilité et ses capacités à communiquer les questions ou les informations qu'il contient.
- Une étape de diagnostic lié à l'exposition elle-même pour vérifier l'adéquation avec les impacts visés ; ce second aspect du diagnostic peut être amorcé dès le test des prototypes pour chacun des points portant sur un élément d'exposition précis.

Seul l'équilibre entre les différents éléments du document ne peut être valablement évalué que dans le contexte définitif de l'exposition..

Le principal reproche qui concerne en particulier les fiches est de supprimer l'approche globale et personnalisée de l'exposition et de fermer la découverte d'un lieu par essence d'éducation informelle. La valeur de cet argument est certaine, aussi nous avons proposé les fiches après un temps d'appropriation libre de l'espace, afin de ne pas supprimer cette phase fondamentalement importante. L'expérience montre une meilleure appréciation de la fiche dans ces conditions et surtout une meilleure utilisation (la fiche est complètement remplie et n'est pas jetée à la fin).

4.3.4.2. Impact didactique d'une exposition, est-ce une gageure ?

Un certain nombre d'auteurs (cf 1.1) considèrent que l'exposition scientifique, lieu de passage très limité dans le temps, et lieu de plaisir, ne peut avoir comme objectif que de sensibiliser aux sciences et techniques.

1 Une exposition peut-elle concourir à l'appropriation d'un savoir et d'un savoir-faire ?

Loin de nier cet objectif de loisir culturel dont l'expérience de l'Inventorium prouve la validité (Thomas, 1989), notre analyse tend à démontrer que les objectifs peuvent être plus ambitieux et que l'exposition scientifique peut conduire à une véritable découverte d'un savoir et développer certaines attitudes, comme l'observation.

Bien entendu, ce niveau de lecture dépend d'un certain nombre de facteurs, que nous avons essayé de lister (cf 4.3.1) : cadre de la visite (animation, scolaire avec projet), utilisation de fiches d'autonomisation, objet d'exposition et signalétique adaptée,.... Ce résultat implique la conception d'un élément d'exposition ou d'une exposition à plusieurs niveaux de lecture.

L'expérience présentée et développée, en fonction des enseignements de la didactique des sciences, privilégie le développement d'un questionnement à partir du premier niveau de découverte scientifique. Si l'objet attire l'enfant et lui fait se poser des questions, même implicitement, le premier pas est franchi. Mais comme le montre notre expérience, nous avons souhaité tirer parti de cette "accroche" pour faire parcourir aux enfants des étapes ultérieures pour l'appropriation d'un savoir. Il s'agit bien sûr seulement de la vérification d'une acquisition à court terme, n'ayant pas eu la possibilité d'un contrôle à moyen terme. De plus, si l'intérêt de l'enfant est captivé lors de son passage sur l'exposition, il est probable qu'il recherchera d'autres sources d'informations complémentaires...peut-être est-ce notre ambition, c'est en tout cas une hypothèse... que nous n'avons pas testée.

Les résultats de la troisième partie de cette étude permettent de dégager un certain nombre d'acquis concernant à la fois des connaissances, le développement d'un questionnement scientifique et des attitudes d'observation et d'analyse favorisées par la création d'outils adaptés (cf 4.3.2).

Comme les tests ont permis de le vérifier, l'ensemble constitué par la coupe du nid des fourmis, associé aux loupes à main et à des questions du type "avis de recherche" comme "*cherche les reines*" (avec un dessin comparé de reine et d'ouvrière), permet de passer d'une observation spontanée divergente à une observation armée (loupe, question) donc convergente répondant aux questions que se posent spontanément les enfants. L'animation peut augmenter de façon importante ce second type d'observation en développant et en organisant ce questionnement, mais nous n'avons pas étudié en détail cet aspect de la question.

2. Les fiches limitent-elles l'intérêt et la curiosité des enfants ?

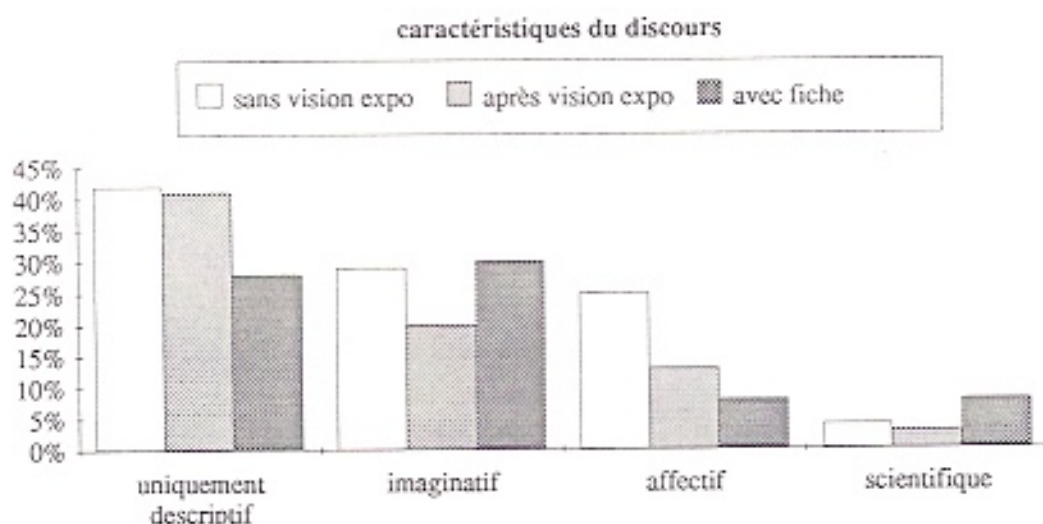
Afin de vérifier si la fiche favorise une attitude scientifique, et en particulier une attitude critique et la curiosité, une étude complémentaire construite à partir d'entretiens individuels et de test projectif (Guichard et Al, n p) permet de comparer les enfants découvrant la fourmilière avec ou sans fiche. Ce test projectif consiste en l'expression libre à partir de l'observation d'une coupe schématique du sol ressemblant à celle d'une fourmilière, mais avec des animaux fictifs différents des fourmis (cf annexe 44).

Cette enquête est menée avec des stagiaires en formation de psychologie dont une des hypothèses est que les fiches doivent diminuer la richesse imaginative des enfants, ce qui nous conduit à utiliser un groupe témoin n'ayant pas eu de contact avec la fourmilière.

Une des caractéristiques de cette enquête est qu'elle est menée avec des enfants dont aucun n'a été sensibilisé à l'avance et qui sont tous venus à l'Inventorium pour une visite sans réels objectifs pédagogiques de la part de leur enseignant. Notre propos n'est pas ici de donner les résultats détaillés de ce travail, mais de faire référence à certaines données. Elles complètent l'évaluation des fiches (en tant que document d'aide à une découverte scientifique), par une autre approche que le questionnaire. Elles permettent ainsi de croiser les résultats avec les précédents (cf 4.3.3.2).

Résultats

Caractéristiques du discours (résultats détaillés, cf annexe 43). Ces résultats permettent de comparer les caractéristiques du discours des enfants sans avoir vu la fourmilière (noté : sans vision expo), avec celles d'enfants venant de la voir sans l'aide d'une fiche de visite (noté : après vision expo) ou en utilisant une fiche (noté : avec fiche).



Analyse :

Ces mêmes enfants qui visitent avec une fiche emploient deux fois plus de vocabulaire scientifique, la fiche les ayant mis en rapport plus étroit avec certains termes (reine, cocons,...) ; il semble par contre que la signalétique seule ne joue pas son rôle puisqu'elle ne modifie pas le taux de termes scientifiques employés.

Par contre, l'affectivité exprimée dans le discours diminue de près de moitié après vision de la fourmilière et tombe à moins de 10% après utilisation de la fiche de visite.

L'utilisation de la fiche semble donc développer une attitude constructive, soutien de l'investissement intellectuel des enfants ; ce phénomène peut s'interpréter au regard de l'observation directe des enfants, la fiche augmentant leur degré de concentration. Ce résultat ne mesure en aucun cas une intégration du savoir, la validité scientifique du discours n'étant pas évaluée ici.

Au niveau de l'imagination, nous n'avons pas découvert de différences significatives (moins de 10%) entre les utilisateurs des fiches et les autres groupes ; la découverte plus cadrée de la fourmilière ne semble donc pas réduire la créativité des enfants, et ne freine pas leur spontanéité par la "scolarisation" de l'approche de l'objet d'exposition.

En ce qui concerne la "richesse" du discours des enfants confrontés à ce test projectif, les résultats montrent que le groupe ayant eu les fiches de visite de la fourmilière produit les récits projectifs les plus riches (présence d'éléments qui donnent un récit plus complet et élaboré).

Ce résultat nous paraît intéressant dans la mesure où il valide plus globalement les moyens mis en œuvre en tant qu'éléments d'optimisation par rapport aux objectifs de l'exposition.

L'ensemble de notre étude porte essentiellement sur les enfants, mais un résultat ponctuel sur des adultes nous semble intéressant à signaler.

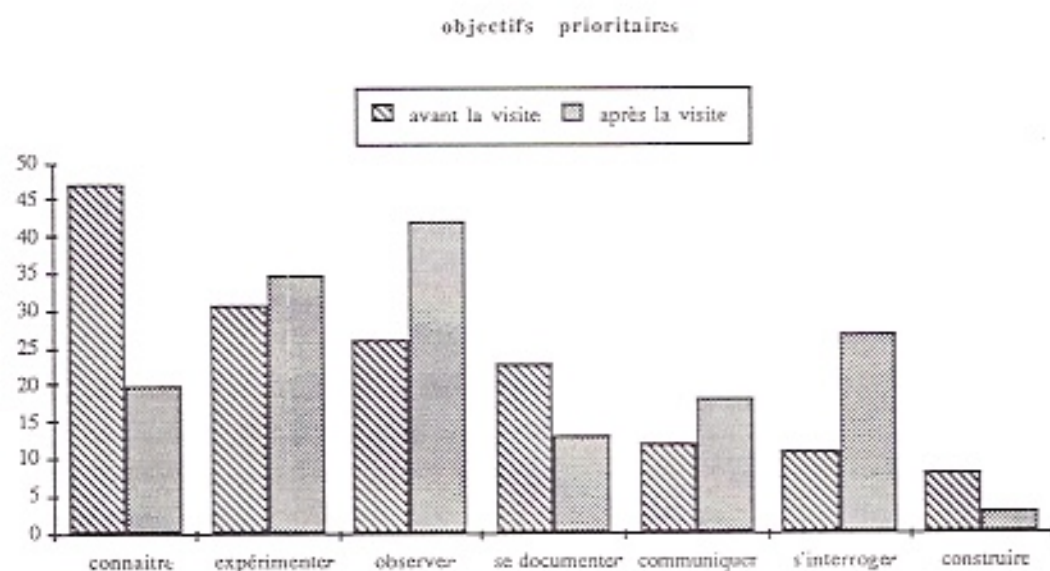
4.3.4.3. Evaluation d'une formation s'appuyant sur ces bases

Une enquête auprès de 79 enseignants de l'école élémentaire (sur 3 groupes distincts, 1987/88) sur les objectifs de l'enseignement scientifique après une visite et une réflexion sur l'Inventorium (durée : 5 h) donne les résultats suivants :

Résultats :

Evolution de l'appréciation des objectifs de l'enseignement des sciences pour des instituteurs après visite de l'Inventorium (résultats sur 79 instituteurs avant et après visite de l'Inventorium).

Question posée : "Citez les 2 objectifs qui vous semblent prioritaires dans votre enseignement des sciences à l'école?"



Analyse.

Pour des enseignants qui visitent l'exposition, l'impact de cette démarche et l'appropriation des outils que représentent ce type de fiches d'autonomisation semble tout à fait sensible ; les résultats vont tout à fait dans ce sens, en particulier en mettant en

évidence un glissement de l'importance des "connaissances" vers la prise de conscience de celle du "questionnement".

Mais l'influence du discours du médiateur qui a conduit cette visite y a une part non négligeable. Comme aucun test n'a été effectué auprès d'enseignants visitant l'Inventorium avec un autre médiateur et une autre forme de discours n'a été effectuée, nous ne pouvons considérer ces résultats que comme une indication d'un objectif possible au travers de cette structure.

D'autre part, l'enquête n'a été menée que sur un petit nombre d'enseignants, tous de Paris.

Il faut donc se garder d'une généralisation abusive.

L'ensemble de ces remarques, nous conduit à discuter la validité des méthodes mises en jeu sur l'ensemble des phases de notre recherche, mais aussi d'en souligner les aspects positifs.