



HAL
open science

Conceptions naïves de la pollution chez les enfants de 7 à 12 ans : une étude de leurs dessins

S. Lebaz, B. Zarhbouch, D. Picard

► To cite this version:

S. Lebaz, B. Zarhbouch, D. Picard. Conceptions naïves de la pollution chez les enfants de 7 à 12 ans : une étude de leurs dessins. *Psychologie Française*, Elsevier Masson, 2018, 10.1016/j.psfr.2018.01.004 . hal-01763701

HAL Id: hal-01763701

<https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01763701>

Submitted on 11 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Conceptions naïves de la pollution chez les enfants de 7 à 12 ans: Une étude de leurs dessins

Naïve conceptions of pollution by children aged 7 to 12 years : A study of their drawings

Samuel Lebaz^a, Benaïssa Zarhbouch^b, Delphine Picard^{c*}

^a Normandie Univ, UNIROUEN, Centre de Recherche sur les Fonctionnements et Dysfonctionnements Psychologiques - CRFDP, 76000 Rouen, France

^b Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Laboratoire des Sciences Cognitives - LASCO, Fès, Maroc

^c Aix Marseille Université, Centre de Recherche en Psychologie de la Connaissance, du Langage et de l'Emotion - PSYCLE EA3273, 13621 Aix en Provence, France

* Auteur correspondant: Pr. Delphine PICARD, Aix Marseille Université, Centre PSYCLE EA3273, Maison de la Recherche, 29 avenue Schuman, 13621 Aix en Provence, France ; E-mail : delphine.picard@univ-amu.fr ; Tel : 07 50 38 75 99

Remerciements : Les auteurs remercient les enfants et écoles ayant participé à ce projet. Pour leur aide dans la collecte des données, merci à : Hassiba Taïfi Bernoussi, Imane Maghnaoui, Bouchera Lahjioui, Rachida Bokhtori, Soukaina Ennourri, Samira Ait Hssaine, Aouatef Azami Barbara, Fatima Zohra Lahguira, Karima Halmaoui, Kawtar El Jabri, Wissam Zinoune, Salima Mennou, Samira Tijani.

Conceptions naïves de la pollution chez les enfants de 7 à 12 ans: Une étude de leurs dessins

Résumé

L'objectif de cette étude est d'examiner la nature des conceptions naïves de la pollution chez l'enfant au travers du dessin du paysage. La méthode « dessine-puis-explique » a été utilisée auprès de 100 enfants marocains âgés de 7 à 12 ans et scolarisés en zone urbaine (Expérience 1), et auprès de 60 enfants marocains âgés de 9 à 12 ans et scolarisés en zone rurale (Expérience 2). Les enfants devaient dessiner un paysage non pollué, puis un paysage pollué et expliquer comment ils avaient marqué la pollution. Les résultats montrent une progression graduelle avec l'âge d'une conception non différenciée à une conception différenciée tenant compte d'un nombre croissant de causes et conséquences de la pollution. Les enfants ruraux considèrent moins souvent certaines sources de pollution que les enfants urbains. Ces résultats sont discutés en référence aux travaux sur les conceptions naïves et le développement conceptuel, ainsi qu'en termes d'implications pédagogiques.

Mots-clés : dessin ; enfant ; conception naïve ; pollution ; environnement

Naïve conceptions of pollution by children aged 7 to 12 years : A study of their drawings

Abstract

The purpose of this study was to examine children's naïve conceptions of pollution, as reflected in their drawings of a polluted landscape. Unlike previous studies that have used interviews and questionnaires to assess children's conceptions of air and water pollution, the present study used drawing to examine children's views on environmental pollution. We used the « draw-and-explain » technique with 100 school-aged children (7-12 years) who were living in urban areas in Morocco (Study 1), and with 60 school-aged children (9-12 years) who were living in rural areas in Morocco (Study 2). Children had to draw a normal and then a polluted landscape, and explained what they drew. The results showed a significant change with age in the number and in the type of graphic changes introduced by children to draw a polluted landscape. There was also a significant effect of the living area (urban/rural) on these measures. The young children (7-8 years) mostly constructed non differentiated conceptions (where pollution equated dirt) whereas the older children demonstrated richer and differentiated conceptions which included an increasing number of causes and consequences of pollution. Rural children introduced less numerous changes in their drawings of the polluted landscape, and their differentiated conceptions of pollution included less numerous sources of pollution than those of urban children of the same age. These findings suggest that the drawing of a polluted landscape is a valuable source of information to study children's naïve conceptions of environmental pollution. We discussed our results in reference to previous works on naïve conceptions and conceptual change, as well as their implications for environmental education in school-aged children.

Keywords: drawing ; children; naïve conception ; pollution ; environment

1. Introduction

Les enfants construisent spontanément ou intuitivement, et en dehors d'un enseignement scientifique systématique, des conceptions sur le monde qui les entoure leur permettant ainsi de comprendre différentes facettes des domaines de la biologie, de la physique et de l'esprit humain (Wellman & Gelman, 1998). Ces conceptions sont souvent qualifiées d'« intuitives », d'« initiales » ou encore de « naïves », en ce qu'elles renvoient à des connaissances que les enfants acquièrent dans leur vie quotidienne lorsqu'ils observent et interagissent avec leur environnement social, culturel et physique. Les connaissances naïves recouvrent les connaissances spontanées individuelles ainsi que les savoirs communs, partagés socialement (Tiberghien, 2003). Les conceptions naïves peuvent être vues comme des modèles mentaux ou modèles explicatifs que les enfants construisent au sujet de divers phénomènes ou caractéristiques du monde (voir, par exemple, Vosniadou & Brewer, 1992, pour une étude classique sur la forme de la terre); ces modèles peuvent être uniques et ne comprendre qu'une seule facette d'une conception ou bien être pluriels dans le cas où cohabitent, par exemple, plusieurs conceptions sur un même objet. Souvent, les conceptions naïves sont partielles, voire erronées, et elles s'avèrent généralement très résistantes au changement, notamment aux enseignements formels.

D'un point de vue théorique, l'étude des conceptions naïves des enfants d'âge scolaire a fait l'objet d'un champ de recherche important sur la nature des conceptions (cohérentes ou fragmentées), et le changement conceptuel (graduel ou non). Pour certains auteurs, les conceptions naïves constituent des ensembles organisés et cohérents (ou « théories naïves », Carey, 1985 ; Keil, 1992 ; Wellman & Gelman, 1998). De ce point de vue, une conception s'apparente à une mini-théorie incluant un système d'explications causales et de principes inter-reliés. Pour d'autres auteurs, les conceptions naïves ne constituent pas des ensembles cohérents. Au contraire, celles-ci sont fragmentées et composées de nombreuses primitives simples (ou « p-prims », Di Sessa, 1993), qui sont des interprétations superficielles de la réalité physique que l'enfant construit lorsqu'on lui demande d'expliquer un phénomène. Un autre point de débat théorique concerne la nature du changement conceptuel, défini comme le processus qui permet le passage d'une conception naïve à une connaissance scientifique. Le changement peut être graduel lorsqu'il relève essentiellement d'un enrichissement, d'une spécification ou d'une différenciation des connaissances initiales ou plus radical lorsqu'il implique une révision complète des conceptions initiales et leur remplacement par une conception nouvelle.

D'un point de vue applicatif, l'étude des conceptions naïves des enfants d'âge scolaire est également importante dans la mesure où les connaissances naïves peuvent influencer et parfois faire obstacle aux apprentissages scolaires (Tiberghien, 2003). Une connaissance en amont des conceptions intuitives des enfants est donc nécessaire si l'on souhaite travailler à partir de ces connaissances pour amener les enfants à en prendre conscience, puis à les remettre éventuellement en question pour envisager des conceptions nouvelles, plus complètes et conformes aux connaissances scientifiques actuelles de l'objet en question.

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la notion de pollution, un phénomène environnemental majeur qui menace la santé des organismes vivants. En effet, cette notion n'est que marginalement discutée au sein du système scolaire, et ceci en dépit de l'importance reconnue d'une éducation précoce à l'environnement (Özsoy, 2012). Dans le cas du curriculum Marocain, les questions relatives à l'environnement, incluant la notion de pollution, sont peu adressées au cours des 6 années d'éducation primaire et de façon encore très limitée au cours des trois années suivantes (voir le Tableau I). Nous pouvons alors nous interroger sur la nature des conceptions naïves que les enfants scolarisés au Maroc ont de ce phénomène environnemental dont ils prennent connaissance directement via leurs interactions avec l'environnement physique ou plus indirectement via les médias télévisés. L'objectif principal de notre étude est d'examiner la nature des conceptions enfantines naïves de la pollution chez des enfants scolarisés en école primaire au Maroc.

Tableau I. Approche des questions relatives à la pollution dans les programmes d'enseignement au Maroc.

Niveau scolaire	Programme d'études	Contenu
5-6	Eveil scientifique	- Environnement global : pollution, terre, saisons
7	Sciences naturelles	- Environnement global : pollution en général et effets sur la santé humaine - Environnement humain : pollution de l'eau et de l'air et effets sur la santé humaine
9	Histoire-Géographie	- Environnement global : impact des activités humaines sur l'environnement

* Les niveaux scolaires 1-6 correspondent à l'enseignement fondamental I ; les niveaux 7-9 correspondent à l'enseignement fondamental II.

Les travaux antérieurs portant sur les conceptions naïves qu'ont les enfants de la pollution sont peu nombreux (Özsoy, 2012). La plupart s'intéresse à la pollution de l'air et de l'eau, et recourt à la technique de l'interview pour étudier les opinions que les élèves ont du phénomène. Ainsi, trois études notables ont porté sur la conception qu'ont les enfants de la pollution atmosphérique et aquatique via des questionnaires écrits (en Grèce, Stavridou & Marinopoulos, 2001), des interviews structurés (en Inde, Saxena, 2009) ou semi-structurés (en Grèce, Dimitriou & Christidou, 2007).

Stavridou et Marinopoulos (2001) ont utilisé une technique pre-test/intervention/post-test pour mesurer l'impact d'une nouvelle technique éducative sur les capacités des élèves de 11-12 ans à comprendre la dimension internationale de la pollution de l'eau et de l'air, en particulier le fait qu'une pollution émise à un endroit donné de la planète puisse aussi atteindre leur propre pays, quelle que soit la distance qui sépare le lieu d'émission du pays de l'enfant. Les résultats ont montré une augmentation significative du nombre de bonnes réponses à un questionnaire sur la pollution de l'air et sur celle de l'eau du pré-test au post-test chez les élèves du groupe expérimental (exposé à un programme éducatif nouveau), et non chez ceux du groupe contrôle (non exposés au programme). Ainsi, si par exemple 28%

seulement des élèves répondent (à juste titre) en pré-test qu'une pollution de l'air émise aux USA pourra atteindre Volos (la ville grecque dans laquelle ils vivent), 98% des élèves du groupe expérimental répondent en post-test que ce sera le cas, tandis que les élèves du groupe contrôle ne sont pas plus nombreux à donner une bonne réponse en post-test. De façon intéressante, en pré-test il apparaît que les élèves sont d'autant plus nombreux à répondre correctement à la question que la ville d'où est émise la pollution est géographiquement proche de leur ville natale.

Saxena (2009) a interrogé des élèves de 10-11 ans sur leurs connaissances des sources et conséquences de la pollution de l'air, de l'eau et des sols en utilisant la technique de l'interview structuré. Les réponses étaient codées en 5 points de 'bonne compréhension' du concept à 'réponse erronée' et 'pas de réponse'. Les résultats ont montré que les enfants ont en majorité (87%) une bonne compréhension des sources de la pollution de l'air, mentionnant les usines, véhicules, et maisons comme sources de pollution. Les sources de la pollution de l'eau et des sols ne sont que partiellement comprises. La majorité des enfants montre une bonne compréhension des conséquences de la pollution de l'air, tandis que les conséquences de la pollution de l'eau et des sols ne sont qu'en partie maîtrisées. De façon intéressante, Saxena note une différence significative en faveur des filles qui comparativement aux garçons montrent une meilleure compréhension de certaines conséquences de la pollution (par exemple, le fait que la pollution de l'air cause de l'asthme, le fait que la pollution de l'eau affecte les êtres vivants).

Dimitriou et Christidou (2007) ont eu recours à des interviews semi-structurés avec des élèves de 7 à 13 ans afin d'examiner la conception naïve qu'ont ces enfants de la pollution de l'air, ainsi que leurs connaissances des sources et des conséquences de cette forme de pollution. Trois questions étaient posées: 1) « As-tu déjà entendu le terme 'pollution de l'air' ? Peux-tu m'expliquer avec tes propres mots ce que 'pollution de l'air' veut dire ? » ; 2) « A ton avis, qu'est-ce qui cause la pollution de l'air ? » ; 3) « A ton avis qu'est-ce que la pollution de l'air fait à l'environnement ? ». Une analyse qualitative des réponses données a permis de dégager que les élèves conçoivent majoritairement, et sans différence liée à l'âge, la pollution de l'air comme sa contamination par des polluants (55% des réponses). Les sources identifiées sont celles des transports (36%) et de l'industrie (34%), ainsi que les déchets solides (16%). Les conséquences évoquées par les élèves les plus jeunes (7 ans) sont essentiellement ses effets sur la santé humaine (40%), ses effets sur la flore et la faune (22%). Les élèves plus âgés (13 ans) évoquent également les impacts sur l'environnement, comme le réchauffement global, la couche d'ozone, et les pluies acides.

Ainsi, les enfants entre 7 et 13 ans ont des conceptions concrètes, générales et peu systématiques de la pollution : ils conçoivent principalement les sources de pollution spécifiques (comme les gaz émanant des voitures), et les dommages produits sur les humains et autres organismes vivants. Toutefois, ils ont des difficultés à expliquer précisément les interrelations entre les composants de l'environnement (pollution de l'air et conditions de vie). Pour Dimitriou et Christidou (2007), les enfants se basent principalement sur des ressources informelles et extra-scolaires, en partie parce qu'il n'y a pas de discussion

systématique et pertinente autour de la pollution au sein des programmes scolaires. Ces auteurs suggèrent qu'« il serait intéressant d'étudier d'autres aspects de la compréhension qu'ont les élèves de la pollution de l'air en utilisant des techniques différentes (e.g., photographies ou dessins) » (p. 28).

En complément à ces travaux, notre étude utilise le *dessin*, et plus précisément le dessin du paysage, comme technique d'étude des conceptions enfantines naïves de la pollution. Contrairement aux études citées plus haut, nous évoquerons le terme 'pollution' avec les enfants sans spécifier ou restreindre à un type de pollution (air, eau, sol). La technique de l'interview (utilisée dans les travaux antérieurs) présente en effet certaines limites, notamment parce qu'elle peut masquer la nature des connaissances conceptuelles qu'ont les enfants d'un phénomène (Siegal & Surian, 2004). Selon Gross et Hayne (1998, 1999), le dessin diminue les demandes sociales de l'interview, et permet en cela à l'enfant de se sentir plus confortable : celui-ci fournirait dans ses productions graphiques des informations plus exactes et complètes comparées à celles obtenues avec la narration. En effet, le dessin peut révéler des informations importantes sur la manière dont l'enfant perçoit et conçoit différents phénomènes. C'est dans cette perspective que de nombreux travaux antérieurs ont utilisé le dessin pour étudier la compréhension qu'ont les enfants de phénomènes ou concepts aussi variés que la *mort* (e.g., Bonoti, Leondari, & Mastora, 2013), le *corps humain* (e.g., Reiss et al., 2002), la *digestion* (e.g., Megalakaki & Fouquet, 2009), la *forme de la terre* (e.g., Panagiotaki, Nobes, & Potton, 2009) ou encore la *violence urbaine* (e.g., Farver, Ghosh, & Garcia, 2000). Toutefois, à notre connaissance, aucune étude n'a utilisé le dessin comme medium pour examiner les conceptions enfantines de la *pollution* et leur développement avec l'âge.

Dans cette étude, nous utilisons la technique « dessine-puis-explique » (voir par exemple Özsoy, 2012 ; Yimaz et al., 2013) pour examiner les conceptions enfantines de la pollution telles qu'elles s'expriment au travers du dessin du paysage. Plus précisément, un dessin de référence (un paysage normal) est en premier lieu demandé aux enfants, puis nous les invitons à produire un dessin d'un paysage pollué. C'est ainsi la comparaison des deux dessins produits par un même enfant qui nous renseigne sur les changements introduits par l'enfant pour marquer la pollution. Notons que cette méthode d'analyse, basée sur la comparaison entre un dessin de référence et un dessin modifié, est similaire à celle mise au point par Karmiloff-Smith (1990) dans son étude princeps sur le dessin d'objets qui n'existent pas chez l'enfant (voir aussi les travaux sur la flexibilité cognitive qui ont fait suite utilisant cette même méthode : e.g., Picard & Vinter, 1999, 2007).

L'objectif de notre étude est d'examiner la nature des conceptions naïves de la pollution chez des enfants marocains scolarisés en école primaire, au travers des changements introduits dans le dessin du paysage pollué. Nous utilisons une double approche, développementale et comparative, afin de déterminer si ces conceptions varient, d'une part, en fonction de l'âge des enfants (7-12 ans ; Expérience 1) et, d'autre part, selon leur lieu d'habitation (enfants urbains vs ruraux ; Expérience 2). Nous nous attendons à observer un effet de l'âge sur le nombre et sur les types de changements introduits par l'enfant dans son dessin, dans le sens

d'une augmentation du nombre de changements introduits avec l'âge et d'une augmentation en fréquence des types de changements reflétant une conception différenciée de la pollution avec l'âge. Nous formulons également l'hypothèse d'un effet du lieu d'habitation sur ces mesures, avec des changements moins nombreux et reflétant moins fréquemment une conception différenciée de la pollution chez les enfants de milieu rural.

2. Expérience 1 : Conceptions enfantines de la pollution et effet de l'âge

L'objectif de l'expérience 1 est de déterminer les conceptions enfantines de la pollution telles qu'elles s'expriment dans le dessin du paysage pollué comparé à un dessin de référence (paysage non pollué), et leur évolution avec l'âge de l'enfant.

2.1. Méthode

2.1.1. Participants

100 enfants Marocains ont pris part à l'expérience 1. Tous étaient scolarisés en zone urbaine (ville de Fès, 1 782 150 habitants, seconde ville la plus peuplée du Maroc après Casablanca). Ils étaient âgés de 7 à 12 ans et répartis en 6 groupes d'âge correspondant à 6 niveaux scolaires : 7-8 ans (niveau 2; n = 20 ; 11 filles et 9 garçons ; âge moyen = 92 mois, écart-type = 8 mois) ; 8-9 ans (niveau 3 ; n = 20 ; 9 filles et 11 garçons ; âge moyen = 102 mois, écart-type = 6 mois) ; 9-10 ans (niveau 4 ; n = 20 ; 10 filles et 10 garçons ; âge moyen = 117 mois, écart-type = 13 mois) ; 10-11 ans (niveau 5 ; n = 20 ; 14 filles et 6 garçons ; âge moyen = 127 mois, écart-type = 6 mois) ; et 11-12 ans (niveau 6 ; n = 20 ; 10 filles et 10 garçons ; âge moyen = 140 mois, écart-type = 10 mois). Les enfants de 6-7 ans (niveau 1) n'ont pas été inclus dans l'expérience car une étude pilote a révélé que la majorité échouait à introduire des modifications appropriées dans le dessin du paysage pour marquer la pollution. L'étude a été conduite en accord avec les recommandations éthiques de la déclaration d'Helsinki (1964/2013).

2.1.2. Matériel et Procédure

Une feuille blanche comportant deux espaces graphiques délimités (taille 11 x 18 cm, format paysage) était donnée à chaque enfant ainsi que 12 crayons de couleurs (rouge, vert clair, vert foncé, marron clair, marron foncé, rose, bleu clair, bleu foncé, jaune, orange, noir, violet) et un crayon à papier pour les dessins. La consigne orale était la suivante: « *Je vais te demander de faire 2 dessins: Le premier dessin est celui d'un paysage non pollué. Le second dessin est celui d'un paysage pollué, il faut qu'on voie sur ton dessin que le paysage est pollué. Les deux dessins doivent contenir : le ciel, des arbres et une rivière. Tu peux ajouter d'autres éléments si tu veux. Voici des crayons, tu peux utiliser les crayons que tu veux pour faire tes dessins. Tu m'expliqueras ensuite comment tu as fait pour que le paysage soit pollué* ». Le premier dessin était toujours celui d'un paysage non pollué (servant de dessin de référence), suivi du dessin du paysage pollué (cf. la méthode mise au point par Karmiloff-Smith, 1990). Les enfants devaient dessiner au moins trois éléments clé composant un paysage normal (ciel,

arbres, rivière) conformément au test du dessin du paysage proposé par Le Men (1966) et repris par Baldy (2011). Il n'y avait pas de limite de temps pour produire les deux dessins. Les enfants ont travaillé individuellement au sein de leur classe, et étaient suffisamment spatialement distants les uns des autres pour ne pas se copier. Des entretiens individuels ont été réalisés lorsque les enfants avaient terminé leurs dessins. Les verbalisations produites par chaque enfant (réponse à la demande « *explique-moi maintenant comment tu as fait pour que le paysage soit pollué* ») étaient retranscrites par écrit.

2.2. Résultats

2.2.1. Types de paysages

Afin de vérifier que les enfants de notre échantillon présentaient un niveau de développement graphique conforme à ce qui est attendu pour leur âge, nous avons catégorisé les dessins du paysage normal selon les 4 types décrits par Le Men (1966) et repris par Baldy (2011).

- Type 4 « Énumération » : les éléments sont répartis sur l'ensemble de la page, sans lien apparent les uns avec les autres (type dominant à 4-5 ans).
- Type 3 « Juxtaposition en bandes horizontales » : le dessin est composé de plusieurs bandes parallèles généralement au nombre de trois, sans relation entre elles (type dominant entre 6 et 10 ans).
- Type 2 « Premières obliques » : l'oblique marque la profondeur de l'espace sans que les règles de la perspective soient respectées (type émergeant à 8 ans, puis évoluant lentement).
- Type 1 « Perspective correcte » : le dessin respecte les règles de la perspective (type émergeant à 10 ans, mais surtout présent chez l'adulte).

La catégorisation des dessins a été réalisée par deux juges travaillant indépendamment. Les rares cas de désaccords observés (2%) ont été résolus par discussion avant analyse.

La Figure 1 présente l'évolution avec l'âge des dessins du paysage normal selon les 4 types définis par Le Men. Conformément à ce qui pouvait être attendu, les résultats montrent que les paysages de type 3 (bandes horizontales) prédominent à 7-8 ans et 8-9 ans, puis ceux de type 2 (premières obliques) augmentent en fréquence à partir de 9-10 ans, pour devenir majoritaires dans les dessins produits par les enfants de 11-12 ans.

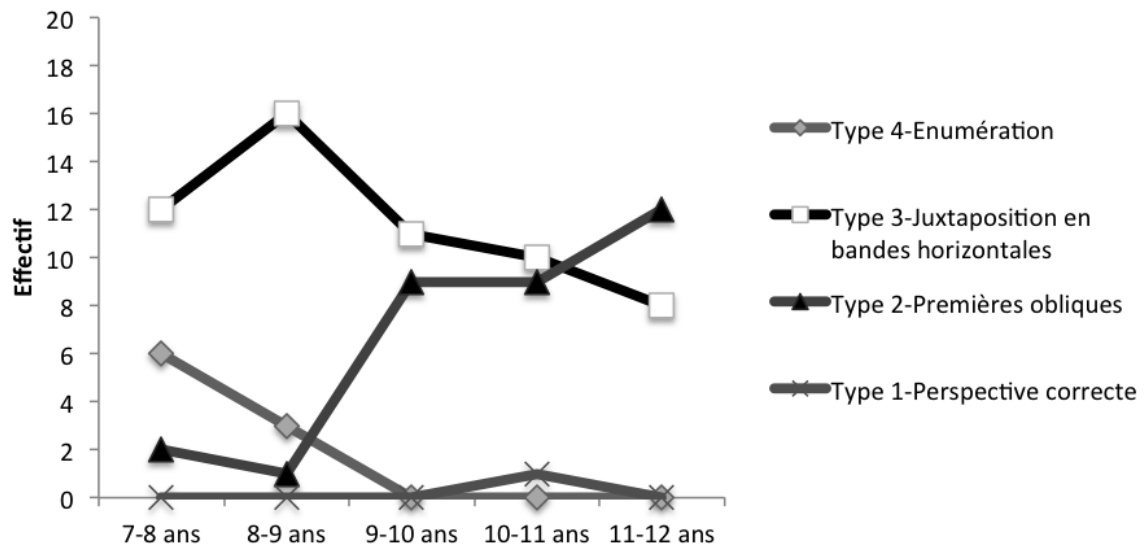


Figure 1. Distribution des dessins du paysage normal selon leur type en fonction de l'âge.

2.2.2. Changements introduits dans les dessins du paysage pollué

- Codage des dessins du paysage pollué

Afin de déterminer les changements graphiques introduits par l'enfant pour marquer la pollution, nous avons comparé les dessins du paysage pollué à ceux du paysage non pollué, en considérant également les explications fournies par les enfants. Nous avons relevé au total 12 types de changements, décrits ci-après dans le Tableau II. Nous avons organisé ces 12 changements en 3 catégories, selon qu'ils reflétaient A- une conception non différenciée de la pollution (changement de type 1), B- une conception différenciée de la pollution portant sur les sources possibles (changements de types 2 à 6), ou C- une conception différenciée de la pollution portant sur les conséquences possibles (changements de types 7 à 12). Par conception *non différenciée*, nous entendons les cas où l'enfant envisage la pollution de manière non spécifique comme de la saleté, et qu'il marque cette saleté par le simple ajout de tâches noires sur les éléments du paysage (changement de type 1-ajout de tâches noires). Par contraste, les conceptions dites *différenciées* de la pollution correspondent à des cas où l'enfant distingue la pollution par des caractéristiques non semblables. Il peut alors considérer les *sources* de la pollution (et marquer, par exemple, la pollution par un changement de type 2- l'ajout de déchets ménagers) ou ses *conséquences* (et marquer, par exemple, la pollution par un changement de type 8- la réduction des formes de vie). Rappelons que l'identification des sources et des conséquences de la pollution constituent les deux aspects centraux du concept de pollution tel qu'il a été discuté dans les travaux antérieurs sur ce sujet (cf. étude de Dimitriou et Christidou, 2007, et Saxena, 2009).

Cette catégorisation des 12 types de changements observés en 3 types de conceptions permet de clarifier la lecture du Tableau II, et devrait permettre également une plus grande lisibilité des patterns de changements avec l'âge s'ils ont lieu. Ces trois catégories ne sont pas mutuellement exclusives car chaque dessin pouvait présenter un ou plusieurs changements. Nous avons compté la fréquence de production de chaque type de changement et relevé le

nombre de changements présents par dessin. Le codage des dessins selon cette grille a été réalisé par deux juges travaillant indépendamment. Les rares cas de désaccords observés (5%) ont été résolus par discussion avant analyse.

Tableau II. Liste des différents types de changements introduits dans les dessins du paysage pollué, avec leur description et catégorie d'appartenance.

Type de changement	Description	Catégorie
1. Ajout de tâches noires	Ajout de tâches noires sur les éléments du paysage pollué (rivière, arbres, sol, ciel, soleil). -> Voir par exemple les dessins de gauche sur la Figure 3.1.	A- Conception non différenciée <i>(La pollution égale saleté)</i>
2. Ajout de déchets ménagers	Ajout de déchets ménagers (sac d'ordures, plastics, bouteilles dans la rivière et/ou sur le sol) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de gauche sur la Figure 3.2.	B- Conception différenciée: Sources possibles <i>(La pollution est causée par les déchets ménagers)</i>
3. Ajout de déchets industriels	Ajout de déchets industriels (eaux usées) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de droite sur la Figure 3.5.	<i>(La pollution est causée par les déchets industriels)</i>
4. Ajout de la présence humaine	Ajout de la présence humaine (personnages, maisons, usines, voitures, avions) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de droite sur la Figure 3.4.	<i>(La pollution est causée par les activités humaines)</i>
5. Ajout de fumée	Ajout de fumée (issue des usines, maisons, voitures) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de droite sur la Figure 3.3.	<i>(La pollution est causée par les fumées)</i>
6. Nuages déversant de la pluie	Ajout de nuages déversant de la pluie dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de gauche sur la Figure 3.3.	<i>(La pollution est causée par les pluies acides)</i>
7. Coloration noire	Coloration noire (des éléments du paysage : ciel, rivière, sol, arbres, soleil) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de droite sur la Figure 3.3.	C- Conception différenciée: Conséquences possibles <i>(La pollution noircit le paysage)</i>

8. Réduction des formes de vie	Réduction (en nombre) des formes de vie (animale, végétale, soleil) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de droite sur la Figure 3.2.	<i>(La pollution réduit le nombre de formes de vies)</i>
9. Destruction des formes de vie	Destruction (partielle ou totale) de formes de vie (arbres cassés, abîmés, morts, animaux morts : chats, chiens, poissons, oiseaux) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de gauche sur la Figure 3.4.	<i>(La pollution détruit la vie)</i>
10. Expression faciale de tristesse	Expression faciale de tristesse sur les arbres, le soleil ou les personnages du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de droite sur la Figure 3.1.	<i>(La pollution rend triste)</i>
11. Ajout de déchets végétaux	Ajout de déchets végétaux (feuilles et fruits tombés des arbres) dans le dessin du paysage pollué. -> Voir par exemple les dessins de droite sur la Figure 3.5.	<i>(La pollution entraîne des déchets végétaux)</i>
12. Ajout d'animaux dangereux	Ajout d'animaux dangereux (serpents) dans le dessin du paysage pollué.	<i>(La pollution amène des animaux dangereux)</i>

- Nombre de changements

La Figure 2 ci-dessous présente l'évolution avec l'âge du nombre moyen de changements introduits dans le dessin du paysage pollué. Une analyse de variance (ANOVA) a été conduite sur le nombre de changements avec l'âge (5) et le sexe (2) en facteurs inter-sujets. Un seuil alpha de .05 a été utilisé.

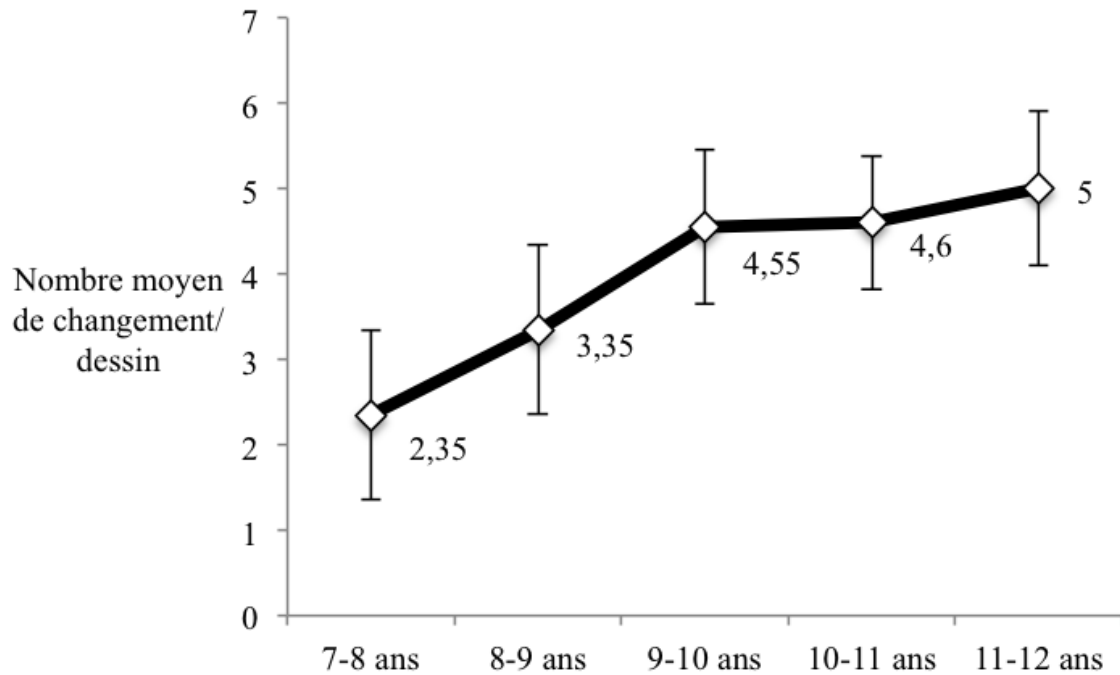


Figure 2. Nombre moyen de changement dans le dessin du paysage pollué en fonction de l'âge. Les barres d'erreur représentent les écart-types.

L'ANOVA indique un effet significatif de l'âge sur le nombre de changements introduits dans le dessin, $F(4, 90) = 19.39, p < .001$. Un test post-hoc HSD de Tukey indique une augmentation significative du nombre de changements entre 7-8 ans et 8-9 ans ($M = 2.35, ET = .99$ vs. $M = 3.35, ET = .99, p < .05$), puis entre 8-9 ans et 9-10 ans ($M = 3.35, ET = .99$ vs. $M = 4.55, ET = .90, p < .01$). Il n'y a pas de différence significative en nombre de changements entre 9-10 ans et 10-11 ans ($M = 4.55, ET = .90$ vs. $M = 4.60, ET = .78, p = .99$), et entre 10-11 ans et 11-12 ans ($M = 4.60, ET = .78$ vs. $M = 5, ET = .90, p = .79$). L'influence du facteur sexe n'est pas significative ($p = .54$), et il n'y a pas d'effet d'interaction entre le sexe et le niveau scolaire ($p = .31$).

- Types de changements

Le Tableau III ci-après présente les fréquences de production de chaque type de changement par groupe d'âge. Un test exact de Fisher a été réalisé sur les distributions des fréquences d'occurrence de chaque type de changement selon les âges. Ce test a été utilisé car il est adapté pour l'analyse de tables de contingences et est une alternative au test du Chi^2 lorsque les échantillons sont de petite taille. En raison de comparaisons multiples, une correction de Holm a été appliquée avec le seuil alpha .05. Les valeurs de p corrigées apparaissent dans la colonne la plus à droite du Tableau III.

Tableau III. Fréquence d'occurrence en effectif (et pourcentage) de chaque type de changement (rangés par catégories) dans les dessins du paysage pollué par âge. En gras, les fréquences supérieures ou égales à 50%.

Types de changements (rangés par catégories A, B, C)	Age (ans)					Test exact de Fisher
	7-8 n = 20	8-9 n = 20	9-10 n = 20	10-11 n = 20	11-12 n = 20	
A- Conception non différenciée						
1. Ajout de tâches noires	10 (50%)	3 (15%)	3 (15%)	4 (20%)	-	$p < .05$ *
B- Conception différenciée : Sources possibles						
2. Ajout de déchets ménagers	9 (45%)	14 (70%)	12 (60%)	19 (95%)	16 (80%)	$p < .05$ *
3. Ajout de déchets industriels	-	-	1 (5%)	1 (5%)	3 (15%)	<i>Ns</i>
4. Ajout de la présence humaine	3 (15%)	6 (30%)	10 (50%)	15 (75%)	18 (90%)	$p < .001$ **
5. Ajout de fumée	1 (5%)	2 (10%)	8 (40%)	10 (50%)	14 (70%)	$p < .001$ **
6. Nuages déversant de la pluie	2 (10%)	4 (20%)	10 (50%)	3 (15%)	-	$p < .01$ *
C- Conception différenciée : Conséquences possibles						
7. Coloration noire	8 (40%)	14 (70%)	17 (85%)	11 (55%)	20 (100%)	$p < .001$ **
8. Réduction des formes de vie	7 (35%)	14 (70%)	18 (90%)	17 (85%)	17 (85%)	$p < .01$ **
9. Destruction de formes de vie	3 (15%)	4 (20%)	8 (40%)	10 (50%)	7 (35%)	<i>Ns</i>
10. Expression de tristesse	4 (20%)	6 (30%)	-	1 (5%)	2 (10%)	<i>Ns</i>
11. Ajout de déchets végétaux	-	-	4 (20%)	-	3 (15%)	<i>Ns</i>
12. Ajout d'animaux dangereux	-	-	-	1 (5%)	-	<i>Ns</i>

Les résultats montrent une évolution avec l'âge des types de changements introduits dans les dessins du paysage pollué. Les changements de type 1 (ajout de tâches noires) prédominent chez les enfants les plus jeunes, témoignant selon nous d'une conception non différenciée de la pollution comme saleté. Avec l'âge, ce type de changement chute en fréquence, tandis qu'augmentent significativement en fréquence des changements témoignant d'une conception différenciée de la pollution dans laquelle l'enfant considère les sources possibles de pollution, en particulier l'ajout des déchets ménagers (type 2) et la présence de l'activité humaine (type 4). Parallèlement augmentent également en fréquence des changements témoignant selon nous d'une prise en compte des conséquences possibles de la pollution, en particulier l'ajout d'une coloration noire aux éléments du paysage (type 7) et la réduction des formes de vie dans le dessin du paysage pollué (type 8).

Si nous considérons les types de changements présents dans 50% ou plus des dessins, les résultats du tableau III montrent que ceux-ci changent en nature et deviennent plus nombreux avec l'âge. Ainsi, des profils dominants peuvent être identifiés à différents âges. A 7-8 ans, le marquage de la pollution s'effectue principalement par la présence de tâches noires (type 1, 50%) sur le dessin. Ce type de marquage (cf. Figure 3.1), relevant d'une conception non différenciée de la pollution comme « saleté » chez les enfants, diminue significativement en fréquence avec l'âge ($p < .05$). Une partie des enfants de 7-8 ans produit toutefois des dessins relevant d'une conception différenciée de la pollution, s'attachant à en décrire certaines sources (ajout de déchets ménagers, 45%) ou certaines conséquences (coloration noire aux éléments du paysage, 40%). Ces deux types de changements deviennent plus fréquents à partir de 8-9 ans, où prédominent des conceptions différenciées de la pollution (sources et conséquences).



Figure 3.1. Dessins de paysage normal (haut) et pollué (bas) par des enfants de 7-8 ans.
 Dessin de droite (Garçon ; 7 ans 5 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de tâches noires, la réduction de formes de vie, et l'expression faciale de tristesse ; l'enfant explique que « *le ciel est sale* », et qu'il y a « *des ordures dans la rivière et sur l'arbre* ».
 Dessin de gauche (Fille ; 7 ans 11 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de tâches noires ; l'enfant explique qu'elle a dessiné des « *ordures dans les arbres, dans la rivière, dans le ciel, des choses sales* ».

A 8-9 ans, le marquage graphique de la pollution se traduit principalement par une source de pollution, la présence de déchets ménagers (type 2, 70%), et deux conséquences possibles : la coloration noire aux éléments du paysage (type 7, 70%), et la réduction des formes de vie (type 8, 70%) (cf. Figure 3.2). Les tests de Fisher montrent que les distributions en fréquence de ces trois types de changements (types 2, 7 et 8) varient significativement avec l'âge ($p < .05$). Comme le montrent les résultats du Tableau III, chacun de ces types de changements devient plus fréquent avec l'âge.



Figure 3.2. Dessins de paysage normal (haut) et pollué (bas) par des enfants de 8-9 ans.
 Dessin de droite (Fille ; 8 ans 11 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de déchets ménagers et la réduction de formes de vie ; l'enfant explique qu'elle a dessiné « *des ordures dans la rivière ; il n'y a plus d'oiseaux, le soleil ne brille pas, il n'y a plus de fleurs* ». Dessin de gauche (Garçon ; 8 ans 6 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de déchets ménagers, la coloration noire et la réduction de formes de vie ; l'enfant explique que « *les ordures polluent les mers et la nature, les ordures ont tué les arbres, les*

enfants sont émus par la pollution, il y a des déchets, et les poissons sont morts à cause de la pollution ».

A 9-10 ans, le marquage graphique de la pollution s'effectue principalement par trois sources de pollution, la présence de déchets ménagers (type 2, 60%), auxquels s'ajoutent la présence humaine (type 4, 50%), et les nuages déversant de la pluie (type 6, 50%), et deux conséquences possibles : la coloration noire aux éléments du paysage (type 7, 85%), et la réduction des formes de vie (type 8, 90%) (cf. Figure 3.3). Les tests de Fisher montrent que les distributions en fréquence des changements de types 4 et 6 varient significativement avec l'âge ($p < .01$). Comme le montrent les résultats du Tableau III, les changements de type 4 (présence humaine) deviennent plus fréquents avec l'âge. Par contre, la présence de nuages de pluie (type 6) semble essentiellement caractériser les dessins produits par les enfants de 9-10 ans.



Figure 3.3. Dessins de paysage normal (haut) et pollué (bas) par des enfants de 9-10 ans. Dessin de droite (Garçon ; 8 ans 10 mois) : Le marquage de la pollution se fait par la coloration noire, la réduction de formes de vie, l'ajout de la présence humaine, et l'ajout de fumée; l'enfant explique qu'il a dessiné « *la fumée des usines dans le ciel* », et que « *le tronc de l'arbre est noir et ses feuilles sont rouges à cause de l'eau polluée* ». Dessin de gauche (Garçon ; 9 ans 6 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de déchets ménagers, la coloration noire, la réduction de formes de vie, la destruction de forme de vie, et des nuages déversant de la pluie ; l'enfant explique qu'il a dessiné « *des ordures dans l'eau, des fleurs mortes, la pluie, l'obscurité, et des arbres pollués* ».

A 10-11 ans, le marquage graphique de la pollution s'effectue principalement par 3 sources de pollution, la présence de déchets ménagers (type 2, 95%), la présence humaine (type 4, 75%), ainsi que la fumée issue des usines, voitures et habitations humaines (type 5, 50%), et 3 conséquences possibles : la coloration noire aux éléments du paysage (type 7, 55%), la réduction des formes de vie (type 8, 85%), auxquels s'ajoutent la destruction de formes de vie (type 9, 50%) (cf. Figure 3.4). Les tests de Fisher montrent que les distributions en fréquence des changements de type 9 (destruction des formes de vie) ne varient pas significativement selon l'âge, tandis que celles relatives aux changements de type 5 (ajout de fumées) augmentent significativement en fréquence avec l'âge ($p < .001$).



Figure 3.4. Dessins de paysage normal (haut) et pollué (bas) par des enfants de 10-11 ans. Dessin de droite (Garçon ; 10 ans 4 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de déchets ménagers, la réduction de formes de vie, la destruction de formes de vie, l'ajout de la présence humaine, et l'ajout de fumée; l'enfant explique qu'il a dessiné « *la fumée des voitures dans l'air* », que « *des ordures dans la rivière tuent les poissons, le nombre d'oiseaux diminue et les fleurs fanent* ». Dessin de gauche (Fille ; 10 ans 1 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de déchets ménagers, la réduction de formes de vie, la destruction de forme de vie, et l'ajout de la présence humaine ; l'enfant explique que « *les gens jettent les ordures, coupent les arbres et ont bâti à la place des immeubles* ».

Enfin, à 11-12 ans, le marquage graphique de la pollution s'effectue principalement par 3 sources de pollution, la présence de déchets ménagers (type 2, 80%), la présence humaine (type 4, 90%), et la fumée issue des usines, voitures et habitations humaines (type 5, 70%), et 2 conséquences : la coloration noire aux éléments du paysage (type 7, 100%), et la réduction

des formes de vie (type 8, 85%), (cf. Figure 3.5). Il peut être noté que les changements de type 3 (ajout de déchets industriels), type 10 (expression faciale de tristesse), type 11 (ajout de déchets végétaux), et de type 12 (présence d'animaux dangereux) apparaissent à de faibles fréquences dans les dessins (entre 5 et 30%). Les tests de Fisher montrent que les distributions en fréquence de ces quatre types de changements (3, 10, 11, et 12) ne varient pas significativement avec l'âge. Notons que certains de ces changements (expression faciale de tristesse et ajout d'animaux dangereux) ne relèvent pas directement d'une conception scientifique, au sens communément accepté, de la pollution.



Figure 3.5. Dessins de paysage normal (haut) et pollué (bas) par des enfants de 11-12 ans. Dessin de droite (Fille; 11 ans 11 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de déchets ménagers, la coloration noire, la réduction de formes de vie, l'ajout de la présence humaine, l'ajout de fumée, l'ajout de déchets industriels, et la présence de déchets végétaux; l'enfant explique que « *des poissons morts à cause de la pollution des usines, des feuilles tombent, les huiles des usines polluent la rivière, le soleil n'est plus clair, la fumée des bus influence le ciel, les déchets des usines, il n'y a plus de singes ni d'oiseaux, le ciel est nuageux à cause des fumées des usines, je l'ai colorié en noir* ». Dessin de gauche (Garçon; 10 ans 11 mois) : Le marquage de la pollution se fait par l'ajout de déchets ménagers, la coloration noire, la réduction de formes de vie, l'ajout de la présence humaine, et l'ajout de fumée; l'enfant explique qu'il a dessiné « *des ordures dans la rivière, la fumée des voitures dans l'air, des arbres morts* ».

2.3. Conclusion

Les résultats de l'expérience 1 montrent une évolution avec l'âge des changements introduits dans les dessins du paysage pour marquer la pollution, suggérant un changement avec l'âge dans les propriétés des conceptions que les enfants possèdent (ou ont élaborées spécifiquement pour répondre à notre tâche) au sujet de la pollution. A 7-8 ans prédomine une conception non différenciée de la pollution, qui laisse ensuite place à des conceptions différenciées, tenant compte des sources et des conséquences possibles de ce phénomène, qui deviennent de plus en plus riches au fur et à mesure que l'enfant grandit. Ainsi, notre étude montre que les jeunes enfants (7-8 ans) ont une conception non différenciée ou élémentaire de la pollution se traduisant par la présence de tâches noires sur les éléments du paysage. A partir de 8-9 ans, ils conçoivent une des sources majeures et visibles de la pollution (la présence de déchets ménagers), et marquent aussi dans leurs dessins certaines conséquences de la pollution, dont celle de noircir le paysage, et d'affecter les formes de vie organique (réduction des formes de vie). Cette conception différenciée de la pollution s'enrichit à 9-10 ans, par la considération de la présence humaine (dont les activités sont la cause principale de la pollution environnementale), puis à 10-11 ans par la considération de la cause principale de la pollution atmosphérique (présence de fumées toxiques issues des activités humaines) et des conséquences destructrices de la pollution sur la vie (destruction des formes de vie). Ainsi, conformément à nos attentes, nous pouvons observer une progression graduelle et qualitative entre 7-8 ans et 11-12 ans d'une conception non différenciée vers une conception différenciée de la pollution qui tient compte d'un nombre croissant de sources possibles de pollution et d'impacts sur l'environnement.

Nos résultats suggèrent que les conceptions qu'ont les enfants de la pollution sont sujettes à des changements notables avec le développement. Toutefois, ces conceptions, telles qu'elles s'expriment dans les dessins du paysage pollué, reflètent une compréhension limitée du phénomène de pollution environnementale, même à 12 ans. En effet, les enfants sont principalement attentifs aux formes visibles des sources de pollution, typiquement les déchets ménagers, et reconnaissent un rôle important aux activités humaines (transports, usines). Ils sont également préoccupés par la dimension biologique de la pollution, notamment pour ce qui concerne son impact létal sur les formes de vie, animale et végétale. Les aspects moins visibles de la pollution (par exemple : les déchets industriels, la pollution nucléaire), les nuisances (pollution sonore, lumineuse) et les aspects naturels de la pollution sont peu ou pas considérés. Ceci peut néanmoins être une conséquence de la technique que nous avons utilisée dans cette étude. Le dessin est en effet bien adapté pour exprimer les aspects visibles et concrets d'un phénomène, alors qu'il est comparativement plus complexe de rendre compte graphiquement de la pollution sonore par exemple, d'autant plus lorsque les dessinateurs sont de jeunes enfants. En perspective, les données verbales récoltées lors des entretiens individuels pourraient être exploitées de façon plus approfondie pour analyser plus en détail les conceptions enfantines de la pollution, telles qu'elle s'expriment au travers du dessin et/ou du langage.

3. Expérience 2 : Influence de la zone d'habitation sur les conceptions enfantines de la pollution

Dans l'expérience 1, tous les enfants observés étaient de zone urbaine. L'expérience 2 compare les dessins de paysages pollués et non pollués produits par des enfants habitant des zones urbaines et des zones rurales afin de déterminer si la zone d'habitation de l'enfant a une influence sur les manières de marquer graphiquement la pollution dans le dessin du paysage.

3.1. Méthode

60 enfants Marocains habitant en zone rurale (petits villages de moins de 15000 habitants avoisinant la ville de Fès dans les 80 km à la ronde) ont pris part à l'expérience 2. Ils étaient âgés de 9 à 12 ans et répartis en 3 groupes d'âge, correspondant à 3 niveaux scolaires : 9-10 ans (niveau 4 ; n = 20 ; 10 filles et 10 garçons ; âge moyen = 129 mois, écart-type = 13 mois) ; 10-11 ans (niveau 5 ; n = 20 ; 10 filles et 10 garçons ; âge moyen = 131 mois, écart-type = 12 mois) ; et 11-12 ans (niveau 6 ; n = 20 ; 10 filles et 10 garçons ; âge moyen = 149 mois, écart-type = 12 mois). Afin de limiter les variations dues à l'âge dans le dessin du paysage pollué, nous avons sélectionné ces 3 groupes d'âge car les résultats de l'expérience principale ont montré une certaine stabilité à partir de 9-10 ans dans le nombre et la nature des changements introduits dans le dessin du paysage pollué.

Les données de ce nouvel échantillon ont été comparées à celles des 60 enfants Marocains de zone urbaine (ville de Fès) de 9-10 ans, 10-11 ans, et 11-12 ans, observés précédemment dans l'expérience 1. Le matériel et la procédure étaient strictement identiques à ceux de l'expérience 1. Le codage des dessins du paysage pollué a été réalisé selon la grille des 12 changements identifiés lors de l'expérience 1. Aucun changement nouveau n'a été repéré dans les dessins des enfants de zone rurale. Nous avons compté la fréquence de production de chaque type de changement et relevé le nombre de changements présents par dessin. Le codage a été réalisé par deux juges travaillant indépendamment. Les rares cas de désaccords observés (3%) ont été résolus par discussion avant analyse.

3.2. Résultats

Des analyses préliminaires sur les types de dessins du paysage normal (classification de Le Men, 1966, reprise par Baldy, 2011) ont été conduites. Les résultats montrent que les paysages dessinés selon une perspective correcte (type 1) sont très peu fréquents chez les enfants ruraux, comme chez les enfants urbains (n = 1/60, soit 2%). Les dessins de type 2 (premières obliques) sont moins fréquents chez les enfants ruraux (n = 15/60 soit 25%) que chez les enfants urbains (n = 30/60, soit 50%). A l'inverse, les dessins de type 3 (bandes horizontales) sont plus fréquents chez les enfants ruraux (n = 44/60, soit 73%) que chez les enfants urbains (n = 29/60 soit 48%). Un test du Chi² montre que la distribution des dessins selon les types 2 et 3 varie significativement selon que les enfants soient ruraux ou urbains, Chi² = 8.45, p < .05. Ainsi, les dessins du paysage normal produits par les enfants de zone

rurale sont légèrement moins élaborés que ceux vivant en zone urbaine¹. Toutefois, il est important de noter que sur la période d'âge considérée (9-12 ans) les deux types de dessins normalement attendus (types 2 et 3) sont produits par les deux groupes d'enfants, signifiant que les dessins produits restent typiques des âges considérés.

3.2.1. Nombre de changements introduits

La Figure 4 ci-dessous présente le nombre moyen de changements introduits dans le dessin du paysage pollué en fonction de l'âge et de la zone d'habitation. Une ANOVA a été conduite sur le nombre de changements introduits avec l'âge (3), le sexe (2) et la zone d'habitation (2) comme facteurs inter-sujets. Un seuil alpha de .05 a été utilisé.

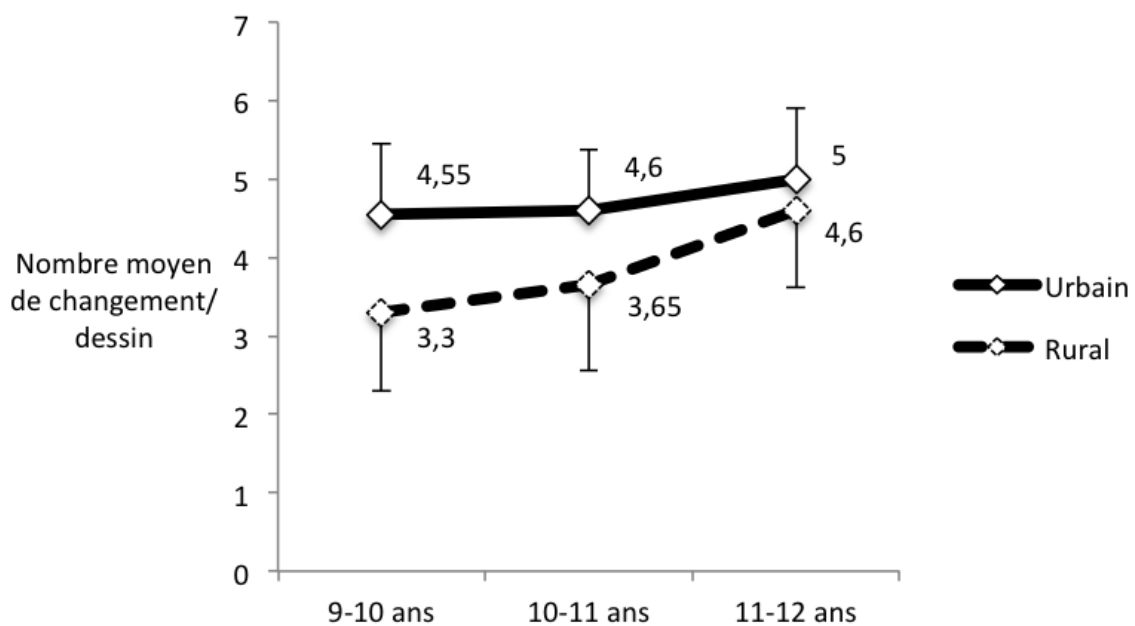


Figure 4. Nombre moyen de changement dans le dessin du paysage pollué en fonction de la zone d'habitation et de l'âge des enfants. Les barres d'erreur représentent les écarts-types.

Les résultats montrent que la zone d'habitation a une influence sur le nombre de changements présents dans les dessins, comme attesté par un effet significatif du facteur zone, $F(1, 108) = 24.64, p < .001$: les enfants de milieu urbain produisent plus de changements graphiques ($M = 4.72, ET = .86$) que ceux de milieu rural ($M = 3.85, ET = 1.02$). L'ANOVA indique également un effet significatif de l'âge sur le nombre de changements introduits dans le dessin, $F(2, 108) = 5.49, p < .001$. Un test post-hoc HSD de Tukey indique une augmentation du nombre de changements entre 10-11 ans ($M = 4.12, ET = .93$) et 11-12 ans ($M = 4.80, ET$

¹ Wilson (1985) avait également observé que des enfants vivant dans des villages isolés d'Égypte dessinaient moins bien que ceux vivant dans les villes et bénéficiant de modèles graphiques pour développer leurs capacités de dessin.

= .94) ($p < .05$). L'influence du facteur sexe n'est pas significative ($p = .76$) et aucun effet d'interaction n'est enregistré (tous $ps > .24$).

3.2.2. Types de changements introduits

Le Tableau IV ci-après présente les fréquences de production de chaque type de changement par zone d'habitation et groupes d'âges. Un test de Fisher a été réalisé sur les distributions des fréquences d'occurrence de chaque type de changements selon les zones habitées. En raison de comparaisons multiples, une correction de Holm a été appliquée avec le seuil alpha .05. Les valeurs de p corrigées apparaissent dans la colonne la plus à droite du Tableau IV.

Tableau IV. Fréquence d'occurrence en effectif (et pourcentage) de chaque type de changement dans les dessins du paysage pollué par zone d'habitation. Le détails des effectifs par âge est donné sous la forme : /9-10 ans ; 10-11 ans ; 11-12 ans/.

Types de changements	Zone d'habitation		Test exact de Fisher
	Urbaine	Rurale	
A- Conception non différenciée			
1. Ajout de tâches noires	7 (12%) /3 ; 4 ; 0/	17 (28%) /10 ; 5 ; 2/	<i>Ns</i>
B- Conception différenciée : Sources possibles			
2. Ajout de déchets ménagers	47 (78%) /12 ; 19 ; 16/	31 (52%) /6 ; 9 ; 16/	$p < .05^*$
3. Ajout de déchets industriels	5 (8%) /1 ; 1 ; 3/	4 (7%) /0 ; 0 ; 4/	<i>Ns</i>
4. Ajout de la présence humaine	43 (72%) /10 ; 15 ; 18/	20 (33%) /3 ; 7 ; 10/	$p < .001^{**}$
5. Ajout de fumée	32 (53%) /8 ; 10 ; 14/	17 (28%) /2 ; 6 ; 9/	<i>Ns</i>
6. Nuages déversant de la pluie	13 (22%) /10 ; 3 ; 0/	4 (7%) /0 ; 3 ; 1/	<i>Ns</i>
C- Conception différenciée : Conséquences possibles			
7. Coloration noire	48 (80%) /17 ; 11 ; 20/	47 (78%) /16 ; 15 ; 16/	<i>Ns</i>
8. Réduction des formes de vie	52 (87%) /18 ; 17 ; 17/	50 (83%) /17 ; 15 ; 18/	<i>Ns</i>

9. Destruction de formes de vie	25 (42%) /8 ; 10 ; 7/	24 (40%) /7 ; 6 ; 11/	<i>Ns</i>
10. Expression de tristesse	3 (5%) /0 ; 1 ; 2/	2 (3%) /1 ; 0 ; 1/	<i>Ns</i>
11. Ajout de déchets végétaux	7 (12%) /4 ; 0 ; 3/	9 (15%) /4 ; 2 ; 3/	<i>Ns</i>
12. Ajout d'animaux dangereux	1 (2%) /0 ; 1 ; 0/	6 (10%) /0 ; 5 ; 1/	<i>Ns</i>

Les résultats montrent que la zone d'habitation a une influence sur la fréquence d'occurrence des changements de type 1 (ajout de tâches noires), qui est plus élevée dans les dessins produits par les enfants ruraux (28%) comparés aux enfants urbains (12%). Cette différence suggère que les conceptions non différenciées de la pollution seraient plus nombreuses chez les enfants de milieu rural que de milieu urbain. Toutefois, d'un point de vue statistique, la différence observée n'est pas significative. Des différences significatives apparaissent entre les enfants ruraux et urbains dans leurs fréquences d'ajout de déchets ménagers dans leurs dessins (changement de type 2, ruraux : 52% vs. urbains : 78%, $p < .05$) et d'ajout de la présence humaine (changement de type 4, ruraux : 33% vs. urbains : 72%, $p < .05$). Dans les deux cas, les enfants ruraux produisent significativement moins souvent ces types de changements que les enfants habitant en zone urbaine. La même tendance est observée pour l'ajout de fumée (changement de type 5), moins fréquent chez les enfants ruraux qu'urbains (28% vs. 53%), et l'ajout de nuages déversant de la pluie (changement de type 6, ruraux : 7% vs. urbains : 22%). Toutefois, d'un point de vue statistique, ces différences ne sont pas significatives. De façon intéressante, les effets significatifs du facteur zone d'habitation se manifestent uniquement sur deux changements relevant d'une conception différenciée des sources possibles de la pollution (2. déchets ménagers, 4. présence humaine). Par contraste, et comme le montrent les résultats du Tableau IV, il n'y a aucune différence significative entre ruraux et urbains concernant les changements relevant d'une conception différenciée des conséquences possibles de la pollution.

Notons également que ce pattern de résultats ne change pas lorsque l'analyse est conduite en tenant compte du facteur âge. En effet, des tests du χ^2 appliqués à des tables de contingence 3 x 2 (croisant les effectifs de chaque changement observé selon les deux zones d'habitation et les trois groupes d'âge) ne révèlent aucune interaction significative entre la zone d'habitation et l'âge (tous $ps > .14$, après correction de Holm). Cela signifie que les distributions en fréquences de changements observées selon la zone d'habitation ne changent pas significativement selon l'âge des enfants.

3.3. Conclusion

Les résultats de l'expérience 2 montrent que, chez les enfants de 9 à 12 ans, les manières de marquer la pollution dans le dessin du paysage varient en fonction de leur zone d'habitation, urbaine ou rurale. D'une part, et conformément à nos attentes, les enfants de milieu rural introduisent globalement moins de changements dans leurs dessins du paysage pollué que ceux de zone urbaine. D'autre part, s'il ne semble pas y avoir de différence marquée entre ruraux et urbains sur leur propension à produire des changements graphiques relevant d'une conception différenciée des impacts de la pollution sur l'environnement, il existe des différences manifestes sur leur inclinaison à produire des changements graphiques témoignant d'une conception différenciée des causes possibles de pollution. Concernant les causes possibles de pollution, nos résultats indiquent que les enfants ruraux considèrent moins souvent que les enfants urbains les déchets ménagers et la présence humaine comme deux sources potentielles de pollution dans leurs dessins du paysage pollué.

Ensemble, ces résultats suggèrent que les conceptions enfantines de la pollution chez les enfants marocains de 9 à 12 ans habitant des zones rurales sont moins complètes que celles construites par les enfants de zone urbaine, du point de vue de leur considération des sources possibles de pollution. Cet écart peut s'expliquer en partie par la disponibilité dans l'environnement immédiat de l'enfant de telles sources : il est en effet possible que les enfants de milieu rural soient moins souvent confrontés à des déchets ménagers qui s'accumulent dans leur environnement que les enfants des villes ; de même il est possible que la présence de l'activité humaine, sous ses formes aussi diverses que la présence des bâtiments, des voitures et des usines, soit moins forte et moins visible en zone rurale, et par conséquent moins souvent expérimentée par l'enfant comme source de pollution environnementale. Une explication alternative aux écarts observés entre enfants ruraux et enfants urbains pourrait se rapporter à des différences d'accès aux médias qui véhiculent des informations sur les sources de la pollution environnementale. Cette hypothèse ne rend toutefois pas compte du fait que l'écart soit observé sur la considération de certaines sources et n'affecte pas significativement la considération des conséquences du phénomène.

4. Conclusion générale

Notre étude est la première à examiner la nature des conceptions naïves que les enfants marocains de 7 à 12 ans construisent sur la pollution (au sens large du terme, incluant pollution de l'eau, de l'air et des sols), en utilisant une approche développementale et comparative (urbains/ruraux). Elle contribue notamment à la littérature existante par sa méthodologie originale qui recourt au dessin du paysage plutôt qu'à la technique des interviews basée exclusivement sur le langage verbal qui a été utilisée dans les travaux antérieurs.

Nos résultats montrent qu'avant apprentissage formel les enfants marocains construisent des conceptions naïves à propos de la pollution, qui changent graduellement avec l'âge entre 7 et 12 ans (Expérience 1) et qui sont légèrement moins élaborées ou complètes (du point de vue des sources de pollution considérées) lorsque ces enfants vivent en milieu rural, comparés aux enfants urbains (Expérience 2). Notons qu'aucun effet de l'âge n'avait été observé dans des

travaux antérieurs examinant les conceptions naïves de la pollution de l'air chez des enfants grecs âgés entre 7 et 13 ans (Dimitriou & Christidiou, 2007), via la technique de l'interview. Nous voudrions ainsi suggérer que la technique du dessin est une mesure sensible et complémentaire aux techniques verbales. Les conceptions que nous avons observées sont basées sur les connaissances empiriques extraites par les enfants de leur expérience quotidienne avec le phénomène. De façon intéressante, elles varient selon la zone d'habitation de l'enfant et son degré d'exposition à certaines sources polluantes.

Si nous discutons nos résultats en référence aux travaux réalisés en psychologie sur les conceptions naïves et le changement conceptuel, nous pouvons argumenter que, concernant tout d'abord la question de la nature des conceptions naïves de la pollution, nos résultats sont en faveur de la position défendue par Vosniadou et Brewer (1992) sur l'existence d'un nombre limité et cohérent de conceptions, s'apparentant à des mini-théories. Les conceptions que nous avons observées semblent cohérentes (plutôt que fragmentées) au sens où elles permettent de classer en un nombre limité de catégories tous les dessins de paysage pollués produits par les enfants de notre étude. Ces conceptions évoluent graduellement entre 7 et 12 ans (conception non différenciée à conceptions différenciées) et s'enrichissent de nouveaux éléments (sources et /ou conséquences de la pollution) avec la progression en âge. Ainsi, concernant la question de la nature du changement conceptuel, nos résultats sont en faveur d'un changement progressif et graduel (plutôt que brutal ou radical) des conceptions avec le développement, conformément à ce qu'ont également conclu Megalakaki et Fouquet (2009) de leur étude développementale sur le concept de digestion.

Quelles sont les implications pour l'éducation et le développement de programmes d'éducation à l'environnement (voir aussi Uzzell, 1999) ? Les enfants marocains n'ignorent pas la pollution environnementale, au contraire assez tôt (8-9 ans), ils montrent une bonne connaissance des sources et conséquences possibles de la pollution. Leurs conceptions sont cependant partielles et doivent être développées sous la responsabilité des adultes par une instruction formelle au sein du système scolaire (Thornber, Stanisstreet, & Boyes, 1999). Dans ce contexte, plusieurs propositions peuvent être faites :

(a) Développer l'intérêt des enfants pour les différentes sources et impacts de la pollution environnementale en travaillant à partir d'intérêts existants et émotionnellement chargés, notamment leur sensibilité évidente pour les conséquences dévastatrices de la pollution sur les formes de vie animale et végétale (voir aussi Dimitriou & Christidou, 2007). Des notions plus complexes comme celle de la perte de la biodiversité peuvent être abordées.

(b) Adapter le discours et les programmes à l'âge de l'enfant. Une approche concrète de la pollution environnementale, différenciant les sources et les conséquences du phénomène, et tenant compte de ses aspects les plus perceptibles, mesurables, ou familiers pour les jeunes enfants peut être envisagée dès les premiers niveaux scolaires. A partir de 10-11 ans, une approche plus abstraite de la pollution environnementale, impliquant les aspects non visibles et les différents mécanismes en jeu, peut être mise en place.

(d) Utiliser l'environnement lui-même comme lieu d'enseignement. Certains auteurs soutiennent l'idée que l'éducation à l'environnement doit s'effectuer avec un contenu adapté,

en dehors de la classe, dans la nature elle-même (Ballantyne & Packer, 2002 ; Özsoy, 2012). Favoriser l'expérience des enfants avec différents environnements naturels (urbains, ruraux) dans le cadre des apprentissages scolaires peut faciliter la réduction des écarts de connaissances entre enfants d'habitats différents, et la compréhension par tous des multiples facettes de la pollution environnementale.

Références bibliographiques

- Baldy, R. (2011). *Fais-moi un beau dessin. Regarder le dessin de l'enfant, comprendre son évolution*. Paris : In Press.
- Ballantyne, R., & Packer, J. (2002). Nature-based excursions : School students' perceptions of learning in natural environments. *International Research in Geographical and Environmental Education, 11*, 218-236.
- Bonoti, F., Leondari, A., & Mastora, A. (2013). Exploring children's understanding of death : Through drawings and the death concept questionnaire. *Death Studies, 37*, 47-60.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Di Sessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction, 10*, 1045-1225.
- Dimitriou, A., & Christidou, V. (2007). Pupils' understanding of air pollution. *Educational Research, 42*, 24-29.
- Farver, J.O. M., Ghosh, C., & Garcia, C. (2000). Children's perceptions of their neighborhoods. *Journal of Applied Developmental Psychology, 21*, 139-163.
- Gross, J., & Hayne, H. (1998). Drawing facilitates children's verbal reports of emotionally laden events. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 4*, 163-179.
- Gross, J., & Hayne, H. (1999). Drawing facilitates children's verbal reports after long delays. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 5*, 265-283.
- Karmiloff-Smith, A. (1990). Constraints on representational change : Evidence from children's drawing. *Cognition, 34*, 57-83.
- Keil, F. C. (1992). The origins of an autonomous biology. In M. R. Gunnar & M. Maratos (Eds.), *Modularity and constraints in language and cognition* (pp. 103-137). Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Le Men, J. (1966). *L'espace figuratif et les structures de la personnalité. Une épreuve clinique originale : le D10*. Paris : PUF.
- Megalakaki, O., & Fouquet, N. (2009). Conceptions naïves de la digestion chez les enfants de 7 à 10 ans. *Enfance, 2*, 159-179.
- Özsoy, S. (2012). Investigating elementary school students' perceptions about environment through their drawings. *Educational Sciences : Theory & Practice, 12*, 1132-1139.
- Panagiotaki, G., Nobes, G., & Potton, A. (2009). Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth. *Journal of Experimental Child Psychology, 104*, 52-67.
- Picard, D., & Vinter, A. (1999). Representational flexibility in children's drawings: Effects of

- age and verbal instructions. *British Journal of Developmental Psychology*, 17, 605-622.
- Picard, D., & Vinter, A. (2007). Relations between procedural rigidity and inter-representational change in children's drawing behaviour. *Child Development*, 74, 522-541.
- Reiss, M. J., et al. (2002). An international study of young people's drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36, 58-64.
- Saxena, P. (2009). Comprehending the concept of environmental pollution among primary grade students : An analytical study. *International Research Journal*, 2, 481-483.
- Siegal, M., & Surian, L. (2004). Conceptual development and conversational understanding. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 534-538.
- Stavridou, H., & Marinopoulos, D. (2001). Water and air pollution : Primary students' conceptions about « itineraries » and interactions of substances. *Chemistry Education : Research and Practice in Europe*, 2, 31-41.
- Thorner, J., Stanisstreet, E., & Boyes, E. (1999). School students' ideas about air pollution : Hindrance or help for learning ? *Journal of Science Education and Technology*, 8, 67-73.
- Tiberghien, A. (2003). Des connaissances naïves au savoir scientifique. Les sciences cognitives à l'école. Paris : PUF.
- Uzzell, D. (1999). Education for environmental action in the community: new roles and relationships. *Cambridge Journal of Education*, 29 (3), 397-413.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth : A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Wellman, H. M. & Gelman, S. A. (1998). Knowledge acquisition in foundational domains. In D. Kuhn & R. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology*, 5th edition (pp. 523-573). NY : Wiley.
- Yilmaz, S., Timur, S., & Timur, B. (2013). Secondary school students' key concepts and drawings about the concept of environment. *Anthropologist*, 16, 45-55.